

4

2009

JMO

JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA FINE MECHANICS AND OPTICS



ISSN 0447-6441
Index 46 723



Komplet vojáka



kiloPAN

Komplet vojáka podporuje jeho činnosti v noci a na digitalizovaném bojišti. Základem kompletu je osobní přístroj nočního vidění, datový terminál (PDA) a rádiová stanice pro spojení ve skupině (Intercom).

Komplet velitele týmu



miliPAN

Komplet velitele týmu je oproti kompletu vojáka rozšířen o zbraňový akviziční komplet (LTWS + LRF/DMC) a ruční VKV rádiovou stanici. Tyto rozšiřující prvky jsou určeny k řízení činnosti a palby střeleckého týmu.

Komplet velitele družstva



mikroPAN

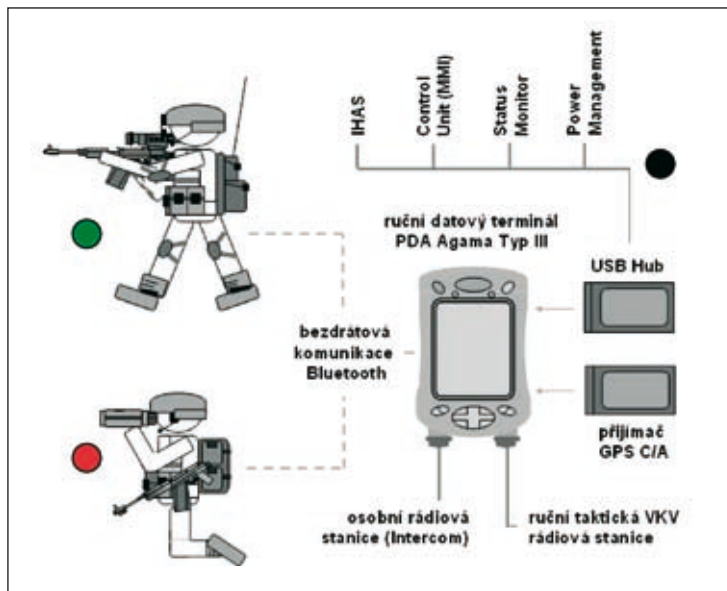
Komplet velitele družstva využívá kombinace multifunkčního laserového dálkoměru (DCH, LRF, DMC) a ruční VKV rádiové stanice. S jeho pomocí lze provádět pozorování, ženijní průzkum a řízení palby na úrovni družstvo / četa.

Integrované komplety vojáka, týmu a družstva

pro podporu akvizice a navigace

xPAN

Komplet vojáka, týmu a družstva



Komplety vojáka, týmu a družstva jsou určeny pro podporu situačního vědomí na úrovni malých jednotek. Pro vojáka jsou rovněž bránou do prostředí taktického Internetu a umožňují mu základní práci na digitalizovaném bojišti. Základem všech těchto kompletů je osobní datový terminál typu PDA s integrovaným přijímačem GPS, osobní rádiová stanice (Intercom) a osobní prostředek nočního vidění. Komplety velitele týmu a družstva jsou rozšířeny o akviziční systémy miliPAN a mikroPAN.



Průslušníci střeleckých týmů jsou vybaveni i nočními zaměřovači MEO 50, které využívají noktovizní technologii. Tento zaměřovač je možno použít k zaměřování různých druhů pušek, kulometů a pancéřovek. Dosah je až 500 m.



Velitelé střeleckých týmů jsou vybaveni nechlazeným termovizním zaměřovačem LTWS. Mohou tak detekovat nebezpečí a cíle dřív než vojáci s noktovizory. Ve spojení se zbraňovou akviziční jednotkou (LRF / DMC) mohou řídit palbu do 1 000 m.



Osádky vozidel mají k dispozici brýle nočního vidění KLÁRA. V případě velitelů je možno je doplnit afokální předsádkou a vytvořit tak noční binokulární dalekohled. Tyto brýle jsou kompatibilní i s dálkoměry řady Vector (komplet mikroPAN).

REDAKČNÍ RADA

Předseda: RNDr. Miloslav VYCHODIL, CSc., Meopta-optika, s.r.o., Přerov

Členové: RNDr. Ing. Ján BARTL, CSc., ÚM SAV, Bratislava, prof. RNDr. Dr. Zdeněk BOUCHAL, UP, Olomouc, Ing. Igor BREZINA, Bratislava, prof. Ing. Pavol HORŇÁK, DrSc., STU, Bratislava, prof. RNDr. Miroslav HRABOVSKÝ, DrSc., SLO UP a FZÚ AV ČR, Olomouc, RNDr. Vladimír CHLUP, Olomouc, RNDr. Lubomír JASTRABÍK, CSc., FZÚ AV ČR, v.v.i., Praha, RNDr. Pavel KLENOVSKÝ, Český metrologický institut, Brno, Ing. Jiří KRŠEK, VUT, Brno, doc. RNDr. Vojtěch KŘESÁLEK, CSc., UTB, Zlín, Ing. Jan KŮR, Mesing, spol. s r.o., Brno, prof. RNDr. Bohumila LENCOVÁ, CSc., ÚPT AV ČR, v.v.i., Brno, prof. Ing. Martin LIBRA, CSc., ČZU, PRAHA, prof. RNDr. Miroslav LIŠKA, DrSc., VUT, Brno, RNDr. Zdeněk LOŠŤÁK, Meopta-optika, s.r.o., Přerov, prof. Ing. Petr LOUDA, CSc., TU, Liberec, RNDr. František MÁČA, CSc., FZÚ AV ČR, v.v.i., Praha, Ing. Vladimír MATELA, Meopta-optika, s.r.o., Přerov, Ing. Monika MÍČHALOVÁ, PHILIPS Slovakia s.r.o., Bratislava, doc. RNDr. Miroslav MILER, DrSc., ÚFE AV ČR, v.v.i., Praha, prof. RNDr. Jan PEŘINA, DrSc., UP, Olomouc, prof. Ing. Jaromír PIŠTORA, CSc., VŠB - TU, Ostrava, prof. RNDr. Ing. Jaroslav POSPÍŠIL, DrSc., UP, Olomouc, RNDr. Dagmar SENDERÁKOVÁ, Ph.D., UK, Bratislava, RNDr. Petr SCHOVÁNEK, SLO UP a FZÚ AV ČR, Olomouc, prof. Ing. Karel STUDENOVSKÝ, DrSc., ČVUT, Praha, prof. RNDr. Anton ŠTRBA, CSc., UK, Bratislava

Gerd HÄUSLER, Lehrstuhl für Optik, Universität Erlangen - Nürnberg, Erlangen (Germany), Michael J. LALOR, Liverpool John Moores University, U. K.; Paul RAUSNITZ, TCI New York, U. S. A.; Rodney J. SOUKUP, University of Nebraska-Lincoln, U. S. A.; M. C. TEICH, Boston University, U. S. A.; Emil WOLF, University of Rochester, U. S. A.

JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA

Vydává Fyzikální ústav Akademie věd České republiky, v.v.i. za spoluúčasti The International Society for Optical Engineering (SPIE/CS) v Nakladatelství Fyzikálního ústavu Akademie věd České republiky, v.v.i.

Ředitel FZÚ AV ČR, v.v.i.: doc. Jan ŘÍDKÝ, CSc.

Odpovědný zástupce vydavatele: prof. RNDr. Miroslav HRABOVSKÝ, DrSc.

Šéfredaktor: dipl. tech. Jaroslav NEVŘALA

Adresa redakce v Olomouci (předplatné, nakladatelské služby):

SLO UP a FZÚ AV ČR, Tř. 17. listopadu 50, 772 07 Olomouc, tel.: 585 631 576, fax: 585 631 531, e-mail: eva.pelclova@upol.cz

Adresa redakce v Přerově (šéfredaktor): Kabelíkova 1, 750 02 Přerov, tel.: 581 242 151, mobil: 776 011 925, fax: 581 242 222.

Otisk povolen se svolením redakce a se zachováním autorských práv. Nevyžádané materiály se nevrací. Za původnost a správnost příspěvků odpovídají autoři.

Vychází: 10x ročně (z toho 2 čísla jako dvojčísla)

Předplatné: Celoroční 420,- Kč/rok. Ceny jsou jednotné pro Českou i Slovenskou republiku. Do všech ostatních zemí je časopis JMO distribuován za jednotnou cenu 10 EUR/ks. Pro členy SPIE/CS činí předplatné 120,- Kč/rok. Předplatné pro studenty Bc., Mgr., Ph.D. a studenty středních škol při osobním odběru činí 120 Kč/rok; v případě zaslání poštou 300,- Kč/rok.

Rozšiřuje vydavatel a Podniková prodejna Meopta-optika, s.r.o., Přerov, Kabelíkova 1, 750 02 Přerov.

V Slovenské republice je kontaktní místo: prof. RNDr. Anton Štrba, CSc., katedra experimentální fyziky FMFI UK, Mlynská dolina F2/148, SK - 842 48 Bratislava, tel.: 00421 2 65 426 706, e-mail: Strba@fmph.uniba.sk

V Slovenské republice rozšiřuje a objednávky přijímá:

prof. Ing. Ivo Čáp, CSc., Žilinská univerzita - FPV, Hurbanova 15, SK - 010 26 Žilina, tel.: +421 415 136 350, e-mail: ivo.cap@fpv.utc.sk

Tiskne TYPOservis Holešov, Masarykova 650, 769 01 Holešov, tel.: 573 398 746, e-mail: dtp@typoservis.cz

Inzerce: redakce, Kabelíkova 1, 750 02 Přerov, tel.: 581 242 151, mobil: 776 011 925, fax: 581 242 222.

Odborné články jsou lektorovány.

© JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA 2009

JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA

VĚDECKO-TECHNICKÝ ČASOPIS
ROČNÍK 54 4/2009

OBSAH

Před pořízením systému vojáka pro Armádu České republiky (I. Zbořil, V. Chlup)	95
Dvě technologie zobrazení pro současné asymetrické bojiště (F. Chlup)	109
Komunikační systém malé jednotky v operacích NATO - příspěvek k problematice kompletu velení a řízení čety (V. Gráf)	114
Akviziční komplet čety (J. Oulehla)	121
Nové optické systémy Meopty určené pro ruční zbraně (V. Kohout)	126

Bližší informace o poslání časopisu, pokyny pro autory, obsah časopisu apod. je uveden na internetu:

<http://www.fzu.cz/struktura/casopisy/jemnam/jemname.php>

Informace o předplatném podá, objednávky přijímá, objednávky do zahraničí vyřizuje: SLO UP a FZÚ AV ČR, Tř. 17. listopadu 50, 772 07 Olomouc, tel.: 585 223 936, fax: 585 631 531.

Cena čísla 40 Kč včetně DPH

ADVISORY BOARD

Chairman: Miloslav VYCHODIL - Meopta-optika, s.r.o., Přerov (Czech Rep.)

Members: Ján BARTL - Inst. of Measurement Science Slovak Academy of Sciences, Bratislava (Slovak Rep.), Zdeněk BOUCHAL - Palacky Univ. (Czech Rep.), Igor BREZINA - Bratislava (Slovak Rep.), Pavol HORNÁK - Slovak Tech. Univ., Bratislava (Slovak Rep.), Miroslav HRABOVSKÝ - Joint Lab. of Optics of Palacky Univ. and Inst. of Physics of Czech Academy of Science, Olomouc (Czech Rep.), Vladimír CHLUP - Olomouc (Czech Rep.), Lubomír JASTRABÍK - Inst. of Physics of Czech Academy of Science, Praha (Czech Rep.), Pavel KLENOVSKÝ - Czech Metrology Inst., Brno (Czech Rep.), Jiří KRŠEK - Tech. Univ., Brno (Czech Rep.), Vojtěch KŘESÁLEK - Tomas Bata Univ. in Zlín (Czech Rep.), Jan KÜR, Mesing, spol. s r.o., Brno (Czech Rep.), Bohumila LENCOVÁ - Inst. of Scientific Instruments of Czech Academy of Science, Brno (Czech Rep.), Martin LIBRA - Czech Univ. of Agric. Praha (Czech Rep.), Miroslav LIŠKA - Tech. Univ., Brno (Czech Rep.), Zdeněk LOŠŤÁK - Meopta-optika, s.r.o., Přerov (Czech Rep.), Petr LOUDA - Tech. Univ., Liberec (Czech Rep.), František MÁCA, Inst. of Physics of Czech Academy of Science, Praha (Czech Rep.), Vladimír MATELA - Meopta-optika, s.r.o., Přerov (Czech Rep.), Monika MÍCHALOVÁ, PHILIPS Slovakia s.r.o., Bratislava (Slovak Rep.), Miroslav MILER - Inst. of Photonics and Electronics of Academy of Sciences, v.v.i., Praha (Czech Rep.) Jan PEŘINA - Palacky Univ., Olomouc (Czech Rep.), Jaromír PIŠTORA - Tech. Univ., Ostrava (Czech Rep.), Jaroslav POSPÍŠIL - Palacky Univ., Olomouc (Czech Rep.), Dagmar SENDEŘÁKOVÁ - Comenius Univ., Bratislava (Slovak Rep.), Petr SCHOVÁNEK - Joint Lab. of Optics of Palacky Univ. and Inst. of Physics of Czech Academy of Science, Olomouc (Czech Rep.), Karel STUDENOVSKÝ - Czech Tech. Univ., Praha (Czech Rep.), Anton ŠTRBA - Comenius Univ., Bratislava (Slovak Rep.),

Gerd HÄUSLER, Lehrstuhl für Optik, Universität Erlangen - Nürnberg, Erlangen (Germany), Michael J. LALOR, Liverpool John Moores University, U. K.; Paul RAUSNITZ, TCI New York, U. S. A.; Rodney J. SOUKUP, University of Nebraska-Lincoln, U. S. A.; M. C. TEICH, Boston University, U. S. A.; Emil WOLF, University of Rochester, U. S. A.

FINE MECHANICS AND OPTICS

Published by Institute of Physics Academy of Sciences of the Czech Republic under participation of The International Society for Optical Engineering (SPIE/CS) in the Publishing House of the Institute of Physics of the Academy of Sciences of the Czech Republic.

Director of Institute of Physics, Academy of Sciences of the Czech Republic: Jan ŘÍDKÝ

Editor: Miroslav HRABOVSKÝ

Managing Editor: Jaroslav NEVŘALA

Address of the Editor's office in Olomouc (subscription, publisher services): SLO UP a FZÚ AV ČR, Tř. 17. listopadu 50, 772 07 Olomouc, Czech Republic, phone: ++420 585 631 576, fax: ++420 585 631 531, e-mail: eva.pelclova@upol.cz

Address of the Editor's office in Přerov (Managing Editor): Kabelíkova 1, 750 02 Přerov, Czech Republic.

Reproduction only with permission of the Editor and under observing the copyright. Unasked manuscripts are not sent back. The authors are responsible for originality and correctness of their contributions.

Subscription fee: Annual fee is 420,- CZK. This price of subscription is the same for both Czech and Slovak Republics. Fine Mechanics and Optics journal is distributed into other countries for uniform price 10 EUR/Pcs. For members of SPIE/CS the annual subscription fee is 120,- CZK. For Bc., Mgr., Ph.D. and secondary school students the subscription fee is 120,- CZK per year, annual subscription including postage is 300,- CZK.

Distribution: by the Publisher, Company Sales shop of Meopta-optika, s.r.o., Přerov, Kabelíkova 1, 750 02 Přerov, Czech Republic.

Contact place for the Slovak Republic: Anton Štrba, Department of Experimental Physics, Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Comenius University, Mlynská dolina F2/148, SK - 842 15 Bratislava, phone: 00421 2 65 426 706, e-mail: strba@fmph.uniba.sk

Printing: TYPoServis Holešov, Masarykova 650, CZ-769 01 Holešov, phone: 573 398 746 (from abroad: ++420 573 398 746). e-mail: dtp@typoservis.cz

Advertising: editor's office, Kabelíkova 1, CZ-750 02 Přerov, fax: 581 242 222.

Papers are reviewed.

© FINE MECHANICS AND OPTICS 2009

FINE MECHANICS AND OPTICS

SCIENTIFIC-TECHNICAL JOURNAL
VOLUME 54 4/2009

CONTENTS

Before the system of the Soldier for the Czech Arm acquisition (I. Zbořil, V. Chlup).....	95
Two Imaging Technologies of the Current Asymmetric Battlefield (F. Chlup).....	109
Small Unit Communication System in the NATO Operations – Article on Platoon Command and Control System (V. Gráf).....	114
Acquisition System of Platoon (J. Oulehla).....	121
Meopta New Optical Systems Designed for Small Weapons (V. Kohout).....	126

For further information about the journal intention, instructions for authors, contents etc. please refer to <http://www.fzu.cz/struktura/casopisy/jemname.php>.

Information on subscription rate and on ordering gives the SLO UP a FZÚ AV ČR, Tř. 17. listopadu 50, 772 07 Olomouc, tel.: 585 223 936, fax: 585 631 531.

Price for single copy: 40 Kč incl. VAT

Před pořízením systému vojáka pro Armádu České republiky



Ing. Ivo Zbořil, genmjr. vz.

Armáda České republiky nyní stojí před velmi vážným krokem – masivní finanční investicí do každého svého bojovníka. Tento projekt, známý též jako Voják 21, je s ohledem na probíhající zahraniční mise a budoucí možné ohrožení České republiky natolik významný, že z armádního hlediska zastihuje i daleko více finančně náročnější programy, jako je pořízení nadzvukových letounů Gripen či nákup kolových obrněných transportérů Pandur II. Cílem tohoto článku je pomoci tomu, aby byl tento projekt úspěšný a nepotkal jej kritický osud, jako jiné projekty Armády České republiky (AČR). V rámci časopisu JMO je o této problematice referováno již více jak 10 let, a proto se, a to i s vědomím, že optoelektronické systémy tvoří významnou část ceny i schopností tohoto systému, k této problematice opět vracíme. Rovněž bychom také rádi poukázali na to, jak je pro naplnění vize „Network Centric“ důležitá nejen organizace jednotek, ale i využití elektromagnetického spektra. Komplety C41STAR, využívající „optické“ záření i rádiové vlny, lze považovat za novou generaci multiplikátorů síly a možností malých jednotek. Pro budoucnost mají stejný význam, jako měly v uplynulém období chladné i palné zbraně.

Systém vojáka, v AČR pojmenovaný jako „Voják 21. století“, je a byl ve všech armádách NATO projekt s velkými očekáváními. Cílem je vytvořit systémový soubor vzájemně propojených komponent (komplet), který by jako celek měl znásobit vojákovy schopnosti a umožnit jeho dominanci na digitalizovaném bojišti. Voják vybavený tímto kompletem by měl mít schopnost účinně vymáněvat daleko početnějšího nepřítele. Tato skutečnost nahrazení kvantity a eliminovat kvalitou je i hlavním důvodem proč se do těchto projektů investuje. S ohledem na klesající natalitu států kultury Západní Evropy je to pochopitelné.

Velikost projektu a očekávání do něj vložená přinášejí mnoho otázek a spekulací. Nejčastější je víra, že aplikace tohoto systémového přístupu „vyřeší“ všechny dosavadní problémy na úrovni vojáka – jednotlivce nebo alespoň pro takové řešení připraví podmínky. Obecně lze říci, že systém vojáka je projekt, který se v mnoha armádách řeší dlouho a sporných momentů spíše přibývá. I naše armáda vkládá do tohoto projektu mnohé naděje, se kterými jsou spojeny i mnohé ideje a mýty o cílech, které budou jeho zavedením naplněny.

Prvním z chybných předpokladů je domněnka, že technika udělá z vojáka nadčlověka, tedy, že ona je tou prioritou. Vojáci dostanou soubor prostředků, které jejich nadřícenému velení umožní pověřovat vojáka různými úkoly, jež jsou dnes většinou vztaheny ke specifickým odbornostem specialistů malých jednotek. To může vést k vyhocenému názoru, že každý voják může být velením konfigurován dle potřeby např. na bojovníka, průzkumníka, ženistu či leteckého návodčího. Pokud by se očekávalo od systému vojáka toto, pak základním kamenem takového kompletu nejsou ony systémové komponenty, ale především jeho osobní schopnosti, a to většinou vrozené, umocněné výcvikem. Vojáci vybraní pro aplikaci systému vojáka by pak museli vynikat mimořádnými předpoklady a flexibilitou. Zde je třeba zdůraznit, že nábor takto schopných jedinců je armádou ve větším počtu, a to kdekoliv na světě, nerealizovatelný.

Druhý problematický pohled je obdobou toho prvního, ale z opačného pohledu - staví právě na tom „nadčlověku“. Zkrátka, že systém vojáka udělá z bojovníka skutečného specialistu, respektive odborníka na všechno. Ten se bude na bojišti pohybovat s takovou jistotou, že nebude muset ani přijímat žádné rozkazy. Tedy, že technické prostředky, podpořené příslušným zajištěním, propůjčí jednotlivým vojákům takové možnosti, že oni sami v sobě probudí nebyvalé schopnosti. Zdá se, že tento pohled má svůj původ v oblasti komerční elektroniky. Dobrým příkladem může

být používání komunikátorů – nejvybavenějších mobilních telefonů dneška. Například typ Nokia N96 disponuje v jednom tělese takovými technologiemi jako je malý počítač, mobilní telefon, digitální fotoaparát a videokamera, přijímač GPS i digitální televizor, a toto vše je ovládáno jediným operačním systémem s příslušnými aplikacemi. Dle tohoto pohledu je systém vojáka obdobou takového komunikátoru. Jde tedy o komplexní systém, kde je „vše“. Nicméně stejně jako komunikátor N96 neudělá ze svého uživatele profesionálního fotografa, kameramana či manažera, tak systém vojáka neudělá z jakékoliv osoby „vojáka“, natož profesionálního vojáka. Nejdůležitější je totiž, aby si uživatel uvědomil, k čemu to vše potřebuje a jak to bude používat. A to platí jak u komunikátoru, tak u systému vojáka. Žádný ze systémů neudělá sám o sobě z nikoho specialistu.

Třetím nerealistickým pohledem je, že je vcelku jedno, zda jsou technické prostředky nějak zvlášť integrovány či synchronizovány, důležité je, že voják vůbec nějaké má. Tento názor je zastoupen i v tzv. vojenskoprůmyslových kruzích. Zde jde vlastně o to, že systémové funkce nejsou přítomny v jediném zařízení či kompletu, ale jsou zastoupeny souborem zařízení se samostatnou funkcí / určením. Tento pohled se blíží dnešnímu stavu, kdy je voják vybavován jednotlivými, zdánlivě mezi sebou nesouvisejícími komponentami, které on následně „propojuje“ svou osobou tak, aby je mohl používat samostatně či v různých kombinacích. Místo jednoho komunikátoru má tak uživatel samostatně přenosný počítač, mobilní telefon, digitální fotoaparát, digitální videokameru a přenosný televizor. Tedy podobně jako již dnes mají někteří vojáci např. mapovou GPS, radiostanici, přístroj nočního vidění nebo zaměřovač. Zkrátka hlavně, ať to má a on si s tím nějak poradí, vždyť samostatná mapová GPS je přece daleko výkonnější než GPS obsažená v komunikátoru. Ještě jasnější rozdíly jsou pak u digitálního fotoaparátu či videokamery.

První skupinu tvoří zastánci pohledu shora, kterým jde především o to, aby voják dostal tzv. „jádro C4I“ s jehož pomocí bude moci být velením „konfigurován“. O „jádro C4I“ se opírá i druhá skupina, která klade důraz na samotného vojáka a jeho flexibilitu „rekonfigurovatelnost“ dle aktuální situace. Zastánci třetí skupiny tvrdí, že je celkem jedno, zda tito vojáci mají nějaké „jádro“, hlavně, ať mají ten potřebný materiál a oni si s ním nějak poradí. Lze sice přijmout myšlenku, že nezáleží na tom, která z těchto skupin „zvíťzí“, neboť důležité je, aby naši vojáci dostali potřebné vybavení, ale s tímto postojem se nelze ztotožnit. Tato cesta totiž znamená opakovat stejné chyby jako u projektů T-72M4CZ, ASPRO, L159A ...

Zatímco však tank můžeme uložit do garáže, systém řízení palby do skladu a letadlo do hangáru, tak se systémem vojáka budou tito bojovníci posláni minimálně do zahraničních misí. A pokud bude celý systém či komponenty zvolen špatně, může to být pro naši armádu osudné, neboť nic dalšího asi nedostane. Peníze na jejich vybavení budou tímto vyčerpány a jiné nebudou. I když je český voják takřka synonymem pro flexibilitu, tak bychom touto cestou snad jít nemuseli. Cílem tohoto článku je tedy napomoci k tomu, aby se tak nestalo.

1. CO JE TEDY CÍLEM SYSTÉMU VOJÁKA?

Celý systém vojáka vznikl z důvodu nutnosti vybavit jednotlivce na současném bojišti mnoha komponentami. Aby se tyto komponenty nemusely nakupovat samostatně, a aby byla zajištěna jejich slučitelnost a propojitelnost, tak byla vytvořena idea systému vojáka. Bylo zkrátka stále obtížnější požadovat pro jednotlivce samostatně další a další položky od ponožek přes noční vidění až po laserové dálkoměry. Proto byl zvolen systémový přístup. [Němčeno z takticko – operačního pohledu, nebyl systém vojáka nikdy vztažen na jednotlivce, ale vždy na malou jednotku velikosti týmu (3 – 4 osoby), družstva (6 – 13 osob) či čety (25 – 50 osob).]

Základem úvah o systému vojáka totiž nejsou ony samotné komponenty, nýbrž především problematika malé jednotky, která se skládá z vojáků, jež mají být tímto systémem vybaveni. Za malou jednotku se považuje taková struktura, kde jsou zastoupeny všechny klíčové odbornosti a systémy, potřebné pro její autonomní působení na bojišti. Dnes je nejčastěji touto jednotkou četa a tímto je odpovězeno na otázku, co se od čety vybavené systémem vojáka očekává – samostatné působení na bojišti. Toto je dnes vyhrazeno především rotám, respektive rotním úkolovým uskupením (RÚU / CCT – Company Combat Team), podobně jako v II. světové válce tak činily prapory nebo v I. světové válce brigády a za napoleonských válek divize. Hlavním smyslem nasazení systému vojáka je tedy snížení počtu osob v bojové zóně při současném navýšení jejich možností. Aby bylo možno toto provést, je třeba vyřešit organizaci, určení a vybavení malé jednotky. Systém vojáka představuje v užším smyslu soubor prostředků, které umožní vojákovi – jednotlivci, být platným členem digitalizované čety a v širším smyslu i specifické vybavení jednotlivých specialistů. [Žádný ze systémů vojáka současnosti není koncipován jako systém jednotlivce.] Zcela zřejmě je to např. u německého systému Infanterist der Zukunft (IdZ), což je soubor prostředků v rámci družstva či u francouzského FELIN, který klade důraz přímo na četu. Podobně k tomuto projektu přistupují i Američané, kteří nahradili zastavený projekt Land Warrior projektem Ground Soldier System (GSS), v jehož rámci rozpracovávají vybavení čety US Army. Americká námořní pěchota USMC přistupuje k tomuto problému opět z pozice družstva v rámci programu MERS (Marine Expeditionary Rifle Squad). Britové jdou ještě níže a jejich komplet FIST (Future Integrated Soldier Technology) je určen přímo pro čtyřčlenný bojový tým. Ostatně problematika bojových týmů, jejich organizace a taktika je hlavní náplní při řešení všech těchto projektů.

Implementační pomůckou je u všech výše zmíněných projektů tzv. integrační matice, která umožňuje pokrýt potřebné schopnosti na úrovni každého stupně jednotky. Mimo tradiční prvky, jako je výzbroj (Lethality), výstroj (Survivability), zabezpečení (Sustainability) a pohyblivost (Mobility) jsou do ní nyní zahrnuty i komponenty architektury C4ISTAR, s jejíž pomocí je možná činnost na digitalizovaném bojišti, a která svému nositeli zajišťuje informační nadvládu a senzorickou dominanci. Prvky architektury C4ISTAR, kterými jsou:

- Command (velení),
- Control (řízení),
- Communication (komunikace),
- Computer (datové terminály / zpracování dat),
- Intelligence (zpravodajství),
- Surveillance (pozorování),

- Target Acquisition (akvizice cílů),
- Reconnaissance (průzkum),

je tedy možno považovat za klíčové multiplikátory bojové síly. Jednotlivé komponenty architektury C4ISTAR jsou tak i základními stavebními prvky systému vojáka či vlastně systému malé jednotky.

1. 1. ORGANIZACE MALÉ JEDNOTKY








Úspěšná implementace systému vojáka předpokládá, že výchozí atributy (Lethality, Survivability, Sustainability, Mobility) malé jednotky budou min. na úrovni nepřítele. Dodatečný multiplikační efekt systému vojáka budou přinášet zejména prvky architektury C4ISTAR, rozprostřené napříč jednotkou a její organizační strukturou. Jako celek bude jednotka disponovat takovým spojením prvků C4IRSTA se zbraňovými systémy (Lethality), které ji zajistí jednoznačnou nadvládu nad bojištěm, a to především z odstupe, tedy z bezpečné vzdálenosti od nepřítele. Z tohoto pohledu je nutné, aby každá četa disponovala těmito organizačními prvky:

- bojovými týmy, jejichž úkolem je vyhledávat a vázat nepřítele až do jeho zničení zbraňovými systémy jednotky nebo palebnými systémy z odstupe (letectvo, dělostřelectvo). Zde je voják jako člověk nezastupitelný.
- podpůrnými týmy, které podporují bojové týmy těžšími / podpůrnými zbraněmi s cílem eliminace nepřítele nebo pro zajištění ochrany bojových týmů při čekání na palebnou podporu z odstupe. Předpokládá se, že v budoucnu budou schopnosti těchto podpůrných týmů částečně robotizovány ve prospěch bojových týmů.
- kapacitami, které umožní využít palebné síly letectva či dělostřelectva. Toto mohou vykonávat příslušní specialisté (předsunutí letečtí návodčí a předsunutí pozorovatelé) i autonomní senzory.
- zabezpečovací kapacity, podporující bojové a podpůrné týmy v oblasti zdravotní, ženiijní a logistické.

Každá malá jednotka / četa by měla mít několik bojových týmů (typicky 6, tedy dva týmy na 1 družstvo), které jsou podporovány podpůrnými týmy nebo prostředky (typicky třemi, neboť co družstvo – to podpůrný prostředek), společným předsunutým leteckým návodčím / pozorovatelem a zabezpečovací kapacitou v podobě velení jednotky / čety. Standardní četa USA i Ruské federace má tři bojová družstva a jedno podpůrné družstvo. Čety se třemi družstvy nejsou obvyklé a týkají se pouze jednotek s vozidly řady BMP / BVP.

K malé jednotce je ještě vhodné přidat mobilní platformu, jež však nemusí být použita, neboť jednotka může působit pouze jako sesednutá. Převážná (MRAP, transportér, BVP) nebo podpůrná (vrtulník) prostředek však není v konceptu systému vojáka chápán jen jako prostředek zajišťující mobilitu (Mobility), ale jako tzv. mateřská loď („Mother ship“) zprostředkávající i ochranu (Survivability), logistické zabezpečení (Sustainability) a případně i palebnou podporu (Lethality). Takto je např. Němci vnímán transportér GTK Boxer a BVP Puma, Francouzi transportér VBCI a u Američanů prozatím neexistující transportéry Stryker, ale především připravovaná bojová vozidla nové generace řady FCS (Future Combat Systems), tak jako u nás transportéry KOT.

K tomu, aby bylo možno bojové vozidlo chápat jako „mateřskou loď“ je nutno naplnit několik zásadních předpokladů. Prvním je poskytovaná balistická ochrana, která by měla zajistit nejen mechanickou odolnost proti zbraním ráže 12,7 mm ze všech směrů, ale i aktivní ochranu před nástražnými náložemi (tzv. IED), pancéřovkami a řízenými střelami. Další skupinou požadavků jsou tzv. civilizační zaopatření. Mnohým se to může zdát zbytečné až zhyřalé, ale reálná bojová nasazení potvrzují správnost této koncepce. Západoevropský občan je ve 21. století velmi závislý na civilizačních vymoženostech. Jisté, že se bez nich může obejít, ale k psychické i fyzické pohodě přispívá, má-li toto zázemí. Samozřejmostí je i dostatečná zásoba pitné vody (na osobu min. 10 litrů denně), potravinových dávek a munice. Podobně musí být zabezpečeno i dobíjení zdrojů elektrické energie (akumulátorů). To vše klade velké požadavky na vnitřní prostor, který

ORGANIZAČNÍ STUPEŇ	VOJÁK / TÝM	DRUŽSTVO	ČETA	ROTA
Command (velení)	situační systém velení a řízení na digitalizované mapě (CADRG) v příslušných verzích pro:			
	mapovou GPS	mapovou UMPC	tablet	notebook
Control (řízení)	situační řízení s využitím GPS a směrováním IP			
Communication (komunikace)	osobní UKV rádiová stanice (UKV Interkom)	ruční VKV FM rádiová stanice (situační systém)	ruční multipásmová (VKV, UKV, SATCOM) rádiová stanice	přenosná multipásmová (KV, VKV, UKV, SATCOM) rádiová stanice
Computer (zpracování dat)	osobní mapový přijímač GPS	UMPC (Ultra Mobile Personal Computer)	tablet	notebook
Intelligence (zpravodajství)	digitální diktafon, fotoaparát, videokamera	autonomní senzor UGS (Unattended Ground Sensor)	mikro UAV (Unmanned Aerial Vehicle)	bojové UAV (Unmanned Aerial Vehicle)
Surveillance (pozorování)	osobní noktovizor	nechlazená termovizní kamera / akviziční jednotka	chlazená termovizní kamera / akviziční jednotka	pozemní průzkumný radiolokátor
Target Acquisition (akvizice cílů)	laserový značkováč cílů	laserový označovač cílů	laserový dálkoměr (Nd:YAG s OPO)	laserový ozařovač cílů
Reconnaissance (průzkum)	kolimátor se zvětšovací členem	optický zaměřovač s noktovizní / termovizní předsádkou	řada termovizních / kombinovaných zaměřovačů	multisenzorická jednotka
interakce	  	 		
LETHALITY (zbraně / zbraňové systémy)	automatická puška podvěsný granátomet lehký kulomet	samonabíjecí puška víceúčelová pancéřovka univerzální kulomet	odstřelovačská puška přenosná PTRS velkorážný kulomet	dělostřelectvo vojenské letectvo vojenské letectvo
MOBILITY	nosný systém vesta - batoh - mošna	UGV (Unmanned Ground Vehicle)	bojové vozidlo	vrtulník
SURVIVABILITY (výstrojní zabezpečení)	soubor výstrojních součástí mechanické ochrany klimatické ochrany balistické ochrany NBC ochrany			
SUSTAINABILITY (logistické zabezpečení)	logistická podpora tekutin jídla bivaku munice zdrojů	Integrační matice C4IRSTA malých jednotek NATO		

Tabulka č. 1 – integrační matice prostředků architektury C4IRSTA malých jednotek NATO, vertikální rozdělení prostředků dle velikosti jednotky horizontální integrace dle účelu architektury C4IRSTA

by měl být řešen i s ohledem na vyšší stresové zatížení vojáků. Každý voják by měl mít dostatek místa. Mnoho těchto výstrojních součástí a munice je také převáženo vně vozidla – na korbě (proto jsou preferovány konstrukce 8x8). Samozřejmostí je kompletní architektura C4IRSTA na úrovni vozidla s pojítky pro jednotlivé vojáky.

Použití vozidla však není nezbytnou součástí systému vojáka. V některých konceptech (např. německý IdZ) však bojové vozidlo zcela nahrazuje podpůrné týmy. Musí to ale být vysoce odolný typ, s dostatečnou výzbrojí a ochrannými prvky (např. německý OT Boxera BVP Puma). Podobným směrem orientuje své úvahy i US Army, kde mají podobnou roli jako vozidlo Puma plnit vozidla projektu FCS. Jde zejména o bojové vozidlo XM1206 ICV (Infantry Combat Vehicle) a robotické vozidlo XM1219 ARV-A-L MULE. V tomto případě by tak vlastně nebyly podpůrné týmy vypuštěny, ale částečně robotizovány. Konečně ani původní plány projektu Land Warrior nepočítají s tím, že by příslušníci podpůrných týmů (např. kulometníci, a to mimo jejich velitele) byli vybaveny stejnojmenným kompletem.

Samotná malá jednotka musí naopak implementovat systémové prvky, jež umožňují jejím jednotlivým organizačním strukturám zapojení do vyšších struktur architektury C4ISTAR. Na tyto prvky / komplety, vyžadující specializovanou obsluhu, je nyní kladen absolutně nejvyšší důraz. Jedná se o:

- komplet pro řízení a velení C2 čety v podmínkách digitalizovaného bojiště, obsluhovaný velitelem, nebo určeným velitelem družstva – tedy komplet velení a řízení čety;
- komplet pro akvizici cílů pro potřeby palebné podpory letectva a dělostřelectva ve prospěch čety, obsluhovaný předemnutým pozorovatelem / návodčím čety – tedy akviziční komplet čety;
- komplet autonomních / bezosádkových senzorů pro kontrolu zájmové oblasti četou, za jejichž ovládání zodpovídá specialista na robotické systémy – tedy senzory UGS, UGV a UAV.

Organizační struktura malé jednotky / čety se systémem vojáka je tak rozšířena o předemnutého pozorovatele / návodčího a operátora robotických systémů. Nezbytnou součástí velení čety je i zdravotník a logista, jehož funkci nejčastěji, podle zkušeností, zastává zástupce velitele čety.

1. 2. URČENÍ A TAKTIKA MALÉ JEDNOTKY

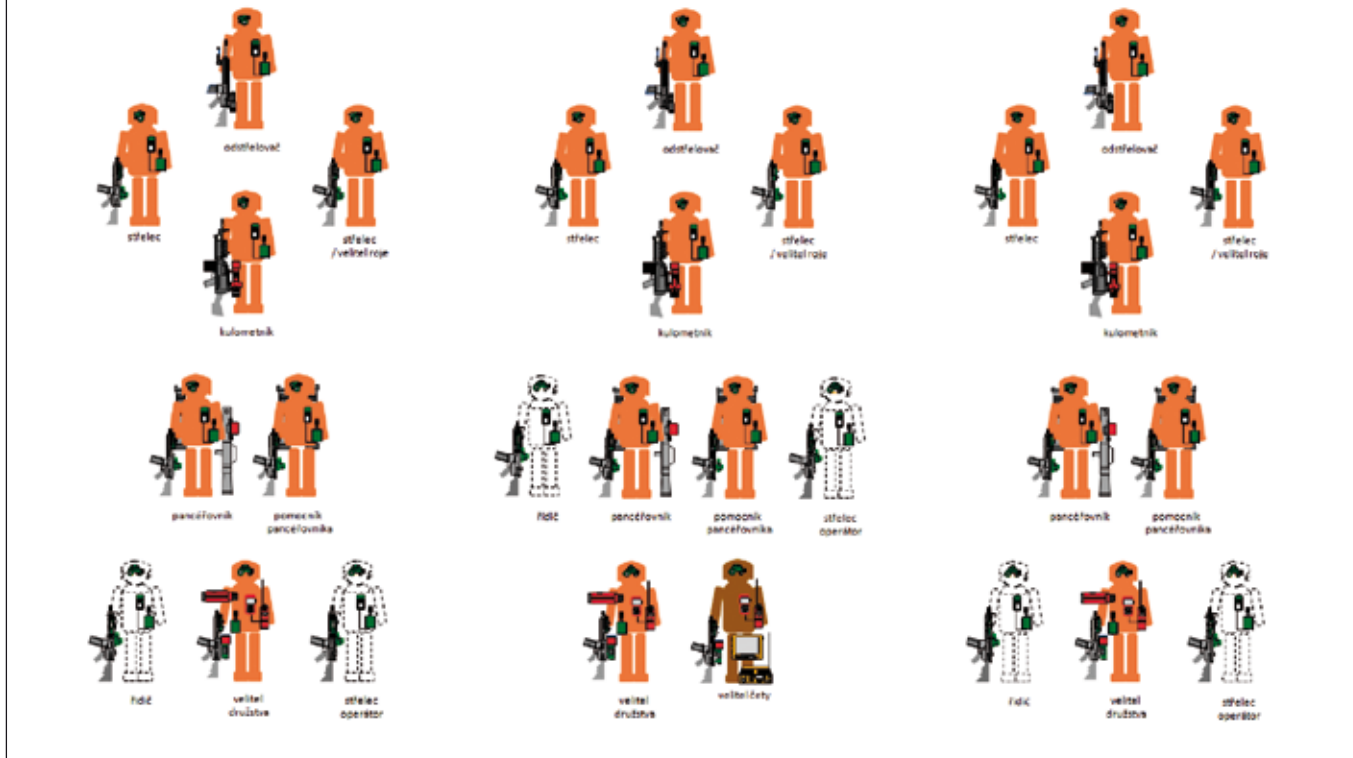
Malá jednotka / četa vybavená systémem vojáka by měla být organizována tak, aby byla schopna samostatně kontrolovat a zajišťovat plochu o rozměru 20 km² v rámci tzv. komplexního terénu, což je např. standardní geografický profil České republiky. Na rovinných pláních může být tento prostor zodpovědnosti rozšířen až čtyřikrát (na 80 km²), v zastavěné oblasti zmenšen, a to i více než desetinásobně (< 2 km²). V případě komplexního terénu se ideálně jedná o kruh s poloměrem 2,5 km, v jehož centru je kontrolován i vzdušný prostor do výše cca 3 000 m. Vzniká tak zájmový prostor malé jednotky / čety, jež má tvar bubliny dosedlé na pevný povrch. O všeobecném přijetí tohoto konceptu bubliny / buňky svědčí nejen většina prezentací zabývajících se digitalizovaným bojištěm (tzv. NEC – Network Enable Capability resp. NCW – Network Centric Warfare), ale i francouzský termín pro takto vnímané bojiště – BOA (**B**ulle **O**pérationnelle **A**éroterrestre, tedy operační buňka pozemních a vzdušných sil).

Z výše uvedeného vyplývá, že v rámci projektů systému vojáka je velký důraz kladen na palebnou podporu z odstupu a na robotické systémy. Palebnou podporu z odstupu má zajistit především vojskové (bitevní vrtulníky) a vojenské letectvo a dělostřelectvo. Funkce předemnutých leteckých návodčích FAC (Forward Air Controller) či předemnutých pozorovatelů FO (Forward Observer) jsou tak implementovány přímo do jednotky. Vznikají tak nové společné specializace JFO (Joint Fire Officer) pro stupeň četa a JTAC (Joint Tactical Attack Controller) ve prospěch roty. Na úrovni praporu

rok	1900	1950	2000	2050	
prostor zodpovědnosti a způsob rozmístění	vždy plocha o rozměru cca 20 km ²				
	plošný útvar	lineární organizace	taktická buňka	svěřený prostor	
určená jednotka	prapor	rota	četa	tým	
početní stav určené jednotky	500 osob	120 osob	30 osob	4 osoby	
Vazba na obranu České republiky (ČR)	rozloha	78 867 km ²			
	počet obyvatel	9 372 914	8 896 133	10 230 060	10 000 000
	hustota obyvatel	119 obyvatel na km ²	113 obyvatel na km ²	132 obyvatel na km ²	128 obyvatel na km ²
	potřebný počet jednotek	cca 3 950 jednotek na 78 867 km ²			
	počet vojáků zařazených v potřebných jednotkách	1 975 000 vojáků	469 000 vojáků	117 000 vojáků	15 600 vojáků
	hustota vojáků v jednotkách k rozloze ČR	25 vojáků na km ²	1,5 vojáků na km ²	1,5 vojáků na km ²	0,2 vojáků na km ²
multiplikátory síly malé jednotky	podpůrné palné zbraně (kulomety, minomety) a odstřelovači	automatické pušky, granátomety a protitankové zbraně (pancéřovky, PTRS)	integrované komplety C4IRSTA (např. systém vojáka)	autonomní robotické systémy (UVA, UGV, UGS)	

Tabulka č. 2 – vývoj jednotek potřebných pro zajištění plochy o rozloze 20 m²

MECHANIZOVANÁ ČETA AČR stávající důraz na podpůrné zbraně



Organizační schéma č. 1 – sesednutá mechanizovaná četa AČR, schopnosti jednotlivých družstev jsou založeny na palebné síle univerzálních kulometů, vícenásobných pancéřovek a odstřelovačských pušek

zůstávají nadále k dispozici skupiny TACP (Tactical Air Control Party) či skupiny dělostřeleckého průzkumu. Nicméně specialisté JFO a týmy JTAC jsou či postupně mají být schopni navádět jak palebnou podporu letectva, tak i dělostřelectva, a to včetně navádění laserem řízené přesné munice. Celý tento proces je nejčastěji řízen společnou bojově – zpravodajskou sekcí S-2/S-3 praporu a nyní i RÚU, neboť informace nacházející se v tomto systému mají i zpravodajský charakter.

Zpravodajská činnost malé jednotky se nejčastěji omezuje na obrazové zpravodajství IMINT (Imagery Intelligence) a na získávání informací z lidských zdrojů, tedy tzv. HUMINT (Human Intelligence). Tento HUMINT neprovádějí žádní agenti vnoření do standardních organizačních struktur, ale samotní vojáci malé jednotky. Prostřednictvím formalizovaných zpráv tak např. informují o stavu a náladách obyvatel zájmové oblasti. Pro podporu činností typu IMINT a HUMINT jsou využívány civilní záznamové prostředky (digitální diktafony, fotoaparáty, videokamery, televizní a rozhlasové vysílání či tiskoviny) a na velitelských postech speciální programy pro analýzu těchto dat. Zpravodajské informace mohou pocházet i z autonomních senzorů UGS (Unattended Ground Sensor) a bezpilotních prostředků UAV (Unmanned Aerial Vehicle). Třetím (po UGS a UAV) robotickým systémem malé jednotky jsou bezosádková vozidla UGV (Unmanned Ground Vehicle), která se však používají zejména pro palebnou podporu (viz XM1219 ARV-A-L MULE), ženíjní zabezpečení (odminování a ženíjní průzkum) a logistickou podporu (převoz nákladů, dobíjení zdrojů). Zpravodajské využití prostředků UGS a UAV podstatně zvyšuje možnosti jednotky, neboť ta tak může mít přehled o situaci

v místě, kde již byla (např. pomocí UGS) nebo naopak v místě, kam teprve půjde (pomocí UAV).

Ovládání prostředků UGS a UAV, případně i UGV, je řešeno tak, aby bylo možno získané informace distribuovat bez vyžádání i vyšším systémům, zejména létajícím zpravodajským prostředkům vyšší úrovně, které vytváří informační „slupku“ nad zájmovým prostorem / bojištěm. V rámci těchto struktur by měly být k dispozici i informace z bojových letadel a vrtulníků či z bezpilotních prostředků vyššího stupně. Příslušný specialista malé jednotky (např. průzkumník, JFO či JTAC), tak může mít ve prospěch své jednotky reálný obraz i z taktických, operačních a strategických UAV či od bojových letounů a vrtulníků. To vše pak může malá jednotka využívat při svém postupu a činnosti.

Hlavní složkou malé jednotky zůstávají nadále bojové týmy, které mají za úkol eliminovat protivníka. Tento cíl zůstává po staletí stejný – činila tak makedonská falanga, římská legie i napoleonská kompanie. Nicméně četa se systémem vojáka je podstatně menší jednotkou s daleko většími možnostmi. Vůči protivníku může v komplexním terénu působit díky novým funkcím (JFO, JTAC) a systémům (UGS, UAV) na poměrně velkou vzdálenost (až 5 km), což v minulosti nebylo možné. Posláním bojových týmů se systémem vojáka je mimo jiné chránit tyto specialisty a vést činnost v nepřehledném terénu (ve městě, na horách) tak, aby na sebe protivníka navázali a tím jej demaskovali pro jeho zničení z odstupů. A právě vazba mezi „periferním“ bojovým týmem / malou jednotkou a „centrem“ palebné podpory naplňuje ono síťově orientované bojiště (Network Centric), přičemž množství malých buněk nad jednotlivými malými jednotkami vytváří mnohem větší

buňky nad centry, kolem nichž se tyto jednotky pohybují. Z jednoho centra, skládajícího se z velitelství a baterií palebné podpory, tak může být podporováno několik malých jednotek. Omezeno není ani množství těchto velkých center, čímž bojiště ztrácí lineární charakter ve prospěch asymetricky orientovaných síťových struktur. Tato taktika umožňuje působit jak proti nezřetelnému protivníkovi v zahraničních misích, tak proti nepříteli při napadení státu. Jde vlastně o pohyblivý systém opevnění s malými rozptýlenými „legiemi“.

Při této činnosti mohou být bojové týmy podporovány podpůrnými týmy s těžšími / podpůrnými zbraněmi, bojovými vozidly a v blízké budoucnosti i robotickými vozidly (UGV). Primární však zůstávají bojové týmy se specialisty. Toto spojení je navíc vhodné i pro stabilizační operace nutné k dosažení a zajištění míru v rizikových oblastech světa. Západoevropské jednotky, jsou vzhledem ke své odpovědnosti za zajištění současného stavu globální ekonomiky a blahobytu Západu, nuceny tyto operace provádět stejně, jako tak činily římské legie za císařství. Hlavní určení je však obrana vlastního území, tedy v našem případě České republiky.

Z tabulky č. 2 vyplývá, že vzhledem k dostupným technologiím je možno snižovat počet vojáků, nutných pro zajištění obrany území ČR. To však neznamená, že stávající stav AČR tato schémata naplňuje. Naše jednotky ještě stále nedosahují úrovně roku 2000 ve vyspělých armádách NATO, a to jak vybavením, tak strukturou. Přistoupit tedy v tuto chvíli k přeskocení celé jedné etapy vyjádřené rokem 2000 a směle směřovat k „cílovému“ stavu roku 2050 může být velmi nebezpečné. Rozeberme si tedy, co jsme „zameškali“ a jaké přístupy si musíme osvojit, abychom úspěšně zvládli implementaci systému vojáka do malých jednotek AČR.

2. SONDA DO HISTORIE - PĚCHOTNÍ SRUB

Možná to leckoho překvapí, ale za jednoho z předchůdců malé jednotky se systémem vojáka lze považovat meziválečný těžký objekt československého opevnění – tzv. pěchotní srub. Celkem bylo v letech 1936 – 1938 postaveno na exponovaných místech státní hranice 262 těchto objektů. Většina z nich jsou samostatně stojící stavby, ale některé jsou napojeny na podzemí a propojeny do tzv. dělostřeleckých tvrzí. Těch bylo projektováno celkem 15. Tyto tvrze, osazené dělostřelectvem, byly nejdůležitější / centrální částí tohoto opevnění. S nimi telegraficky či fónií propojené pěchotní sruby, případně i tzv. „řopíky“ – lehké objekty vz. 37 a vz. 36, vytvářely pomyslnou obranu / bojovou linii. Ačkoliv se od sebe pěchotní sruby často stavebně liší, tak lze říci, že „vzorový“ pěchotní srub byl obsazen jednotkou ve velikosti čety (cca 36 vojáků), která disponovala „pod betonem“ (tedy chráněna vlastní konstrukcí srubu) dvěma poloautomatickými kanóny vz. 36 ráže 4cm, čtyřmi těžkými kulomety vz. 37 ráže 7,92 mm a šesti lehkými kulomety vz. 26 ráže 7,92mm. Každá ze stran pěchotního srubu byla osazena tzv. pancéřovým zvonem, odkud bylo vedeno pozorování za účelem řízení paleb či zajišťována bezprostřední ochrana objektů, a to již zmíněnými lehkými kulomety nebo lehkými minomety ráže 5cm. Dále zde byly ještě granátové skluzy pro bezprostřední ochranu srubu. Každý třetí srub (tedy každá rota hraničářů) měl navíc dělostřeleckého pozorovatele se speciálním optickým přístrojem. Přibližně jeden z devíti srubů (tedy na úrovni praporu) byl osazen 9cm minometem.

Okolo každého pěchotního srubu byl vytvořen systém protipěchotních překážek a tam, kde to bylo potřeba, byly i překážky protitankové. Celý systém pěchotního srubu tak vytvářel pomyslnou



Organizační schéma č. 2 – možná reorganizace sesednuté mechanizované čety AČR, schopnosti jednotlivých družstev jsou založeny na kombinaci bojových týmů a týmů s podpůrnými zbraněmi

buňku, která však neměla vlastní ochranu vzdušné polohy. Proti útokům letounů chránil vojáky železobeton samotného objektu. Hlavním posláním tohoto objektu bylo zadržet nepřítele na linii opevnění a nepustit jej dále. Samotné zničení nepřítele mělo být provedeno pomocí dělostřelctva, umístěného v objektech tvrzí. Podstatou tohoto fortifikačního systému byla kombinace tvrzových dělostřeleckých baterií, předsunutých pozorovatelů a čet hraničářů v pěchotních srubech. Hlavní nevýhodou tohoto konceptu byla jeho staticita a největším nepřítelem letectvo s mechanizovanými jednotkami. Nový koncept NCW či BOA navazuje na toto pojetí, ale přináší flexibilní a dynamické „buňky“ podporované letectvem a vysoce mobilním dělostřelctvem. Malá jednotka se systémem vojáka tedy není nic jiného než flexibilní a dynamický „pěchotní srub“ ve formě bojové buňky.

3. MALÁ JEDNOTKA AČR V SOUČASNOSTI

Vybavení a organizaci současné malé jednotky / čtyř můžeme obecně odvodit z již uvedených integračních matic, ale vždy se musí přihlídnout k místním specifikům a tradicím. Jde zejména o důraz na některé speciality (např. odstřelovače) nebo různé typy výzbroje (granátometry, minometry, PTRS). Shodné organizační rysy mají např. anglosaské státy sdružení ABCA (USA, Velká Británie, Kanada, Austrálie a Nový Zéland), které v četě preferují tři družstva s dvěma bojovými týmy a jedno podpůrné družstvo s univerzálními kulomety. Jiný je francouzský přístup založený na třech sedmičlenných družstvech, jež jsou podporovány týmem odstřelovačů a specialisty s PTRS. Obecně lze říci, že v NATO převládá anglosaský model preferující čtyřčlenné bojové týmy. Nutno podotknout, že četa je při transportu rozdělena do čtyř vozidel, ale neplatí, že co vozidlo, to družstvo. K seskupení čtyř dochází až po jejím sesednutí. S tím kontrastuje model, na který jsme zvyklí ještě z dob Varšavské smlouvy. Tedy co vozidlo, to plnohodnotné družstvo. Oba přístupy mají své slabiny i přednosti.

Pro pochopení stávající situace se musíme vrátit do období I. světové války, kdy se u malých jednotek objevily všechny nyní používané kategorie zbraní. K eliminaci jednotlivých cílů sloužily opakovací pušky, proti skupinovým cílům nastoupily kulometry a k ničení plošných cílů minometry nebo granátometry. Změnila se i organizace, opustil se důraz na prapory a do popředí se dostaly menší roty. Zejména takto pojaté německé úderní skupiny dosahovaly značných úspěchů. Trauma ze zákopové války vedlo v poválečném období k rozvoji mechanizovaných jednotek. A opět to byli němečtí pancéřoví granátníci, kteří měli se svými polopásovými transportéry během první části Blitzkriegu II. světové války operační iniciativu. Centrální zbraní každého jejich družstva, umístěného vždy na jednom transportéru, byl univerzální kulomet, tedy zbraň dříve využívaná spíše o dva stupně výše – na rotě. Tuto úderní sílu se snažili Sověti v první fázi vyvážit kvantitou, aby se následně poučili a pomocí organizačních a výzbrojních změn vytvořily flexibilnější a logisticky méně náročné jednotky samopalníků, které mohly být přepravovány přímo na tankách. Posílit družstvo proti lavině sovětských tanků donutila Němce zavést i ruční protitankové zbraně - pancéřovky. S otevřením druhé fronty se objevil zmíněný anglosaský koncept čtyř, složené ze tří bojových a jednoho podpůrného družstva. To umožňovalo pružnou reorganizaci jednotky, která disponovala širokým spektrem ručních a podpůrných palných zbraní, a byly v ní zastoupeny i specifické odbornosti (pozorovatel, spojař).

Poválečný útočný koncept Sovětů využil jak své koncepce samopalníků, tak německého modelu jedno družstvo – jedno vozidlo. Vzhledem k útočnému charakteru sovětské armády měla každá její mechanizovaná jednotka prolomit obranu nepřítele a postoupit co nehlouběji do jeho týlu. Na místě, kde tato jednotka skončila, nastoupily následně další v druhém či třetím sledu. Protivník tak měl být válčován až do úplného vítězství. Útočný charakter těchto jednotek byl podtržen tím, že měla jen tři srovnatelná družstva. Svého vrcholu dosáhl tento koncept v polovině 60-tých let

20. století, kdy se zrodilo bojové vozidlo pěchoty BMP-1. Vzhledem k ruské varjagské tradici nepřekvapí, že každé vozidlo řady BMP připomíná válečnou loď, s kterou se tito východní sousedníci Vikingů dostávali na počátku středověku po širokých řekách do nitra ruských rovin. Historický odkaz nejde pominout, pouze zastříť. A to se týká i naší armády.

Poválečná československá armáda i její nástupkyně ČSLA (Československá lidová armáda) budovala své jednotky především s využitím sovětského a německého principu. Centrem jednotky se stal univerzální kulomet, jehož obsluha byla jistěna vojáky se samonabíjecími puškami. Šedesátá léta sebou sice přinesla tlak na unifikaci jednotek Varšavské smlouvy, ale Čechoslováci se mohli pochlubit celou řadou výjimek. Ty si vysloužili především z důvodu tradice jejich zbrojního průmyslu, který byl i nezanedbatelným dodavatelem zbraní nejen samotnému SSSR, ale i ostatním státům socialistického bloku. Tak došlo k tomu, že i po zavedení vozidel BMP-1 v ČSLA (u nás byla vozidla vyráběna v licenci pod označením BVP-1) byla naše mechanizovaná četa směsicí sovětského a německého modelu. Zatímco Sověti preferovali lehké kulometry RPK, tak v ČSLA přetrvával důraz na užití lehké verze univerzálního kulometu. Oba kulometry se přitom zásadně liší. Kulometčící vyzbrojení lehkým kulometem střední či malé ráže jsou schopni nést současně zbraň i celý palebný průměr (min. 200 nábojů) – vše by se mělo vejít do pomyslného hmotnostního limitu 10 kg. V případě lehké verze univerzálního kulometu (např. UK vz. 59L) váží 10 kg jen samotná zbraň. Střelec z univerzálního kulometu (kulometník) tak může nést pouze omezený palebný průměr. Často mu další munici nesou ostatní vojáci, které tak lze považovat za jeho pomocníky. Sověti své skvělé univerzální kulometry PKM používali především u motostřeleckých a výsadkových jednotek, které však byly a jsou dnes v Rusku organizovány v četách s třemi bojovými družstvy a jedním podpůrným družstvem (zde jsou právě PKM).

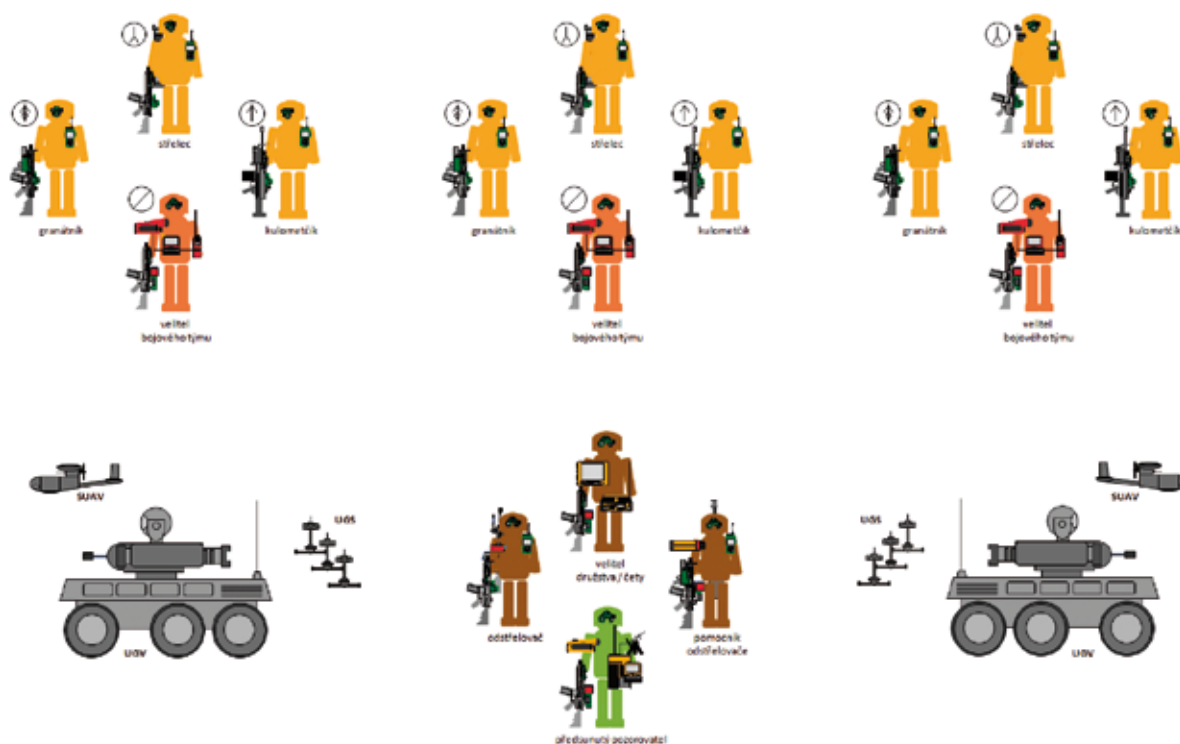
V závěru existence ČSLA vše navíc prohloubil tlak na vyřazení kolových transportérů OT-64 SKOT, čímž došlo i k postupnému zániku motostřeleckých jednotek – jistého druhu lehké pěchoty. Mechanizované družstvo ČSLA na BVP-1 tak dostalo do vínku univerzální kulomet vz. 59L a vícenásobnou pancéřovku RPG-7V. Tyto zbraně obsluhovala šestičlenná sesednutá část družstva / roj, které mělo dále k dispozici pět automatických pušek „Samopal SA vz. 58“ (alespoň dle názvu, tak navázali na odkaz samopalníků) a v případě potřeby i sedmého člena – svého velitele. Další dva členové družstva (řidič a střelec – operátor) tvořily osádku vozidla. Ta opouštěla vozidlo jen v případě jeho poruchy či zničení. Je zřejmé, že tento koncept nepočítal s rozsáhlejší činností bez závislosti na vozidle.

Za posledních více jak čtyřicet let tak československé čtyř nepoznaly problematiku lehkého kulometu a podvěsného granátometu, přímou spolupráci s prostředky palebné podpory jako je letectvo ai dělostřelctvo a zcela imunní zůstaly i vůči architektuře C4ISTAR. Uznávám, že byly čineny mnohé pokusy zvrátit tento stav, ale nikdy se nedostaly do fáze systémového řešení. Výsledkem je tedy poměrně nepružná a těžkopádná struktura, znemožňující jak smysluplný rozvoj nácvičku sesednutých operací, tak implementaci architektury C4ISTAR. Zavádět do tohoto konceptu systém vojáka je velmi problematické a složité.

4. NUTNÉ ZMĚNY MALÝCH JEDNOTEK

Pokud má být implementace systému vojáka v jednotce úspěšná, tak pro ni musí být v jednotce vytvořeny příslušné předpoklady. Vojáci musí být odpovídajícím způsobem vyzbrojeni (Lethality), vyzbrojeni (Survivability) a zabezpečeni (Sustainability). K dispozici by měly být i jednotlivé komponenty architektury C4IRSTA. Při následném zavádění systému vojáka lze provádět vyšší integraci jednotlivých prvků a zejména redukci hmotnosti. Výsledkem by měl být voják, který je schopen vést bojovou činnost autonomně či ve skupině při vysokém operačním tempu, a to na digitalizovaném bojišti po dobu minimálně 36 hodin (3 dnů). Tato doba je brána

„ROBOTIZOVANÁ“ MECHANIZOVANÁ ČETA / DRUŽSTVO budoucí bojové týmy podporované autonomními systémy



Organizační schéma č. 3 – další možný vývoj organizace sesednuté čety – po roce 2020
schopnosti jednotlivých družstev jsou založeny na kombinaci bojových týmů a autonomních / robotických systémů,
jednotka je také podporována odstřelovači a předsunutým pozorovatelem

jako rozumný limit mezi hmotností výzbroje a výstroje a požadavky na vedení bojové činnosti. K tomu musí mít dostatek munice, tekutin, jídla a nyní i zdrojů. Vše musí unést, a to tak, aby mohl vést plnohodnotně sesednuté bojové operace. Nároky jsou to opravdu vysoké. Co by tedy měla AČR udělat, aby se tento krok podařil? Na úrovni čety lze navrhnout následující:

- reorganizovat jednotlivá družstva;
- zavést systém palebné podpory čety;
- zavést komplet velení a řízení sesednuté čety;
- zavést akviziční komplet pro úroveň čety.

Po splnění těchto kritérií lze uvažovat o dalších krocích, které by vedly k početní redukci jednotky a k rozvoji robotických systémů v její sestavě. O možné naplnění těchto kroků je referováno dále.

4. 1. REORGANIZACE DRUŽSTVA

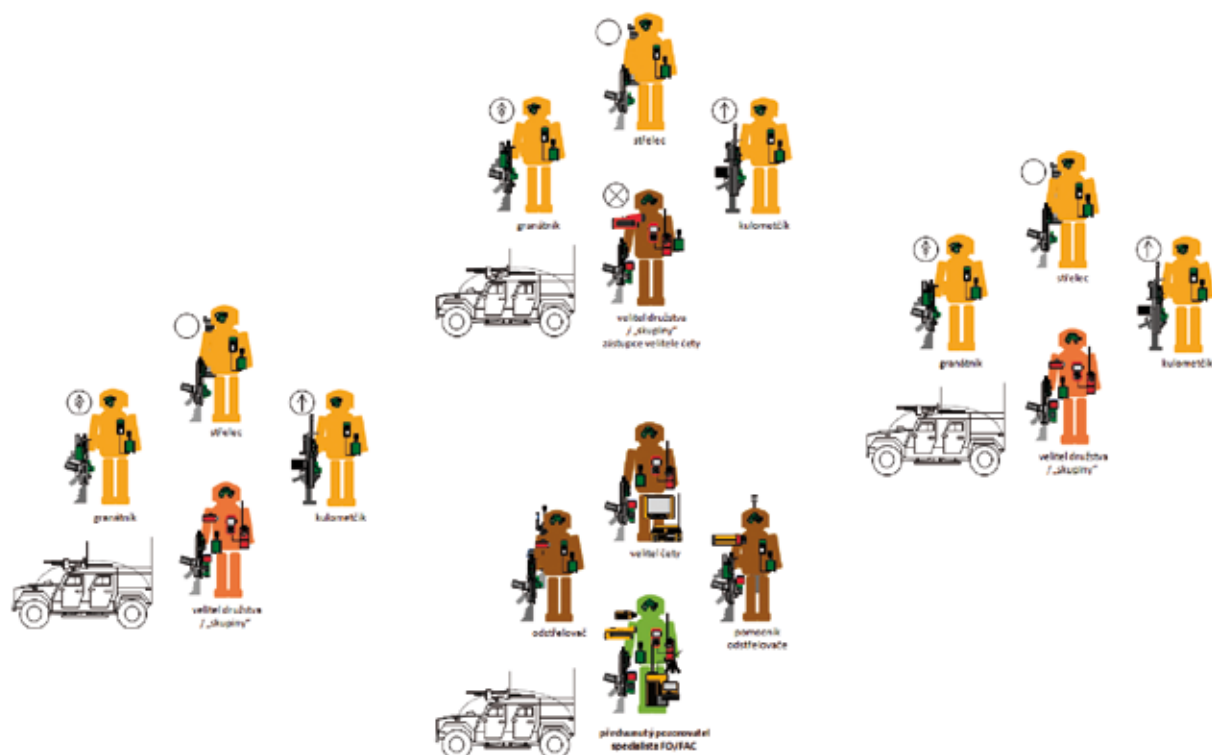
Jak již bylo naznačeno, je každé stávající družstvo mechanizovaných jednotek AČR velmi těžkým prvkem, který v rámci NATO odpovídá spíše podpůrnému družstvu. To je však standardně k dispozici až na úrovni čety. Družstvo by tedy mělo být reorganizováno. Lze to provést různě. Předložený návrh počítá s tím, že každé z nich bude rozděleno na čtyři týmy / sekce, a to:

- bojový tým se třemi vojáky (střelcem, kulometčíkem a granátníkem);
- velitele družstva;
- podpůrný tým se třemi vojáky a univerzálním kulometem;
- osádku vozidla.

V případě výsadkových družstev může být dělení pouze na tři části (bez tabulkové osádky vozidla), podobně i speciální jednotky mohou uvažovat pouze o dvou složkách (bojový tým a velitel, tvořící společně skupinu).

Bojový tým je hlavní činnou částí družstva. Měl by používat v rámci NATO standardizovanou malorázovou municí 5,56x45 a náboje do podvěsného granátometu rozměru 40x46. Zahrnuje střelce vyzbrojeného automatickou puškou a případně i jednorázovou pancéřovkou, kulometčíka s lehkým kulometem ráže 5,56x45 nabitým z pásu (volitelně i pomocí zásobníku z automatické pušky) a granátníka s automatickou puškou, která je osazena podvěsným granátometem. Hlavním úkolem bojového týmu je vyhledat (všechny cíle) a případně i navázat na sebe protivníka (živou sílu). Lehký kulomet je používán k palebnému přikrytí protivníka a podvěsný granátomet mimo boj i k označení cíle či ke skrytí (zadýmování) taktického manévru. Na lehká vozidla či polní opevnění, podobně jako pro vytvoření průchodů, je možno použít jednorázovou pancéřovku. Každý z bojových týmů by měl mít přehled o svém okolí na vzdálenost do 500 m, a to ve dne i v noci. To předpokládá vybavení všech jeho členů, ostatně jako i všech členů družstva, osobním přístrojem nočního vidění (noktovizorem), osobním mapovým přijímačem GPS a osobním rádiovým UKV Interkomem. K zaměřování zbraní bojového týmu by měly být použity kolimátory, při nočním použití doplněné osobními noktovizory a laserovými značkovači. Předpokládá se, že granátník bude vybaven specifickým značkovačem pro zamíření podvěsného granátometu v nočních podmínkách.

REDUKOVANÁ ČETA V MISI NA VOZIDLECH LOV 4x4 doplnění čety o specialistu FO/FAC



Organizační schéma č. 4 – redukováná bojová četa v zahraniční misi podpůrné týmy jsou nahrazeny aplikací vozidel LOV 4x4 s velkorážnými kulomety nedílnou součástí jednotky je představený pozorovatel a odstřelovači

Velitel družstva může řídit činnost celé jednotky, ale i jen její části. Nejčastěji doplní bojový tým a bude zprostředkovávat jeho kontakt s nadřazenými stupni či organizovat jeho činnost, což je i jeho hlavní náplní při rozvinutí celého družstva. V případě společného nasazení bojového týmu a velitele družstva vzniká tzv. bojová skupina. Velitel družstva koordinuje činnost všech jeho částí, určuje palebné směry a dílčí cíle. Mimo automatické pušky / karabiny ráže 5,56x45 by měl být vybaven i jednoduchým kompletem C4IRSTA. Ten by zahrnoval malý laserový dálkoměr, brýle nočního vidění, ruční mapový přijímač GPS SAASM a taktickou VKV rádiovou stanicí s funkcí automatického sledování polohy BFT (Blue Force Tracker). Velitel družstva musí být schopen vnímat bojiště stejně jako jeho jednotlivé části. To se týká především zaměřovacích systémů. V jeho případě se nevystačí s kolimátorem, ale předpokládá se použití optického zaměřovače se zvětšením až 4x, který by mohl být použit jak s noktovizní (pro koordinaci činnosti bojového týmu), tak s nechlazenou termovizní (pro koordinaci podpůrného týmu) předsádkou. Rovněž i výkon laserového značkovacího by měl odpovídat možnosti označení cílů ve prospěch podpůrných zbraní či přímé letecké podpory. Stejně pojatou výzbroj by měl mít k dispozici i velitel čety, případně i jeho zástupce, není-li současně jedním z velitelů družstev.

Podpůrný tým je určen k přímé palebné podpoře bojového týmu, a to pomocí univerzálního kulometu ráže 7,62x51. Úkolem tohoto podpůrného týmu je eliminovat živou sílu nepřítele tak, aby zůstala v dostatečné vzdálenosti od vlastní jednotky, a to až

do doby, než bude zničen prostředky palebné podpory z odstupu. Nezanedbatelnou úlohu má univerzální kulomet i při boji v městské zástavbě nebo v horském terénu. Vzhledem k charakteru zbraně a spotřebě munice se předpokládá, že na jeden univerzální kulomet bude k dispozici jeden střelec a jeden až dva jeho pomocníci, kteří mohou přenášet primárně munici, ale i trojnožku, vyžaduje-li to charakter operace. Podpůrný tým může být dle potřeby vyzbrojen i vícenásobnou pancéřovkou (např. RPG-7V), potom může jeden z pomocníků kulometníka obsluhovat tuto zbraň. Místo univerzálního kulometu tak může podpůrný tým používat i přenosnou protitankovou zbraň jako je vícenásobná pancéřovka (Carl Gustaf M3) nebo přenosný komplet PTRS (Javelin, Spike). O tom s jakou zbraní bude tento tým nasazen rozhodne velení či dostupnost jednotlivých podpůrných zbraní.

Podpůrné týmy nemusí být přítomny u speciálních jednotek nebo při nasazení družstva ve stabilizačních misích (viz. organizační schéma č. 4). V tomto případě může být redukováná část družstva / skupina (bojový tým + velitel) umístěna na lehkém bojovém nebo lehkém kolovém obrněném vozidle (LOV) 4x4. Toto vozidlo je nejčastěji vyzbrojeno velkorážným kulometem ráže 12,7x99 a může být na něm vezen i univerzální kulomet ráže 7,62x51. Zatímco pro zaměřování velkorážného kulometu je možno uvažovat ručně či dálkově ovládanou střeleckou stanicí, tak pro zaměřování univerzálního kulometu slouží nejčastěji optický zaměřovač se zvětšením v rozmezí 3- 4 x a pro noční nasazení nechlazený termovizní zaměřovač. Při takto koncipované malé jednotce plní úlohu podpůrného týmu právě vozidlo.

Osádka vozidla tvoří řidič a střelec – operátor. Současný koncept nepředpokládá jejich nasazení mimo vozidlo. Pokud se tak stane, může tato osádka obsluhovat například přenosný komplet PTRS nebo ruční komplet PLRS (protiletadlová řízená střela). Přínosem je především možnost uchování vysoké palebné síly takto sesednutého družstva i zachování poměru co družstvo – to vozidlo. Oba členové osádky by měli být vyzbrojeni zkrácenými verzemi automatických pušek / karabinami ráže 5,56x45 s kolimátory a základními laserovými značkovači cílů. Osobní vybavení C4IRSTA by mělo být shodné s vybavením příslušníků bojových týmů – tedy osobní noktovizor (v tomto případě ne monokulár, ale brýle nočního vidění), osobní mapový přijímač GPS a osobní rádiový UKV Interkom.

Výzbroj a vybavení družstva by měla být řešena co neekonomičtěji s prioritním důrazem na nízkou hmotnost. Napájení prostředků architektury C4ISTAR by mělo být co nejvíce založeno na komerčních bateriích / akumulátorech standardizovaných rozměrů (např. AA nebo CR123).

4. 2. SYSTÉM PALEBNÉ PODPORY ČETY

Systém palebné podpory čety je především otázkou přímé bojové podpory jejich bojových týmů, a to ve všech druzích bojové činnosti. Do tohoto systému spadají jak podpůrné týmy s univerzálními kulomety, tak osádky vozidel s bojovými vozidly samotnými nebo jako obsluhy přenosných kompletů PTRS. S jejich pomocí je bojová četa schopna eliminovat jak početnější živou sílu, tak i hlavní bojové tanky. Tyto kategorie zbraní jsou důležité i do budoucna, ale jak bude nastíněno dále, tak jejich obsluha a náročnost může být eliminována robotizací. Nicméně existuje ještě třetí kategorie podpůrných zbraní bojové čety, u nichž zůstane člověk nezastupitelný, a to jsou odstřelovačské a antimateriální pušky.

Odstřelovači jsou specifickou kategorií vojáků. Jsou to střelci, kteří se nikdy nenechali uzavřít v pravidelných střeleckých formacích, ale naopak je jako první opustili. Pionýry této specializace byli v 18. století američtí hraničáři či elitní Napoleonovi střelci. Během I. světové války se odstřelovači stali opravdovým postrachem a o psychologickém účinku jejich počínání názorně svědčí i závěr Remarquova románu Na západní frontě klid.

Odstřelovač není jen elitním střelcem. Je to voják, který musí mimo střeleckých schopností vynikat především taktickými schopnostmi, které lze s nadsázkou popsat jako splnutí s bojištěm. Jeho úkolem není jen eliminace důležitých cílů, ale především jistění malé bojové jednotky při přesunu i samotné akci, a to z odstupu dobře zvoleného stanoviště. Často tak odstřelovači první na bojiště přichází a poslední z něj odchází. Někdy musí v bezprostřední blízkosti nepřítel vydržet i několik dní. Vzhledem k vysoké psychické i fyzické zátěži působí odstřelovači většinou ve dvoučlenných týmech. Dnešní pojetí odstřelovače v Pozemních silách AČR, vyzbrojeného samonabíjecí puškou (typicky verzí OPU Dragunov SVD) a organicky začleněného do struktury družstva, neodpovídá této profesi, ale spíše pozapomenuté funkci ostrostřelce. V anglosaských zemích jsou tyto specialisté jednotlivých družstev označováni jako Designed Marksman. Zde je situace obdobná jako u lehkého / univerzálního kulometu. Ani v Rusku nejsou vojáci vyzbrojení puškami Dragunov SVD považováni za odstřelovače v západoevropském smyslu. Tito „snajpři“ jsou většinou nejlepšími střelci čety (u motorizovaných jednotek) či družstva (u výsadkových jednotek). Práví odstřelovači, a to všude na světě, totiž používají opakovací pušky. Nicméně i u nás preferovaná funkce „ostrostřelce“ je důležitá.

Odstřelovači jsou tedy specialisté působící až na úrovni čety a rot a jejich hlavní výzbrojí jsou opakovací pušky, které umožňují přesný zásah první ranou na velkou vzdálenost. Nejčastěji se používá ráže .300 Winchester Magnum (7,62 x 67 mm) pro opakovací pušky a ráže .50 BMG (12,7 x 99) pro antimateriální pušky. První umožňuje přesnou střelbu na jednotlivé cíle až na vzdálenost min. 800m, druhá na vzdálenost i 1 500m. Opakovací pušky se používají

především proti živé síle, antimateriální pušky proti důležitým systémům. Dvoučlenný tým odstřelovačů používá často obě zbraně a její konečný výběr podřizuje konkrétnímu úkolu. Velitel takového týmu / odstřelovač následně provádí samotnou akci, při které jej jistí jeho pomocník. Pomocník odstřelovače také provádí pozorování cíle a jeho okolí tak, aby mohl tým s předstihem reagovat na změnu situace. Proto lze tým odstřelovačů použít i pro průzkumné a zpravodajské úkoly. V samotné sestavě čety mohou odstřelovači zajišťovat bezpečnost velitele roty a spolupracovat s předsunutým pozorovatelem / návodčím.

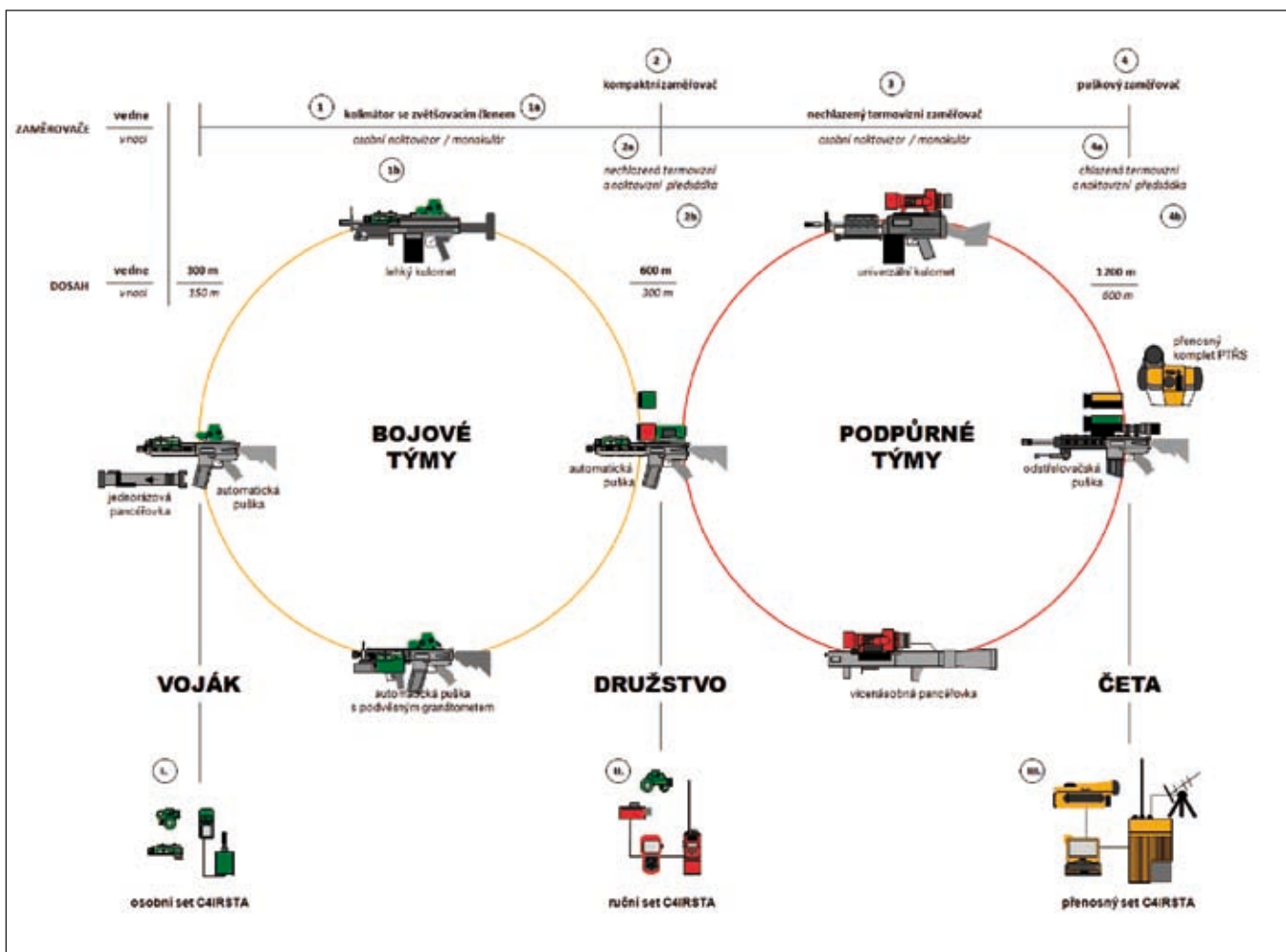
Mimo speciální pozorovací a zaměřovací přístroje se vybavení odstřelovačů nemusí nijak lišit od příslušníků bojových týmů. Pro zaměřování obou typů zbraní se používají puškové zaměřovače s větším zvětšením (standardně v rozmezí 3 – 12x, ale i v rozmezí 6 – 24x), speciální záměrnou osnovou a s prvky pro korekci palby. Pro noční použití se před tyto zaměřovače nasazují noktovizní nebo termovizní předsádky. K pozorování se používají ruční laserové dálkoměry, umožňující měření vzdáleností pro podporu přesného nastavení zaměřovačů. Ke specifickému vybavení odstřelovačů patří i deník odstřelovače, kalkulačka, teploměr, výškoměr a anemometr pro měření rychlosti větru. Hlavním posláním odstřelovačů je tak udržet nepřítele v dostatečné vzdálenosti od jednotky, zajistit činnost jednotky v nepřehledném terénu nebo zničit vybrané / důležité cíle.

4. 3. KOMPLET VELENÍ A ŘÍZENÍ SESEDNUTÉ ČETY

Hlavní pozornost byla dosud v AČR věnována systémům velení a řízení vyšších úrovní, jako je prapor a brigáda. Nejnižší jednotkou, zapojenou do elektronické výměny dat je nyní v AČR rota. Pod úrovní roty byly možnosti digitalizace řešeny pouze teoreticky a pokusně. Na tomto místě je třeba říci, že AČR má dvě bojové brigády, které mají 8 bojových praporů, tedy 22 bojových rot (bez tří tankových rot). Nicméně zdůrazňujeme, že to znamená pokrýt 66 bojových čet, respektive 198 bojových družstev – celkem okolo 2 000 jednotlivých vojáků. Zajistit bezproblémovou výměnu dat mezi tolika uživateli sítě, a to za všech podmínek při dynamických změnách na současném bojišti, je velmi obtížný úkol. Pro zdar tohoto záměru je nutno celou strukturu škálovat, optimalizovat (rozuměj i jako minimalizovat) objemy přenášených dat a využít nejmodernější technologie jako je taktický Internet s IP směrováním či sítí typu MANET (Mobile Ad hoc NETWORK). Tato problematika se netýká jen spojařů a sekce KIS GŠ, ale všech příslušníků mechanizovaných sil, a proto, i když to může být zpočátku nezáživné, je třeba se tím zabývat.

Škálovatelnost zahrnuje jak vertikální, tak horizontální diverzifikaci sítí a vytváření společných komunikačních skupin. Vertikálně je nutno zajistit rádiový UKV Interkom na úrovni čety, taktickou VKV FM komunikaci na úrovni četa / rota a komunikaci čety či roty s vyššími velitelskými prostřednictvím UKV SATCOM či pomocí KV spojení. Horizontálně je třeba propojit specifické specializace, jako jsou předsunutí pozorovatelé a letečtí návodčí či struktury vojskového zpravodajství. Podobně lze v horizontální rovině, např. organizačními strukturami, uvažovat i o distribuci obrazu v reálném čase. K tomu je ještě nutno přičíst kompatibilitu jak v národním prostředí, tak i v rámci koaličních operací. Výsledkem by měl být takový komplet velení a řízení čety, který umožní jejímu velení plnohodnotnou koordinaci všech jejích částí a zapojí četu do společných operací v rámci vyšších celků. Tento komplet by měl být také dostatečně odolný a lehký, aby jej mohla používat jediná osoba.

Zde je nutno říci, že jedna věc je centrální komplet velení a řízení čety, druhá jeho „pojítka“ na nižší úrovně družstev / skupin. Začneme tedy těmi pojítky, která jsme již definovali v podobě ručních VKV FM rádiových stanic, které mají k dispozici jednotliví velitelé družstev / čet. Tyto stanice primárně slouží k hlasovému spojení v pásmu VKV FM mezi veliteli družstev / skupin a velícím čety. Rovněž zcela automaticky, v závislosti na nastaveném



Organizační schéma č. 5 – systém palebné a senzorické podpory čtyř základních dělení výzbroje a kompletů C4ISTAR malé jednotky / čtyř

režimu, zasílají polohové informace, aby se zobrazila poloha těchto družstev v rámci systémů situačního vědomí. Lze konstatovat, že nyní by mělo plně dostačovat hlášení o poloze družstva / skupiny. Smysluplné hlášení polohy všech sesednutých vojáků vyžaduje velmi robustní síť, včetně implementace technologie MANET. Mimo souřadnic o poloze by mohli mít nižší velitelé možnost zasílat i některé krátké formalizované zprávy. Toto není nyní nutné. Naopak významný je požadavek na slučitelnost VKV FM sítí s vedením spojeneckých operací. Obecně platí, že uvnitř jednotky může být bez problémů používána národní VKV FM síť s dostatečně odolným zabezpečením typu COMSEC (Communication Security). Toto splňují např. 256 bitové klíče jako je AES (Advanced Encryption Standard). Uvažovat lze i o použití 128 bitových klíčů jako je DES (Data Encryption Standard) nebo o jejich násobení (např. Triple DES).

Odlišná je situace při spojení s nadřazenými jednotkami, ostatními spojeneckými silami či s letectvy států NATO. Zde se vyžaduje použití COMSEC národního standardu USA, obecně označovaného jako US Type 1. V zahraničních misích je tak vyžadováno buď použití národního VKV FM komunikačního systému pro spojení v rámci národní jednotky a jeho doplnění o UKV spojení s COMSEC US Type 1, nebo kompletní přechod na spojovací systémy s US Type 1. Pro zajištění kontinuity výcviku a ochranu národních zájmů je výhodnější první cesta. V tomto případě musí komplet velení a řízení čety používat jak národní VKV FM spojovací prostředek, tak spojenecký UKV komunikační systém s US Type 1. Národní prostředek může být ruční stanice o výkonu 5 W nebo vozidlový systém s vyšším výkonem. Spojenecký systém by měla

být zastoupen přenosnou rádiovou stanicí s výkonem min. 20 W, která by měla být aktivní v rozsahu 1,6 – 512 MHz a perspektivně až do 2 GHz.

Oba typy rádiových stanic mohou být současně propojeny s datovým terminálem. V rámci NATO jsou pro taktický stupeň standardizovány modemy IDM (Improved Data Modem), které standardně podporují dva komunikační kanály. Datový terminál tak může např. přijímat poziční data přes národní VKV FM stanici a dále vysílat agregovaná data pomocí „spojenecké“ UKV rádiové stanice. Mimo využití taktického Internetu dle MIL-STD-188-220, podporují tyto modemy i přenos standardizovaných zpráv různých formátů. Pro velení a řízení roty jsou nejdůležitější tzv. K-zprávy formátu VMF (Variable Message Format). Pomocí K-zpráv může jednotka nadřazenému stupni podávat informace o své činnosti, a to způsobem, který umožňuje i jejich automatické zpracování v systémech vyšší úrovně.

Samotný datový terminál slouží jako grafické rozhraní mezi digitální mapou, pozičním / situačním systémem, a prostředky datové komunikace a podpory malé jednotky. Na úrovni čety jsou používány terminály typu tablet, UMPC nebo PDA, které se liší hmotností a velikostí displeje. Jako nejprogresivnější se jeví kategorie UMPC (Ultra Mobile PC) s displejem o úhlopříčce okolo 6" (15 cm). Jde o dostatečný kompromis mezi velikostí displeje, výpočetním výkonem, energetickou náročností a hmotností. Základní aplikací terminálu je mapové prostředí, které může mít formu vektorové nebo bitmapové mapy. Lze tedy používat leteckou ortomapu i satelitní snímky. Do tohoto prostředí se zobrazují informace o pozici a úkolech či stavu jednotlivých jednotek a standardizované zprávy informující o dění na bojišti.

Hlavním přínosem kompletu velení a řízení sesednuté čety je tedy zajištění situačního vědomí v reálném čase. Samotný komplet zahrnuje datový terminál s příslušnými aplikacemi, taktický modem specifikace IDM a rádiovou či rádiové stanice (národní VKV FM a spojeneckou UKV). Kritickými parametry je hmotnost, výdrž zdrojů, velikost displeje a výpočetní výkon. Z hlediska spojeneckých operací by měl být kompatibilní s mapovým formátem CA-DRG, formalizovanými zprávami VMF, a také s vlnovými formami ALE, MIL-STD-188-181B, MIL-STD-188-181C a ANDVT. Celý komplet by neměl být těžší než 15 kg, a to v konfiguraci pro 36-ti hodinový autonomní provoz.

4. 4. AKVIZIČNÍ KOMPLET ČETY

Na komplet velení a řízení čety navazuje akviziční komplet čety, který umožňuje ve dne i v noci navést na nepřátelské cíle palebnou podporu letectva a dělostřelectva. Stěžejní komponentou tohoto kompletu je akviziční jednotka, ve které je v jednom kompaktním tělese integrován systém denního a nočního vidění, laserový dálkoměr, digitální kompas a přijímač GPS. Tato kombinace umožňuje stiskem jediného tlačítka určit souřadnicovou polohu cíle a takto získaný údaj předat pomocí příslušného datové – komunikačního kompletu nadřazenému stupni nebo přímo prostředkům palebné podpory. Akviziční jednotku je tak nutno chápat jako „zbraň“, kde je místo spouště „ono“ tlačítka a hlavní je bitevní vrtulník, dělostřelecký systém nebo bojové letadlo. Akviziční jednotku lze použít i pro podporu pozorování, vojskového zpravodajství a průzkumu, včetně ženižního průzkumu vodních toků apod.

Akviziční jednotky jsou k dispozici v několika odlišných kategoriích. Systémově vznikly skloubením laserových dálkoměrů s termovizními kamerami. Navíc byly obohaceny o systémovou elektroniku a přijímače GPS. Na úrovni čety se používají buď ruční akviziční jednotky s nechlazenou termovizní, nebo ruční akviziční jednotky s chlazenou termovizní. U některých organizačních schémat se používají obě provedení – první u velitelů družstev, druhé u velitelů čet či předsunutých pozorovatelů čety. Pro podporu těchto akvizičních jednotek jsou k dispozici i odpovídající datové – komunikační komplety. Na úrovni čety může jít i o komplet velení a řízení čety. Podmínkou je užití multifrekvenční rádiové stanice pro spojenecké operace, tedy s COMSEC US Type 1.

Předpokládejme, že akviziční komplet čety obsluhuje předsunutý pozorovatel / návodčí FO/FAC čety, který je vybaven vlastním datové – komunikačním kompletem. Ten pomocí akviziční jednotky prohledává bojiště ve dne i v noci a provádí detekci případných cílů. Poté co tyto cíle rozpozná či identifikuje, tak může provést jeho akvizici – lokalizaci cíle do souřadnicové polohy v podmínkách digitalizovaného bojiště. Takto získaná informace může být následně předána do systému vojskového zpravodajství nebo na tento cíl mohou být povolány prostředky palebné podpory. Je tedy nutné, aby byl tento FO/FAC schopen a oprávněn komunikovat přímo s bojovými letouny, které budou tuto podporu poskytovat nejčastěji. Mimo hlasovou komunikaci musí akviziční komplet čety podporovat i datovou komunikaci v leteckých i zpravodajských formátech. Mimo již zmíněné zprávy typu VMF jde o zprávy formátu AFAPD (pro letectvo), TACFIRE (pro dělostřelectvo) a MIL-STD-188-184 (pro zpravodajské struktury).

Mimo lokalizaci cíle, hlasovou a datovou komunikaci se v rámci této komunity FO/FAC používá i verifikace cílů pomocí přenosu videa v reálném čase. Zvolený formát tohoto datalinku musí odpovídat v NATO používanému standardu TCDL (Tactical Common Data Link). Tento datalink používá drtivá většina bezpilotních prostředků (UAV), bitevních vrtulníků a podvěsů bojových letounů. V praxi je tak specialistovi FO/FAC zasílán v reálném čase obraz, který snímají senzory vzdušného prostředí. Specialista následně pomocí taktické multifrekvenční rádiové stanice s US Type 1 potvrdí pilotovi či operátorovi, že se jedná o daný objekt, který oba reálně sledují a pilot / operátor na něj následně provede útok. Tento postup nejen podstatně zkracuje čas potřebný k útoku, ale především

minimalizuje možnost zničení nesprávného cíle. Toto má velký vliv na bezpečnost, a to při jakémkoli bojovém nasazení.

Akviziční komplet čety tedy zahrnuje akviziční jednotku, schopnou činnosti ve dne i v noci, příslušný datový terminál s rádiovou stanicí a terminál datalinku TCDL. Již nyní jsou akviziční komplety čety dále rozšiřovány o malé laserové ozařovače cílů a malé bezpilotní prostředky. Příkladem může být americká souprava BAO kit (Battlefield Air Operations Kit).

5. DALŠÍ VÝVOJ SYSTÉMU VOJÁKA

Mnoho lidí jistě překvapí, že předchozí řádky nebyly věnovány náhlavním displejům, integrovaným přilbám, osobním datovým terminálům, sensorům fyzického stavu vojáka atd. – tedy tzv. „jádro C4I“. Je tedy třeba zdůraznit, že o tomto systému vojáka primárně není. Nejdůležitější je koncepce jednotky, její taktika a organizace s následnou implementací moderních technologií. Opět platí, že někdy je lépe méně než více. Poté co byl v USA roku 2007 zastaven projekt Land Warrior a zkoušky ostatních kompletů vojáka vyvolávají spíše další otázky než odpovědi, jsou všechny tyto programy přehodnocovány. Hlavní důraz je kladen na snížení hmotnosti, snadnou obsluhu a relativní jednoduchost. Hodně také změnilo reálné nasazení bojových jednotek NATO v Iráku, Afghánistánu a Africe. Důležitější než ono „jádro C4I“ se pro vojáka ukázal dostatek tekutin a munice. Náhlavní displeje se mnohdy projeví jako obtěžující a centrální zdroj pro všechny komponenty jako nešťastný.

Tento vývoj lze dokumentovat na neambicióznějším z těchto projektů – americkém programu Land Warrior. I na základě reálných testů v Iráku a Afghánistánu byl požadavek na tento komplet zásadně redukován a samotný program byl zastaven. Nyní je vypsáno nové výběrové řízení na tzv. sestavu GSE (Ground Soldier Ensemble), která by měla být zavedena po roce 2010. Místo původně 42 500 ks zamýšlených kompletů Land Warrior se nyní uvažuje pouze o 11 538 setech GSE (pravděpodobně do roku 2016). Měly by být určeny zejména pro velitele bojových týmů, družstev a případně i čet. Ostatní bojovníci by měli mít jen rádiové stanice, mapové přijímače GPS a osobní optické prostředky pro pozorování a zaměřování ve dne i v noci případně pro akvizici cílů na krátkou vzdálenost (laserové značkovače). Původní set kompletu Land Warrior je tak u předpokládaného setu GSE redukován na sestavu náhlavního displeje, datové jednotky / komunikátoru, zdroje / akumulátoru a rádiové stanice. Z původně osmi zamýšlených jednotek nyní zbývá polovina, respektive čtyři z původních systémů (počítač, navigační jednotka, ovládací jednotka) byly integrovány do jednoho tělesa. Hmotnost se tak snížila z 2 kg na pouhých 600 g a objem byl zmenšen 4x. Přesto největší změny nejsou v této integraci, ale v samotných technologiích, které tento nový set zahrnuje. K tomu, aby bylo dosaženo tohoto zásadního pokroku, bylo třeba řešit následující výzvy:

- robustní komunikační platformu malé jednotky;
- nové komunikátory pro každého vojáka;
- bezobslužné a robotické systémy.

To vše musí být zasazeno do struktury moderního digitálního bojiště. Na něm již nevládnou jen pevné částice v podobě stěel a jejich zdrojů – různých typů zbraní, ale i vlny – neviditelná síla elektromagnetického spektra. Podobně jako teorie relativity zastínila klasickou mechaniku, tak i architektura C4IRSTA, založená na využití elektromagnetického spektra, doplnila prostředky ničení (Lethality).

5. 1. BUDOUCÍ KOMUNIKAČNÍ ARCHITEKTURA

Snaha přivést ke každému vojákovu pohyblivý obraz v reálném čase (video) či dokonce umožnit mu video vytvářet a distribuovat brzy narazila na přenosová omezení stávajících technologií. Podtrhněme, že se zde věnujeme taktické rádiové komunikaci u bojových jednotek, nikoliv komerčním sítím typu WiFi či WiMAX. Pro podporu řešení tohoto problému bylo nutno provést organizační změny (kdo bude mít možnost takto pracovat?) a technologicky bylo nutné zajistit nová řešení. Výsledkem reorganizace je důraz

na velitele bojových týmů. Nová architektura jednotky je následně podpořena novými vlnovými formami pro taktickou komunikaci, případně přehodnocení vybraných stávajících vlnových forem. V případě USA to znamená vývoj vlnové formy SRW v rámci programu JTRS (Joint Tactical Radio System) a adaptaci stávajících vlnových forem EPLRS nebo datalinku TCDL.

Vyvíjená vlnová forma SRW (Soldier Radio Waveform) by měla umožnit propojení všech sesednutých vojáků na bojišti tak, aby bylo dosaženo co největšího přehledu o situaci / situačního vědomí. Mimo samotné vojáky a bojová vozidla se v rámci této vlnové formy plánuje osadit příslušnými rádiovými stanicemi i různé typy senzorů UGS, bezosádkových vozidel UGV a dalších robotických prostředků. V rámci jednoho prostředí tak bude možné získávat informace o dění v blízkém okolí v reálném čase. Tento ambiciózní projekt předpokládá využití plnohodnotného směřování IP (taktického Internetu), technologie MANET a škálovatelnosti sítí.

Vlnová forma SRW by měla být použitelná v rozsahu 225 – 2 700 MHz, tedy v pásmu UKV. Mimo standardní hlasovou komunikaci by měla umožnit automatické sledování polohy (BFT), přenos obrazu ze senzorů na zemi i ve vzduchu, případně distribuci obrazu určeným směrem. Předpokládá se, že se vlnová forma SRW postupně sloučí se situační / datovou vlnovou formou EPLRS a L-band částí datalinku TCDL. Tato fúze však bude asi vyžadovat nové typy vícekanálových rádiových stanic, jež budou dostupné až po roce 2015. Dnes se budou vlnové formy SRW, EPLRS a L-band TCDL používat paralelně. Uživatel / velitel týmu to však nemusí ani poznat, neboť všechny tyto formy mohou být přítomny v jediném modulu zařízení GSE. Může se pak stát, že bude komunikovat na více frekvencích, aniž by si toho byl vědom.

Mimo takové rádiové stanice vojáka – jednotlivce budou dále používány i klasické taktické rádiové stanice v pásmech KV, VKV FM, UKV AM i FM a UKV SATCOM. Tyto stanice však bude mít k dispozici velitel čety, případně jeho zástupce, a samozřejmě specialista FO/FAC. Primárně půjde o jedno nebo dvoukanálovou ruční stanici, sekundárně o přenosnou dvoukanálovou stanici. Tato přenosná stanice bude vždy paralelně pracovat s vlnovou formou SRW a jinou vlnovou formou pro taktickou komunikaci, která bude jedním z následujících typů spojení – KV, VKV FM či UKV SATCOM. Hlavním přínosem vlnové formy SRW bude odstranění pojítka (nyní ruční VKV FM stanice velitelů družstev / týmů) na úrovni družstvo / četa a zasazení celé bojové čety do jednoho, i když škálovaného, komunikačního prostředí.

5. 2. NOVÉ KOMUNIKÁTORY PRO KAŽDÉHO VOJÁKA

Výhledově bude vyžadován pro každého vojáka nový osobní komunikátor. Ten nahradí dosud nejrozšířenější ruční / osobní mapové přijímače GPS. Navíc přinese i nové funkce. Lze předpokládat, že v něm bude integrována rádiová stanice s vlnovou formou SRW, což umožní v reálném čase získávat obraz z předsunutých senzorů UGS, UGV a UAV. Dojde tak k ještě větší integraci komponent a mimo externího displeje (náhlavního či ručního) budou všechny funkce potřebné pro vojáka – jednotlivce soustředěny do jediného zařízení.

Pomocí tohoto taktického komunikátoru bude možné vést hlasovou i datovou komunikaci, napojovat na něj optoelektronické senzory (optické a termovizní kamery, laserové dálkoměry, výstražné senzory) i externí zobrazovače (displeje). Samozřejmostí bude určení polohy pomocí družicového navigačního systému (v NATO jednoznačně GPS Navstar) i směru pomocí vestavěného kompasu. Navíc by měl být implementován akcelerometr a další moduly pro podporu navigace mimo oblast příjmu signálu GPS. Vestavěna bude pravděpodobně i digitální kamera pro záznam statického i dynamického obrazu, a to zejména pro podporu vojskového zpravodajství (IMINT). Displej bude barevný a nedílnou součástí tělesa komunikátoru budou i všechny jeho ergonomicky řešené ovladače. Napájení bude pomocí standardizovaných komerčních článků (formát AA nebo CR123). Výdrž tohoto komunikátoru na jednu sadu zdrojů (typicky cca 4 články) bude opět min. 12 hodin.

Problém energetické náročnosti povede k vytvoření vojákového Power Managementu, který zajistí integrální napájení všech jeho komponent (taktický komunikátor, pozorovací, akviziční a průzkumné systémy), které jsou závislé na elektrické energii. Vnitřní zdroje jednotlivých přístrojů budou zachovány, ale bude lépe vyřešena jejich správa. Cílem je minimalizovat náročnost zajištění a obnovy elektrické energie. Konkrétní způsob řešení se stále hledá, ale rozhodně jde o jednu ze základních priorit. Nyní se zkouší jak metanolové články, tak mechanické a biologické alternátory. Tato správa zdrojů bude podporovat i C4ISTAR komplety vyšších úrovní – velitele týmu / družstva, velitele čety a pozorovatele / návodčího čety.

5. 3. BEZOBSLUŽNÉ A ROBOTICKÉ SYSTÉMY

Senzory typu UGS, UGV a UAV jsou bezesporu největším přínosem programů systému vojáka. Jsou také nedílnou součástí jejich druhých etap jako je např. německý IdZ-EV (Enhanced Version) či americký program FCS, jehož součástí je i tzv. Future Warrior / Soldier se sestavou GSE. Tyto prostředky dnes jednoznačně zastihují komponenty, na které byl ještě nedávno kladen u systémů vojáka hlavní důraz – tzv. „jádro C4I“, náhlavní displeje, integrované přilby. Zatímco tyto komponenty vojáka spíše zatěžují a poměr zisk / ztráta je u nich dnes spíše vyrovnán nebo záporný, tak tyto bezobslužné prostředky jsou jasnou výhodou. V první etapě sice jednotku opět hmotnostně zatěžují, ale jejich použití to jednoznačně eliminuje a vyvažuje. Zkrátka tam, kde vojáci nasadí senzory UGS, tak již nemusí být permanentně přítomni, tam, kde vyšlou malé bezpilotní UAV již třeba nemusí jít. Podobně se nemusí soukat do stísněných prostor kanálů či jeskyní a vystavovat se velkému ohrožení života, neboť mohou použít malého robota UGV. Druhá etapa nasazení (po roce 2015) robotických prostředků přinese i snížení zatížení vojáků, neboť všechny tyto senzory i jejich výstroj budou převážet robotické muly.

Tyto robotické „čtyřkolky“ (mnohdy jsou vyvíjeny jako šestikolové) mohou být i vyzbrojeny – např. univerzálními kulomety a protitankovými komplety (PTRS). To povede k eliminaci početního stavu jednotky, tedy k vypuštění podpůrných týmů. Četa se tak bude moci skládat ze tří bojových týmů a jednoho týmu velitelského. Místo dosavadních 28 – 45 osob může být početně redukována až na 16 vojáků. To se již blíží např. dnešnímu bojovému družstvu USMC (US Marine Corps, americká námořní pěchota), které má 13 vojáků. Co dnes zvládá bojová četa, bude v roce 2050 zvládat jednotka v síle dnešního družstva. Dojde tedy opět k početnímu poklesu osob, které budou potřeba na bojišti. Možnost této změny vyplývá i z organizačního schématu čety č. 3

6. ZÁVĚR

Snahou tohoto příspěvku je poukázat na to, že cílem projektů systémů vojáka není „narvat“ bojovníkům moderní technologie, ale provést takové koncepční změny, které umožní tento pokrok využít. Nejde jen o moderní komponenty, ale zejména o smysluplnou organizaci a řízení malých jednotek. Pokud chce AČR uspět, měla by zvážit zásadní změny v organizaci a struktuře svých bojových čet. Nastíněné možnosti nejsou dogmatem, ale jsou prověřeny více jak patnáctiletou prací s touto problematikou.

Zásadním krokem na cestě k systému vojáka je opuštění organizačního schématu založeného na družstvech (viz organizační schéma č. 1) a přechod ke struktuře s důrazem na bojové týmy (viz organizační schéma č. 2), které by podporovaly vhodně zvolené podpůrné týmy. Pro příslušníky bojových týmů by měl být následně zaveden soubor komponent, které by jim umožnily zlepšení činnosti na bojišti. Tento soubor záměrně nenazýváme systémem vojáka. Obsahem tohoto „kitu vojáka“ by měly být následující skupiny výstrojních součástí:

- a) sada pro klimatickou ochranu, zahrnující polní stejnokroj s doplňky pro chladné i teplé klima, ochranu proti dešti, a to včetně obutí rukavic, bivakovací prostředky apod.

- b) sada pro mechanickou ochranu, zahrnující chrániče kloubů, ochranné brýle a chrániče sluchu.
- c) sada pro balistickou ochranu, zahrnující ochrannou přilbu a ochrannou vestu s doplňky;
- d) sada pro biologicko – chemickou ochranu, zahrnující ochrannou masku, ochranný oděv s doplňky, osobní protichemický balíček a osobní detektory.
- e) nosný systém zahrnující taktickou vestu, mošnu malé polní a batoh velké polní v provedení dle vojákovy odbornosti a s nezbytnými doplňky.

Zdá se, že celý tento výstrojný balíček je zaveden, možná ano, ale zeptejte se jednotlivých bojovníků co si o tom myslí. Zkrátka naši silnou stránkou není systémová integrace – lze říci, že stejně jako Němci s tím máme problémy. Jednotlivé součástky nejsou mezi sebou často slučitelné a použitelné. Často je předimenzována hmotnost a poddimenzována užitná hodnota atd. Než se přistoupí k zavedení druhé části „kitu vojáka“, což jsou komponenty C4IRSTA, tak by se odpovědné osoby měly nad celým výstrojním problémem více zamyslet.

Součástí „kitu vojáka“ by měly být i ony komponenty C4ISTAR, kterým je dnes v rámci systémů vojáka věnována největší pozornost. V tomto článku bylo naznačeno, že ne vše se i v zahraničí daří, tak jak se očekávalo. Není tedy kam spěchat. S rozvahou bychom měli „kit vojáka“ doplnit o takové komponenty, které jsou osvědčené. Příkladem mohou být následující prostředky:

- f) pro C3 (Command, Control, Computer) by měl dostačovat moderní mapový přijímač GPS, kompatibilní s vojenskými mapovými podklady, který je možno napojit na osobní rádiovou stanici pro přenos polohových informací směrem od vojáka;
- g) pro komunikaci (Communication) by měla být využita osobní rádiová stanice typu UKV (rádiový Interkom neproblematické frekvence), přímo propojitelná do vozidlového Interkomu. Dostačující dosah této stanice by měl být 500 m. Tato stanice by společně s mapovým přijímačem GPS podporovala situační vědomí vojáka.
- h) pro pozorování (Surveillance) by byly primární vojákovy oči, které je však nutno podpořit v nočních podmínkách osobním noktovizorem, u kterého je mimo výkonu a hmotnosti nejdůležitějším parametrem zorné pole.
- i) pro akvizici cílů (Target Acquisition) postačuje na této úrovni laserový značkováč s funkcí přisvětlovače. Oba módy se používají zejména v noci, v kombinaci s osobním noktovizorem. Mimo standardního provedení by měl být v případě granátníka zaveden typ použitelný i s podvěsným granátometem.
- j) pro průzkum (Reconnaissance) by měl být určen především zaměřovací systém tvořený kolimátorem, který může být osazen zvětšovací členem nebo osobním noktovizorem ve formě monokuláru.

Všechny tyto komponenty a) až j) by používalo všech sedm až devět příslušníků bojových družstev. Mimo to by na úrovni čtyř byly k dispozici ještě další tři sady, a to:

- k) C4ISTAR set velitele družstva, zahrnující ruční laserový dálkoměr, ruční datový terminál, ruční taktickou rádiovou stanici, digitální fotoaparát, brýle nočního vidění, laserový značkováč velitele a optický zaměřovač s noktovizní i termovizní předsádkou a výkonnější laserový značkováč, umožňující označení cíle ve prospěch bitevních vrtulníků;
- l) ISTAR set odstřelovačů, zahrnující optické zaměřovače pro odstřelovačskou i antimateriálovou pušku s příslušnými noktovizními a termovizními předsádkami a ruční laserový dálkoměr s nočním kanálem;
- m) nechlazený termovizní zaměřovač pro univerzální kulometry;
- n) optoelektronický systém pro zaměřování protitankových zbraní – dle použitého typu pro vícenásobnou pancéřovku nebo přenosný komplet PTRS.

Poslední skupinu systémů architektury C4IRSTA malé jednotky / čtyř tvoří systémy, které je nutno řešit i v návaznosti na naše členství v NATO a spojenecké operace v zahraničí. Toto se týká především těchto kompletů:

- o) komplet velení a řízení čtyř;
- p) akviziční komplet čtyř.

Tyto komplety by měly být řešeny jako plně NATO kompatibilní. To vyžaduje mimo zapojení národního systému (pro KV a UKV FM) i akceptaci mezinárodních standardů jako je COMSEC US Type 1, UKV vlnové formy HaveQuick, ANDVT, MIL-STD-188-181B, MIL-STD-188-181C, datové modemy standardu IDM, řídicí software podporující standardizované zprávy VMF, AFAPD a MIL-STD-188-184 a také přijímače pro vojenské frekvence navigačního systému GPS (DAGR). Je tedy nutno počítat s tím, že takový systém by měla mít každá bojová četa.

Sofistikovanější systém vojáka, tedy tak jak je chápán dnes, bude zaváděn ve větších počtech ve státech NATO asi až po roce 2015. V rámci tohoto systému jde především o rozvoj kompletů velení a řízení (nový rádiový systém, taktické komunikátory) a robotických prostředků (UGS, UGV a UAV). Zde by měly být u nás formou vývoje podporovány nejen výše uvedené státní podniky a Univerzita obrany, ale i civilní sektor, a to včetně civilních vysokých škol. V oblasti komunikace i robotických systémů je také třeba zvážit zapojení do mezinárodních projektů. Nejde o možnost, ale nutnost, neboť vlastní zdroje ČR jsou v těchto oblastech omezené. Věříme, že vše dopadne dobře a k užtku našich vojáků

Ediční poznámka

Tento příspěvek navazuje na mé články Bojový systém jednotek armád NATO (JMO 4/2005, str. 103 – 112) a Předsunutí pozorovatelé a návodčí u sesednutých jednotek a jejich vybavení (JMO 4/2007, str. 95 – 106). Během uplynulých čtyř let došlo v této oblasti k dynamickým změnám, jejichž výsledkem je symbióza bojového systému malé jednotky / čtyř se specialisty FO/FAC. Výsledkem je nový typ malé jednotky / čtyř, podporované autonomními senzorickými a bojovými systémy, která je posílána novými odbornostmi JFO / JTAC. Toto se zdá být konečnou náplní toho, co se před dvaceti lety začalo nazývat systém vojáka.

Dvě technologie zobrazení pro současné asymetrické bojiště

Termín "asymetrické bojiště" vymezuje dnešní problematiku převážně většiny válečných konfliktů – roztroušený protivník na blíže neohrazeném území provádí menší akce pro dosažení neúměrně velkého účinku. Přípravenost čelit těmto hrozbám si žádá studium a nasazení nových technologií. Základním požadavkem je mít vyšší situační povědomí než protivník, čehož lze dosáhnout jeho včasným odhalením. Lze toho docílit pomocí obrazové fúze v oblastech LWIR / VIS v případě volného terénu nebo pomocí UWB radaru v případě městské zástavby. Článek uvádí popis obou moderních technologií založených na využití různých oblastí elektromagnetického spektra. Dále jsou uvedeny konkrétní přístroje těžící z výhod obou technologií se zaměřením se na aplikace pro ruční použití.

Klíčová slova: Obrazová fúze, MKZJO, mikrobolometr, UWB radar, vidět skrz zed

1. Obrazová fúze LWIR / VIS

Limity a výhody LWIR a VIS

Ve snaze „vidět víc“ byla donedávna ve vojenských aplikacích na úrovni vojáka – jednotlivce soustředěna většina pozornosti na MKZJO (mikrokanálové zesilovače jasu obrazu zprostředkovávající zesílení zbytkového viditelného záření (VIS) při snížených vizuálních podmínkách) a mikrobolometry, tj. detektory infračerveného záření v oblasti LWIR (oblast dlouhých infračervených vln, 8 μm - 14 μm) [1]. Současná stagnace zvyšování výkonu MKZJO, které tvoří klíčový prvek noktovizorů, ukazuje dosažení určité fyzikální hranice vyplývající ze samotné statistické povahy světla. Např. francouzsko-belgická firma PHOTONIS, specializující se pouze na výrobu MKZJO, přináší v posledních letech inovaci „pouze“ v podobě noktovizního obrazu v šedé škále a dále jeho digitalizaci. První zlepšení pramení z nahrazení tradičního zeleného fosforu v MKZJO fosforem bílým (obchodní název ONYX). Výhoda vysoké citlivosti čípků oka na žlutozelenou barvu je nahrazena podobným vnímáním pozorované scény jako při jejím zobrazení termovizí, která ve vojenských aplikacích pracuje v šedé škále. Výsledkem je lepší vnímání scény a snížení únavy očí při střídavém užívání technologií. Ve druhém případě inovace je spojen MKZJO se CMOS senzorem a s displejem (obchodní název ICU), což umožňuje jeho začlenění do plně digitálních systémů. Americká společnost ITT při vývoji další generace MKZJO, která dle zadání americké vlády měla přinést zvýšení výkonu o 20 % oproti předchozí 3. generaci noktovizorů, musela nahradit pojem „4. generace“ pojmem „thin-film“ („s tenkou vrstvou“, též pod obchodním názvem „Pinnacle“), jelikož výsledky vývoje nepřinesly mezigenerační zlepšení. Zmíněná tenká vrstva představující bariéru, která redukuje dopadající elektrony na mikrokanálovou destičku, která tvoří základ MKZJO, a podstatně zvyšuje její životnost. Uvedené příklady pouze potvrzují skutečnost omezeného nárůstu výkonu MKZJO.

Zvyšování výkonu mikrobolometrů (klíčové prvky nechlazených termovizí) ještě zdaleka není u konce. Faktem však zůstává, že termovize nikdy nedosáhnou kvality rozlišení současných noktovizorů a jejich hlavní určení zůstane omezeno na oblast detekce. Z teorie difrakce je známé [4], že minimální úhlové rozlišení α dvou bodů při použití elektromagnetické záření o vlnové délce λ a pozorování systémem s průměrem otvoru D je dáno relací

$$\alpha = 1,22 \frac{\lambda}{D}. \quad (1)$$

Pro nechlazenou termovizní technologii, která využívá elektromagnetické záření z oblasti LWIR je minimální rozlišovací schopnost ve srovnání s VIS téměř 20x horší. Na druhou stranu

dle Rayleigha teorie rozptylu roste intenzita rozptýleného záření s převrácenou hodnotou čtvrté mocniny vlnové délky použitého záření. To vysvětluje fakt, proč termovizní systémy „vidí“ lépe než MKZJO skrz některé typy mlh, které jsou tvořeny kapičkami vody v průměru kolem 1 μm . Platnost Rayleigha teorie rozptylu je vymezena vztahem [2]

$$\frac{2\pi a}{\lambda} < 1, \quad (2)$$

kde a je průměr rozptylující částice a λ vlnová délka použitého záření. Pro oblast LWIR platí Rayleigha teorie pro částice do 1, 5 μm , kdežto pro oblast VIS pro částice do 80 nm, což odpovídá jemným fluktuacím hustoty vzduchu a způsobuje modré zbarvení oblohy. V případě částic o velikosti kolem 1 μm se rozptýl v oblasti VIS řídí obecnější Mieovou teorií s platností vymezenou vztahem [3]

$$\frac{2\pi a}{\lambda} \geq 2, \quad (3)$$

kdy intenzita rozptýleného záření závisí i na směru. Termovizní systémy jsou též schopné zvýšené detekce objektů oproti MKZJO skrz hustý déšť a listoví. Vděčí za to samotné podstatě detekce LWIR záření, které je generováno samotnými pozorovanými objekty. Proto se skrz déšť a listoví jeví objekty generující větší množství LWIR záření (zpravidla teplejší objekty, tedy člověk vůči krajině) jako svítící baterky. Při analýze rozptylu na kapkách vody za hustého deště se vychází z prací Gilbertsona [4], který ukázal, že intenzita rozptýleného záření I je pro oblast VIS až LWIR téměř nezávislá na vlnové délce záření a odvodil empirický vzorec

$$I \sim 0,248r^{0,67}, \quad (4)$$

kde r je hustota deště v mm/hod.

Metody multispektrální obrazové fúze

Multispektrální obrazová fúze (MOF) je spojení obrazových dat z různých oblastí elektromagnetického pole (kanálů) do jednoho obrazu, zpravidla v oblasti VIS. Omezíme se na MOF oblastí LWIR / VIS, která je zpravidla zprostředkována mikrobolometry / MKZJO.

Metody fúze dle použitých technických prostředků rozlišujeme na:

- optické (data z jednotlivých spekter jsou převedena do oblasti VIS a následně překryta na optickém děliči / směšovači);

- digitální (data jsou převedena do digitální podoby a matematickými metodami fúzována);
- opticko-digitální.

Digitální metody můžeme dále rozdělit na metody:

- na úrovni pixelů;
- na úrovni rysů.

Fúze na úrovni pixelů používají aritmetické operace jako sčítání či odčítání mezi jednotlivými pixely z různých kanálů (např. zpracovávají hodnoty intenzity záření). Často se signály z jednotlivých kanálů pracuje ve frekvenční oblasti. Fúze na úrovni rysů na rozdíl od předchozího pohledu pracuje s obrazy scény jako s celky. Typickým příkladem může být zostření hran. Konvolucí obrazu z jednoho kanálu s prostorovým filtrem vybereme příslušné hrany, které se přidají do obrazu druhého kanálu, který je brán jako základní. Efektivita metody je dána volbou prostorového filtru a rysy konvolovaného obrazu.

Metody na úrovni pixelů lze rozdělit na:

- transformační metody (např. pomocí diskretní vlnkové transformace [5], pyramidové transformace [6]);
- barevné metody (např. metoda protějších barev [7], zpracování ve falešných barvách [8]);
- kombinace předešlých.

Zpracování pomocí metody protějších barev vychází z biologického modelu, kdy u některých druhů chřestýše je předpokládána MOF z oblastí LWIR a VIS, přičemž informace z oblasti LWIR ovlivňují VIS nelineárně. Podobně se nelineárně mapují dva kanály do dvou „protějších“ barev ve smyslu barevného trojúhelníku (červená proti zelené, modrá proti žluté). Zpracování ve falešných barvách odpovídá přiřazení jednotlivým kanálům spektra RGB. Při míchání třech kanálů bude jeden reprezentován ve škále R, druhý ve škále G a třetí v B. Při fúzi dvou kanálů je jeden reprezentován např. ve škále RG a druhý ve škále B.

Výhody obrazové fúze LWIR / VIS

Mimo společného zobrazení informací pocházejících z různých kanálů lze pomocí MOF získat i informace neobjevující se samostatně v žádném z kanálů [9]. Stanovení výhod MOF je silně spojeno s pozorovatelem, a proto byly provedeny řady subjektivních srovnávacích testů, kdy mírou jakosti byly použity termíny z oblasti Johnsonova kritéria, tedy odhalení, identifikace a situační povědomí [10].

Schopnost odhalení (tj. detekce, že v daném obraze se nachází potenciační cíl) se ukázala jako nejvíce závislá na zvolené metodě MOF [11]. Schopnost detekce při využití pouze dat z kanálu LWIR je velmi vysoká a tudíž jakýkoliv zásah do obrazu schopnost spíše potlačuje. Dále se ukázalo, že pro tuto schopnost je na rozdíl od ostatních schopností nejmenší rozdíl mezi achromatickým (šedá škála) a chromatickým zobrazením [8] ne-li větší ve prospěch achromatického zobrazení [12].

Schopnost identifikace (tj. zařazení daného objektu do konkrétní kategorie – např. identifikovat, že se jedná o automobil osobní) se prokázala mírně vyšší při použití MOF než při sledování obrazů pouze z jednotlivých kanálů (bez ohledu na použitou metodu) [7, 13]. Zde je patrný vliv velké rozlišovací schopnosti kanálu VIS.

Schopnost situačního povědomí (tj. správné odhadnutí vzdálenosti a směru k jednotlivým předmětům) se ukázala lepší při použití MOF než při analýze obrazů z jednotlivých spekter [6, 11].

Aplikace MOF v pásmech LWIR / VIS v přístrojích nočního vidění

Za nejnižší stupeň technického provedení MOF můžeme považovat dichoptickou fúzi, kdy je každému oku promítán obraz z jiné části elektromagnetického spektra a výsledná obrazová fúze probíhá v lidském mozku. Wolf [14] používá pro tuto fúzi termín falešná (na rozdíl od binokulární fúze, kterou zprostředkovávají dva dioptrické vjemy a která umožňuje prostorové vidění) a udává, že délka jejího trvání je omezena na podněty netrvající déle než 150 ms. Poté

mozek začíná upřednostňovat jeden z pozorovaných obrazů. Novější studie však ukazují, že falešná fúze může probíhat v lidském mozku několik vteřin i déle v závislosti na rozdílu prostorových frekvencí z jednotlivých kanálů [15]. Společnost General Starlight Company prodává více jak 5 let přístroje nočního vidění založených na falešné fúzi obrazu zprostředkovaného MKZJO / mikrobolometrem. V únoru 2009 uveřejnila nový typ svého systému DSQ-20M (viz obr. 1). Pro pohodlnější vnímání je nabízena verze v šedé škále (ONYX MKZJO a mikrobolometr) nebo ve falešných barvách (zelený fosfor a mikrobolometr zobrazující v R škále). Celý systém váží 900 g včetně odnímatelné 250 g bateriového boxu, který používá 4 baterie velikosti AA. Výdrž systému je zhruba 5 hodin při kontinuálním užívání.



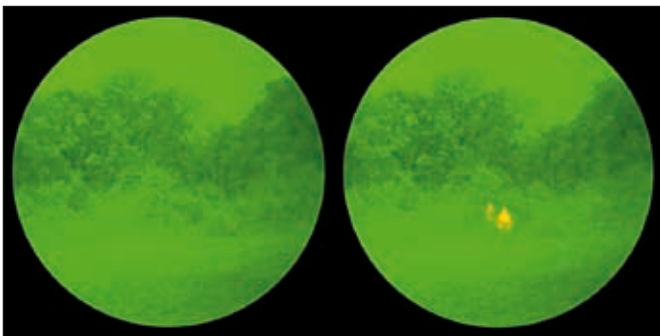
Obr. 1 DSQ - 20M - falešná fúze obrazů oblastí LWIR / VIS

Dichoptické vidění obrazů ve stejné barevné škále způsobuje únavu očí, a proto byl patentován společností Insight Technology systém kombinující výhodu přirozenosti dioptrického vidění a jednoduchosti dichoptické fúze [16]. Základem je binokulární noktovizor osazený dvěma MKZJO, v jehož jedné větvi je navíc detektor LWIR záření s laditelným výkonem. VIS obraz je v jedné větvi systému překrýván termovizním obrazem (pomocí optického směšovače/děliče) v závislosti na únavě očí a momentální aplikaci (při detekci je výkon LWIR nastaven na maximální hodnoty, pro zlepšení situačního povědomí je nastaven průměrný výkon a pro identifikaci výkon nízký). Systém respektuje i senzoricou oční dominanci lidského zraku (tj. upřednostňování jednoho oka v určitých situacích při binokulárním vidění, které je markantnější v případě dichoptické fúze). V případě, že optická fúze je zprostředkována právě do nedominantního oka, může dojít k zhoršenému porozumění pozorované scény. Volba zvětšení fúzní větve systému až o 10 % tento efekt potlačuje a snižuje únavu očí.

Monokulární přístroj nočního vidění AN / PSQ - 20 od firmy ITT používá k fúzi oblastí LWIR / VIS čistě optické metody, tj. překrytí obrazů (viz obr. 2 a obr. 3). AN / PSQ - 20 váží 900 g včetně odnímatelného bateriového boxu a vydrží 7, 5 hodinu při nepřetržitém fúzním provozu. Přístroj je určen pouze pro americké zákazníky. Jeho nevýhodou je pomalejší odezva LWIR kanálu vůči kanálu VIS, která při rychlejších pohybech opět způsobuje oční únavu. Další nevýhodou přímé optické fúze je složitější postup při potenciační výměně čoček pro změnu zorného pole. V takovém případě se musí opticky změnit zorná pole v obou větvích. Proto byly studovány nové opticko-digitální metody fúze pro aplikace v přístrojích nočního vidění [17], které při použití CCD prvku synchronizujícího rychlost obrazového toku z LWIR kanálu (digitální část fúze) s obrazovým tokem z kanálu VIS (optická část – zachovává vysoké rozlišení MKZJO) odstraňuje oba z výše uvedených problémů. Optická změna zorného pole v kanálu VIS je kompenzována digitální změnou zorného pole LWIR řídicí elektronikou CCD.



Obr. 2 Monokulár AN / PSQ - 20 - optická fúze LWIR / VIS



Obr. 3 AN / PSQ - 20 - srovnání čistě noktovizního kanálu (vlevo) a fúzovaných kanálů (vpravo), kde lze rozpoznat dvě zamaskované osoby

2. UWB radar Současný technologický pokrok

Bojové operace v zástavbě (tzv. operace typu MOUT - Military Operations on Urban Terrain) přestávají být pouze záležitostí speciálních jednotek, ale stávají se běžnou součástí bojového výcviku. Rodící se schopnost „vidět skrz zeď“ významně posouvá hranice těchto operací a přispívá k jejich úspěšnému provedení bez zbytečných ztrát na lidských životech. Nově tak lze určit správné místo a čas pro vnik do budovy, (např. pro osvobození rukojmích), lépe posoudit síly a výzbroj protivníka v budově, na dálku určit materiál či tloušťku stěn (pro přesné umělé vytvoření vstupu) nebo vytvořit náskres budovy.

V důsledku současného technologického pokroku se mezi technologie schopny „vidět skrz zeď“ dostává do popředí ultra širokopásmový radar (UWB – ultra-wideband). Vlastnosti UWB signálů byly objeveny už v 60. letech minulého století, kdy začaly být studovány pro vojenské účely [18]. Jedná se o elektromagnetické signály, jejichž šířka pásma je větší či rovna 25% velikosti centrální frekvence. Pro aplikace „vidět skrz zeď“ se centrální frekvence nacházejí v oblasti UKV (0,3 – 3 GHz), což implikuje šířku pásma B v řádech desetin až jednotek gigahertzů. Z Fourierovy transformace mezi frekvenční a časovou reprezentací signálu vyplývá, že časová délka UWB impulzu je v řádu jednotek až desetin nanosekund. A právě detekce takto krátkých impulzů znamenala v poslední době řadu pokroků, což umožnilo konstrukci UWB radaru pracujícího v UKV pásmu.

Vlastnosti UWB radaru

Hloubka průniku rádiové vlny δ do materiálu závisí na jeho elektromagnetických vlastnostech, tedy na relativní permeabilitě μ_r , a elektrické vodivosti σ . Pro úplně vodivé prostředí platí [19]

$$\sigma = \sqrt{\frac{2}{\omega \sigma \mu}}, \quad (6)$$

kde je kruhová frekvence signálu, $\mu = \mu_r \mu_0$ je permeabilita prostředí a $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m permeabilita vakua. Konkrétní hodnoty hloubky průniku pro hliník a měď udává tabulka 1. Vodivá prostředí (tedy i voda a člověk) jsou pro rádiové vlny prakticky neprůhledná.

Tabulka 1: Hloubka průniku elektromagnetických vln pro vodivá prostředí

Vodič	Vodivost σ [S/m]	Relativní permeabilita μ_r [H/m]	Hloubka průniku δ [μ m] dle frekvence záření		
			100 MHz	1 GHz	3 GHz
Hliník	$3,54 \times 10^7$	1,0	8,5	2,7	1,6
Měď	$5,8 \times 10^7$	1,0	6,4	2,0	1,2

Pro nevodivá prostředí lze vyslovit obecný závěr, že při klesající frekvenci roste hloubka průniku do materiálu [20]. Např. při průchodu rádiové vlny o frekvenci 20 GHz betonovým kvádrem je celkový útlum vlny 35 dB ve srovnání s útlumem 5 dB pro frekvenci 4 GHz skrz stejný kvádr. Zmíněné skutečnosti o frekvenčně závislé hloubce průniku a opačně frekvenčně závislé rozlišovací schopnosti systému (viz vztah (1)) dávají do protikladu schopnost „vidět skrz“ a „vidět dobře“ při použití klasického zobrazovacího systému (např. pro rádiové vlny dle vztahu (1) je rozlišovací schopnosti v řádu jednotek až stovek metrů).

V radarové technice je podélná rozlišovací schopnost dána minimálním časovým zpožděním Δt odezev od dvou blízkých cílů. Systém bude vnímat odezvy ještě odděleně, pokud budou rozděleny o τ . Rozlišovací schopnost radaru ΔR je dána

$$\Delta R = \frac{v\tau}{2}, \quad (5)$$

kde v je rychlost rádiové vlny v daném prostředí. Např. pro $\tau = 0,1$ ns dostáváme ve vakuu $\Delta R = 1,5$ cm. Ve spojení s vysokou hloubkou průniku lze UWB radar ve spektru UKV vln považovat za ideální systém pro schopnost „vidět skrz“.

Srovnání parametrů UWB radaru a ostatních technologií schopných „vidět skrz zeď“ podává tabulka 2. Až na termovizní systémy, které se jeví jako nevhodné kvůli dlouhé reakční době stěn na šířící se teplo, jsou veškeré tyto technologie aktivní, tj. snímají vysílané záření odražené od objektů. Mezi další výhody UWB radaru patří jeho frekvenčně rozprostřená energie, která ho připodobňuje k bílému šumu a snižuje jeho odhalení z důvodu nízké spektrální hustoty.

Při určování přesného směru cíle čili rozlišení v úhlu využíváme směrových vlastností radarové antény. Obecně platí, že rozlišovací schopnost roste s velikostí antény [21]. UWB radary se syntetickou aperturou (SAR) simulují velkou anténu vlastním pohybem vůči cíli. Přijatá data se pomocí speciálních algoritmů zpracovávají a výsledkem je zvýšení rozlišovací schopnosti v úhlu. Technologie UWB se syntetickou aperturou se v současné době jeví jako nejperspektivnější pro aplikace „vidět skrz zeď“.

UWB radar pro ruční použití

Pomocí UWB radaru lze určit pohybující se objekty za zdí, jejich směr vůči pozorovateli i jejich vzdálenost od radaru. Také lze získat data o umístění statických objektů v místnosti, o rozměrech místnosti a materiálu stěn. Důležitá je metoda zobrazení získaných dat, která by měla být pro uživatele dostatečně srozumitelná. Také způsob měření, vzdálenost od stěny budovy, zorné pole

Tabulka 2: Srovnání technologií „vidící skrz zed“

Parametr	Ultrazvuk	Radary	Rentgen	UWB	Termovize
Rozlišení	Dobré	Průměrné	Dobré	Dobré	Dobré
Vidění skrz déšť, mlhu	Dobré	Dobré	Nízké	Dobré	Průměrné
Průnik zdí	Průměrný	Dobry	Dobry	Dobry	Nízký
Průnik do půdy	Dobry	Dobry	Nízký	Dobry	-
Zdravotní nezávadnost	Dobrá	Průměrná	Nízká	Dobrá	Dobrá

a v neposlední řadě i ergonomie systému hrají roli při porovnávání produktů. Tabulka 3 podává srovnání UWB radarů určených pro ruční vojenské použití.

Izraelský produkt XAVER - 400 (představen v dubnu roku 2008 – viz obr. 4) zobrazuje současně detekci statických i pohyblivých se objektů a podává informace o rozměrech místnosti. Firma CAMERO má s taktickým nasazením těchto produktů mnohaleté zkušenosti (starší rozměrnější verze XAVER - 800 byla nasazena v IRÁKU), a proto XAVER - 400 disponuje i doplňkovými taktickými schopnostmi jako sdílení obrazu pomocí bezdrátově spojeného displeje na vzdálenost až 100 m nebo nastavení brány hloubky průniku na 4, 8 nebo 20 metrů.

Odlišnou montáží detekce disponuje produkt Urban Eyes, který má oddělenou vysílací a přijímací anténu, což zvyšuje úhlové rozlišení UWB radaru, ale zároveň prodlužuje dobu instalace při ručním použití (viz obr. 5). Signál je bezdrátově zpracováván v externím modulu s barevným displejem s obnovovací frekvencí 30 Hz. Systém je primárně určen pro záchranné aplikace (funkce detekce dechu), o čemž svědčí jeho úspěšné nasazení po útoku na WTC (11. 9. 2001) a hurikánu Katrina (29. 8. 2005). Urban Eyes je používán i na malých bezosádkových pozemních vozidlech UGV.

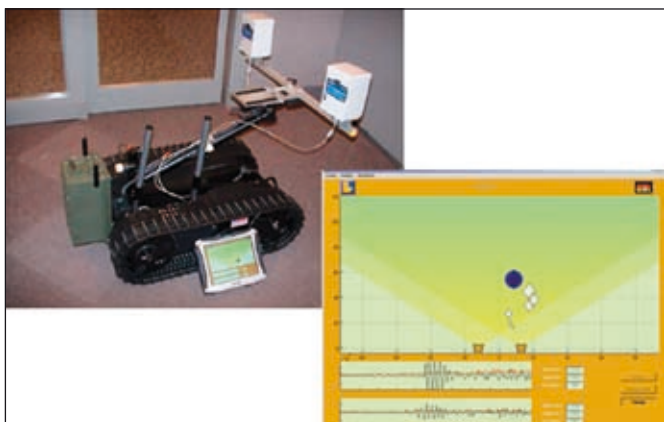
Britský systém PRISM - 200 lze jako jediný obsluhovat a ovládat jednou rukou, což umožňuje současné držení zbraně. Čínský systém RAPTOR se chlubí schopností rozlišit zvíře od člověka či detekovat dech skrz 50 cm cihlovou stěnu na vzdálenost 3 m. Porozumění zobrazených dat systémem RAPTOR však vyžaduje náročnější průpravu.



Obr. 4 UWB radar XAVER - 400

Tabulka 3: Systémy využívající technologie UWB pro pozorování skrz zed

Společnost / vedoucí projektu	Jméno produktu / centrální frekvence	Šířka pásma / rozlišení	Dosah / apertura	Výdrž produktu	Způsob zobrazení pohybu	Rozměry / hmotnost
Time Domain / L. Fullerton	RadarVision / 3, 85 GHz	3, 5 GHz / 5 cm	10 m / 60° x 45°	- / -	-	- / -
Camero / D. Gazelle	XAVER - 400 / 6,5 GHz	7 GHz / 1 m (ve vzdálenosti 20 m)	20 m / 80° x 80°	2, 5 / 4 hodiny (akumulátor / primární)	2D, 1, 5D (časová historie)	37 x 22,5 x 12 cm / 2,95 kg (s baterií)
LLNL / Mc Ewan	Urban Eyes / 2,56 GHz	1 GHz / 15 cm	- / 50 m	4 hodiny	2D	- / 1, 8 kg
Cambridge Consultant / -	PRISM 200 / 1,95 GHz	0, 5 GHz / 30 cm	20 m / 120° x 90°	3 - 5 hodin	2D a 3D	30 x 45 x 21 cm / 5, 7 kg (s baterií)
MAI / I. Immoreev	- / 1 GHz	0, 8 GHz / 50 cm	3 m / -	-	-	-
Eureka Aero. / . Tatoian	ImpSAR / 2 GHz	3, 5 GHz / 5 cm	100 m / -	-	3D	-
Yiwu Tianying Optical Instr. / -	RAPTOR / -	/ 10 cm – 1 m	16 m / 120° x 90°	2 hodiny	2D	55 x 37 x 18 cm / 5, 5 kg



Obr. 5 Urban Eyes instalovaný na UGV (v pravo) a jeho obrazový výstup (v levo)



Obr. 6 Zobrazení systémem ImpSAR skrz armovanou betonovou stěnu

Téměř dokončený vývoj technologie UWB radaru se syntetickou aperturou představila americká společnost Eureka Aerospace pod názvem ImpSAR. Úspěšně provedla testy schopny rozlišit i vojenské zbraně (viz obr. 6). Umístění senzoru na pohybující se platformě, která je nutnou podmínkou pro úspěšnost metody SAR, je kompenzována možností skenovat vnitřek budovy až ze vzdálenosti 100m od zdi.

Americká organizace DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) vyvinula detektor pohybu za zdí, tzv. Radar Scope, který nemá displej, ale pouze indikátory pohybu. Na bázi technologie UWB lze tak získat levný detektor pohybu za zdí s hmotností pod jeden kilogram. (Cena Radar Scope je pod 1000 \$, což ve srovnání např. s cenou produktu „XAVAR - 200“ (20 000 – 30 000 \$) nebo RAPTOR (150 000 \$) představuje radikální úspory.) V neposlední řadě je úspěšným řešitelem technologie UWB i česká společnost Retia, která v nedávné době v rámci výzkumného projektu FT-TA2/030 dokončila vývoj produktu RetWis. Systém vážící 5 kg umožňuje detekci pohybující se osob za zdí do 20m, umožňuje při měření odstup od stěny až 10 m a detekuje i lidský dech.

3. ZÁVĚR

Využití obrazové fúze v oblastech LWIR / VIS a zobrazení pomocí UWB radaru se prokazuje jako stále potřebnější pro současné asymetrické bojiště. V civilní oblasti nachází UWB radar široké uplatnění při záchranných operacích, UWB signály se obecně jeví jako vysokokapacitní technologie pro komunikaci budoucnosti a fúze v oblastech LWIR / VIS je připisována možná role hlavního vozidlového senzoru zajišťující bezpečnost chodců. V budoucnosti není překážky pro vytvoření kompaktního systému zahrnujícího obě technologie.

Literatura

- [1] Chlup, F.: Detektory infračerveného záření používané v optoelektronických přístrojích sesednutých jednotek armád NATO, JMO 4/2007, ročník 52, 125 - 131, 2007.
- [2] Waynant, R. W., Ediger, M. N.: Electro-Optics Handbook (2nd Edition), McGraw-Hill, 2000.
- [3] Van de Hulst, H. C., Light scattering by small particles, John Wiley and Sons, Inc., New York, N. Y., 1957.
- [4] Gilbertson, D. K.: Study of tactical army aircraft landing systems (TAALS), Technical Report ECOM-03367-4, AD-477-727, Defense Documentation Center, Alexandria, Va., 1966.
- [5] Singh, S. et al.: Infrared and visible image fusion for face recognition, Proceeding of SPIE Vol. 5404, 585 - 596, 2004.
- [6] Toet A., Franken M.: Perceptual evaluation of different image fusion schemes, Displays 24, 25 - 37, 2003.
- [7] Waxman, A. M. et al.: Opponent-color fusion of multi-sensor imagery: visible, IR and SAR, Proceeding of IRIS Passive Sensor, Vol. 1, 43 - 61, 1998
- [8] McCarley, J. S., Krebs, W. K.: Visibility of road hazards in thermal, visible and sensor-fused night-time imagery, Applied Ergonomics, 31, 525 - 530, 2000.
- [9] Sinai, M. J. et al.: Psychophysical comparison of single and dual-band fused imagery, Proceedings of the SPIE-Synthetic Advanced Vision, 3691, 1 - 8, 1991.
- [10] Chlup, V.: Odhalení rozpoznání, identifikace, JMO 4/2007, ročník 52, 118 - 123, 2007.
- [11] Krebs, W. K. et al.: An evaluation of a sensor fusion system to improve drivers' nighttime detection of road hazards, Proceeding of the 43rd Annual Meeting Human Factors and Ergonomics Society, 43, 1333 - 1337, 1999.
- [12] Krebs, W. K., Sinai, M. J.: Psychophysical Assessments of Image-Sensor Fused Imagery, Human Factors 44 (2), 257 - 271, 2002.
- [13] Steele, P. M., Perconti, P.: Part task investigation of multispectral image fusion using gray scale and synthetic color night vision sensor imagery for helicopter pilotage, Proceeding SPIE Vol. 3062, 88 - 100, Targets and Backgrounds: Characterization and Representation III, Wendell, R. Watkins, Dieter Clement, Eds., 1992.
- [14] Wolf, J. M.: Influence of spatial frequency, luminance, and duration on binocular rivalry and abnormal fusion of briefly presented dichoptic stimuli, Perception 12:447, 1983.
- [15] Liu, L., Tyler, C. W., Schor, C., a Lunn, R.: Dichoptic plaids: Norivalry for lower contrast orthogonal gratings. ARVO Abstracts. Invest Ophthalmol Vis Sci (Suppl): 526, 1990.
- [16] Schartz, I. I. et al.: United States Patent 7 158 296 B1 – Vision system with eye dominance forced to fusion channel, 2007.
- [17] Volfson, L.: Visible, Night Vision and IR Sensor Fusion, 9th International Conference on Information Fusion 10 - 13 July 2006.
- [18] Skolnik, Merrill I.: Fifty Years of Radar, Proceeding of the IEE, vol. 73, 184 - 204, 1985.
- [19] Gauthier, S., Chamma, W.: Throuh-The-Wall Surveillance, Technical memorandum, Defence R&D Canada – Ottawa, 2002.
- [20] Currie, N. C., Ferris, D.D. et al: New Law Enforcement Applications Of Millimeter Wave Radar, SPIE Vol. 3066, 2 - 10, 1997.
- [21] Bezoušek, P., Šedivý, P.: Radarová technika, ČVUT, 2007.

Internetové adresy firem a institucí uvedených v článku
 Cambridge Consultants - www.cambridgeconsultants.com
 Camero-Tech - www.camero-tech.com
 Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) - www.darpa.mil
 Eureka Aerospace - www.eurekaaerospace.com
 General Starlight Company - www.electrooptic.com
 ITT - www.defense.itt.com
 Lawrence Livermore National Lab. (LLNL) - www.eng.llnl.gov
 Moscow Aviation Institut (MAI) - www.mai.ru
 PHOTONIS - www.photonis.com/nightvision
 Retia - www.retia.eu
 Time Domain - www.timedomain.com
 Yiwu Tianying Optical Instr. - www.nightvisioncn.com

Komunikační systém malé jednotky v operacích NATO - příspěvek k problematice kompletu velení a řízení čety

Být stále na příjmu je dnes s ohledem na mobilní technologie takřka samozřejmostí. Případné výpadky mobilních sítí mnohé lidi znervózňují, což jen podtrhuje skutečnost, s jakou samozřejmostí se oddáváme této závislosti na sítích, respektive na jejich infrastruktuře. Za posledních dvacet let se v komunikaci mezi lidmi změnilo mnohé a podobně je to i v případě spojení u malých jednotek. Přesto nemá dnešní komunikační architektura čet s komerčními mobilními sítěmi mnoho společného. Nicméně podobně jako je tomu v civilní sféře, tak i zde musí být její součástí každý voják. Jde jen o to jak a jakým způsobem. Následující článek je věnován problematice komunikace malých jednotek ve výhledu do roku 2050, a to především s ohledem na nasazení malých jednotek v mezinárodních operacích států NATO.

Rádiová stanice / radiostanice je dnes stejně samozřejmou součástí výbavy vojáka – jednotlivce jako byla v minulosti jeho čepice či přilbice. Na rozdíl od těchto pokrývek hlavy, které měly i jasný identifikační a komunikační aspekt, umožňuje vojákovi komunikovat i bez přímé viditelnosti a ve špatných vizuálních podmínkách (vzpomeňme, jak se nám zdají ve tmě či mlze předměty jiné). Využití rádiové části elektromagnetického spektra totiž umožňuje „zhmotnit“ prostor mezi jednotlivými vojáky, následkem čehož je možno na větší plochu umístit menší množství vojáků. Ačkoliv se nevidí, jsou mezi sebou spojeni a vytvářejí tak jedno „tělo“ / malou jednotku, která svěřený prostor ovládá.

Jaké vlastnosti či jakou podobu by měla mít radiostanice každého z těchto vojáků? Do jaké míry má využívat fixní sítě či komunikační satelity? Vystačí malá jednotka s jedním typem nebo je nutné diverzifikovat a mít více typů? Toto jsou otázky, které doplňují tradiční otázky jako je použité frekvenční pásmo, způsob modulace, výkon, komunikační (COMSEC) či přenosové (TRANSEC) zabezpečení. Na celý tento balík otázek je třeba odpovědět komplexně. Příkladem takové odpovědi může být nový americký komunikační systém JTRS (Joint Tactical Radio System), jež je nyní zaváděn napříč ozbrojenými silami USA, kde bude používán minimálně až do roku 2050. Tento systém můžeme brát i jako dobrý příklad toho, co budou muset naše malé jednotky v zahraničních misích NATO akceptovat nebo čemu se budou muset přizpůsobit.

TRADIČNÍ „NÁRODNÍ“ SPOJENÍ

Ještě před rozbořením projektu JTRS se vrátíme k tradičnímu typu vojenské rádiové komunikace – spojení na krátkých vlnách (KV) v pásmu 1,6 – 29,9 MHz a k taktické rádiové komunikaci na velmi krátkých vlnách (VKV) v rozsahu 30 – 88 MHz. Obě tato pásma (KV / VKV) byla v uplynulých šedesáti letech hlavní páteří vojenské komunikace. Již ve II. světové válce byla používána taktická komunikace v pásmu KV, a to jak v letadlech, na bojových vozidlech, tak i u sesednutých jednotek. První skutečnou rádiovou stanicí malé jednotky / čety se stal americký typ SCR-536 přezdívaný „Handie – Talkie“. Toto „utržené sluchátko“ se stalo velmi populární a bylo ho vyrobeno více jak 130 000 ks. Radiostanice SCR-536 o hmotnosti 2,3 kg pracovala v pásmu KV (3,5 – 6 MHz) s amplitudovou modulací (AM). Její výkon 0,36 W umožňoval spojení až na vzdálenost 1,8 km.

Po válce byl typ SRC-536 inovován, čímž vznikla stanice AN/PRC-6, která se ve výzbroji malých jednotek USA udržela až do roku 1972. Stanice AN/PRC-6 již používala pásmo VKV v rozsahu 47 – 55,4 MHz a s frekvenční modulací (FM). I přes



Obr. 1 – ruční rádiová stanice SCR-536 „Handie – Talkie“

nižší výkon (0,25 W) zůstal dosah stejný. Tyto americké „sluchátkové“ konstrukce inspirovaly i Francouze, kteří přišli s vlastní stanicí tohoto provedení – TR-PP-116. Ta měla výkon až 0,5W a v ideálním případě dosah až 6 km. Licenčně ji vyráběli Portugalci a zavedly ji i Italové.

Mimo tyto ruční stanice byly samozřejmě používány i přenosné stanice (tzv. Manpack provedení). Tyto typy byly k dispozici nejčastěji až na úrovni rot nebo ve vozidlech. K přelomu došlo v roce 1962, kdy se ve výzbroji amerických čet objevila přenosná stanice

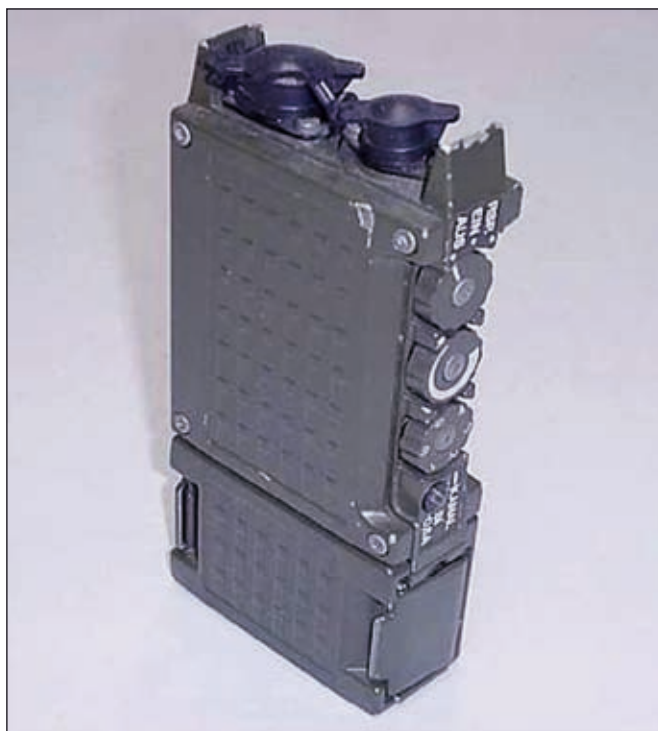
AN/PRC-25. Jednalo se o VKV FM rádiovou stanicí, pracující v rozsahu 30 – 75,95 MHz s kanálem o šířce 50 kHz. Tato stanice se stala velmi populární a byla zavedena do výzbroje 40-ti států. Opět vzniklo celkem přes 130 000 ks a USA tuto stanicí používali jako nosný typ ve vietnamské válce. Stanice AN/PRC-25 („Prick 25“) byla první přenosnou taktickou rádiovou stanicí a z čtveřice postupně vytlačila podstatně méně výkonnější „sluchátkový“ typ AN/PRC-6. Zatímco tuto starší stanicí dále nosil a obsluhoval přímo velitel čety, tak stanice AN/PRC-25 umožnila na úrovni čety vznik nové funkce – tzv. RATELO (Radio / Telephone Operator).

Tímto byla v polovině 60-tých let 20. století koncepčně vyřešena problematika spojení na úrovni čety ozbrojených sil USA. Základní stanicí se staly přenosné AN/PRC-25, doplněné ručními velitelskými stanicemi AN/PRC-6. Tento koncept přejala většina armád NATO. Oba typy pracovaly v pásmu VKV FM. Ve vietnamské válce se začal zvětšovat i prostor zodpovědnosti malých jednotek. Jednotlivé části čety na sebe často přestali vidět, což vedlo (zejména ve vietnamské džungli) k nebezpečným situacím. Do éteru bylo nutno zapojit i jednotlivá družstva. Tak se zrodil tzv. Squad Radio Set, neboli rádiový přijímač AN/PRR-9. Ten si velitelé montovali přímo na přilbu a získali tak možnost poslouchat nejen rozkazy, ale i komunikaci svého velitele čety. Tento poměrně jednoduchý přijímač byl následně doplněn podobně jednoduchým vysílačem AN/PRT-4. Ten se sice musel spokojit s výkonem jen 0,2 W a s frekvenčním rozsahem 47 – 57 MHz, ale přesto byl velkým pokrokem – od této chvíle mělo svoji rádiovou stanicí každé družstvo.

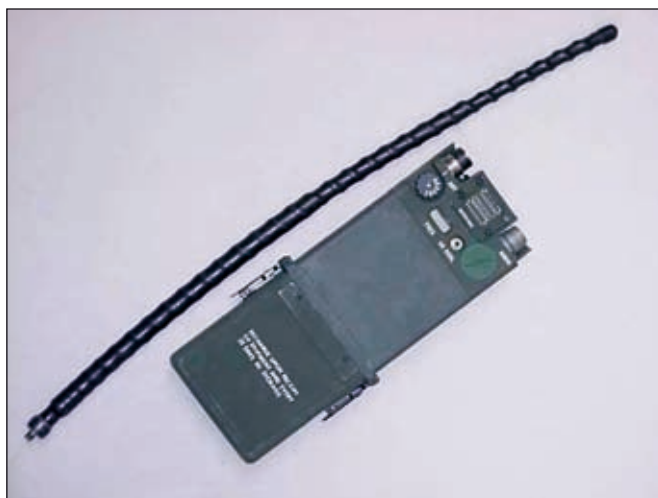
Americká koncepce odděleného přijímače a vysílače však nepředstavovala nijak pohodlné řešení. Podobně jako v případě podstatně rozšířenějších „sluchátkových“ typů šlo o specifický americký pohled na věc. Další inspiraci do celého procesu vložili Němci, kteří byli ve II. světové válce rovněž rádiovou velmocí. Německá armáda dávala dlouhodobě přednost vozidlovým typům, ale na počátku 70-tých let se do výzbroje Bundeswehru prosadila ruční rádiová stanice dnešního formátu – tzv. Handheld. Ruční rádiová stanice SEM 52 z roku 1970 měla výkon 0,3 W, umožňovala použít 6 kanálů, z nichž každý měl šířku 25 kHz. Frekvenční rozsah byl 47 – 57 MHz. Zajímavostí byla také skutečnost, že stanice byla napájena články komerčního rozměru AA, tedy tužkovými bateriemi. Moderní ruční rádiová stanice byla na světě.

Američané se dále věnovali rozvoji přenosných rádiových stanic čety. Již od roku 1968 měli výrazně zdokonalený typ stanice AN/PRC-25, označený jako AN/PRC-77. Ten již měl vestavěnou utajovač řeči (tzv. COMSEC). Výkon této stanice byl 1,5 – 2 W a celková hmotnost 8 kg – v její konstrukci již nebyly žádné elektronky, ale místo nich byly použity tranzistory. I tato stanice byla hojně exportována a stala se také základní taktickou stanicí např. armád Austrálie, Finska, Kanady, Norska, Rakouska a Švédska. Roku 1976 ji doplnila nová ruční rádiová stanice AN/PRC-68, konstruovaná obdobně jako zmíněný německý typ. Původní verze AN/PRC-68 měla výkon 1 W, frekvenční rozsah 30 – 80 MHz (VKV FM), opět kanál o šířce 50 kHz a hmotnost 1,3 kg. V roce 1984 byl dán do výroby zdokonalený typ AN/PRC-68B s výkonem až 2 W. To však již probíhala sériová výroba přelomového přenosného typu – stanice AN/PRC-119 systému SINCGARS (Single Channel Ground & Airborne Radio).

Schopnost čety i družstev komunikovat mezi sebou přinesla i možnost lepší koordinace jejich činnosti s podpůrnými prvky, ke kterým v rámci NATO patří tradičně zejména letectvo. Navíc se takřka současně objevily i bitevní vrtulníky (AH-1 a AH-64) a nová bitevní letadla (A-10 Thunderbolt II), která byla schopná tuto účinnou palebnou podporu malým jednotkám poskytnout. Bylo tedy rozhodnuto zavést nový komunikační systém, který by v pásmu VKV FM popojil všechny tyto prvky na bojišti – tedy sesednuté jednotky, tanky a bojová vozidla, vrtulníky i letadla. Takto měl vzniknout „jediný kanál“ systému SINCGARS. Roku 1983 byl k dispozici první prototyp přenosné rádiové stanice a od roku 1987 byla zahájena jeho sériová výroba. První sériové provedení typu AN/PRC-119 (RT-1439) nemělo integrován žádný COMSEC, ale



Obr. 2 – ruční rádiová stanice Sem 52 (Německo)



Obr. 3 – ruční rádiová stanice AN/PRC-68B (USA)

uvnitř stanice byla důležitější novinka – tzv. TRANSEC (Transmission Security) v podobě skokového přenosu. Nová stanice byla zkrátka schopna 100x za sekundu změnit kanál, ve kterém vysílala či přijímala. Toto sice vedlo k nutnosti vytvořit nový celý systém řízení taktické rádiové komunikace – tedy přidělování sítí, jejich škálování a distribuci nastavení až k poslední stanici. Nicméně to výrazně přispělo nejen k utajení komunikace, ale i k podstatnému snížení možnosti její detekce, rušení a odposlouchávání. Takto definované sítě navíc umožnili vytvořit celoarmádní komunikační systém, ve kterém měla každá stanice své místo a tedy i označení. To byl významný krok k tzv. Combat Net Radio (CNR), jež později umožnilo použití taktického Internetu, tedy obdobné sítě jakou známe z civilního života. I když ta armádní je zatím stále o mnoho pomalejší. Ostatně technologie komerčního Internetu čerpá z armádní sítě ARPAnet, která sloužila od roku 1971 jako vývojová platforma pro protokol TCP/IP – hlavní technologii obou Internetů.

S nástupem nového modelu stanice AN/PRC-119 (RT-1702) v roce 1989 bylo již možno začít sítě CNR vytvářet. Každá tato stanice již měla integrován i COMSEC modul, který umožňoval přenášet

hlas i data až do stupně „Přísně tajně“. K dalšímu vylepšení této stanice došlo v roce 1996, kdy do ní začaly být integrovány přijímače družicového navigačního systému GPS. Současně byly zcela běžné s těmito stanicemi používány datové modemy specifikace IDM (Improved data Modem), které díky specifikaci MIL-STD-188-220 umožnily vytvářet sítě taktického Internetu s IP směrováním.

Evoluční skok následoval v roce 1998. Od té doby jsou stanice AN/PRC-119 poloviční a jejich hmotnost klesla ještě více – na 3,8 kg (z původních 8 kg). To již bylo vyrobeno (do roku 1998) přes 135 000 stanic původního rozměru. Stanice AN/PRC-119 se tak stala typem, který malým jednotkám umožnil vytvoření skutečné komunikační sítě. Ostatně standardní taktickou rádiovou stanicí zůstal typ AN/PRC-119 dosud a i její „zmenšené“ verze bylo od roku 1998 dosud vyrobeno přes 130 000 ks.

Podobně dynamický byl i vývoj v oblasti ručních rádiových stanic, kde až do roku 2000 kraloval typ AN/PRC-68, průběžně měněný a zdokonalovaný. Na rozdíl od přenosného typu AN/PRC-119 se však tato řada stanic vydala poněkud jiným směrem. V roce 1991 byl zaveden podstatně zdokonalený typ AN/PRC-128, který mimo tradiční VKV FM pásma v rozsahu 30 – 88 MHz (ale bez formy SINGARS) umožňoval i komunikaci v pásmu 130 – 174 MHz. Mimo taktickou rádiovou komunikaci v pásmu VKV FM tak podporoval i spojení uvnitř samotného družstva, kde se u dalších vojáků (zejména velitelů jednotlivých týmů) objevili i civilní ruční rádiové stanice. Občanský sektor v USA používá právě pásmo 130 – 174 MHz. Speciální vojenské stanice (Cougarnet, MSHR) se pro toto pásmo objevily až na samém konci 80-tých let 20. století. Devadesátá léta 20. století tak přivedla komunikaci ještě níže – až k bojovým týmům. K dalšímu zdokonalení těchto ručních rádiových stanic došlo v roce 1994, kdy byl v rámci programu Scope Shield II vzdušných sil USA vyvinut typ AN/PRC-139 (ten již měl implementovanou schopnost SINGARS). Tato stanice, která se ovšem příliš nerozšířila, přidala třetí frekvenční pásmo, a to 403 až 470 MHz. Mimo taktickou VKV FM komunikaci a spojení v rámci týmů umožnila i spojení s letectvem v pásmu UKV.

Dynamický rozvoj ručních rádiových stanic, umocněný zaváděním procesorů a vývojem tzv. softwarově řízených stanic SDR (Software Defined Radio) vedl k zajímavému paradoxu – těžší přenosné rádiové stanice řady AN/PRC-119 toho začaly umět méně, než podstatně lehčí typy vzešlé z řady AN/PRC-68. Celá situace eskalovala v roce 2000, kdy byl zaveden opravdu revoluční typ AN/PRC-148 MBITR (Multiband Inter/Intra Team Radio). Tato ruční rádiová stanice měla stejný výkon (5 W) jako nejmodernější verze AN/PRC-119. Disponovala také stejným COMSEC i TRANSEC zabezpečením, ale navíc byla schopna pracovat v rozsahu 30 – 512 MHz oproti stále stejnému rozsahu 30 – 88 MHz u typu AN/PRC-119, a to vše pouze při hmotnosti necelého kilogramu. Zdálo se, že tradiční VKV FM komunikační koncept dosáhl svého vrcholu.

NOVĚ DEFINOVANÁ ALIANČNÍ KOMUNIKACE

Spojení v pásmu KV jsme opustili takřka v jeho samotných počátcích – během II. světové války. Přesto tento způsob komunikace zůstal až dosud hlavním operačním spojením na bojišti. Podobně jako taktická rádiová komunikace VKV FM je i spojení v pásmu KV budováno nejčastěji na národním principu. Důvodem je skutečnost, že přestože jsme v rámci NATO všichni spojenci, tak národní zájmy jednotlivých států nemusí být shodné. Je tedy žádoucí, aby operační KV a taktické VKV stanice byly pod národní kontrolou – jde o TRANSEC a zejména o tzv. COMSEC. Přesto je nutno v rámci aliance nalézt komunikační platformu, která by se stala pojítkem mezi jednotlivými armádami a měla přitom dostatečné zabezpečení. Zde opět sehrály vůdčí roli USA, které ostatní státy přesvědčily k použití jejich národního COMSEC řešení, jež je známo také jako US Type 1. To je sice používáno i v rámci systému SINGARS, ale na alianční úrovni se nasazuje především v pásmu UKV pro spojení s letectvem a pro satelitní komunikaci (UKV SATCOM). A právě taktická satelitní komunikace je důvodem, proč USA poněkud zapomněli na KV spojení.

Hlavním viníkem tohoto „pozapomnění“ byl pokrok v kosmických technologiích, který umožnil vynést na oběžnou dráhu komunikační družice. Ty byly následně schopny z kteréhokoli místa na světě zajistit spojení nejen s USA, ale i s ostatními po světě rozptýlenými jednotkami. Jelikož byly Spojené státy lídrem této technologie, tak u nich použití KV spojení dostalo nižší prioritu. Na tomto místě je třeba zdůraznit, že nastavení komunikace pomocí odrazu od ionosféry, které se používá právě v oblasti KV, není příliš jednoduchou záležitostí a vyžaduje dobře připravené spojovací specialisty. Na rozdíl od poměrně jednoduchého nasazení terminálů pro UKV SATCOM jde takřka o alchymii.

První přenosné rádiové stanice pro satelitní spojení se objevily v roce 1977. Šlo o stanice AN/PSC-1, určené pro experimentální komunikaci v rámci námořní satelitní sítě Marisat, pokrývající severní část Atlantského oceánu. Záměr se podařil a od roku 1981 jsou k jednotkám zaváděny vylepšené terminály AN/PSC-3, které pracují v nové satelitní síti FLTSATCOM (Fleet Satellite Communications System), která má již díky svým 11-ti satelitům celosvětové pokrytí. Od roku 1984 jsou k dispozici zcela nové terminály AN/LST-5, které i svým vzhledem a způsobem použití odpovídají přenosným taktickým rádiovým stanicím. Do roku 1994 bylo vyrobeno přes 6 000 ks stanic řady LST-5 různých verzí. Používaly je především speciální jednotky, ale i řadové jednotky námořní pěchoty, operující za horizontem svých základů. U těchto jednotek byly tyto terminály k dispozici nejčastěji na úrovni praporu. Podobně začaly tyto terminály využívat i zpravodajci US Army. Několik stanic bylo dáno k dispozici i největším spojencům USA v rámci NATO. Komunikace probíhala v rozsahu 225 – 400 MHz na kanálech o šířce 25 kHz nebo 5 kHz. Utajovače (COMSEC US Type 1) byly většinou externí, a to nejčastěji typu KY-57 VINSON.

Pásmo UKV se nepoužívá jen pro satelitní spojení, ale i pro komunikaci země – vzduch, tedy pro spojení pozemních jednotek s letectvem. Tato komunikace je pro alianční spojení v NATO klíčová, neboť letectvo je v ní chápáno jako hlavní podpora pozemních sil, a tedy i malých jednotek. Podobně jako si vyžádala utajené spojení taktická a satelitní komunikace, tak byla prioritně zavedena i ve vzdušných silách. I zde je použit skokový přenos (TRANSEC) a utajovače dle US Type 1 (COMSEC). Celý tento soubor opatření nese název Have Quick. První verze tohoto systému se objevily v roce 1988, a to ve formě přenosné rádiové stanice AN/PRC-113. Ta byla schopna přijímat a vysílat jak na leteckých frekvencích pásma VKV (108 – 136 MHz), tak v pásmu UKV (225 – 400 MHz). Vždy byla používána modulace AM.

K dalšímu zdokonalení satelitní komunikace v pásmu UKV došlo v roce 1993, kdy byla vypuštěna první družice nového satelitního komunikačního systému UFO (Ultra High Frequency Follow-On), který je používán dosud. Jednoznačným přínosem satelitů UFO byla technologie DAMA (Demand Assign Multiple Access), s jejíž pomocí může jediný satelitní kanál sdílet až 12 uživatelů. Tato možnost jednoznačně podpořila rozšíření UKV SATCOMu v malých jednotkách. Nejprve toho využilo vojskové zpravodajství, které do této sítě zapojilo průzkumné jednotky. Oproti tradičně průzkumníky používanému KV spojení, umožňovaly satelity UFO podstatně rychlejší datové přenosy. Nové satelity a technologie DAMA si vyžádaly i nové typy rádiových stanic. První stanicí s implementovaným DAMA modem byla AN/PSC-5, známá také jako EMUT (Enhanced Manpack UHF Terminal). Architektura této stanice navazovala na zmíněný typ AN/PRC-113, určený pro spojení s letectvem. Jelikož byla do stanice AN/PSC-5 implementována i vlnová forma Have Quick, tak ji lze označit za první multifrekvenční přenosnou rádiovou stanicí, umožňující satelitní komunikaci i spojení s letectvem. Později byla tato stanice ještě zdokonalena a typ AN/PSC-5D pokrýval kompletně rozsah 30 – 512 MHz, a to včetně vlnové formy SINGARS. Tuto verzi používají průzkumné jednotky dosud a její náhrada je plánována až v roce 2014 v souvislosti s nahrazením satelitů UFO připravovaným typem MUOS (Mobile User Objective System).

Symbióza taktické rádiové komunikace v rozsahu 30 – 512 MHz byla dokonána v podobě přenosné rádiové stanice AN/PRC-117 a zejména v ruční rádiové stanici AN/PRC-148. První typ s výkonem 20 W byl určen pro specialisty RATELO, druhý / ruční pro jednotlivé velitele čet a družstev. Nástup multifrekvenčních rádiových radiostanic, umožňujících nejen satelitní spojení a komunikaci ve vzdušnými silami, ale i taktickou komunikaci v pásmu VKV FM vedl ke komplexnímu přehodnocení komunikační architektury a strategie malých jednotek.

MODERNÍ KOMUNIKAČNÍ KONCEPT USMC

První desetiletí 21. století tak přineslo zcela nový komunikační koncept, založený na komplexním využití pásma 30 – 512 MHz, respektive 1,6 – 512 MHz, malými jednotkami. Průkopníkem této změny se staly jednotky americké námořní pěchoty (USMC – United Marine Corps), které od roku 2000 používají nové komunikační schéma, kde již nehrají prim stanice řady AN/PRC-119. Ty byly postupně nahrazeny jak ručními AN/PRC-148, tak přenosnými AN/PRC-117. Pro zabezpečení KV spojení jsou ještě doplněny typem AN/PRC-150(C), který je na první pohled k nerozeznání od typu AN/PRC-117F. I přes shodný vzhled a výrobce to však jsou zcela rozdílné stanice. Tyto tři typy ještě doplňuje velmi malá osobní UKV rádiová stanice programu IISR (Integrated Intra Squad Radio). Od roku 2002 byl pro tento účel používán typ AN/PRC-343, nyní nahrazovaný typem AN/PRC-153.

Komunikační systém malé jednotky / čtyř USMC je tedy následující:

- uvnitř bojového týmu a družstva probíhá komunikace v pásmu UKV pomocí rádiových stanic AN/PRC-343. Tyto stanice umožňují hlasové i datové spojení na vzdálenost do 500 m mezi jednotlivými příslušníky malé jednotky. Volit lze celkem z 256 kanálů, jež mohou být rozděleny do 16-ti skupin po 16-ti kanálech. Frekvenční rozsah stanic je 2,4 – 2,483 GHz. Umožňují tedy komunikaci pod úroveň šumu pomocí rozprostřeného spektra.
- velitelé jednotlivých družstev, případně i jejich bojových týmů, jsou vybaveni stanicí AN/PRC-148 MBITR. S její pomocí udržují kontakt mezi sebou (v pásmu VKV FM v síti SINCGARS) na vzdálenost až 4 km, případně i mimořádně na větší vzdálenosti pomocí UKV SATCOM spojení ANDVT. Tyto stanice také zajišťují komunikaci s letectvem (UKV AM), což je významné zejména z důvodu zajištění palebné podpory (CAS – Close Air Support) a zdravotnické evakuace (MEDEVAC – Medical Evacuation). Každý velitel družstva se tak stává právoplatným členem velící a řídicí struktury. Toto je největší přínos stanic řady MBITR.
- malé jednotky jako jsou čtyři i družstva nebo jejich bojová vozidla jsou mezi sebou propojeny pomocí přenosných rádiových stanic AN/PRC-117F. Ty poskytují nejen větší výkon (20 W) než ruční typ MBITR, ale především umožňují vést plnohodnotnou satelitní komunikaci UKV SATCOM, a to jak jednotlivě, tak především ve skupinách na DAMA kanálech. Tímto je satelitní komunikační systém využíván nejen pro hlasovou a datovou komunikaci, ale i pro systém situačního vědomí. Jednotky se přitom nemusí nacházet v přímé rádiové viditelnosti a mohou mezi sebou plnohodnotně komunikovat i přes horizont. Tato stanice je i hlavní stanicí pro řízení palebné podpory letectva.
- velení malé jednotky / čtyř může mít k dispozici i KV/VKV rádiovou stanici AN/PRC-150(C), která zajišťuje operační hlasové i datové (mail, chat) spojení mezi velitelskými strukturami, a to i na značné vzdálenosti. Dosah této stanice je podmíněn zejména použitým typem antény, případně i výkonem dostupného zesilovače.

Vidíme, že vývoj za posledních 50 let přivedl taktickou rádiovou komunikaci od velitele čtyř až k jednotlivým příslušníkům této jednotky. Celá jednotka je následně schopna komunikovat na různých úrovních, v různých sítích, a to jak pomocí hlasu, tak datovými přenosy. Datová komunikace nezahrnuje jen prostou výměnu standardizovaných zpráv, mailů nebo chat, ale i plnohodnotné



Obr. 4 – ruční rádiová stanice AN/PRC-148(V)4(C) JEM (JTRS Enhanced MBITR) s externím ovládním RCU, ve kterém je vestavěn přijímač signálu GPS

zapojení do systému situačního vědomí, včetně sledování pohybu a akce vlastních sil – tzv. Blue Force Tracking (BFT). Proto, aby byly tyto datové přenosy úspěšné je třeba:

- použít s rádiovými stanicemi AN/PRC-148 a AN/PRC-117F datové modemy typu IDM, které mimo plnohodnotného IP směrování v taktické síti SINCGARS VKV FM (dle MIL-STD-188-194) nebo při satelitním spojení DAMA (dle MIL-STD-188-184), umožňují i zasílání standardizovaných zpráv formátu VMF, AFAPD, MTS a MIL-STD-188-184.
- mít k dispozici příslušné datové terminály s programy pro situační vědomí (např. C2PC / C2CE) či podporu digitalizovaných map (FalconView) pro zázornění taktické situace / situačního vědomí v reálném čase.

I když se tento koncept může zdát dokonalý, tak má k tomuto stavu daleko. Hlavním nedostatkem je jistá paralelnost sítí, které mezi sebou nejsou provázány. To může nadměrně zatěžovat centrální řídicí prvky sítí nebo jednotlivé specialisty. Organickou součástí těchto sítí navíc nejsou jednotliví vojáci těchto malých jednotek, neboť ti jsou odkázáni pouze na rádiový Interkom v pásmu UKV bez další vazby. Situaci se teď sice snaží USMC řešit zavedením nového typu osobní radiostanice IISR, označené jako AN/PRC-153, ale ani tato radiostanice s rozsahem 30 – 512 MHz a výkonem 5W není konečným řešením. Východiskem je pouze nový komunikační systém JTRS a zejména jeho nová vlnová forma SRW. Nicméně přelom 20. a 21. století přinesl podstatnou změnu náhledu na komunikační infrastrukturu malých jednotek.

MRAP – SPECIFICKÝ PROBLÉM

Podobný problém jako měla USMC se v roce 2007 objevil i před dalšími částmi ozbrojených sil USA. Vzhledem k nebezpečím v misích v Iráku a Afghánistánu bylo rozhodnuto nakoupit rychle a zcela neplánovaně přes 10 000 ks obrněných vozidel kategorie MRAP (Mine Resistant Ambush Protected). Základem těchto vozidel jsou upravené podvozky nákladních automobilů, doplněné vysoce odolnou konstrukcí kabiny. Úkolem těchto vozidel je transport vojáků v misích tak, aby byly jejich životy co nejméně ohroženy protitankovými minami a nástražnými výbušnými systémy – tzv. IED. Jaký typ rádiové stanice se však měl pro tuto novou kategorii vozidel použít? Stanice AN/PRC-119 byly na vrcholu svého životního cyklu a pro zmíněné stabilizační operace se příliš nehodily. Požadavky na radiostanice vozidel MRAP byly i poněkud jiné, než jsou na stanice určené pro standardní bojové nasazení. Mimo standardní VKV FM komunikaci v rámci konvoje či některých vojáků s konvojem měly zajistit i podporu situačního vědomí přes síť TACSAT – UKV SATCOM a v případě potřeby i přivolání letecké podpory CAS nebo zdravotnické pomoci MEDEVAC.

Odpověď na tyto výzvy byla nalezena ve vozidlové stanici AN/VRC-110, která standardně obsahuje dvě ruční rádiové stanice AN/PRC-152, doplněné vozidlovými zesilovači o výkonu 50 W či 20 W pro pásmo VKV FM a 5 W nebo 20 W pro podporu pásma UKV. Tato stanice byla dosud vyvíjena jako soukromá iniciativa společnosti Harris a své uplatnění tak našla především jako VKV FM stanice pro projekt MRAP. Takto je používáno více jak 90% těchto stanic. Počty použitých stanic AN/VRC-110 narůstají ekvivalentně počtu vozidel kategorie MRAP. Nyní je již používáno či objednáno přes 30 000 ks těchto vozidel, a to od různých výrobců i v různém provedení.

Na tomto místě jistě mnohé napadne, proč pro tento účel nebyla vybrána stanice AN/PRC-148. Zde je nutno říci, že přibližně 10% vozidel MRAP je touto stanicí osazováno v podobě zesilovače AN/VRC-111 (50 W pro VKV FM a 20 W pro pásmo UKV). Takto vybavená vozidla používají zásadně jednotky speciálních sil a někteří specialisté – letečtí návodčí nebo vojenští zpravodajci. Hlavním důvodem je, že stanice AN/PRC-148 je hlavní vývojovou a výrobní linií ručních VKV/UKV rádiových stanic pro sesednuté jednotky. Sesednuté použití AN/PRC-152 je totiž velmi omezené – stanice má nižší citlivost přijímače i vysílače, menší výdrž zdrojů a má i problémy s limitními teplotami. AN/PRC-152 je zkrátka vozidlová radiostanice (v zesilovači AN/VRC-110) umožňující i ruční použití. Naopak stanice řady AN/PRC-148 jsou určeny pro sesednuté nasazení, ale lze je použít i jako vozidlové (v zesilovači AN/VRC-111). Obě stanice jsou nyní nakupovány v rámci programu CISHR (Consolidated, interim, single-channel, handheld radio), na který je určeno až 9 mld. USD. Dvě třetiny z této částky mají být použity pro nákup stanic AN/PRC-148 (pro sesednuté nasazení a standardní bojová vozidla) a třetina pro stanice AN/PRC-152 (pro vozidla MRAP). Na tento program mají už navázat dodávky stanic v rámci programu JTRS. Stanice AN/PRC-148 v provedení JEM (JTRS Enhanced MBITR) je přítom první oficiální JTRS radiostanicí. Stanice AN/PRC-152 není oficiální stanicí programu JTRS, ale je jeho vedením schválena pro prozatímní projekt CISHR. Jaký bude tedy další osud stanic AN/PRC-152 není zcela jasné. Mimo USA tyto stanice nakoupily zejména pro vozidla typu MRAP i další státy, včetně České republiky. Druhým největším uživatelem je i Velká Británie, která není spokojena se svým nedávno zavedeným komunikačním systémem Bowman – zejména s jeho VKV FM částí. Sbližování anglosaských zemí je ve vojenské oblasti zřetelné a má být ještě více prohloubeno v rámci programu JTRS, jehož nepřímou součástí je i implementace britského „národního“ komunikačního standardu Bowman.

VLNOVÉ FORMY JTRS

Cílem projektu JTRS je vytvořit pro ozbrojené síly USA a ostatní státy sdružení ABCA (Austrálie, Kanada, Nový Zéland a Velká Británie) vysoce robustní komunikační platformu, pracující v roz-

sahu 1,6 až 2 700 MHz (tedy v pásmech KV, VKV, UKV vč. UKV SATCOM). Pro nás je důležité, že v rámci tohoto programu dochází ke sloučení tradiční „národní“ VKV FM komunikace s aliančním využitím pásma UKV. Pomocí rádiových stanic programu JTRS bychom tedy mohli zpřístupnit malým a speciálním jednotkám AČR komunikační síť NATO. Navíc, pokud by naše jednotky byly nasazovány ve strukturách sil USA nebo Velké Británie, tak mohou s pomocí těchto stanic vstupovat i do národních taktických (VKV FM) a operačních (KV) sítí těchto států.

Program JTRS mění i tradiční pohled na rozdělení komunikační architektury, a to nejen u malých jednotek. Dosud bylo dělení prováděno především podle použitých pásem (KV, VKV, UKV), nyní program JTRS přináší spíše dělení dle účelu a zacílení komunikace. Stěžejní již nejsou frekvenční rozsahy jako spíše vlnové formy, které nemusí k danému účelu používat vždy jen jedno frekvenční pásmo, ale i jejich kombinaci. Vlnová forma je vlastně druh počítačového programu / software, který umožňuje využívat softwarově definované stanice (SDR) ke konkrétním účelům. Po kritickém rozboru bylo v roce 2006 rozhodnuto dále rozvíjet devět vlnových forem, z nichž některé jsou přejaty z minulosti a dále rozvíjeny a některé jsou zcela nové. Hlavní kategorie vlnových forem programu JTRS jsou následující:

- pro vnitřní komunikaci uvnitř malé jednotky s napojením na armádní IP strukturu je určena zcela nová vlnová forma SRW (Soldier Radio Waveform);
- pro taktickou komunikaci mezi vozidly a malými jednotkami zůstává a dále je zdokonalována vlnová forma SINCGARS;
- pro podporu situačního vědomí je i dále uvažováno o stávající vlnové formě EPLRS
- pro komunikaci s letectvem je rovněž rozvíjena vlnová forma Have Quick, která má být později implementována do zcela nové vlnové formy JAN-TE (Joint Airborne Network – Tactical Edge);
- podobná situace je i v případě UKV SATCOM akceptovány jsou stávající vlnové formy (vč. DAMA), jež mají být později sloučeny do nového standardu sítí MUOS;
- taktický KV spojení zůstává zachováno (vč. vlnové formy ALE);
- významné je i další využití datalinku TADIL-J (Tactical Data Information Link – Joint), známého spíše jako Link 16;
- poslední, a to zcela novou vlnovou formou je vysokorychlostní WIN (Wideband Networking), určená především pro výměnu dat mezi velitelskými stanovišti.

Zatímco všechny z minulosti převzaté vlnové formy (SINCGARS, EPLRS, Have Quick, UKV SATCOM, KV ALE, TADIL-J) jsou charakterizovány frekvenčními rozsahy v konkrétních pásmech, tak tři nové vlnové formy (SRW, WIN, JAN-TE) jsou charakterizovány širokým frekvenčním rozsahem napříč jednotlivými pásmy. U všech tří vyvíjených forem je to rozsah 2 – 2 000 MHz. To vypovídá o tom, že tyto sítě jsou škálovány. Například forma SRW má dnes již tři subformy a forma WIN dokonce čtyři. Lze tedy učinit závěr, že se nejedná vlastně o nové formy, ale přímo množinu forem.

KONCEPT PROGRAMU JTRS

Pro malé jednotky je jednoznačně nejdůležitější vlnová forma SRW, nyní rozdělená do tří pásem (Band). Band I a II využívají rozsah 450 – 1 000 MHz, Band III pracuje v rozsahu 350 – 2 700 MHz. Součástí specifikace Band III je tedy i kompatibilita s některými komerčními sítěmi standardu IEEE 802.11 (např. nyní připravované verze 802.11n). Rychlost přenosu dat by měla být u vlnové formy SRW v rozsahu od 2 Kbps do 1,2 Mbps. Taktéž se předpokládá implementace částí datalinku TCDL (Tactical Common Datalink) pro příjem či vysílání pohyblivého obrazu v reálném čase.

První skutečnou rádiovou stanicí s vlnovou formou SRW je typ AN/PRC-154 „Rifleman Radio“, která je určena pro velitele bojových týmů i jejich příslušníky. Tato stanice vychází přímo z typu AN/PRC-148 JEM a používá i shodné zdroje. Její frekvenční rozsah je však 225 MHz – 2 GHz a má vestavěn i modem a přijímač

signálu GPS. Mimo komunikaci v pásmu UKV (225 – 970 MHz s výkonem 2W), zvládá i tzv. L band (1650 – 1850 MHz s výkonem 5 W). Pomocí této stanice může vytvořit malá jednotka tzv. síť typu MANET, jejíž účastníci nejsou jen vojáci, ale i autonomní senzory UGS, UGV a UAV. Hlavním posláním této stanice je umožnit být stále na příjmu (pomocí sítě MANET s IP směrováním) a evidovat vojáka v systému situačního vědomí (pomocí GPS a hlášení o poloze na pozadí). Poloha vojáka je tak konfrontována i s polohou senzorů – voják by tak měl vědět, co se kolem něj vlastně děje. Tato stanice však není určena pro přenos obrazu a videa.

Nyní se připravují rozsáhlé testy této stanice, a to především v programu GSE (Ground Soldier Ensemble), jež nahrazuje projekt Land Warrior. Původní projekt byl nyní redukován jen na tzv. GSE kit (kompaktní datová jednotka, náhlavní displej a externí zdroj pro displej a datovou jednotku). Předpokládá se, že tento GSE kit budou používat velitelé bojových týmů a jejich jednotliví příslušníci budou mít jen stanice AN/PRC-154. Naopak velitelé družstev budou mít celou sestavu rozšířenu ještě o malé stanice Microlight DH-200 s vlnovou formou EPLRS, které jsou však použitelné pouze s kitem GSE. Úkolem stanic DH-200 bude distribuce obrazu a mapových podkladů. Na úrovni velitele čety bude ještě stanice AN/PRC-148 JEM, která umožní taktickou komunikaci vlnovými formami SINCGARS, Have Quick a UKV SATCOM. Toto je prozatím, experimentální řešení. Cílový stav je jiný.

Výsledkem těchto testů má být finální optimalizace komunikační a situační (C4I) architektury malé jednotky / čety. Předpokládá se, že:

- jednotliví vojáci čety budou vybaveni rádiovými stanicemi s vlnovou formou SRW s cílem zajistit jim být stále na příjmu a být „viděn“ v systému situačního vědomí. Postupně může jimi používaná nezávislá rádiová stanice splynout s jejich osobním mapovým přijímačem signálu GPS. Takto vzniklý „komunikátor“ by bylo jedno kompaktní zařízení nesené většinou na levém rameni.
- velitelé bojových týmů a možná i družstev (pokud by nadále tento organizační prvek existoval jako mezistupeň malé jednotky) by byli vybaveni dvoukanálovými moduly rádiové stanice, které by jim umožnily současně nezávisle využívat dvě pásma vlnové formy SRW. Pomocí prvního pásma by byli součástí jednotného komunikačního prostředí malé jednotky / čety. Druhé pásmo by využívali pro podporu plánování a zpravodajských aktivit. Takto by získávali informace od autonomních senzorů, bezosádkových vozidel či bezpilotních prostředků. Nezbytným doplňkem tohoto „rádiového modulu“ by byl datový terminál s integrovaným nebo externím displejem. Stejně vybavení by měli i do malých jednotek nově zařazení specialisté na senzorické a robotické systémy.
- velitel celé malé jednotky / čety by měl navíc k dispozici ruční dvoukanálovou rádiovou stanici, která by opět standardně kombinovala komunikační prostředí této jednotky s vlnovou formou SRW s vyšším komunikačním stupněm jako je dnes např. síť SINCGARS nebo síť UKV SATCOM, v tomto případě již typu MUOS. Konkrétní typ použité vyšší sítě bude odvislý od charakteru operace. Stejnou stanici by měl i předsunutý pozorovatel malé jednotky, ale ten by jako druhou vlnovou formu využíval nejčastěji JAN-TE pro podporu letectva) či SINCGARS (pro podporu dělostřelectva).

Každý voják by tak měl pouze jediný komunikační modul / stanici, který by byl v případě velitelů dvoukanálový. Pokud by tyto moduly neměly charakter samostatně použitelné rádiové stanice, tak jsou označovány jako SFF (Small Form Fit). O významu vlnové formy SRW svědčí i to, že nyní jsou stanice AN/PRC-119 poslední verze (RT-1523) vybavovány jedním z prvních modulů typu SFF s názvem SideHat. Pomocí tohoto SFF rozšíření se z původně VKV FM rádiové stanice stává stanice dvoukanálová, pracující současně jak v pásmu VKV, tak i UKV. Modul SideHat může používat vlnovou formu EPLRS nebo SRW. Nyní je nejčastěji podporována forma EPLRS (420 – 450 MHz), neboť se v ozbrojených silách USA jedná o standardní situační systém, umožňující i práci s obrazem. Mnozí velitelé bojových jednotek jsou také vybaveni mikro stani-

cemi DH-200. Do budoucna se však jednoznačně preferuje použití vlnové formy SRW a i na tu je v rozsahu 225 – 450 MHz modul SideHat připraven. Život stanic AN/PRC-119 tedy nekončí a čím déle bude oddalován konec programu JTRS, tím více se bude tato nová kombinace používat.

Hlavním přínosem vlnové formy SRW je vytvoření jednotného (IP směrování), dostatečně robustního (sít MANET), komunikačního prostředí malé jednotky. Tato SRW síť není sítí paralelní, ale je zasazena do vyšší komunikační architektury jako její podmnožina. V případě potřeby by se tak např. velitel praporu mohl spojit přímo s kulometčíkem konkrétního bojového družstva. Pojítkem či bránou by mu však byla dvoukanálová stanice jeho velitele. Tento velitel by mohl současně komunikovat v sítích vyšších úrovní s jinými vlnovými formami (např. UKV SATCOM MUOS).

Stejnou cestou se vydaly i další armád anglosaského sdružení ABCA, které nyní dávají přednost spíše ručním rádiovým stanicím Microlight, ale v provedení DH-500. Tuto stanici si vybrali pro projekt FIST Britové a pořízují si ji Australané a Kanaďané. Stanice Microlight DH-500 má frekvenční rozsah 225 MHz – 2 GHz a nyní používá především vlnovou formu EPLRS. Je však zpětně kompatibilní i s formou SRW – ta, ale na rozdíl od osvědčené EPLRS, stále čeká na dokončení jejího vývoje. Specifickou vlastností této stanice je opět její zdrojová kompatibilita s typem AN/PRC-148 MBITR / JEM. Stanice řady PRC-148 jsou tak jasným základem komunikační architektury v rámci malých jednotek NATO.

KONCEPT SPECIÁLNÍCH SIL

Výhodou speciálních jednotek SOF (Special Operation Force) je, že se nemusí zabývat přílišnou diverzifikací svých komunikačních sítí. I když i tyto jednotky nejčastěji operují ve čtyřlenných týmech / skupinách, tak vzhledem k úrovni rychlosti a ke schopnostem jejich příslušníků se předpokládá, že každý z těchto „speciálů“ může být sám sobě i druhým velitelem. Celá jednotka tak může být vybavena jedinou stanicí, která je dostatečně přizpůsobena pro komunikaci ve všech potřebných vlnových formách. Speciální síly USA tento koncept přijali před deseti lety, kdy zavedly stanici AN/PRC-148. Ta nahradila jak do té doby používaný typ MSHR pro spojení ve skupině, tak ruční typy pro vnější spojení (např. AN/PRC-139). Od roku 1999 tak mají k dispozici jedinou stanici AN/PRC-148 pro obě úlohy.

Správnost tohoto konceptu potvrdilo nejen to, že se touto cestou vydaly i ostatní jednotky SOF států NATO, ale i zahrnutí stanic AN/PRC-148 do programu JTRS. Modernizované stanice této řady jsou v rámci programu JTRS k dispozici od roku 2006. Jedná se zejména o typ AN/PRC-148(V)4(C) JEM (JTRS Enhanced MBITR). Stanice JEM má ve srovnání se svým předchůdcem několik vylepšení. Jde především nejen o vůbec první, ale i první plnohodnotnou stanici programu JTRS (tzv. Cluster 2). To znamená, že tato stanice bude průběžně modernizována a rozšiřována v závislosti na vývoji programu JTRS. Ve srovnání s verzí MBITR tak např. umožňuje:

- komunikaci UKV SATCOM pomocí vlnové formy MIL-STD-188-181B, a to včetně přenosu dat rychlostí až 56 Kbps;
- komunikaci UKV SATCOM pomocí vlnové formy MIL-STD-199-181C (tzv. DAMA IW);
- automatické sledování polohy uživatele v systému Blue Force Tracking při současně VKV FM komunikaci;
- vytváření sítí typu MANET.

Výhodou je i zpětná kompatibilita stanic JEM s typem MBITR – tyto stanice lze na nový standard JEM i upgradovat přímo u výrobce. Společná je také většina příslušenství, včetně vozidlových zesilovačů AN/VRC-111.

Přesto všechno měly jednotky SOF stále jeden problém, jedno úzké místo. Stanice MBITR/JEM mají výkon jen 5 W, který lze pomocí externích zesilovačů různých typů zvýšit při sesednutých operacích až na 20 W (na vozidlech pak i přes 50 W). Nicméně stále se jedná o stanici s rozsahem 30 – 512 MHz, což mnohdy vedlo k tomu, že s sebou museli vzít i jednu nebo dvě přenosné stanice.

Jednu pro VKV/UKV pásmo (může jít i o typ JEM s externím zesilovačem), druhou pro KV pásmo (zde nejčastěji typ AN/PRC-150). Nyní však výrobce stanice JEM přichází s převratným řešením – přenosným zesilovačem typu Manpack, který umožní vytvořit ze stanice JEM přenosnou rádiovou stanic pracující s frekvenčním rozsahem 1,6 – 512 MHz, tedy včetně KV pásma! Tento zesilovač nese tovární označení EBMP (Extended Band Manpack).

Přenosný zesilovač EBMP představuje unikátní řešení, umožňující pouhým vložením stanice JEM vytvořit plnohodnotnou přenosnou rádiovou stanic s výkonem 20W, pracující v pásmech KV, VKV, UKV AM/FM i UKV SATCOM. Do budoucna by měl být frekvenční rozsah prodloužen až do 2 GHz. To by mělo umožnit spolupráci i se stanicemi pracujícími v L-band. To mohou být jak stanice s formou SRW, tak stanice datalinku TCDL i komerční satelitní telefony. Takto zdokonalený zesilovač EBMP by měl být schopen komunikovat s malými bezpilotními prostředky (např. Wasp, Raven) nebo satelitními telefony systému Inmarsat. Zesilovač EBMP má celkovou hmotnost 8 kg, je vybaven interním přijímačem signálu GPS a anténními konektory pro tři antény nasazené současně (KV, VKV/UKV a UKV SATCOM). První kusy těchto zesilovačů by se měly k jednotkám SOF USA dostat v roce 2009.

Pomocí ručních stanic JEM a přenosných zesilovačů EBMP může být kompletně vybavena celá sesednutá část speciálních sil, působící na čáře dotyku i hluboko v nepřátelském týlu. Jedná se tedy o první komplexní řešení komunikačního systému malé jednotky. Lze předpokládat, že podobně budou stanice JEM / EBMP používány i u výsadkových jednotek a jednotek horské či lehké pěchoty USA. Specialisté RATELO budou mít zesilovače EBMP osazené stanicemi JEM, které budou jako ruční používat i velitelé a někteří specialisté (např. předsunutí pozorovatelé). Ostatní vojáci budou vybaveni stanicemi AN/PRC-154 s vlnovou formou SRW nebo typem Microlight DHY-500 s vlnovými formami EPLRS i SRW. Výhodou celého systému bude společná správa zdrojů, neboť všechny tři typy ručních stanic (AN/PRC-148 JEM, AN/PRC-154 i DH-500) používají stejný typ Li-ION akumulátoru. Tento systém mohou ještě doplnit vozidlové zesilovače AN/VRC-111, určené pro stanice JEM. Pokud bude tento komunikační systém JEM/EBMP průběžně modernizován, což vedení programu JTRS předpokládá a nese za to i plnou odpovědnost, tak by mohl v první linii vydržet minimálně až do roku 2025.

DOPORUČENÍ PRO AČR

Výše uvedené pojednání bylo psáno s cílem seznámit čtenáře se současným stavem a vývojem prostředků taktické rádiové komunikace malých jednotek. Armáda České republiky (AČR) by měla na výše popsanou situaci reagovat především s ohledem na naše zahraniční závazky, což jsou např. stabilizační a bojové mise NATO. Mimo speciálních sil a některých specifických odborností (např. předsunutí letečtí návodčí) by mělo být řešeno i využití těchto systémů na úrovni malých jednotek AČR velikosti četa / rota. Cílem by neměla být náhrada národního taktického komunikačního systému, ale jeho doplnění, a to tak, aby se mohly malé jednotky AČR zapojit do mezinárodních operací.



Obr. 5 – Přenosný zesilovač EBMP s vloženou stanicí AN/PRC-148 MBITR/JEM, k zesilovači je připojen externí mikrofon / reproduktor a ze zesilovače je sejmuta jednotka dálkového ovládní s bezdrátovým propojením

- Vzhledem k výše uvedenému proto předpokládáme, že AČR:
- bude nadále rozvíjet národní taktický komunikační systém, zahrnující:
 - KV komunikační systém pro operační spojení;
 - VKV FM komunikační systém pro taktické spojení;
 - UKV Interkom pro spojení mezi vojáky v družstvu.
 - doplní sesednuté mechanizované, výsadkové a lehké jednotky komunikačními prostředky, umožňujícími zapojení do mezinárodních operací, a to minimálně na úrovni programu JTRS tak, že:
 - každá četa bude mít možnost komunikovat v pásmu UKV pomocí JTRS vlnových forem;
 - každá rota / rotní úkolové uskupení (RÚU) bude mít skupinu specialistů ISTAR, která bude schopna využívat jak UKV vlnové formy programu JTRS, tak s jejich pomocí provádět žádosti o palebnou podporu (CAS) a odsun raněných (MEDEVAC).

Zabezpečení těchto čet a rot / RÚU nemusí být plošné, ale mělo by být jednoznačné v případě, že bude jednotka nasazena v zahraniční misi pod velením NATO či EU.

Akviziční komplet čty

Akviziční komplet čty představuje zásadní multiplikátor síly této malé jednotky. S jeho pomocí může četa navádět palebnou podporu vojskového (vrtulníky) a vojenského (bojové letouny) letectva i dělostřelectva. Uvedený komplet je také plně kvalifikován pro společné operace NATO. Významnou součástí těchto kompletů jsou nově i malé bezpilotní prostředky UAV a terminály datalinku TCDL. Mimo palebnou podporu tak lze celou sestavu používat i pro průzkum a vojenské zpravodajství, zejména obrazové zpravodajství typu IMINT. Celý komplet je přitom použitelný jedinou osobou – specialistou JFO (Joint Fire Observer), který by měl být do budoucna organickou součástí všech bojových čet, a to především těch, které působí v mezinárodních operacích.

Není to tak dávno, co byly na našem území v letech 1983 – 1988 dislokovány sovětské taktické střely SS-12b (9K76 Temp-S), schopné nést jadernou hlavici s doletem až 800km. Tyto střely nevykaly přesností zásahu a nejlepší obranou proti nim bylo jejich zničení ještě před odpálením. Toho si byli Sověti vědomi, a proto je umístili na vysoce mobilní podvozky MAZ-543, které velmi flexibilně měnily polohu a tím i místo případného odpalu. Přesto trvalo vždy několik hodin, než byla na takto zvoleném místě raketa připravena k vypuštění. To dávalo šanci na preventivní úder. Jak jej však provést? Odpověď nebyla jednoduchá, neboť šlo o akci v hlubokém týlu nepřítele, která musela být vysoce koordinována a provedena s velkou přesností. Někdo musel rakety najít, lokalizovat je a navést na ně příslušné zbraňové systémy. Pro tento účel nešlo použít řízené střely s plochou dráhou letu Tomahawk – ty byly primárně určeny proti stacionárním cílům. Se stejným problémem se potýkalo i případné použití řízených střel Pershing 2, které byly protiváhou střel SS-12b v tehdejší Spolkové republice Německo (SRN). Jedinou možností zůstávalo letectvo a speciální síly. Ale jak tyto dvě složky zkombinovat, aby byl úder úspěšný?

Odpověď byla nalezena v systému kombinujícím moderní bojové letouny s malými skupinami speciálních sil. Koncept byl následující:

- letouny F-117A kategorie Stealth se měly nepozorovaně přiblížit k prvkům protivzdušné obrany a ze své paluby laserem naváděnými řízenými pumami je zničit;
- do „vstupního okna“ vytvořeného letouny F-117A měly vletnout bojové letouny F-15E Strike Eagle, které měly v režimu kopírování terénu (do 60-ti m nad zemí), chráněni takto před protivzdušnou obranou Varšavské smlouvy, směřovat k místu dislokace raket SS-12b;
- v těsné blízkosti odpalovacího stanoviště raket SS-12b se nacházeli příslušníci speciálních sil, jejichž úkolem bylo lokalizovat polohu raket v souřadnicové síti a podat o tom zprávu blízkým se letounům F-15E, a to prostřednictvím satelitního spojení;
- jakmile se letouny F-15E přiblížily k cíli, tak měli odhodit laserem řízené pumy tak, aby směřovaly do prostoru odpalovacího postu. Současně měli příslušníci speciální skupiny začít ozařovat zvolený cíl laserovým ozařovačem, aby na něm emitovanou energii zachytila naváděcí hlavice řízené pumy;
- po úspěšném zásahu měly všechny složky této akce opustit cílovou oblast způsobem, který minimalizoval případné ztráty. Letouny F-15E se měli vrátit na určenou základnu a speciální tým měl splynout s prostředím ...

Kdo znal tehdejší poměry v socialistickém Československu tak asi věděl, že zejména pro příslušníky speciálních skupin to nebylo lehké poslání. Prvním problémem bylo dané rakety vůbec nalézt. Ty se nacházely ve vojenském výcvikovém prostoru (VVP) Libavá, který byl poměrně silně kontrolován. I když zde byly zbudovány



Obr. 1 – raketa SS-12b v palebném postavení



Obr. 2 - palebné postavení Kocourovce ve VVP Libavá

tři předsunuté základny (Kocourovce, Stará Voda, Kozlov), tak rakety mohly být kdekoli ve VVP na předem připravených palpostech. Skupina speciálních sil se tak musela nepozorovaně dostat do prostoru VVP, nalézt rakety na odpalovacím postu tak, aby je byla schopna ozařit laserem max. ze vzdálenosti 1 500m (dosah ozařovače AN/PAQ-1), a to ve dne i v noci.



Obr. 3 – palebné postavení Stará Voda ve VVP Libavá

Tyto zamýšlené speciální skupiny měly být složeny tak, aby i po jejich odhalení bylo těžko prokazatelné, že právě tito lidé jsou jejími příslušníky. Nicméně i jejich vybavení muselo být nenápadné, nebo spíše málo objemné a těžké. Přesto byly potřeba optimálně čtyři osoby. Nejdůležitější však byly dvě – tzv. FAC (Forward Air Controller) a ROMAD (Radio Operator Maintainer And Driver). Společně vytvářely skupinu pojmenovanou opět ROMAD (Recon Observe Mark and Destroy) a později známější TACP (Tactical Air Control Party). Byly činěny i pokusy s nasazením jednoho specialisty ETAC (Enlisted Terminal Attack Controller), podporovaného místními osobami. Hlavní vybavení těchto skupin zahrnovalo:

- přenosnou termovizní kameru AN/PAS-7;
- laserový ozařovač cílů AN/PAQ-1;
- přenosný navigační přijímač signálu GPS AN/PSN-8;
- přenosnou UKV SATCOM rádiovou stanicí AN/LTS-5.

Každá z těchto komponent vážila s příslušenstvím min. 10 kg a účinný dosah senzorů byl již zmíněných 1 500 m. Navigační a komunikační část měla dosah neomezený, neboť se opírala o síť družic GPS Navstar a UFO. Ve své době se jednalo o mimořádnou soupravu, která obsahovala nejmodernější technologie. Celý výše popsaný systém byl připraven k nasazení v roce 1988. Tedy v roce, kdy byly v únoru tyto rakety staženy z ČSSR zpět do SSSR.

Uvedený koncept však nezapadl a jeho zdokonalování pokračovalo i po studené válce. Nakonec byl použit v letech 1990 – 1991 při válce v zálivu, kde příslušníci speciálních sil USA a Velké Británie ničily výše popsaným způsobem mobilní odpalovací vozidla raket Scud B, odpalovaných na Izrael a americké základny v Saudské Arábii. Tyto rakety jsou sice podobné raketám SS-12b, ale mají podstatně menší dolet.

Válka proti Iráku potvrdila, že zvolená taktika je velmi účinná. Podobné jednotky začaly vznikat ve všech vyspělých armádách. Mimo speciálních sil se jim největší pozornosti dostalo ve vojenských letec-



Obr. 4 – tým specialistů ROMAD / TACP v roce 1988

tvěch. Rusové je dokonce zavedli i u mechanizovaných jednotek – zde však spolupracovali především s dělostřelctvem. Do roku 1995 měly podobné jednotky takřka všechny státy NATO. Šlo zejména o skupiny předsunutých leteckých návodčích typu TACP, budované na úrovni každého praporu. V následujících letech byly podobně strukturované jednotky řešeny i pro bojové roty a rotní úkolová uskupení (RÚU). Od roku 2010 by měla mít ideálně takovouto skupinu každá bojová rota NATO. Do roku 2015 by měly mít obdobné možnosti i bojové čety a další vývoj lze jen odhadovat. Předpokládáme, že okolo roku 2020 by např. v armádě USA měly stejné možnosti i jednotlivé bojové týmy. Tím by se pravděpodobně celý vývoj uzavřel a koncept, zrozený ve studené válce, by se stal jednou ze standardních bojových taktik nejnižšího stupně bojových jednotek. Abychom tedy nastílnili další možnosti vývoje, tak se zaměříme na stávající akviziční komplety roty a čety.

1. AKVIZIČNÍ KOMPLET ROTY / JTAC

Bojové roty, respektive rotní úkolová uskupení (RÚU), jsou dnes považovány za základní bojové jednotky armád NATO. Jedná se o uskupení s 90 – 200 vojáky, které je schopno vést samostatně bojovou činnost, a to včetně její koordinace s prostředky palebné podpory z odstupu, tedy s letectvem a dělostřelctvem. Proto, aby byla tato činnost úspěšná, musí být v jednotce přítomen kvalifikovaný specialista. Nejde však o jednotlivce, ale o 2 – 4 členný tým, schopný provádět nejen ojedinělé údery, ale i intenzivní činnost na čáře dotyku. Tomu musí odpovídat i jejich vybavení.

Vzhledem k nutné spolupráci roty / RÚU s vojskovým (vrtulníky) i vojenským (bojové letouny) letectvem a dělostřelctvem jsou tito specialisté označováni jako JTAC (Joint Tactical Attack Controller). Jejich úkolem je detekovat a lokalizovat nepřátelské cíle a následně na ně navádět prostředky palebné podpory z odstupu. Jejich komplet musí být schopen dlouhodobé činnosti, což je například limitující pro laserový ozařovač cílů. Ten musí být dostatečně robustní a dobře chlazený (většinou olejovou kapalinou).

Typickým příkladem takového kompletu je americký TLDHS (Target Location Designation Handoff System), jehož součástí je:

- laserový ozařovač cílů AN/PED-1 LLDR;
- přenosný datový terminál Hammerhead MRT;
- přenosná rádiová stanice AN/PRC-117F.

Centrální komponentou je ozařovač LLDR, skládající se ze tří komponent:

- přenosné akviziční jednotky TLM (Target Locator Module);
- laserového ozařovače cílů LDM (Laser Designator Module);
- trojnožky s úhloměrnou hlavicí.

Celý tento komplet TLDHS je modulární a jeho jednotlivé části mohou být používány v různých kombinacích. Např. ozařovač LDM může být umístěn i na vozidlové / výnosné multisenzorické jednotce LRAS3 (Long-Range Advanced Scout Surveillance System), se kterou tvoří vozidlový akviziční systém FS3 (Fire Support Sensor System). Každá výsadková rota US Army má k dispozici komplet LLDR, u mechanizovaných a lehkých jednotek na vozidlech je na úrovni roty zaveden systém FS3, jehož je komplet LLDR výnosnou součástí. Tříčlenný tým JTAC může působit jak na vozidle, tak jako sesednutí.

Podobný komplet jako je TLDHS zavedla v roce 2007 pod názvem MP TACP (Mobilní pracoviště TACP) i Armáda České republiky (AČR). Podobně jako americký systém TLDHS je i tento český komplet používán v misích Enduring Freedom a ISAF na území Afghánistánu.

2. AKVIZIČNÍ KOMPLET ČETY / JFO

Nutnost akvizičního kompletu na úrovni bojové čety je řešena zejména ve vztahu k problematice systému vojáka. Předpokládá se, že od roku 2015 bude možné, aby četa převzala stejný prostor zodpovědnosti, jako je dnes delegován na rotu / RÚU. To sebou nese i nutnost implementace specialisty na FO/FAC na této úrovni. Tato funkce je dnes v návaznosti na rotní JTAC označována jako



Obr. 5 Tým JTAC s kompletem TLDS



Obr. 6 Komplet laserového ozařovače AN/PED-1 LLDR



Obr. 7 Vozidlový / výnosný Komplet FS3

JFO (Joint Fires Observer). Na rozdíl od praporečnických skupin TACP a rotních týmů JTAC se v tomto případě jedná o jediného specialistu. To zvyšuje i nároky nejen na jeho výcvik a připravenost, ale i na jeho vybavení. Vzhledem k technologické náročnosti kompletu JFO nepřekvapí, že nejdále jsou v jeho konstrukci opět USA.

Nyní je dokončen vývoj setu označeného jako BAO / BATMAN (Battlefield Air Operations Kit / Battlefield Air Targeting Man-Aided Knowledge). Těmito kity jsou nejprve vybavováni specialisté vzdušných sil (US Air Force) a následně by měl být k dispozici i specialistům JFO. Kit BAO/BATMAN není určen jen k zajištění přímé letecké podpory CAS (Close Air Support), ale lze jej využívat i pro průzkumné a zpravodajské úkoly. Zejména pak pro obrazové zpravodajství IMINT (Imagery Intelligence) ve prospěch malé jednotky / čtyři. Proto je tento kit také označován jako nejmenší sestava pro komplexní ISTAR (Intelligence, Surveillance, Target Acquisition, Reconnaissance). Součástí kitu BAO/BATMAN je:

- ruční akviziční jednotka Mark VIIIe;
- velmi lehký laserový ozařovač cílů;
- datový terminál s vestavěným datalinkem TCDL;
- přenosná rádiová stanice;
- mikroUAV Wasp III;
- systémové rozhraní a správa zdrojů.

Celý tento kit je možno složit do jediného polního batohu, ve kterém je ještě prostor na vybavení pro 36-ti hodinovou podporu JFO. Po dvaceti letech je tak možno kit, strukturou odpovídající původní soupravě pro ROMAD / TACP rozložitelné mezi čtyři osoby, přenést jediným člověkem.

2. 1. BAO (Battlefield Air Operations Kit)

Ruční akviziční jednotka Mark VIIIe integruje v jednom kompaktním tělese přímohledný optický dalekohled pro denní pozorování, nechlazenou termovizní kameru pro noční nasazení, laserový dálkoměr typu Nd:YAG, digitální kompas a přijímač GPS. Minimální akviziční dosah této jednotky je přes 10 km ve dne a 3 km v noci. Její noční provoz je zcela tichý a náběh činnosti velmi rychlý (do 30-ti sekund). Velmi malý laserový ozařovač cílů je napájen šesti komerčními články CR123 a má hmotnost pod 3 kg. Je sice chlazen vzduchem, ale plně postačí při nárazovém nasazení.

Malý ruční datový terminál typu UMPC (Ultra Mobile PC) s označením MR-1 má vestavěn modul VideoScout, který umožňuje přijímat všechna pásma datalinku TCDL. Specialista JFO tak může svoji činnost koordinovat s UAV, vrtulníky a bojovými letouny. Pomocí externího modemu standardu IDM je tento terminál připojen k přenosné rádiové stanici. Zde je nyní použit typ AN/PRC-117G, ale v budoucnu jej nahradí 20 W přenosný zesilovač EBMP pro ruční rádiovou stanici AN/PRC-148(V)4(C) JEM (JTRS Enhanced MBITR).

Pravděpodobně nejzajímavější součástí kitu BAO je mikroUAV Wasp III. Souprava obsahuje dvě letadélka, která mohou nést denní CCD nebo noční nechlazenou termovizní kameru. Wasp III o hmotnosti pouhých 430 g má dosah 5 km. Celková hmotnost soupravy Wasp III je 4,5 kg. Začlenění tohoto mikroUAV přímo do vybavení JFO a tím i do struktury čtyři zvyšuje užitnou hodnotu celé jednotky.

2. 2. BATMAN (Battlefield Air Targeting Man-Aided Knowledge)

Důležitou součástí kitu BAO je i systémové rozhraní BATMAN. To podporuje možnost ovládat ji a spravovat jediným člověkem. Důležitými prvky BATMAN jsou:

- náhlavní displej;
- sdružený ovladač;
- systém správy zdrojů.

Hlavním cílem nasazení BATMANa je zajistit použití některých částí kitu BAO i za přesunu – tedy při vojákově pohybu. Proto je na taktické ochranné brýle umístěn náhlavní displej, který zobrazuje obraz z ovládací jednotky mikroUAV Wasp III nebo z terminálu



Obr. 8 – Výnosná část soupravy MP TACP Armády České republiky

MR-1. Specialista JFO tak může ovládat, a to při výhodě volných rukou, mikroUAV Wasp III nebo sledovat obraz z datalinku TCDL. Ergonomický ovladač následně zjednodušuje výběr hodnot a změnu parametrů.

Důležitou součástí kitu je i Power management, tedy správa zdrojů. Každá z komponent soupravy má sice svůj nezávislý zdroj / akumulátor, ale jejich dobíjení je realizováno pomocí generátoru napájeného metanolovými články. Toto řešení podstatně snižuje hmotnost nesených zdrojů. Celý proces napájení a distribuce energie zajišťuje inteligentní rozboďovač (Hub).

Komplet BAO / BATMAN je jednoznačným přínosem. Ve srovnání s vybavením původních skupin ROMAD / TACP či specialistů ETAC jde o značný pokrok, uskutečněný během pouhých 20-ti let. Propojení tohoto kompletu s datalinkem TCDL umožňuje malé jednotce v síle čtyř zásadní změnu.

3. TAKTICKÝ DATALINK TCDL

Mnozí z nás jistě snili o tom, že dohlédnou za horizont. Např. při předjíždění v nepřehledném úseku tak budou vědět, zda tam nehrozí nějaké nebezpečí. Podobně, když se budou řídit po dálnici, tak by mohli zjistit, zda se nedostanou do dopravní zácpy. Stejně tak i malá jednotka / četa může chtít vědět, co ji čeká za nejbližší překážkou, či kde se vlastně protivník schovává. Donedávna to nebylo možné, ale pak se objevila malá a mikro bezpilotní letadélka UAV (Unmanned Aerial Vehicle). Dříve byla UAV k dispozici nejdříve na úrovni brigády. Tato taktická UAV (TUAV) prováděla průzkum určené oblasti, a to i ve vzdálenosti 50 – 150 km od řídicího centra. Později, po roce 1995, se objevili těžší operační UAV, ovládané na dálku, a to i přes oceán, pomocí družic. Typickým a nejrozšířenějším příkladem takového typu je americký MQ-1 Predator. Tato UAV dostala následně i palubní výzbroj (poprvé použita v roce



Obr. 9 – kit BAO / BATMAN v různých nosných systémech / polních batožích

2002 v Jemenu) v podobě laserem řízených střel a bomb. Nyní používají i munici řízenou pomocí GPS.

Bezpilotní letadla si našla cestu i k malým jednotkám. Nyní je snaha, aby měli své vlastní UAV prapor, rota a četa. Vzniká tak komplexní systém UAS (Unmanned Aerial Systems), poskytující nejen situační přehled, průzkum nebezpečných míst, ale i palebnou podporu typu CAS a průzkum typu IMINT. Vzhledem k počtu těchto prostředků a i jejich různé velikosti či určení je třeba, aby byl celý proces jejich nasazení sesouhlasen. Toto musí být realizováno i s ohledem na správu kmitočtového spektra a na možnost využití všech systémů napříč organizačními stupni. Dosud byla tato problematika v NATO řešena pouze na úrovni TUAV pomocí standardu STANAG 7085. Zkušenosti posledních let ukazují, že je třeba jít ještě níže. Řešením se zdá nasazení tzv. datalinku TCDL (Tactical Common Data Link).

Technologicky vychází TCDL z datalinku používaného v 60-tých letech 20. století na špionážních letadlech U-2. Dnes se tato původně strategická technologie dostává doslova do rukou každého vojáka, respektive minimálně ke každému specialistovi JFO čety. Pomocí datalinku TCDL může každý jeho uživatel přistupovat k datům poskytovanými nejen UAV, ale i bojovými vrtulníky a letadly. Datalink TCDL je za tímto účelem rozdělen do pěti pásem, z nichž každé je vyhrazeno určitému stupni uživateli UAV. Tato pásma jsou:

- L-band (1 710 – 1 850 MHz) pro obraz z mikro a malých UAV stupně četa nebo rota s doletem 5 km až 10 km a výdrží okolo 60 – 90 minut (např. Wasp III, RQ-11B Raven);
- S-band (2 200 – 2 500 MHz) pro obraz z UAV stupně prapor (Tier 2) s doletem do 100 km a výdrží několika desítek hodin (např. Scan Eagle);
- C-band (4 400 – 4 950 MHz) pro obraz z taktických UAV (TUAV) brigádního stupně s doletem do 150 km a výdrží několika hodin (např. RQ-5 Hunter, RQ-7 Shadow);
- C-band (5 250 – 5 850 MHz) pro obraz z UAV operačního stupně divize a vyššího s doletem několika stovek km a výdrží několika desítek hodin (např. MQ-1 Predator, RQ-9 Reapair);
- Ku-band (14,4 – 15,35 GHz) pro obraz z bitevních vrtulníků (Apache, Tiger) nebo podvěsných kontejnerů bojových letadel (např. Lietning, ATFLIR).

Mimo tato frekvenční pásma je nyní vyvíjeno i šesté (UHF, 400 – 470 MHz) pro přenos videa z a mezi pozemními senzory.

Všechny výše uvedené signály může přijímat přijímač o hmotnosti pouhých 400 g. Ten může být součástí malého počítače – viz modul VideoScout v kitu BAO. Nejmodernějším zařízením datalinku TCDL je však ruční terminál Rover 5, což není jen přijímač, ale i plnohodnotný vysílač s vlastním grafickým rozhraním / displejem. Na Rover 5 může být napojen jakýkoliv zdroj videa se standardním rozhraním BNC. Zařízení je následně schopno v reálném čase toto video přenášet ve formátu MPEG-2 nebo MPEG-4 pomocí datalinku TCDL. Na palubu letounů tak může být směřováno video z akvizičních jednotek a termovizních kamer. Podobně může i video přijímat z letounů, vrtulníků a UAV.

Při praktickém nasazení může specialista FO/FAC přijímat v reálném čase video ze vzdušných prostředků a pomocí taktické rádiové stanice se s jejich obsluhou domlouvat na typu cíle. V konečné fázi označí zvolený cíl na displeji terminálu Rover 5 a tento obraz zašle operátorovi UAV či pilotu letounu. Ten je následně schopen provést požadovaný útok. Tento proces podstatně zkracuje „dohadovací“ řízení o typu a poloze cíle, a také přispívá k vysoké jistotě a tím i bezpečnosti zničení toho správného objektu.

Podobně může být distribuován i obraz z mikro a malých UAV. Např. díky použitému datalinku může obraz z Wasp III sledovat jak jeho operátor, tak i pilot letounu provádějící úkol. Aniž by tedy oba byly v přímém vizuálním kontaktu s cílem, tak jsou schopni na něj navést třeba GPS řízenou munici. Pomocí těchto UAV jsou tedy schopni provádět úderů i za horizontem. Obraz ze



Obr. 10 – mikro UAV Wasp III



Obr. 11 – ruční datový terminál UMPC MR-1 S rozšířením VideoScout



Obr. 12 – ruční terminál Rover 5 datalinku TCDL

všech těchto vzdušných platform je distribuován „neadresně“. Má k němu přístup každý, kdo je vybaven příslušným terminálem datalinku TCDL. Nyní se uvažuje i o tom, že tyto přijímače budou mít i velielé jednotlivých bojových týmů. Tím by byla na bojišti završena problematika distribuce videa v reálném čase. Část datalinku TCDL (tzv. L-band) by navíc splynul s vlnovou formou SRW (Soldier Radio Waveform). Podobně by byla implementována i nová UHF vlnová forma datalinku TCDL pro přenos informací mezi pozemními senzory.

NÁVRH ŘEŠENÍ PRO RÚU AČR

Cílem vývoje ve společnosti PRMACOM-HT je udržet krok s uvedenými technologiemi tak, aby obdobné komplety měla k dispozici i AČR. V tomto ohledu je cenné především partnerství s Výzkumným technickým ústavem letectva (VTÚL), který

je součástí státního podniku LOM. Společně je nyní dokončena nabídka ručního kompletu JTAC (RK JTAC), který lze považovat za obdobu amerického kitu BAO/BATMAN.

Ruční komplet JTAC zahrnuje akviziční jednotku, laserový dálkoměr a nechlazenou termovizní kameru. Všechny tyto komponenty lze napojit na datový terminál typu UMPOC, kompatibilní s datalinkem TCDL. Ke komunikaci slouží ruční rádiová stanice AN/PRC-148 JEM, doplněná o 20 W přenosný zesilovač EBMP. Podporu datové komunikace zajišťuje modem specifikace IDM. V případě potřeby může být tento komplet rozšířen i o malé UAV RQ-11B Raven. Samotný komplet RK TACP i UAV Raven může obsluhovat a přenášet jen jedna osoba. Pokud AČR tento komplet zavede bude mít k dispozici plnohodnotný systém specialisty JTAC, podobně jako v nedávné minulosti využila soupravu MP TACP pro potřeby skupin TACP.

Mgr. Jiří Oulehla, PRMACOM-HT, spol. s r. o., Kabelíkova 1, Přerov, 750 00, telefon: 581 24 28 11.

Vilém KOHOUT, Meopta-optika, s.r.o.

Nové optické systémy Meopty určené pro ruční zbraně

Moderní armády vyspělých zemí světa používají v současné době především tyto ráže zbraní a střeliva aplikovaných na ručních zbraních s maximální řízenou efektivní střelbou na vzdálenost dle tabulky č. 1.

Společnost Meopta – optika, s.r.o. pro uvedené zbraně a reálné možnosti střeliva připravila základní optické systémy, modulárního koncepčního řešení, umožňující zároveň flexibilitu užití a volbu těch základních přístrojů a příslušenství, které si uživatel zvolí pro konkrétní použití a nasazení.

1. Optické systémy pro útočné pušky v ráži 5,56 / 7,62

Základem je nově vyvinutý kolimátor s označením ZD-Dot (obr. 1 a)) zvětšující 1x. Za použití přídatných dalekohledů nočních zvětšujících 3x (NV-Mag 3x - obr. 1 b)) a 4x (NV-Mag 4x) a přídatného dalekohledu denního se zvětšením 3x (DV-Mag 3x - obr. 1c)) je dosaženo plného taktického využití útočné pušky ve dne a v noci. Kolimátor ZD-Dot a přídatné dalekohledy svou moderní koncepcí využívají vakuových technologií zabezpečující velmi vysoké parametry:

- propustnost optických soustav – několikanásobná antireflexní vrstva MEO-BRIGHT MC (MultiCoating);
- průhlednost proti kapkám vody – speciální optická vrstva MEO-ANTIRAIN odpuzuje vodu a nedochází k ulpívání kapek vody na vnějších optických plochách přístrojů;
- zobrazení červeného bodu – nově vyvinutý systém tenkých vrstev MEO-REDDOT MC použitý v optických systémech kolimátoru má vysokou propustnost v pohledovém směru a pro zobrazení světelného bodu Red Dot optimální odraznost směrem k pozorovateli;
- kompatibilitu v nočním režimu – optické vrstvy MEO-NVD MC;
- využitím speciálního designu části tmelené čočky a umístění zdroje světelného bodu do ohniska kolimátorového systému se podařilo minimalizovat astigmatismus, tj. rozdíl mezi horizontální a vertikální paralaxou - v praxi to znamená dosažení nulové paralaxy pro danou vzdálenost;



Obr. 1 Optické systémy MEOPTA

Ráže	Dostřel den	Dostřel noc	Určení
5, 56 mm	400 m	300 m	UP
7, 62 mm	500 m	300 m	UP
7, 62 mm	800 m	500 m	UK
7, 62 mm	700 m	500 m	OPu
.338 WLM	1 500 m	1 000 m	OPu
12, 7 mm	2 000 m	1 000 m	OPu + K
9 mm	100 m	-	SAM

Tabulka 1: Přehled zbraňových ráží s příslušným dostřelem (UP – útočná puška; OPu – odstřelovačská puška; K – kulomet; SAM - samopal)

- elektronika umožňuje snadné ovládání a regulaci červeného bodu v denním a nočním režimu;
- zvýšení mechanické odolnosti optických přístrojů je docíleno použitím speciálního materiálu těles a součástí tzv. AIRCRAFT Aluminium 6061-T651 se speciální povrchovou úpravou MEO-ANODIZATION 3;
- vodotěsnost a další požadované vojenské odolnosti dle příslušných norem přístroje splňují především MIL-STD-810F.

Pro přesné zamíření útočné pušky na větší vzdálenosti byly odzkoušeny denní dalekohledy ZD 1-4x (obr. 1 f)) s regulací jasu červeného bodu Red Dot a pomocnou záměrnou osnovou pro denní a noční použití s případným stavěcím točítkem náměru a denní dalekohled ZD 2-8x42 (obr. 1 e)) se speciální záměrnou osnovou Mil-Dot, s osvětlením a se stavěcími točítky náměru a odměru.

Dalekohledy lze použít při střelbě v noci za použití nočních přístrojů monoKLÁRA a KLÁRA se zvětšením 1x. Další vhodné použití monoKLÁRY 1x a monoKLÁRY 3x (obr. 1 h)) se zvětšením 3x je možné jako přídavný noční dalekohled za kolimátor ZD-Dot a nebo samostatně jako standardní noční zaměřovač, neboť oba přístroje integrují v sobě regulovatelný svítící záměrný kříž. V tomto případě musí interfejs upínače na zbraň obsahovat horizontální a vertikální rektifikaci.

Pro systém útočné pušky se dá využít speciální zaměřovač dalekohled ZD 3,5 x 28 (obr. 1 d)) krátké hranolové konstrukce určený pro denní použití a s KLÁROU nebo monoKLÁROU pro noční použití. Jako noční dalekohled lze využít klasický dalekohled MEO-50. Využití malého kolimátoru ZD-RD (viz ve spojení s přístrojem MEO-50 obr. 1 g)) pro útočnou pušku je dle případného přání uživatele rovněž možné. Kolimátor ZD-RD je prioritně určen pro samopaly ráže 9 mm a pistole.

2. Odstřelovačské pušky

Předností optických zaměřovacích systémů pro denní pozorování v zaměřovačích firmy Meopta jsou logické záměrné obrazce zkonstruované dle návrhu uživatelů s možností využití přisvětlení záměrné osnovy za špatných světelných podmínek, vysoká propustnost optických soustav a odzkoušená odolnost včetně uchycení na zbraních proti zpětným rázům. Pro ráže .308 jsou navrženy denní dalekohledy ZD 3-12x56 (obr. 1 l)), ZD 4-16x44 (obr. 1 n)) a nově vyvíjený ZD 6-24x56 (obr. 1 m)). Pro ráže .338 lze využít stejné dalekohledy jako pro ráži .308. Z příslušenství k .338 se osvědčil speciální držák (obr. 1 r)) zkonstruovaný dle požadavku

a potřeb uživatelů. Pro ráži 12,7 byl vyvinut pro střelbu do 2 000 m dalekohled ZD 10x50 (obr. 1 o)) a je uvažován i nově vyvíjený dalekohled ZD 6-24x56 (obr. 1 m)).

Noční dalekohledy MEO-50 se zvětšením 3,2x pro ráži .308 a 7,62 jsou běžně používány a odzkoušeny. Pro ráži .338 je možné použít rovněž dalekohled MEO-50 a dále noční dalekohledy se zvětšením 6x lehčí konstrukce, než pro ráži 12,7 využívající přídavný ostřicí objektiv s odstraněnou paralaxou (obr. 1 p)). Těžká odstřelovačská puška ráže 12,7 využívá noční dalekohled ZN-6x (obr. 1 q)) pro střelbu do vzdálenosti 1 500m. Zkušební uživatelé dále doporučují zvážit využití nočních předsádek před denní zaměřovače.

3. Kulomet

Pro využití optických systémů na kulometu slouží kolimátor ZD-Dot (obr. 1 a)) a přídavné dalekohledy (noční 3x – obr. 1 b), noční 4x, denní 3x – obr. 1 c)). Jako samostatný denní dalekohled je ZD 3,5x28 (obr. 1 d)) nebo ZD 1-4x22 (obr. 1 f)), pro noční zaměření pak noktovizní dalekohled MEO-50K.

4. Granátomet

Pro granátomet ráže 30 slouží denní zaměřovač ZD 1,8x22 a noční zaměřovač MEO-50G (obr. 1 g)). Oba zaměřovače mají vyvinutou speciální záměrnou osnovu umožňující zaměřování ve dne a v noci na velkou vzdálenost s využitím možného účinného dostřelu granátu.

5. Pancéřovka

Pro pancéřovku Meopta vyvinula denní zaměřovač PTZ-1 a PTZ-2. Noční zaměřovače MEO-50P je v Armádě České republiky běžně používán.

6. Pistole a krátké zbraně

Na pistole jsou vyráběny kolimátory RD s červeným bodem v provedení ZD-RD (viz kolimátor na obr. 1 g)), M-RAD, Crane, Meosight 30 a Meosight 50.

Vhodným příslušenstvím pro optické systémy ručních zbraní může být svítlna svítící bílým, červeným, zeleným a IČ světlem (obr. 1 j)); speciální optické filtry dle potřeby (např. IČ – obr. 1 k) nebo antilaserové filtry), laserové značkovače a přisvětlovače v různých spektrálních vlnových délkách (obr. 1 i)).

CONTENTS

Before the system of the Soldier for the Czech Arm acquisition (I. Zbořil, V. Chlup) 95

The Army of the Czech Republic is confronting with a very serious step – a massive financial investment to each its battler. This project, known as Soldier 21, is insofar significant, considering the running foreign missions and possible future danger of the Czech Republic area, that it from the point of view of the Czech Army even overtops such more financially exacting projects, as the acquisition of the supersonic aircraft Gripen or the armoured vehicles Pandur II purchase. The aim of this article is to help this project to succeed so that this one will not suffer from a critical fate, which is common for many of the Czech Army projects. For more than 10 years it has been reported on this topic within the magazine JMO consequently we recur to this problem with knowingness that the optoelectronic systems comprise a significant part of the price and this system abilities. We would also like to point out not only a magnitude of the unit organization but also the use of the electromagnetic spectrum for the "Network Centric" vision realization. The sets C4ISTAR, using both the optical radiation and the radio waves, can be regarded as a new generation of the multipliers of the power and the possibilities of small units. They have the same significance for future as the cutting weapon and the small arms in previous period.

Two Imaging Technologies of the Current Asymmetric Battlefield (F. Chlup)..... 109

The term of "asymmetric battlefield" defines present-day issue of most war conflicts – scattered enemies in a boundless area performing small actions to achieve great effect. Readiness to face these threats requires thorough studying and deployment of new technologies. Basic requirement is to dispose of better situational awareness than the enemy does which can be achieved by early detection of the enemy. This can be reached by means of Image

Fusion in LWIR / VIS fields if in open area or using UWB radar if in urban terrain. The following article describes both advanced technologies based on employment of various fields of electromagnetic spectrum. Also the article mentions particular devices using both technologies in a handheld application.

Small Unit Communication System in the NATO Operations – Article on Platoon Command and Control System (V. Gráf) 114

Nowadays, to be in touch is due to a mobile technology as if it were a matter of course. Mobile networks drop-outs make many people nervous which proves the fact how dependant on networks or on their infrastructure we are. In past twenty years there changed much in the field of interpersonal communication and it is similar in case of small units. Yet the current communication architecture of platoons does not have much in common with commercial mobile networks. Nevertheless, similarly to a civil sphere, even here every soldier must become its part. Question is how to achieve it. The following article deals with issues of small units communication up to 2050, focusing especially on small units deployment in international operations of the NATO countries.

Acquisition System of Platoon (J. Oulehla) 121

Acquisition system of platoon is a significant force multiplier for this small unit. Using the system, platoon can guide fire support of army aviation (helicopters) as well as of air force (combat aircrafts) and artillery. The system has been qualified for joint NATO operations. It comprises mini-UAVs and TCDL data link terminals due to which the system can be deployed to support reconnaissance and military intelligence, especially of the IMINT type (image intelligence). The complete system is operable by one person – Joint Fire Observer (JFO) who shall become an organic part of all combat platoons, particularly of those that are active in international operations.

Meopta New Optical Systems Designed for Small Weapons (V. Kohout)..... 126

Technické pokyny pro autory

Príspevky se přijímají v elektronické formě.

Požadavky na textovou část: Text musí být pořízen v editoru MS WORD, doporučuje se font Times New Roman, velikost písma 12, dvojitě řádkování, formát stránky A4. Ve všech částech příspěvku používejte stejný font. Text pište do jednoho sloupce se zarovnáním k levému okraji, klávesu ENTER používejte pouze na konci odstavce.

Rovnice a vzorce uváděné na samostatných řádcích musí být vytvořeny modulem pro matematiku editoru MS WORD, rovnice a vzorce, které jsou součástí textu na řádku, zapisujte pomocí vložených symbolů, nikoliv zmíněným modulem. Při psaní matematických a chemických výrazů dodržujte základní pravidla: Veličiny pište kurzívou, matice tučně stojatě (antikva), vektory a skaláry tučnou kurzívou. Úplný (totální) diferenciál „d“ vždy stojatě. Ludolfovo číslo „π“ stojatě. Indexy, pokud vyjadřují veličinu, pište kurzívou, v opačném případě stojatě (např. max, min apod.). Imaginární jednotku „i“ stejně jako „j“ v elektrotechnice pište stojatě.

Dodržujte pravidla českého pravopisu; za interpunkčními znaménky je vždy mezera. Rovněž tak před a za znaménky „+“, „-“, „=“ apod. je vždy mezera.

Požadavky na obrázky a grafy: Grafickou část příspěvku nevěleňujte do textu, ale dodávejte ji jako samostatné grafické soubory typu *.CDR, *.EPS, *.TIF, *.JPG a *.AI (vektorovou grafiku jako

*.EPS nebo *.AI soubory, bitmapovou grafiku jako *.TIF nebo *.JPG soubory). V žádném případě nedodávejte obrázek v souboru typu *.doc. Bitmapové soubory pro černobílé kresby musí mít rozlišení alespoň 600 dpi, pro černobílé fotografie nejméně 200 dpi a pro barevné nejméně 300 dpi. Při generování obrázků v COREL DRAW do souboru typu *.EPS převedte text do křivek. U souborů typu *.JPG používejte takový stupeň komprese, aby byla zachována co nejlepší kvalita obrázku. Velikost písma v obrázcích by neměla klesnout pod 1,5 mm (při předpokládané velikosti obrázku po zalomení do tiskové strany).

Pokyny k předávání příspěvku

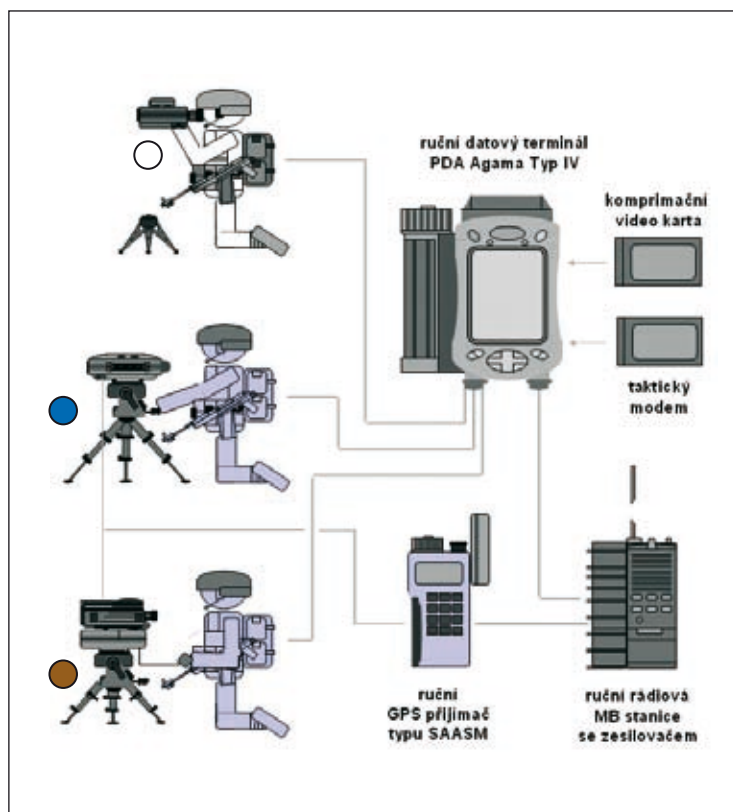
Ke každému textu nebo grafice musí být přiložen kontrolní výtisk nebo fotografie.

Dále je třeba, aby k článku autor dodal překlad resumé a názvu článku do anglického (českého – slovenského) jazyka, klíčová slova, jména všech autorů včetně titulů, jejich plných adres, telefonického spojení a případně e-mailové adresy.

Soubory je možno dodat na disketě nebo CD. Ke každému příspěvku připojte seznam všech předávaných souborů a u každého souboru uveďte pomocí jakého software byl vytvořen.

Príspevky zasílejte na adresu: Redakce časopisu JMO, Kabelíkova 1, 750 02 Přerov.

Senzorický komplet čety, roty a uskupení



Senzorické komplety čety a roty jsou určeny především pro podporu průzkumu, pozorování a akvizice cílů (RSTA). Jsou určeny pro velitele čety a představené pozorovatele, kteří řídí palebnou podporu ze strany letectva a dělostřelectva. Jejich základem je vždy akviziční jednotka, obsahující kombinaci termovizní kamery (TI), denní větve (DCH), CCD kamery (CCD), laserového dálkoměru (LRF), digitálního kompasu (DMC) a přijímače navigačního signálu GPS (GPS). Všechny tyto jednotky mají nejen datový, ale i obrazový výstup. Rovněž i datový terminál PDA je koncipován tak, aby mohl zaznamenávat, editovat a distribuovat nejen datové, ale i obrazové informace.

Pro podporu průzkumu a zaměřování podpůrných zbraní čety je v rámci konceptu xPAN na této úrovni k dispozici i souprava chlazeného termovizního zaměřovače M/HTWS. Účinný dosah tohoto systému je až 6 000 m (cíl typu vozidlo).



K zabezpečení průzkumu a pozorování na stupni četa / rota je určena i chlazená termovizní kamera MATIS HH. Pro akvizici cílů ji je možno kombinovat s dálkoměry řady Vector. Dosah této kamery je až 10 km.



RSTA subsystém čety



nanoPAN

Základem RSTA subsystému čety je ruční akviziční jednotka s uTI, DCH, LRF, DMC a GPS. Jako doplněk je k dispozici lehká trojnožka. Tento komplet slouží k řízení palby podpůrných zbraní čety a roty.

RSTA subsystém roty



pikoPAN

Rotní subsystém RSTA zahrnuje ruční akviziční jednotku s cTI, CCD, LRF, DMC a GPS. V případě potřeby může být rozšířen o trojnožku, laserový ozařovač a úhломěrnou hlavici. Slouží k řízení palby taktického letectva.

RSTA subsystém uskupení



attoPAN

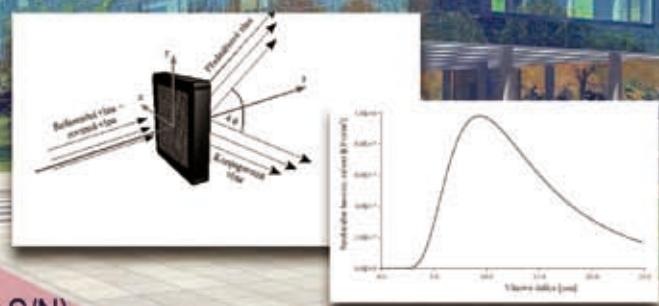
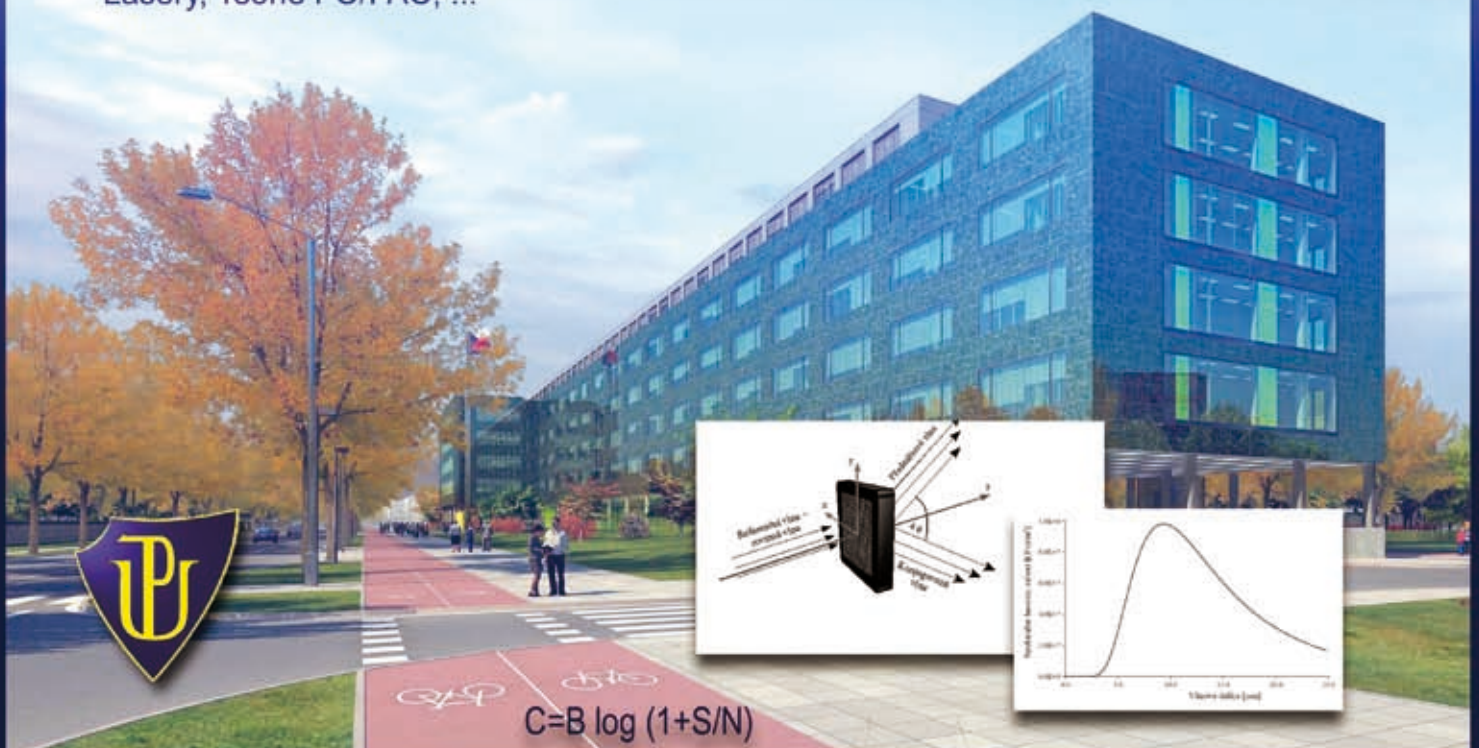
Pro rotní bojové uskupení je určena přenosná multisenzorická jednotka s cTI, DCH, LRF, DMC a GPS. Součástí tohoto kompletu je i úhломěrná hlavice. Systém slouží pro průzkum a řízení palby dělostřelectva.



Specialista na vojenské laserové a termovizní systémy

studium na katedře optiky Univerzity Palackého v Olomouci

Svazková optika, Přístroje nočního vidění, Optické přístroje,
Taktická rádiová komunikace, Vývoj západní Evropy,
Akziční systémy, Matematika,
Lasery, Teorie FO/FAC, ...



$$C=B \log (1+S/N)$$