

11 - 12
2019

JMO

JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA
FINE MECHANICS AND OPTICS





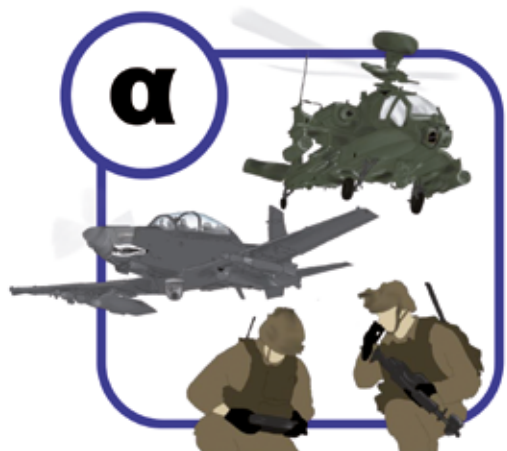
VÍCEÚČELOVÝ BOJOVÝ LETOUN STEALTH

- distribuovaná protivzdušná a protiraketová obrana
- síťově orientovaná senzorická fúze ISR a Targeting
- schopnost SEAD/DEAD, CAS, CCA i v prostředí A2/AD

„Světelná“ obrana před konceptem A2/AD

Letalita podpořená multiplikátory využívajícími elektromagnetické záření a kybernetiku

- důsledné využití přístupu Full-spectrum dominance i u malých jednotek
- důsledné uplatnění taktiky vzdušně – pozemních operací i na taktickém stupni



VZDUŠNĚ - POZEMNÍ OPERACE

- Intelligence, Surveillance, Reconnaissance (ISR)
- Suppression of Enemy Air Defenses (SEAD / DEAD)
- Electronic Warfare / Countermeasures (EW/CM)
- Close Air Support (CAS), přímá vzdušná podpora
- Close Combat Attack (CCA), přímý vzdušný útok
- Casualty Evacuation (CASEVAC)



ARCHITEKTURA C4ISTAR

- Command, velení
- Control, řízení
- Communication, komunikace
- Computer, zpracování dat a datové terminály
- Intelligence, vojenské zpravodajství
- Surveillance, sledování
- Target Acquisition, zjišťování cílů
- Reconnaissance, průzkum



INTEGROVANÉ SYSTÉMY VOJÁKA

- STANO – Surveillance, Target Acquisition and Night Observation, optika a noční vidění
- SaaS - Soldier as a System, voják jako systém
- ES2 – Every Soldier is a Sensor, každý voják je senzor
- zbraňové systémy „Fire & Forget“ a přesná munice
- robotické systémy UAV, UGV, UGS, bojové drony

REDAKČNÍ RADA

Předseda: Ing. Jaromír KŘEPELKA, CSc., SLO UP a FZÚ AV ČR, Olomouc
Členové: Ing. Totka BAKALOVÁ, Ph.D., TU, Liberec, prof. RNDr. Zdeněk BOUCHAL, Dr., UP, Olomouc, Ing. Ondřej ČÍP, Ph.D., UPT AV ČR, v. v. i., Brno, Ing. Alexandr DEJNEKA, Ph.D., FZÚ AV ČR, v. v. i., Praha, prof. Ing. Stanislav ĎURIŠ, Ph.D., SJF STU, Bratislava, RNDr. Ivana GREBEŇOVÁ, Meopta - optika, s.r.o., Přerov; doc. RNDr. Ondřej HADERKA, Ph.D., SLO UP a FZÚ AV ČR, Olomouc, prof. Ing. Pavol HORŇÁK, DrSc., STU, Bratislava, doc. Ing. Jan HOŠEK, Ph.D., ČVUT Praha, 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. Romana KOČOVÁ, FZÚ AV ČR, v. v. i., Praha, doc. RNDr. Vojtěch KŘESÁLEK, CSc., UTB, Zlín, doc. RNDr. Lubomír KUBÍK, Ph.D., SPU Nitra, doc. Ing. Marián KUČERA, Ph.D., TU Zvolen, Ing. Jan KŮR, Mesing, spol. s r.o., Brno, prof. Ing. Martin LIBRA, CSc., ČZU, Praha, prof. RNDr. Miroslav LIŠKA, DrSc., VUT, Brno, RNDr. Zdeněk LOŠTÁK, Meopta - optika, s.r.o., Přerov, doc. RNDr. Miroslav MILER, DrSc., ÚFE AV ČR, v. v. i., Praha, prof. Ing. Jiří NOVÁK, Ph.D., ČVUT, Praha, prof. RNDr. Jan PEŘINA, DrSc., UP, Olomouc, Ing. Pavel PETERKA, Ph.D., ÚFE AV ČR, v. v. i., Praha, Mgr. Sylvie PETROVÁ, LF MU, Brno, prof. Ing. Jaromír PIŠTORA, CSc., VŠB – TU, Ostrava, RNDr. Dagmar SENDERÁKOVÁ, Ph.D., UK, Bratislava, RNDr. Petr SCHOVÁNEK, SLO UP a FZÚ AV ČR, Olomouc, prof. RNDr. Anton ŠTRBA, CSc., UK, Bratislava, doc. Ing. Olga TŮMOVÁ, CSc., Západočeská univerzita, Plzeň, Zuzana VESELÁ, Meopta - optika, s.r.o., Přerov, čestný člen Ing. Zdeněk MARTÍNEK, Nové město nad Metují

Gerd HÄUSLER, Lehrstuhl für Optik, Universität Erlangen – Nürnberg, Erlangen (Germany); Michael J. LALOR, Liverpool John Moores University, U. K.; Rodney J. SOUKUP, University of Nebraska – Lincoln, U. S. A.; M. C. TEICH, Boston University, U. S. A.

JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA

Vydává Fyzikální ústav Akademie věd České republiky, v. v. i. za spoluúčasti SPIE, The International Society for Optics and Photonics, v Nakladatelství Fyzikálního ústavu Akademie věd České republiky, v. v. i.

Ředitel FZÚ AV ČR, v. v. i.: RNDr. Michael PROUZA, Ph.D.

Odpovědný zástupce vydavatele: prof. RNDr. Miroslav HRABOVSKÝ, DrSc.
Šéfredaktor: Ing. Jaromír KŘEPELKA, CSc., e-mail: jaromir.krepelka@upol.cz, tel.: 585 631 518

Tajemnice redakce: Marcela BAĎUROVÁ

Adresa redakce (předplatné, nakladatelské služby): SLO UP a FZÚ AV ČR, 17. listopadu 50, 772 07 Olomouc, tel.: 585 631 581, e-mail: marcela.badurova@upol.cz

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

Vychází: 10× 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.

Ve Slovenské republice je kontaktní místo: RNDr. Dagmar Senderáková, Ph.D., katedra experimentální fyziky FMFI UK, Mlynská dolina F2/149, SK-842 48 Bratislava, tel.: ++421 260 295 391, e-mail: dsenderak@gmail.com

Ve Slovenské republice rozšiřuje a objednávky přijímá: prof. Ing. Ivo Čáp, CSc., Žilinská univerzita EF, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, e-mail: ivo.cap@fel.uniza.sk

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

Inzerce: tel.: 585 631 581, e-mail: marcela.badurova@upol.cz

Odborné články jsou lektorovány.

<https://jmo.fzu.cz>

© JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA 2019
ISSN 0447-6441
INDEX 46 723

JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA

VĚDECKO-TECHNICKÝ ČASOPIS
ROČNÍK 63 11 - 12/2019

OBSAH

Slovo a světlo (V. Chlup)	291
Vytvoření a rádiové zabezpečení oblasti A2/AD (V. Chlup)	292
Multisenzorický systém letounu F-35 (V. Chlup)	312
Součinnost letounů F-35 a specialistů JTAC v oblastech A2/AD (V. Chlup)	344
Budování oblasti A2/AD „v“ a „nad“ Českou republikou (V. Chlup)	365
40 let výzkumu technologie přípravy optických vláken v Československu – počátky 1979–1993 (V. Matějec, I. Kašík, M. Hayer)	377
Pokroky v oblasti optických vláken v České republice (I. Kašík, V. Matějec, O. Podrazký, J. Mrázek, M. Kamrádek, P. Peterka, J. Aubrecht, F. Todorov, P. Honzátko)	381
Studium struktury vypěněných geopolymérů s různými typy plniv (I. Dufková, P. Kejzlar, L. Voleský, Su Le Van, V. Kovačič, P. Louda)	385
Zlepšení vlastností brýlových čoček pomocí diamantu podobného uhlíku (P. Písařík, J. Remsa, J. Mikšovský)	388

Bližší informace o poslání časopisu, pokyny pro autory, obsah časopisu apod. je uveden na internetu: <http://jmo.fzu.cz/>

Informace o předplatném podá, objednávky přijímá, objednávky do zahraničí vyřizuje: SLO UP a FZÚ AV ČR, 17. listopadu 50, 772 07 Olomouc, tel.: 585 631 576, e-mail: marcela.badurova@upol.cz.

Cena čísla 40 Kč včetně DPH

ADVISORY BOARD

Chairman: Jaromír Křepelka – Joint Lab. of Optics of Palacky Univ. and Inst. of Physics of Czech Academy of Sciences, Olomouc (Czech Rep.)

Members: Totka BAKALOVÁ – Tech. Univ., Liberec (Czech Rep.), Zdeněk BOUCHAL – Palacky Univ. (Czech Rep.), Ondřej ČÍP – Inst. of Scientific Instruments of Czech Academy of Sciences, Brno (Czech Rep.), Alexandr DEJNEKA – Inst. of Physics of Czech Academy of Sciences, Praha (Czech Rep.), doc. Ing. Stanislav ĎURIŠ, Ph.D., Inst. of Measurement Science Slovak Academy of Sciences, Bratislava (Slovak Rep.), Ivana GREBEŇOVÁ, Meopta - optika, s.r.o., Přerov (Czech Rep.); Ondřej HADERKA – Joint Lab. of Optics of Palacky Univ. and Inst. of Physics of Czech Academy of Sciences, Olomouc (Czech Rep.), Pavol HORŇÁK – Slovak Tech. Univ., Bratislava (Slovak Rep.), Jan HOŠEK – Czech Tech. Univ., Praha (Czech Rep.), Miroslav HRABOVSKÝ – Joint Lab. of Optics of Palacky Univ. and Inst. of Physics of Czech Academy of Sciences, Olomouc (Czech Rep.), Vladimír CHLUP – Olomouc (Czech Rep.), Lubomír JASTRABÍK – Inst. of Physics of Czech Academy of Sciences, Praha (Czech Rep.), Pavel KLENOVSKÝ – Czech Metrology Inst., Brno (Czech Rep.), Ing. Romana KOČOVÁ, Inst. of Physics of Czech Academy of Sciences, Praha (Czech Rep.), Vojtěch KŘESÁLEK – Tomas Bata Univ. in Zlín (Czech Rep.), Lubomír KUBÍK, SPU Nitra (Slovak Rep.), Marián KUČERA, TU Zvolen (Slovak Rep.), Jan KŮR, Mesing, spol. s r.o., Brno (Czech Rep.), Martin LIBRA – Czech Univ. of Life Sciences, Praha (Czech Rep.), Miroslav LIŠKA – Tech. Univ., Brno (Czech Rep.), Zdeněk LOŠŤÁK – Meopta-optika, s.r.o., Přerov (Czech Rep.), Miroslav MILER – Inst. of Photonics and Electronics of Czech Academy of Sciences, Praha (Czech Rep.), Jiří NOVÁK – Czech Tech. Univ., Praha (Czech Rep.), Jan PEŘINA – Palacky Univ., Olomouc (Czech Rep.), Ing. Pavel PETERKA, Ph.D., Inst. of Photonics and Electronics of Czech Academy of Sciences (Czech Rep.), Sylvie PETROVÁ, Fac. of Medicine, Masaryk Univ. (Czech Rep.), Jaromír PIŠTORA – Tech. Univ., Ostrava (Czech Rep.), Dagmar SENDERÁKOVÁ – Comenius Univ., Bratislava (Slovak Rep.), Petr SCHOVÁNEK – Joint Lab. of Optics of Palacky Univ. and Inst. of Physics of Czech Academy of Sciences, Olomouc (Czech Rep.), Anton ŠTRBA – Comenius Univ., Bratislava (Slovak Rep.), Olga TŮMOVÁ, University of West Bohemia, Plzeň (Czech Rep.), Zuzana VESELÁ – Meopta - optika, s.r.o., Přerov (Czech Rep.), honorary member Ing. Zdeněk MARTINEK, Nové město nad Metují (Czech Rep.)

Gerd HÄUSLER, Lehrstuhl für Optik, Universität Erlangen – Nürnberg, Erlangen (Germany); Michael J. LALOR, Liverpool John Moores University, U. K.; Rodney J. SOUKUP, University of Nebraska – Lincoln, U. S. A.; M. C. TEICH, Boston University, U. S. A.

FINE MECHANICS AND OPTICS

Published by Institute of Physics of the Czech Academy of Sciences under participation of SPIE, The International Society for Optics and Photonics in the Publishing House of the Institute of Physics of the Czech Academy of Sciences.

Director of Institute of Physics of the Czech Academy of Sciences:

Michael PROUZA

Editor: Miroslav HRABOVSKÝ

Managing Editor: Jaromír KŘEPELKA, e-mail: jaromir.krepelka@upol.cz, tel.: 585 631 518

Office secretary: Marcela BAĐUROVÁ

Address of the Editor's office in Olomouc (subscription, publisher services): SLO UP a FZÚ AV ČR, 17. listopadu 50, 772 07 Olomouc, Czech Republic, tel.: ++420 585 631 576, fax: ++420 585 631 531, e-mail: marcela.badurova@upol.cz
Reproduction only with permission of the Editor and under observing the copyright. 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.

Contact place for the Slovak Republic: Dagmar Senderáková, Department of Experimental Physics, Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Comenius University, Mlynská dolina F2/149, 842 48 Bratislava, Slovak Republic, tel.: 00421 260 295 391, e-mail: dsenderak@gmail.com

Printing: TYPoServis Holešov, Masarykova 650, CZ-769 01 Holešov, tel.: ++420 573 398 746, e-mail: dtp@typoservis.cz

Advertising: e-mail: marcela.badurova@upol.cz

Papers are reviewed. <https://jmo.fzu.cz>

© FINE MECHANICS AND OPTICS 2019

ISSN 0447-6441

INDEX 46 723

FINE MECHANICS AND OPTICS

SCIENTIFIC-TECHNICAL JOURNAL

VOLUME 63

11 - 12/2019

CONTENTS

The word and light (V. Chlup) 291

A2/AD zone establishing and its radio coverage
(V. Chlup) 292

F-35 fighter multi-sensor system (V. Chlup) 312

Interoperability of F-35 fighters and JTACs in A2/AD zones
(V. Chlup) 344

Establishing A2/AD zone in and over the Czech Republic
(V. Chlup) 365

**40 years of technology research of optical fibers
in Czechoslovakia – early stage 1979–1993**
(V. Matějec, I. Kašík, M. Hayer) 377

Latest advances in optical fibers in the Czech Republic
(I. Kašík, V. Matějec, O. Podrazký, J. Mrázek, M. Kamrádek,
P. Peterka, J. Aubrecht, F. Todorov, P. Honzátko) 381

**The study of structure of foam geopolymers with various
fillers** (I. Dufková, P. Kejzlar, L. Voleský, Su Le Van, V. Kovačič,
P. Louda) 385

**Improving the properties of spectacle lenses with
a diamond-like carbon**
(P. Písařík, J. Remsa, J. Mikšovský) 388

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

Information on subscription rate and on ordering gives the
SLO UP a FZÚ AV ČR, 17. listopadu 50, 772 07 Olomouc,
tel.: 585 631 576, e-mail: marcela.badurova@upol.cz.

Price for single copy: 40 Kč incl. VAT

Slovo a světlo

Uplynulých třicet let jsme prožili ve stínu plnění Smlouvy o likvidaci raket středního a kratšího doletu (Intermediate-Range Nuclear Forces Treaty, zkráceně INF 1987), která v září roku 2019 pozbyla platnosti. Vypověděly ji Spojené státy a Rusko tento krok akceptovalo. Pro mnohé to byla pouhá slova, jeden z mnoha odzbrojovacích dohovorů, o kterých jsme před rokem 1989 tolik slyšeli, a tak málo je vnímali. Ale právě na jejím základě byly staženy sovětské rakety Temp-SM (SS-12b) s jadernými hlavicemi z moravského vojenského prostoru Libavá. A to více jak symbolicky – 25. února 1988, v den čtyřicátého výročí Vítězného února, kdy v Československu převzali moc komunisté. Sovětské vedení tak dalo jasně najevo, že máme jít svou cestou. Došlo nám to sice později, ale došlo. Po další generaci jsme mohli uplatňovat svoji svobodnou vůli, bohatnout ze svobodného trhu a těšit se z demokracie – „rovných práv v občanském životě i v úřadech“ (Platón, Ústava 557). Nyní však vidíme, že se mnohé mění. Přestala platit i ona smlouva, a proto je třeba říci, co ji nahrazuje.

Řízené střely Temp-SM, neboli 9K76 či dle kódu NATO SS-12b Scaleboard (označené ve smlouvě INF jako OTR-22), byly vyspělejší kombinací dvou klíčových technologií druhé světové války – německých řízených balistických raket (projekt V-2) a americké jaderné pumy (projekt Manhattan Engineering District, MED). Projekty V-2 a MED stály proti sobě, na každém pracovalo přes sto tisíc osob a u obou dosáhly náklady výše přes dvě miliardy tehdejších amerických dolarů (nyní asi po 180 mld. USD). Do 2. září 1945, kdy druhá světová válka skončila, se našťěstí nikomu nepodařilo obě technologie spojit.

První mezikontinentální balistickou raketu, schopnou nést jadernou hlavici, úspěšně vypustil 21. srpna 1957 Sovětský svaz, faktický vítěz konfliktů let 1939 – 1945 a mocnost kultury Východu. Upravená balistická raketa R-7 (8K71, resp. SS-6 Sapwood), původně určená pro třímegatonovou termonukleární nálož, byla poté použita i k vypuštění první umělé družice Země (Sputnik-1), první měsíční sondy (Luna), první pilotované kosmické lodi (Vostok s kosmonautem Jurijem Gagarinem) a k prvnímu automatickému letu s tříčlennou posádkou bez skafandrů (Voschod 1). Ještě dnes lze základy této konstrukce vidět u kosmických raket Sojuz 2, ale to je již ruský, nikoliv sovětský systém. Sovětům tak k přežití nepomohla ani úspěšná aplikace „poznávací lidské činnosti vytvářející na základě pozorování, experimentování a studia soustav verifikovatelných, (exaktně) formulovaných znalostí o povaze a zákonitostech jednotlivých oblastí skutečnosti“.

Vzletná definice „vědy“ z normativního Slovníku spisovné češtiny napovídá, proč neuspěli. Vědecky přistupovali nejen ke stvořenému řádu (přírodě), ale i k lidské společnosti (civilizaci). Nepochopili, že bez vztažného bodu nelze definovat žádnou soustavu, natož sebe samu. I když disponovali vyspělými a plně mobilními řízenými střelami s jadernými náložemi umožňujícími i lokální nasazení (např. právě Temp-SM), museli se stáhnout. Jimi prosazovaný demokratický centralismus (synkretické „byzantské“ republikánství kombinující timokracii, oligarchii a ochlokracii) začal rozežírat i je samotné. Obsazené státy evropského Západu (Československo, Estonsko, Litva, Lotyšsko, Maďarsko, Polsko a východ Německa) se tak mohly opět nadechnout a vrátit se k rovnosti lidí, pro naši kulturu vlastní.

Ústup, stáhnutí se, nemusí být navždy. Zvláště, když k návratu okolností přímo vybízí. Kultura Západu podlehla iluzi, že ve studené válce zvítězila – Sověty prý jednoduše uzbrojila a jejich systém ekonomicky zkolaboval. Jsme-li ale nyní svědky našeho diplomatického ústupu a ruského vzestupu, může být pravda složitější. Skutečností je, že smlouva INF již neplatí. Na ruské straně ji nahradil nový koncept, který je na Západě nazýván A2/AD (Anti Access/Area Denial). Tomu se kultura Západu snaží čelit pomocí technologie Stealth využívající ve značné míře i optoelektroniku. Popis a rozbor nastalé situace je pak i obsahem tohoto neobvyklého čísla časopisu Jemná mechanika a optika, věnovaného i vzpomínce výročí událostí konce roku 1989.

Vytvoření a rádiové zabezpečení oblastí A2/AD

Převís výkonu současných ruských pozemních protiletadlových řízených střel a radarů je nyní používán i k prosazení mocenských zájmů – vytvoření tzv. oblastí A2/AD. Konceptem zasažené území je následně zaměřeno přesnými protizemními řízenými střelami typu INF schopnými nést i vysoce přesné konvenční hlavice a vystaveno aktivnímu elektronickému boji. Článek se věnuje vývoji, popisu a souvislostem tohoto přístupu, který je nyní aplikován nejen na Ukrajině a v Sýrii, ale i proti Západu.

Multisenzorický systém letounu F-35

Svobodný pohyb i myšlení jsou v oblastech A2/AD postupně omezovány, obrana území snížena a vše je „přikryto“ senzorickými systémy využívajícími aktivně i pasivně rádiové vlny. Odpovědí kultury Západu je širší aplikace „nezjistitelných“ prostředků Stealth, nosičů výkonných senzorů a zbraňových systémů, založených především na využití optiky a optoelektroniky. Nejrozšířenějším systémem Stealth je již dnes letoun F-35, dosud nejdražší vědecký a průmyslový projekt lidských dějin.

Součinnost letounů F-35 a specialistů JTAC v oblastech A2/AD

Letouny F-35 přinášejí do oblastí zasažených konceptem A2/AD naději, že jejich obránci budou moci opět využít kombinovaných vzdušně-pozemních operací i plné informační a spektrální dominance, hlavních vojenských strategií Západu. Vzájemná součinnost je však možná pouze za předpokladu aplikace odpovídající organizace sil a v nich začleněných specialistů využívajících příslušné technologie.

Budování oblastí A2/AD „v“ a „nad“ Českou republikou

Článek se zabývá aktuálním stavem nasazení systémů A2/AD proti České republice, zejména po ukončení platnosti smlouvy INF. Nepřímo odpovídá i na otázku, zda jsme se v uplynulých třiceti letech dokázali vyrovnat s demokratickým centralismem Východu, největším vnitřním ohrožením před konceptem A2/AD.

Systémy A2/AD Východu i technologie Stealth Západu jsou založeny na širokém využití elektromagnetického záření. Toto „světlo“ (Gn 1, 3) stálo i na počátku našeho světa, vesmíru. Máme-li tendenci jej vnímat příliš materiálně, pak nezapomeňme, že samotné rakety nepocházejí ani ze Západu, ani z Východu, ale z Číny, dalšího z civilizačních okruhů. Jejich víceetapový „ohnivý drak vystupující z vody“ (Huo Long Shu Shui) zde byl již před více jak šesti stoletími. Možná je tedy vhodné připomenout, že světlo je sice dobré (Gn 1, 4), ale předcházelo mu Slovo (Gn 1, 3 v kontextu J 1,1).

Vytvoření a rádiové zabezpečení oblasti A2/AD

Rok 2019 vstoupí do dějin jako poměrně ostrý konec pokusu Západu o globalizaci světa. Snaha o propojení celého lidského rodu v jednu velkou společnost protkanou vzájemnými komunikačními, informačními, ekonomickými, kulturními a ekologickými vazbami tím však nekončí; jen k tomu již nebude využívána demokracie Západu. Ostatní civilizační okruhy ji zkrátka (zatím) nepřijaly a k „civilizaci“ dalších se budou snažit využít svých mocenských přístupů; i ty mají nejen sociální, ale i fyzikální rozměr. Nejrozvinutější je přitom koncept budování oblastí A2/AD (Anti Access/Area Denial), cílený i na země Západu, včetně České republiky. Rozvíjejí jej zejména Ruská federace a Čína.

Dne 20. září 2019 se na letištích vojenského transportního letectva v Engelse, Ivanovu, Rjazani a Uljanovsku shromáždilo osmdesát osádek těžkých dopravních letounů Il-76, aby vyslechly rozkaz k letu do jim dosud neznámé oblasti. Věděly, že mají nad cílem vysadit výsadkový pluk, ale zatím nevěděly kde. Nakonec se první akce formátu „2220“ uskutečnila ve výcvikovém prostoru Donguz u Orenburgu, přibližně 1 080 km od nejvzdálenější Rjazaně a Uljanovska. Během 20 minut zde bylo na padácích vysazeno ze 71 letounů Il-76 asi 200 ks pásových bojových výsadkových vozidel řady BMD a 2 000 výsadkářů. Akci, konané v rámci velkého cvičení „Střed 2019“, přihlížel ruský prezident Vladimír Putin a účastnili se ji i čínští vojáci. Rusové tak veřejně demonstrovali, že jsou schopni provést rozsáhlou infiltraci do vzdálenosti 2 000 km od svých letišť. Během roku 2019 to byl již druhý velký výsadek Vzdušně-výsadkového vojska (VDV) sil Ruské federace; předchozího se 10. července zúčastnilo rovněž asi 2 000 výsadkářů ze 40 letounů Il-76. Bojová výsadková vozidla tehdy použita nebyla, ale letouny startovaly z Ivanova i Uljanovska a zaměřily na Krym, pro jejich osádky dosud málo známý, kde místo shozu bezprostředně lemovalo pobřeží Černého moře. V obou případech byly výsadkové proudy letadel od sebe vzdáleny nejvýše 3 000 m, dosud to bylo desetkrát více.

Rychlá příprava a provedení velkého vzdušného výsadku byla sice nejambicióznější a nejsledovanější část cvičení „Střed 2019“, nebyla však jediná. Týdenního zaměstnání se zúčastnilo přes 120 000 vojáků takřka všech profesí a odborností (výsadkářů byly jen asi čtyři tisíce, z nichž se na padácích snesla polovina). Účast přijali mimo vojáků z Číny i menší kontingenty z Kazachstánu, Kyrgyzstánu, Indie, Pákistánu, Tádžikistánu a Uzbekistánu, tedy z členských států Šanghajské organizace pro spolupráci. Rusové svým asijským partnerům nejen předvedli, čeho jsou schopni, ale i to, kde a jak mohou své síly nasadit. Podstatou celého cvičení „Střed 2019“ byla reálná ukázka vytvoření a zabezpečení tzv. oblasti A2/AD.

1. HISTORICKÉ SOUVISLOSTI KONCEPTU A2/AD

Pochopení konceptu A2/AD není možné bez návratu do roku 1989, kdy byla část hranice tehdejší Československé socialistické republiky (ČSSR) obehnaná dvojítm plotem s elektrickým napětím, střezena autonomně střeljeckými kulomety a hlídána pohraničníky se psy. Státní moc chtěla mít plnou kontrolu nad vstupem do země i výstupem z ní. Uvnitř ČSSR vládla „normalizace“, byla aplikována cenzura a používáno podvojně myšlení – něco jiného se myslelo, něco jiného se dělalo. Výsledkem byla všeobecná stagnace společnosti, její umrtvení. Vládnoucí členové Komunistické strany Československa (KSČ) tak mohli uplatňovat svoji vůli bez ohledu na své schopnosti (vlohy, vzdělání) a možnosti (včetně fyzikálních principů), rozhodující byl tzv. princip demokracie centralismu – ve všeobecných volbách bylo možné na

jednotné kandidátce Národní fronty volit jen zástupce schválené KSČ, jednotlivci i menšiny se museli podřizovat přání komunisty ovládané většiny a rozhodnutí nadřízených orgánů bylo závazné pro orgány podřízené. Jediným vztáhným bodem byla proměnná vůle lidu vedeného KSČ. Komunismus je ochlokratický systém, jehož příznivci věří, že si většinově mohou odhlasovat cokoliv.

Komunismus je ideologií Západu, přináší možnost nadnárodního propojení osob stejného profesního/sociálního cíle (podle hesla „Proletáři všech zemí, spojte se!“), vytvoření zdání většiny a prosazení její vůle. Z republikánského hlediska jde o ochlokracii, formu svrchovanosti většiny, která stojí v opozici proti konkurenční timokracii (svrchovanosti úřadu) a oligarchii (svrchovanosti elit). Vzájemné soupeření oligarchů (v krajním případě fašistů), timokratů (obecně socialistů, včetně nacistů) a ochlokratů (včetně komunistů) bylo v letech 1850–1950 hybnou silou vývoje kultury Západu i důvodem existence koncentračních, vyhlazovacích a pracovních táborů. Během první světové války se němečtí oligarchové pokusili o export konkurenční timokracie (např. Martovova/Vojkovova skupina) a ochlokracie (Leninova skupina) do Ruska, cílem bylo oslabit a destabilizovat carskou monarchii tak, aby boje na východní frontě ustaly. Německý záměr nakonec s jejich pomocí realizovala právě bolševická (komunistická) skupina okolo Vladimíra Iljiče Lenina. S bolševiky podepsaný brestlitevský mír umožnil po 3. 3. 1918 stáhnout většinu německých jednotek z východní fronty a nasadit je (neúspěšně) na západě při Ludendorffově ofenzívě (březen – duben 1918). Němečtí oligarchové nakonec první světovou válku prohráli a politickou scénu po krátkém ochlokratickém intermezzu (tzv. republiky rad) ovládli timokraté; timokratická byla i první československá republika (nebyla zde např. uzákoněna rovnost národností, k tomu došlo až 8. 2. 1991).

Evropský Východ, spojovaný od 16. století s ruskou ideou Třetího Říma, převzaly po roce 1918 sověty – rady prosazující svrchovanost většiny. Zpočátku to bylo velmi dynamické, došlo k rychlé industrializaci i prosazení kolektivního zemědělství. Stále se muselo něco dít, rady neustále zasedaly, menšinové (odporující) názory byly umlčovány. Boj o moc se stal v sovětském Rusku, resp. Svazu sovětských socialistických republik (SSSR), permanentní, jedinou možností bylo jej ventilovat přípravou na válku. Obdobným způsobem se vyvinuly i západoevropské kontinentální timokracie, zejména ta německá. Bylo jen otázkou času, kdy se boje mezi nyní již timokratickým Německem a ochlokratickým Ruskem/SSSR obnoví. Nejprve bylo uzavřeno účelové spojení. Pakt Ribbentrop-Molotov z 23. 8. 1939 umožnil Sovětům získat zpět část „ruského“ území odstoupeného brestlitevským mírem (např. Besarábii, Pobaltí, část Polska). Dohoda dlouho nevydržela – nacistické Německo udeřilo jako první již v červnu 1941 a umožnilo Sovětům stále potřebnější stmelující mobilizaci sil. Velká vlastenecká válka (1941–1945) se stala nejdůležitějším mezníkem novodobé historie Ruska. Západoevropští timokraté druhou světovou válku prohráli, příznivci republiky (oligarchové, ochlokraté i timokraté) nakonec po vzoru Britů (Habeas Corpus Act) a Američanů (ústavní Listina práv) pochopili, že si musí vytyčit nepřekročitelný vztáhný bod (kodifikovaná základní práva); již věděli, že za ním jsou jen vyhlazovací tábory a rezignace na lidství.

Druhá světová válka, resp. jejich Velká vlastenecká válka, výrazně prodloužila existenci sovětů Východu. Nezměrné ztráty, a zde je třeba vyjádřit dík i pokoru za každou oběť proti národnímu socialismu (nacismu), vedly k obrovské mobilizaci sovětské společnosti, která vydržela až do šedesátých let 20. století a přinesla nejen

přídorys
zpravodajského letounu
RF-57F používaný
k meteorologickému
průzkumu, odvozen
ze zpravodajského RF-57D



srovnání přídorysu bombardéru B-57
a zpravodajského letounu RF-57D

TECHNOLOGIE PRO VYBUDOVÁNÍ VZDUŠNÉ PŘEVAHY

proudový stíhací
letoun Mig-15



OPERAČNÍ VÝŠKA (1950 – 1960)

výškový zpravodajský / průzkumný letoun U-2



přepadový stíhací letoun Su-9



raketový
systém PVO
SA/S-75



OPERAČNÍ RYCHLOST (1965 – 1985)

vysokorychlostní zpravodajský / průzkumný letoun SR-71



vysokorychlostní
záchranný stíhací
letoun Mig-25



úderný letoun Stealth F-117A



STEALTH A SENZORY (OD 1990)

víceúčelový
bojový letoun
Stealth F-35A



A2/AD (OD 2010)



systém protivzdušné obrany
S-400



PROSTŘEDKY ZOBRAZENY VE VZÁJEMNÉM MĚŘÍTKU

studenou válku, pokračující vymezování se kultur Západu a Východu, ale i další etapu industrializace Sovětského svazu. Důkazem je ale nejen jeho velmi úspěšný kosmický program, nýbrž i nelidská snaha udržet si obsazená či ovládaná území. Na přelomu šedesátých a sedmdesátých let 20. století (po invazi do ČSSR a americkém přistání lidské posádky na Měsíci), ale došlo k výraznému útlumu vývoje SSSR, válečná generace odmítla opustit své posty a z nich plynoucí výhody, dala přednost pohodlí a stagnaci. Nyní byli naopak umlčováni ti, co chtěli, aby se něco dělo. Sovětský blok ovládl demokratický centralismus, mocenská technologie podporující konformní a neschopné struktury. Jako první to začali vnímat pracovníci první správy sovětského Výboru státní bezpečnosti (KGB). Těmto specialistům KGB, nejčastěji šlo o agenty působící v zahraničí, bylo stále více zřejmé, že komunismus není Rusku vlastní a oslabuje jej. Čtli návrat k silným časům carismu. Postupně si uvědomovali, že řešením může být opětovný příklon k byzantskému centralismu.

KGB, vedená v letech 1967–1982 Jurijem Andropovem, se rozhodla postavit proti oběma zbývajícím mocenským centrům – Brežněvovu politbyru, jištěnému ministerstvem vnitra, i armádě. Nejprve je donutila souhlasit s invazí do Afghánistánu (případně neúspěch chtěla použít proti nim), nakonec se v Moskvě při přestřelce střetly 10. září 1982 i speciální jednotky ministerstva vnitra a KGB. Andropov sice uspěl, ale v únoru 1983 jej ve výstupu společného činovního domu postřelila manželka ministra vnitra Ščolokova (o rok později i na následky tohoto sebevražedného atentátu Andropov umírá). KGB se již moci nevzdala, bývalý ministr vnitra Ščolokov spáchal sebevraždu v prosinci roku 1984. I toto je pozadí tzv. perestrojky, ruské snahy o přechod od demokratického centralismu k „demokratickému socialismu“. I nyní, již podruhé, se v SSSR většinová Rusové odhodlali k taktickému ústupu – mj. dne 8. prosince 1987 uzavřeli se soupeřícími Spojenými státy, vedoucí země Západu, Smlouvu o likvidaci raket středního a krátkého doletu, zvanou též zkráceně INF (Intermediate-Range Nuclear Forces). I na jejím základě byly staženy sovětské operačně taktické rakety s jadernými hlavicemi z východního Německa i ČSSR. Československo opustil transport těchto raket dne 25. února 1988, tedy v den čtyřicátého výročí Vítězného února, kdy se komunisté ujali moci. I bytostně oportunistickým členům Komunistické strany Československa muselo být jasné, že se něco děje. Dne 9. listopadu 1989 „padla“ Berlínská zeď oddělující demokratickou (Západní Berlín) a ochlokratickou část města, v ČSSR došlo v tomto měsíci k ukončení vlády KSČ a 8. února 1991 se Československo stalo poprvé ve svých dějinách demokracií (Listinou základních práv a svobod zde byla uvozena „rovná práva v občanském životě i v úřadech“).

Cílem aktivit KGB vedené od roku 1988 Vladimírem Krjučkovem, bývalým ředitelem její první správy, nebyla demontáž Sovětského svazu, ale změna jeho vnitropolitického zřízení – abdikace na komunistický demokratický centralismus a návrat k Rusku přirozenějšímu, východnímu „carismu“, byzantskému centralismu. Komunismus nebyl původním ruským systémem stejně, jako nebyl Sovětský svaz Ruskem. Rozpadu SSSR již nešlo i přes snahu KGB zabránit, velmoc zkolabovala 26. prosince 1991. Nově vzniklá Ruská federace z něj získala „jen“ 87 % rozlohy, ztraceny byly ale i sovětské západoevropské satelity, bývalé členské státy vojenského paktu Varšavské smlouvy; mezinárodní komunistický blok se rozpadl. Rusko čekaly těžké časy, během nichž muselo chránit celistvost svého území v ozbrojených střetech (Čečensko, Dagestán), hledat vztah k ostatním bývalým sovětským republikám (Ázerbájdžán, Gruzie) i přestát šokovou terapii přechodu z centrálně plánované na tržní ekonomiku. Pozvolné uklidnění a stabilizaci situace přineslo až první prezidentské funkční období (2000–2008) Vladimíra Putina, bývalého důstojníka první správy KGB. Rusko našlo opět svého „cara“.

2. VOJENSKÉ SOUVISLOSTI KONCEPTU A2/AD

Vítězem druhé světové války se stal Sovětský svaz, nové pozice získal na všech kontinentech, světovým technologickým lídrem ale zůstala kultura Západu, zejména díky Spojeným státům, vlastním

i nejvýkonnější zbraň – jadernou bombu. Aby ji v USA vyrobili, vyvinuli značné úsilí v projektu Manhattan, ještě více prostředků si vyžádala konstrukce jejího vzdušného nosiče, prvního strategického bombardéru B-29. Sovětům bylo jasné, že bez atomové výzbroje nebudou moci účinně hájit své zisky, ani prosazovat své cíle. Podobně jako Američané tedy naplnili veškerý potenciál k vyrovnání sil – první sovětský jaderný test proběhl v roce 1949; jaderná bomba se poté stala spíše diplomatickým než vojenským prostředkem. Přesto jej bylo nutné dále rozvíjet.

Sovětům při vývoji jaderné pumy nemálo pomohla rozsáhlá špiónážní síť (případ manželů Rosenbergových) i jejich rozvinutá schopnost zpětného inženýrství. Známy je příběh, kdy byl bombardér B-29 zkopírován do sovětského typu Tu-4, včetně fotoaparátu Leica, který si jeden ze členů posádky při repatriaci zapomněl u svého sedadla (jednalo se o jeden ze čtyř strojů, které během války po náletu na Japonsko nouzově přistály v SSSR). Vše však splnilo svůj cíl a první velký střet studené války, válka v Koreji, mohl zůstat konvenčním. Spojené státy ale přesně nevěděly, kolik jaderných pum vlastně Rusové mají. Ti mlžili i v případě jejich nosičů, ať již bombardérů nebo raket, či dokonce ponorek. Skutečnost o jaderném arzenálu SSSR proto před nástupem průzkumných družic zjišťovaly zejména speciální průzkumné letouny. Rusové se naopak soustředili na využití své špiónážní sítě – otevřenou společnost Západu bylo možno lépe infiltrovat než uzavřený sovětský systém. Západ sázel na technologii, Východ na vztahy.

Vzdušná obrana SSSR využívala poznatky získané od zajatých Němců i některé technologie, zejména radarové, pocházející z válečné pomoci od USA (zaměřovací radary AN/APQ-7 byly i v zadržených letounech B-29). Oba zdroje ale dokázala efektivně využít i k vlastnímu vývoji. Velmi rychle byli Sověti schopni monitorovat narušení vzdušného prostoru až nad letovou hladinou 20 000 m. Problémem zůstalo, jak v takové výšce účinně zasáhnout. Američané si toho byli vědomi a nasadili stroje RB-57D, speciálně adaptované taktické bombardéry provádějící průzkum sovětského území z výšky dvaceti kilometrů. Mohli je využívat poměrně dlouho, první stroj ztratili nad Čínou až 7. 10. 1959, kdy jej zasáhla protiletadlová řízená raketa S-75 Dvina (NATO kód SA-2 Guideline). Od roku 1957 měly ale USA k dispozici výkonnější letoun U-2 operující i ve výšce přes 21 000 m, a tak jen změnilý typ a v průzkumných letech pokračovaly.

Beztrestnosti svého počínání věřil i americký pilot letounu U-2 Gary Powers, když se poněkud ikonicky vydal na svátek práce 1. května 1960 mapovat postavení systémů protivzdušné obrany Sovětského svazu, a to odvážně z jihu (startoval z pákistánského Pešaváru) na sever (území SSSR měl opustit v oblasti Murmansk a přistát v Norsku). Jeho let probíhal poměrně klidně až do chvíle, než se kolem něj ve výšce okolo 22 000 m prohnal neznámý letoun. Šlo o nový sovětský přepadový stíhač Su-9, jehož pilot Igor Mentjukov obdržel rozkaz americký stroj taranovat. Pikantní na tom je, že letoun Su-9 nebyl ozbrojen, neboť nešlo o bojový, ale předávací let z výrobního závodu k jednotce, proto na sobě Mentjukov neměl ani přetlakovou kombinézu! Poryvem z přepadového stíhače došlo ke ztrátě vzlaku a v propadu U-2, který se tak odchýlil z plánované „bezpečné“ letové dráhy a dostal se do operačního prostoru střel S-75, jež se nemýlily a letoun sestřelily. O dva roky později zasáhly řízené střely S-75 účinně i proti U-2 pilotovanému Rudolffem Andersonem nad Kubou. Sověti tak měli k dispozici nejen účinné radary (P-12 s výškovým dosahem 25 000 m pracující v pásmu VKV), řízené střely (S-75), ale dokonce i přepadové stíhače (Su-9) – vzdušný prostor nad Sovětským svazem se stal až do nástupu zpravodajských satelitů prakticky nepřístupným (Anti-Access).

Rozsah a účinnost sovětského typu protivzdušné obrany jsou zřejmé z jejího rozvinutí během války ve Vietnamu, kde bylo rozmístěno asi 95 systémů S-75, které vypálily okolo 5 800 raket a dle Vietnamců sestřelily 1 046 amerických letounů. Radarový systém P-12 byl současně použit i pro řízení palby protiletadlových kanónů, které mají údajně na svém kontě dalších 2 000 ks letadel;

VÝVOJ INTERVENČNÍCH STRATEGICKÝCH PLATFORM SSSR

CHRUŠČOVŮVA DOKTRÍNA (1955 – 1964) – rozmístitelné systémy



ŘS středního doletu R-14
/ SS-5 Skean (1962 – 1984)
DOLET: 4 000 km



ŘS středního doletu R-12
/ SS-4 Sandal (1959 – 1993)
DOLET: 2 000 km



PLŘS SA / S-75 Dvina
SA-2 Guideline (1957 - dosud)
DOSAH
výškový: 450 – 25 000 m
dálkový: 8 – 30 km



PLŘS S-125 Něva
SA-3 Goa (1961 - dosud)
DOSAH
výškový: 100 – 18 000 m
dálkový: 3,5 – 25 km

→ KUBÁNSKÁ KRIZE (1962) ←

BREŽNĚVOVA DOKTRÍNA (1968 – 1982) – plně mobilní systémy



20 – 70 km
víceúčelový raketomet
BM-30 Smerč (1983)



50 – 300 km
taktická řízená střela
R-17 Elbrus (1965)



až 900 km
ŘS krátkého doletu
TR-1 Temp (1969)



až 5 500 km
ŘS středního doletu
RSD-10 Pioneer (1976)



až 11 000 km
mezikontinentální ŘS
RTP-2PM Topol (1985)



jednotný podvozek MAZ-547A /-7912
v provedení 8 x 8 až 16 x 16



protiletadlový systém S-300PM (1985)
v kódu NATO SA-10d
odpalovací zařízení + radiolokační vozidlo
výškový dosah: 25 – 27 000 m
dálkový dosah: 5 - 90 km

základ budoucího A2/AD

„moskevská intervence“ Mathias Rust

28. 5. 1987



Washington DC
8. 12. 1987
podpis smlouvy
„INF“
Gorbačov
- Reagan

dotčené střely
orámovány červeně

celkem přišly USA ve vietnamské kampani o 3 374 strojů. Samotný Sovětský svaz měl od roku 1966 ještě účinnější systém S-200 Angara (NATO kód SA-5 Gammon) schopný zasáhnout cíl až ve výšce 40 000 m. O tom, že je tento systém účinný i nyní, svědčí jeho aktuální nasazení syrskou vládní stranou v probíhající občanské válce. Dne 10. 2. 2018 jím byla sestřelena izraelská stíhačka F-16I (šlo o první ztrátu izraelského letadla v bojové akci od roku 1982, tedy po 36 letech). Při následující akci, dne 17. 9. 2018, použili izraelští piloti ke svému maskování neozbrojený ruský letoun Il-20 provádějící v oblasti elektronický průzkum, který tak byl systémem S-200 omylem sestřelen.

Mimo raketové systémy protivzdušné obrany rozvíjeli Sověti i oblast specializovaných přepadových stíhačů. Již uvedený typ Su-9 byl roku 1958 modernizován na provedení Su-11 a o sedm let později byl zaveden vylepšený typ Su-15, jenž v roce 1983 sestřelil během vyhrčené mezinárodní situace nad ostrovem Sachalin jihokorejský dopravní letoun Boeing 747 (let KAL007) s 269 lidmi na palubě; všichni zahynuli. I zde se, podobně jako v případě ruského Il-20 nad Sýrií, spekuluje o tom, že dopravní linku používali ke svému krytí dva americké výzvědné letouny řady RC-135 mapující v oblasti akceschopnost sovětské protivzdušné obrany. Skutečností je, že jihokorejský letoun zabloudil do sovětského vzdušného prostoru, jehož ostraha reagovala neadekvátně, zvláště když s dopravním letounem udržovala vizuální kontakt.

Na přelomu 60. a 70. let 20. století nasadili Američané ke vzdušnému průzkumu velmi rychlé letouny, přesahující více jak třikrát rychlost zvuku a operující v letové hladině okolo 24 000 m. Vzdálenost mezi New Yorkem a Londýnem dokázaly překonat za 1 hodinu a 54 minut, o více jak hodinu rychleji než nadzvukový dopravní Concord a o více jak čtyři hodiny rychleji než standardní Boeing 747. Zpravodajská služba používala typ A-12, vzdušné síly z něj vycházející provedení SR-71. Již při nasazení nad Vietnamem se ukázalo, že si s nimi střely S-75 neporadí, stroje s názvem Blackbird jim jednoduše uletěly. Jejich trup byl přitom vyroben z nedostatkového titanu, jenž paradoxně pocházel ze Sovětského svazu, odkud byl získáván pomocí celosvětové sítě krycích firem. Rusové reagovali roku 1970 zavedením „titanového“ záchytného stíhače Mig-25, jenž nasazení SR-71 vůči samotnému SSSR významně omezil. Letounů A-12/SR-71 bylo dohromady vyrobeno asi 47 ks, sovětských Mig-25 plných 1 186 ks, a to včetně průzkumné verze Mig-25R. Od roku 1981 je postupně doplnilo až 500 ks novějšího, ale pomalejšího typu Mig-31 vybaveného moderním radarem a novým systémem protiladlových řízených střel R-33 schopných dosáhnout rychlosti až 4,5 Ma (násobku rychlosti zvuku).

Roku 1987 byla protivzdušná obrana Sovětského svazu, zaměstnávající přes 635 000 osob, koncipována tak, aby byla schopna odrazit většinu vzdušných útoků případných protivníků, zejména států Severoatlantické aliance (NATO). K dispozici měla nejen starší střely S-75 (asi 2 400 ks), ale především asi 130 odpalovacích stanovišť raket S-200 se zásobou 2 030 střel kombinovaných účelně s méně výkonným typem S-125 (souputníkem S-75 pro nižší výšky), posílených v oblasti Moskvy přibližně 80 nejnovějšími odpalovacími zařízeními systému S-300 zavedeného roku 1978. To vše doplňovaly přepadové stíhače (Su-15, Su-27) a záchytné stíhače (Mig-25, Mig-31). Přesto došlo dne 28. května 1987 k neobvyklé situaci – na Rudém náměstí v Moskvě přistálo v blízkosti mauzolea Vladimíra Iljiče Lenina malé turbopultové letadlo Cessna 172 pilotované západoněmeckým občanem Mathiasem Rustem. Protivzdušná obrana Sovětského svazu si i přes svoji výpověď nebyla schopna poradit s malým sportovním letounem. Následovala politická čistka v řadách sovětských ozbrojených sil, největší od té Stalinovy v letech 1936–1938. O svůj post přišel velitel protivzdušné obrany generál Koldunov i samotný ministr obrany Sokolov. KGB dokázala využít situace bezezbytku, konkurenční armáda tak byla oslabena o více jak 2 000 klíčových důstojníků. Přesto to nepomohlo, roku 1991 se Sovětský svaz rozpadl; opuštění demokratického centralismu nemohl přežít.

3. KONCEPT A2/AD

Zhroucení Sovětského svazu bylo pro většinu jeho obyvatel šokem. Připravit se na to nešlo. Společně s ním odešel i politický princip demokratického centralismu a jednotlivé svazové republiky se začaly pomalu vracet ke svým historickým tradicím. Největší z nich – Ruská federace, považovaná za přímého nástupce SSSR, nastoupila další etapu centralismu Východu. Tato cesta k novému politickému, ekonomickému a sociálnímu uspořádání nebyla lehká, byla zatížena frustrací z rozpadu sovětského bloku, krachu centrálně plánované ekonomiky a především pocitem selhání; všude bylo zdůrazňováno, že kapitalismus, volný trh a Západ zvítězily. Stále bylo přítomné i ponížení silových struktur, které tomu nejenže nebyly schopny zabránit, ale ještě před koncem nezamezily ani tak banální události, jako byl let Mathiasa Rusta. Jakoby Východ selhal. Reality strategického ústupu si byli vědomi jen někteří, byla ale přítomná v diplomacii, u zpravodajských struktur i části akademické obce. Bylo jasné, že nelze začít zcela znova, ale musí se to udělat jinak. A protože je centralismus Východu bytostně vlastní, šlo o jeho další rozvoj a propracování. Tomu musely odpovídat i použité technologie a postupy.

Sověti dosáhli velmi významných úspěchů ve vývoji vysoce mobilních a autonomních raketových systémů protivzdušné obrany (S-300PM) a obdobně pojatých protizemních řízených střel taktické (řada Elbrus – Oka – Točka), operačně-taktické (RT-21 Temp 2S, RSD-10 Pioneer) i strategické (RT-2PM Topol) úrovně. Kombinace výkonných zbraňových systémů s jednotným podvozkem řady MAZ-547A byla od poloviny 60. let 20. století skutečně revoluční a posouvala jejich obranné i útočné síly k vysoké mobilitě a flexibilitě nasazení. Koncept vznikl v raketové konstrukční kanceláři Alexandra Nadiradze (1914–1987) a určitě není bez významu, že k podpisu smlouvy INF došlo až krátce po jeho smrti. Tato dohoda totiž směřovala přímo proti systémům vyvinutým jeho týmem (RT-21 Temp 2S a RSD-10 Pioneer). Takřka paralelní zavedení strategického mobilního systému mezikontinentální řízené střely RT-2PM Topol (NATO označení SS-25 Sickle) nemohlo ztráty z dopadů INF vyrovnat a stalo se spíše svědkem konce sovětské éry. Operačně-taktické rakety totiž umožňují podstatně účinnější „netradiční diplomacii/vyjednávání“ než mezikontinentální střely. Rozdíl je zejména ve způsobu použití. Mezikontinentální rakety mají globální pole působnosti a jsou již součástí standardní diplomacie; prostě jsou. Operačně-taktické rakety jsou nasazovány lokálně tam, kde jsou, přinášejí neklid, jsou nátlakovým prostředkem a u plně mobilních systémů, jakými byly Temp-S2 a zejména Pioneer, to platí dvojnásob. Zde je možné zdůraznit, že rakety (R-14, R-12), nasazené nebo uvažované během karibské krize v roce 1962, nebyly mezikontinentálními střelami, ale právě raketami středního doletu. I tyto starší typy byly zničeny do roku 1991, právě na základě smlouvy INF.

Systémy Temp-S2, rozmístěné od Vánoc roku 1983 v Československu a východním Německu, se nakonec staly hrozbou i pro samotnou „reformní“ KGB. Přeneseně (přes v nich rozmístěná sovětská vojska) jimi disponovali satelitní komunistické režimy, nebyly pod takovou centrální kontrolou jako mezikontinentální strategické prostředky na území SSSR a mohly tak být použity i ve vnitrostátní boji o moc. Na jejich stažení tedy měli zájem nejen Američané, ale i Gorbačovovi muži. I proto byl systém Temp-S2 z Československa odsunut právě v den čtyřicátého výročí nástupu Komunistické strany Československa k moci; 25. února 1988. Byl to jasný signál, že Sovětský svaz opouští demokratický centralismus („komunismus“) a přestává kontrolovat bývalé satelity.

Nebezpečnost výkonnějšího sesterského systému RSD-10 Pioneer (rozmístěného mj. u Pavšina poblíž Mukačeva na kdysi československé Podkarpatské Rusi) spočívala zase v tom, že jeho řízená střela mohla nést až tři samostatně manévrující jaderné hlavice. Američané se jej dokonce obávali více než výkonnějšího strategického Topolu, používaného pouze s jednou hlavicí. Výhodou univerzálního mobilního řešení bylo navíc to, že do kontejneru

A2/AD



vzdušně-výsadkové jednotky

- těžké transportní letouny řady Il-76
- výsadkový bojový modul BMD-4M + BTR-MD
- přenosný komplet C4ISTAR „KRUS“

250 km



oblast zájmu



obránné jednotky

AT-6B

F-35

> 15



mechanizované jednotky

- raketometný tank TOS-1A
- bojový tým T-72B3M – BMD-3M
- plně mobilní PVO Tor-M2

> 30



operačně-taktické prostředky elektronického boje

- mobilní taktický rušič Infauna
- taktické prostředky EB Borisoglebsk-2 a Rtuť
- asymetrické prostředky EB Žitel a Leer-3

> 60



podpůrné operační systémy

- řídicí centrum EB a SIGINT RB-109A Bylina
- PVO systém S-350 Vítěz
- Stealth letoun Su-57 a bojové UAV S-70

> 120



podpůrné strategické prostředky

- pasivní sledovací systém Moskva-1
- výkonné směrové rušiče Krasucha
- letouny velení a řízení A-50/-100

> 250



zaměřovací a střelecké baterie S-400

- střelecký naváděcí radiolokátor 92N6E
- vysoce mobilní odpalovací zařízení 5P85TE2 / 5P85SE2
- výkonné protiletadlové rakety 40N6E, 48N6, 9M96E2, 9M96E

> 500



centrální radiolokátory S-400

- centrální přehledový radiolokátor 91N6E
- zjišťovací radiolokátor pro velké výšky 96L6E
- zjišťovací radiolokátor pro malé výšky 48Ya6-K1

> 1 000



radiolokátory S-400 dalekého dosahu

- VKV 2D radiolokátor RLM-M Nebo-M
- L-band 3D radiolokátor RLM-D Nebo-M
- X-band 3D radiolokátor RLM-S Nebo-M

> 2 000



přesné protizemní řízené střely

- řízené střely Kalibr odpalované z ponorek
- řízené střely Kalibr odpalované z lodí
- mobilní raketový systém Iskander-M

KM



situační radar dalekého dosahu Kontejner

- Národní centrum obrany Ruské federace
- situační radar dalekého dosahu Kontejner
- KV detekční a lokalizační systém Murmansk-BN

odpalovacího zařízení Topol mohla být umístěna jak střela tohoto systému, tak menší a méně výkonný Pioneer, ale se třemi hlavicemi, tedy podstatně více nevyzpytatelný. Vzájemnou nedůvěru a obavy „vítězného“ Západu nakonec Sověti i Rusové prolomili umožněním častějších inspekcí systémů Topol. Východ si ale ověřil, čeho se Západ může skutečně bát. Smlouva INF, zakazující pozemní jaderné systémy s dosahem 500 až 5 500 km, měla přinést klid, uvolnění, omezení lokálního nátlaku a podpořit globalizaci.

Díky smlouvě INF nedošlo ani k řádnému zavedení a rozmístění dalšího evolučně vylepšeného a plně mobilního pozemního systému RK-55 (SSC-X-4 Slingshot). Na jeho podvozku MAZ již nebyla jedna operačně-taktická řízená střela, ale rovnou šest. Dosah podzvukových řízených střel byl 2 600–2 900 km, počáteční vývojová přesnost CEP (Circular Error Probable) 150 m s možností vylepšení až na 50–30 m. To již byl systém použitelný nejen s jadernou hlavicí (až 200 kt) kompenzující malou CEP předchozích systémů (stovky metrů), ale i s výkonnou konvenční náloží (až 382 kg) účinnou zejména proti důležitým cílům protivníka. Okolo 100 ks mobilních pozemních systémů RK-55 bylo zničeno, dále byl ale systém nasazen na ponorkách, kde se udržel dodnes (rakety jsou odpalovány z torpédometů ráže 533 mm). Prakticky se jednalo o soupeřníka americké podzvukové střely s plochou dráhou letu řady Tomahawk (i její pozemní odpalovací zařízení GLCM byla na základě smlouvy INF zničena, ale námořní verze jsou nasazovány dosud).

Může se zdát, že sovětské/ruské systémy dotčené smlouvou INF jsou ekvivalenty amerických prostředků, ale podstata problému je skryta v souběžně vyvíjených a nasazených sovětských systémech protivzdušné obrany řady S-300. V letech 1987–1991 to ale ještě nebylo tak zřetelné, na základě smlouvy INF zničené protizemní řízené střely měly sice dosah tisíce kilometrů, protivzdušný S-300PM z roku 1989 ale „jen“ dálkový dosah 150 km, k magické hranici 500 km bylo ještě daleko. Obdobný americký protivzdušný systém MIM-104 Patriot byl tehdy přitom jen o něco méně výkonný (používaný do vzdálenosti okolo 100 km). Roku 1991 tak nebyly ruské S-300 schopny účinně ohrožit důležité vzdušné cíle, jako jsou americké letouny řízení vzdušné situace E-3 AWACS (Airborne Warning and Control System) nebo průzkumné pozemní E-8 JSTARS (Joint Surveillance Target Attack Radar System), jejichž radary jsou účinné více jak 250 km do hloubky protivníkovy území. Navíc Sovětský svaz zanikl a nástupnické Rusko se propadlo do krize.

Situace se začala měnit, když Rusko na přelomu 20. a 21. století obnovilo s nástupem prezidenta Vladimíra Putina svou vnitřní obnovu. Již byl k dispozici modernizovaný systém protivzdušné obrany S-300PMU2 s dálkovým dosahem 200 km a obnoven vývoj jeho nástupce S-400 účinného teoreticky až přes 250 km. Souběžně se námořní podzvukové řízené střely s plochou dráhou letu RK-55 vyvinuly do nového typu Kalibr, jehož dolet postupně narostl až na více jak 2 500 km, a to při rychlosti až 3 Ma. Kombinace protiletadlových střel řady 48N6 systému S-400 s námořními protizemními 3M14K systému Kalibr přinesla zcela nový poměr sil. Rusko dospělo a Spojené státy si uvědomily, že se zrodil koncept A2/AD, pomyslný a současně i sofistikovanější nástupce raket krátkého a středního doletu. Po roce 2015 jej Rusové okázale demonstrovali v Sýrii.

Systém kombinující S-400 a Kalibr, původně účinný do hloubky asi 250 km, přináší podobné možnosti jako kdysi jaderné rakety Temp-S2 a Pioneer. Silně ovlivňuje vývoj v takto pokrytém regionu, umožňuje kontrolu jeho vzdušného prostoru, má schopnost eliminovat většinu v něm se nacházejících cílů (S-400) a současně velmi přesně zaútočit i na pozemní cíle (Kalibr). Na rozdíl od amerického vzdušného systému pozemního průzkumu a sledování E-8 ale nemůže sledovat dění na zemi. Respektive neměl, Rusové si to velmi rychle uvědomili a vyvinuli i odpovídající zpravodajské systémy umožňující vedení zpravodajství a elektronického boje z odstupů; roste i význam infiltrace speciálních sil a nasazení výsadkových jednotek.

Když se roku 2019 chýlily ke konci testy nové řízené střely 40N6E systému S-400 a současně si modifikovaná střela 9M729 (SSC-8) systému Kalibr našla cestu k použití i na pozemních mobilních odpalovacích zařízeních Iskander-M, došlo k prodloužení „přesahu“ ruského systému A2/AD z 250 km na alespoň 400 km. S ohledem na tempo dalšího vývoje a detekční schopnosti S-400, vývoj jeho nástupce S-500 i prostředků elektronického boje nad hranici 500 km, pozbyla smlouva INF smysl. Navíc již byly obdobně aktivní jiné globální (Čína) a regionální (Írán) mocnosti. Administrativě Spojených států bylo jasné, že jde o nový druh ohrožení, a proto smlouvu INF vypověděla (její platnost definitivně vypršela v září 2019).

4. SYSTÉMY A2/AD

Česká republika se tak po třiceti letech opět dostala do vlivu, nyní již ruských, řízených střel kratšího a středního doletu. Konkrétně jde o systém Iskander-M rozmístěný v ruské Kaliningradské oblasti a používající řízené střely 9M729. Jediným přesným konvenčním úderem tak mohou být vyraženy třeba i garážované mechanizované síly Armády České republiky. Příští rok navíc tento protizemní systém doplní asi i nový systém protivzdušné obrany S-500 s detekčním dosahem okolo 600 km, který částečně pokryje i české území. Již v roce 2019 byl ale spuštěn i stacionární 2D KV radiolokátor 29B6 Kontejner monitorující z ruského Kovylinka vzdušnou situaci až za německo-francouzskou hranici. To vše jsou vojenské systémy konceptu A2/AD, ale nejsou jediné. Celý koncept je poměrně rozsáhle strukturovaný a stupňovaný; obecně zahrnuje:

- situační radar dalekého dosahu 29B6 Kontejner;
- protizemní řízené střely Kalibr/Iskander-M;
- systém protivzdušné obrany S-400 s doplňkovými senzory;
- strategické prostředky elektronického boje (Murmansk-BN, Moskva, Krasucha);
- operačně-taktický systém protivzdušné obrany S-350;
- operačně-taktické prostředky elektronického boje (Bylina, Borisoglebsk, Leer, Žitěl);
- speciální síly (Specnaz);
- výsadkové jednotky s bojovými moduly BMD-4M, BTR-MD.

Technologicky nejzajímavější je, mimo již uvedeného systému Iskander-M, zejména systém protivzdušné obrany S-400 a prostředky elektronického boje.

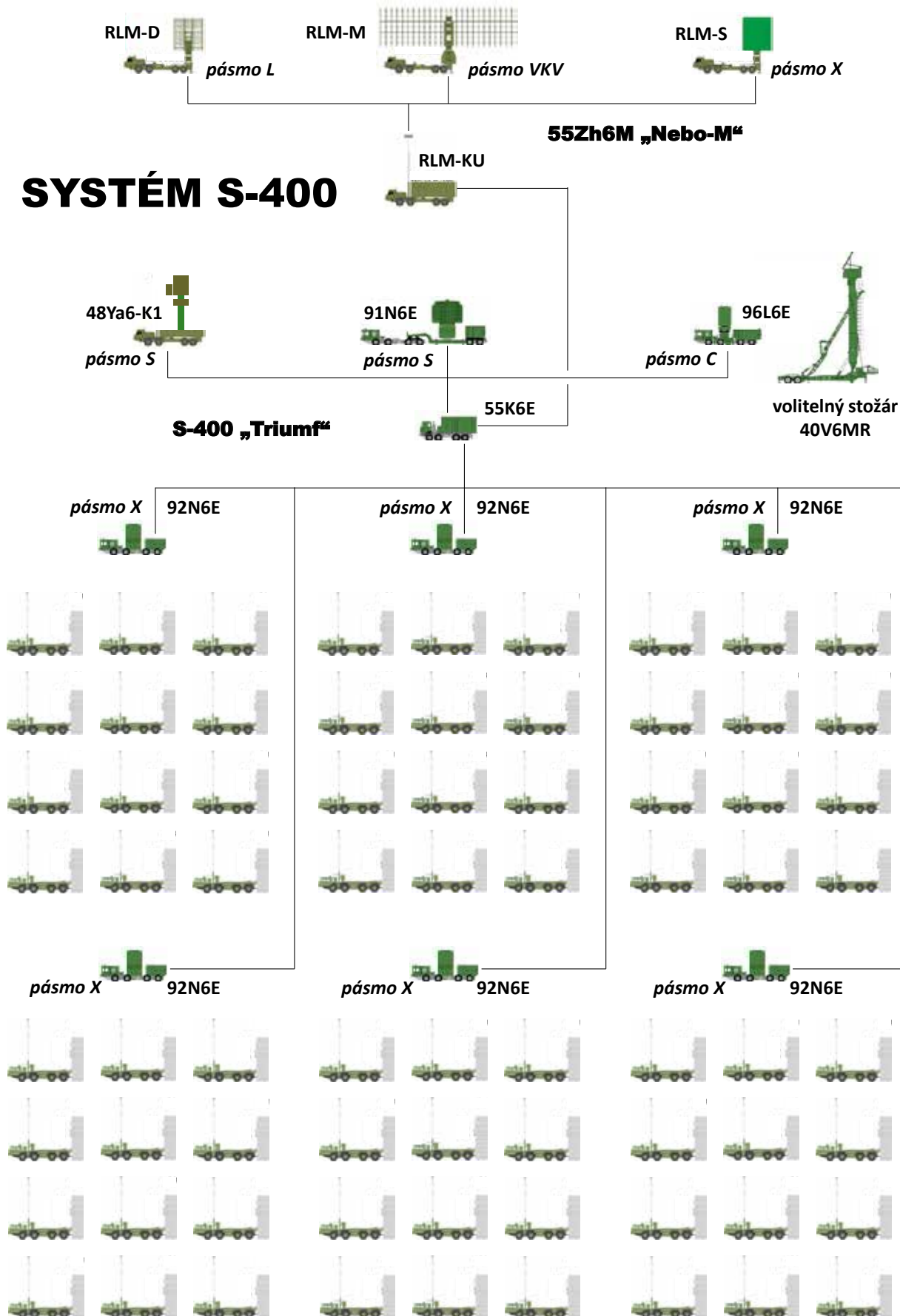
4. 1. Systém protivzdušné obrany S-400

Systém S-400 je přímým nástupcem obdobně řešeného mobilního kompletu S-300 PMU2, a i když byl poprvé testován v červenci roku 2007, tak se na prvním taktickém cvičení objevil až v roce 2013. Během prvních šesti let totiž probíhalo i jeho zásadní vylepšení. Výchozí mobilní systémy S-300 byly konstruovány tak, aby každý radar naváděl v reálném čase vždy dvě řízené střely na jeden cíl. Nejmodernější S-300 PMU2 již zvládal u každého radaru 6 cílů a 12 střel současně, toto od něj převzalo i výchozí provedení S-400. Systém byl poté roku 2012 vylepšen tak, aby každý radar dokázal současně řídit střelbu na 10 cílů. Plně rozvinutá sestava šesti střeleckých baterií (pluk S-400) má být navíc v reálném čase schopna koordinovat postřelování až 80 cílů při současném nasazení 160 řízených střel.

Od roku 2014 je systém S-400 produkován sériově na petrohradské výrobní lince o rozloze 56 000 m². Roku 2018 měli Rusové k dispozici 432 mobilních nosičů s celkem 1 728 řízenými střelami. Nyní (září 2019) je to již 480 mobilních nosičů organizovaných v 60 střeleckých bateriích (typicky tedy po 8 mobilních nosičích, vždy s jedním zaměřovacím/střeleckým radiolokátorem), rozdělených do 32 pluků S-400 (ideálně včetně navazujících senzorů 91N6E, 96L6E, 48Ya6-K1 a Nebo-M; tedy s 16 odpalovacími zařízeními po cca 4 ks řízených střel). Cílový stav je přitom asi 59 pluků.

Současný („mírový“) pluk systému S-400 se tedy skládá nejčastěji ze dvou střeleckých baterií po 8 ks odpalovacích zařízeních.

SYSTÉM S-400



Koncepčně však může být počet odpalovacích zařízení ve střelecké baterii zvýšen až na 12 a počet střeleckých baterií v pluku až na 6 (tento cílový stav je uvažován zejména v Kaliningradské oblasti a na Krymu). Při tomto maximálním rozvinutí by tak mohlo být v palebném postavení alespoň 288 řízených střel, z nichž může být současně odpáleno až 160 ks. Při 59 plně disponovaných plucích systému S-400 by to ale znamenalo až 9 440 ks řízených střel. Ačkoliv se jedná o maximální počty, je dobré si uvědomit, že Spojené státy disponují se svými Spojenci více než 4 000 ks bojovými letouny. Vzájemný poměr řízených střel a letounů je tak poměrně reálný (systémově se vystřelují dvě řízené střely na jeden cíl).

Systém S-400 Triumf je rovněž velmi dobrým ruským exportním artiklem. Dosud jej obdrželo Alžírsko (6 baterií), Bělorusko (2 baterie), Čína (min. 4 baterie, současně vyrábí obdobný vlastní systém HQ-9/-19) a nejnověji Turecko (2 baterie). Na dodávku čeká Indie (až 10 baterií), předpokládají se další dodávky Turecku a nově i Saudské Arábii.

4. 1. 1. Střelecká baterie s radiolokátorem 92N6E

Základní jednotkou systému S-400 je střelecká baterie zahrnující zaměřovací/střelecký radiolokátor 92N6E a 6 až 12 mobilních odpalovacích zařízení 5P85SE2 (typicky 8, viz výše). Dosah radiolokátoru 92N6E pracujícího v pásmu X (8–12 GHz) je až 400 km a současně může navádět min. 12 raket proti 10 cílům. Předpokládá se, že víceúčelové letouny 4. generace řady F-15C nebo Su-27 je schopen zaměřit až na vzdálenost přes 300 km, stroje odpovídající víceúčelovým bojovým letounům 4,5 generace (např. Super Hornet vč. EF-18G) na dálku okolo 200 km a víceúčelový bojový letoun Stealth F-35 na 34 km, resp. F-22 na 21 km (zde je jasně vidět přínos technologie Stealth). Radiolokátor 92N6E i odpalovací zařízení 5P85SE2 jsou umístěny na samostatných vozidlech řady MAZ/BAZ v provedení 8×8 s celkovou hmotností 40 tun. Střelecká baterie musí být střelby schopná do 5 minut od zaujetí postavení, opuštění postavení má být provedeno do 3 minut. Komunikace mezi jejími prvky je vedena pomocí bezdrátového mikrovlnného spoje Luč-M48 použitelného i v koloně za přesunu.

Plně mobilní odpalovací zařízení 5P85SE2 (nebo návěsové provedení 5P8ETE2) je samostatně nasaditelný automobil se čtyřmi sklopnými kontejnery pro řízené střely systému S-400, které ve vertikální poloze slouží i ke studenému startu řízených střel. Kontejnery jsou v provedení „Stealth“ s potlačením signatury v infračerveném a milimetrovém pásmu, aby byl jejich obsah těžko detekovatelný vzdušným i kosmickým průzkumem. Letecký transport vozidel střelecké baterie je možný v těžkých transportních letounech An-124 (typicky po dvou mobilních vozidlech 5P85SE2). Na mobilních odpalovacích zařízeních lze použít různé typy kontejnerů s různými typy řízených střel, a to i ve vzájemné kombinaci. Obecně ale platí, že lze použít současně až čtyři kontejnery.

4. 1. 1. 1. Řízená střela 48N6E2

Nejčastěji je používána poloaktivně radiolokačně naváděná řízená střela 48N6E2, zavedená již v roce 1992 se systémem S-300 PMU2, o startovací hmotnosti 1 900 kg. Vypouští se z jednonásobného odpalovacího zařízení/kontejneru (má ráží 519 mm a délku 7,5 m). Její raketový motor na tuhé palivo hoří po vypuštění 245 s a po jeho dohoření dosáhne střela rychlosti 7,1 Ma (7 560 km/hod.). Je tedy asi o 23 % rychlejší než střela amerického systému MIM-104C Patriot (PAC-2). Umožňuje zničení letounů letících max. rychlostí 2 800 km/hod. nebo balistických raket (např. AFATDS) s rychlostí do 5 machů. Střela má velmi vysokou manévrovatelnost, snese přetížení až 35 G! Její bojová hlavička o hmotnosti 180 kg vytváří po explozi poměrně dlouhé mračno částic, které cíl ničí kineticky. Standardní dálkový dosah střely 48N6E2 je 200 km a používá se především proti víceúčelovým bojovým letounům, včetně konstrukcí Stealth.

4. 1. 1. 2. Řízená střela 48N6DM

Předchozímu typu je velmi podobná (stejná ráže, délka, hmotnost, způsob navedení, ale lepší naváděcí soustava a jiná bojová hlavička) novější řízená střela 48N6DM určená především pro ničení balistických cílů (raket) až do výše 50 km a vzdálenosti 250 km. Její max. rychlost je ještě vyšší – 8,47 machů (2 500 m/s). Střely 48N6E2 i 48N6DM jsou vypouštěny z jednonásobného přepravního/odpalovacího kontejneru a každé vozidlo tak může převážet čtyři takové kontejnery (čtyři střely).

4. 1. 1. 3. Řízená střela 9M96E

Naopak kontejner pro menší řízenou střelu 9M96E (ráže 240 mm, délka 4,75 m, hmotnost 333 kg) je trojnásobný, používaný většinou společně se dvěma jednonásobnými kontejnery pro 48N6E2 nebo 48N6DM (na vozidle je potom připraveno ke společnému použití až 5 řízených střel). Aktivně radiolokačně naváděné střely 9M96E jsou určeny zejména k ničení přesné a inteligentní munice protivníka, včetně střel s plochou dráhou letu Tomahawk a zbraňových kontejnerů AGM-158 JASSM-ER. Použitelné jsou v rozsahu 1 až 50 km, a to až do výšky 20 km (min. výška cíle nad zemí je 5 m). Maximální rychlost střely je 900 m/s, což umožňuje efektivní nasazení proti cíli s rychlostí až 1 000 m/s. Bojová hlavička má hmotnost 26 kg. Řízené střely 9M96E jsou ve výzbroji od roku 2017.

4. 1. 1. 4. Řízená střela 9M100E

Ještě menší je v koncové části letu pasivně infračerveně naváděná střela 9M100E ráže 200 mm (délka 3,2 m, hmotnost 140 kg), která je skladována, převážena a vypouštěna ze čtyřnásobných kontejnerů. Na jednom mobilním odpalovacím vozidle tak může být až 16 těchto střel; nejčastější je ale kombinace tří kontejnerů pro střelu 48N6E2 a jednoho pro střely 9M100E (celkem je tak na vozidle 7 střel). Maximální dosah řízené střely 9M100E je 15 km, minimální 500 m. Cíl je schopna zasáhnout ve výškovém rozsahu 5–8 000 m. Střela je nejprve naváděna pomocí inerciální navigační soustavy s rádiovou korekcí (přibližná pozice cíle je tak upravována pomocí datalinku), v cílové oblasti pak vyhledává určený cíl pomocí infračerveného detektoru. Bojová hlavička o hmotnosti 14,5 kg má nárazový i přibližovací zapalovač. Je určena zejména pro bezprostřední obranu palebného postavení systému S-400, tedy proti všem typům cílů. Specificky se s ní počítá zejména pro ničení bezpilotních prostředků všech kategorií i inteligentní (JSOW, GBU-53/B, SPEAR 3) a přesné (Paveway, JDAM) munice.

4. 1. 1. 5. Řízená střela 40N6

Největší a asi i nejvíce diskutovanou řízenou střelou systému S-400 je poloaktivně/aktivně radiolokačně naváděný typ 40N6 s dálkovým dosahem až přes 380 km. Právě tato střela má největší potenciální „převís“ nad území protivníka a je tak i klíčovým prvkem konceptu A2/AD. Určena je hlavně proti řídicím vzdušným pracovištím AWACS (E-3, E-2) a osádkovým (E-8 JSTARS, P-8 Poseidon) i bezosádkovým (RQ-4 Global Hawk, MQ-4C Triton) vzdušným průzkumným systémům ke sledování zemského povrchu nebo mořské hladiny. Jelikož se jen pro potřeby Ruské federace předpokládá produkce asi 1 000 ks těchto střel, tak je lze efektivně nasadit i proti dalším cílům, mimo strategické bombardéry (B-21, B-2, B-1B, B-52H) jde zejména o letouny elektronického boje EA-18G Growler.

Řízenou střelou 40N6 lze použít až do výšky 30 km, min. výška cíle je prý dokonce jen 10 m. Ráže střely není známa, ale její přepravní kontejner má při délce 7 825 mm průměr rovný metr; na vozidle tak již nelze použít čtyři tyto kontejnery, ale jen dva – předpokládá se však možnost jejich kombinace s trojnásobným kontejnerem pro střely 9M96E umístěným poněkud nezvykle uprostřed nad oběma většími typy. Mobilní odpalovací zařízení by tak nadále disponovalo pěti řízenými střelami (2× 40N6, 3× 9M96E). Řízené střely 40N6 jsou ve výzbroji od roku 2018 a jsou nejen součástí systému S-400 Triumf, ale i jeho nástupce

prapor elektronického boje bojových brigád Ruské federace

ROTA VELENÍ A ŘÍZENÍ EB

RB-109A Bylina



ROTA RUŠENÍ (KV komunikace)

GT-01M Murmansk-BN



ROTA OPERAČNÍHO REB/EB

Palantin-K



ROTA PASIVNÍ DETEKCCE

1L267 Moskva-1



ROTA REB/EB PROTI UAV

Avtobáza-M



ROTA SMĚROVÉHO RUŠENÍ

1RL257 Krasucha-4



ROTA SMĚROVÉHO RUŠENÍ

1L269 Krasucha-2



Repellent-1



STRATEGICKÉ CÍLE



svazy letadlových lodí



námořní systém Aegis



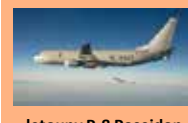
letouny AWACS (E-3/-2)



letouny EB RC-135



letouny E-8 JSTARS



letouny P-8 Poseidon



HALE MQ-4C Triton



HALE RQ-4 Global Hawk



EA-18G Growler

OPERAČNÍ CÍLE



UAV Switchblade



UAV Coyote



MALE MQ-9 Reaper



řízená střela Tomahawk

S-500 Prometheus, z nějž mají být používány i proti hypersonickým střelám (střely 40N6 připravené k odpalu na palebném stanovišti mají mít reakční čas do 15 s).

Jsou-li řízené střely 48N6E2, 48N6DM, 9M96E, 9M100E chápány jako protiletadlové a protiraketové, tedy Anti-Access, pak střely řady 40N6/40N6E patří spíše k prostředkům „Area Denial“ zajišťujícím „odepření vstupu“. Jejich nasazení by totiž mělo donutit protivníka držet své řídicí (E-3), zpravodajské (RC-135) a průzkumné (E-8, P-8, RQ-4, MQ-4C) platformy co nejdále od zájmové oblasti zasažené konceptem a přikryté systémy A2/AD. Cílem jejího použití není jen tyto kapacity zničit, ale i omezit – důsledkem je ztráta protivníkovy (typicky to jsou státy NATO) spektrální a informační dominance nad takovou oblastí, kterou je poté snadnější kontrolovat i obsadit.

4. 1. 1. 6. Protiletadlový systém Pancir-S1

Plně mobilní zaměřovací/střelecký radiolokátor 92N6E a 6 až 12 mobilních odpalovacích zařízení 5P85SE2 s řízenými střelami 48N6E2, 48N6DM, 9M96E, 9M100E a dokonce i 40N6 vytvářejí společně velmi sofistikovaný systém protivzdušné a protiraketové obrany navržený tak, aby zlikvidoval drtivou většinu vzdušných cílů ve vzdálenosti od 2 do 400 km od pozice nadřazeného centrálního vyhledávacího radiolokátoru 91N6E protiletadlového pluku. Předpokládá se přitom, že tak může být dosaženo systémového „přesahu“ konceptu A2/AD až do hloubky 350 km protivníkovy území.

Čím blíže se však střelecká baterie systému S-400 nachází k linii kontaktu s nepřítelem, tím více je sama ohrožena jeho bojovými kapacitami, ke kterým patří i speciální jednotky a asymetrické taktiky vedení bojové činnosti. Malé jednotky NATO (a také i Ruské federace nebo Číny) jsou již nyní schopné používat velmi přesné a lehké protiletadlové (Stinger), protitankové (Javelin, MMP) nebo laserem (CGGM, Pike) řízené střely i přenosné bojové drony (Switchblade, Coyote). Pro odrazení takového útoku není samotný systém S-400 konstruován, a proto se jeho systémovou součástí stal i plně mobilní a na něm nezávislý autonomní bojový modul Pancir-S1.

Hybridní prostředek Pancir-S1 kombinuje na podvozkové platformě KAMAZ 8x8 až dvě osminásobná odpalovací zařízení řízených střel se dvěma rychlopalnými automatickými kanóny ráže 30 mm (každý má k dispozici 700 nábojů). Na systému řízení palby střelecké baterie S-400 je Pancir-S1 plně nezávislý, vzájemná koordinace a řízení činnosti je ale možné. Hlavním detekčním/zaměřovacím systémem je všesměrový radarový systém 1RS2-E pracující v pásmu L, a to v rozsahu náměru 0° až 60° nebo 26° až 82°. Maximální dosah radaru je 80 km, cíl s RCS 2 m² zachytí na vzdálenost okolo 35 km. S radarem je spřažen optický zaměřovací systém s infračervenou (MWIR) kamerou se zorným polem 1,8°x2,7°, který lze používat v plně kruhovém odměru s náměrem v rozsahu -5° až +82°. Víc jak názorně je tak vidět, že nižší výkon ruských pasivních infračervených senzorů je vyvažován spoluprací s jejich poměrně vyspělou aktivní radarovou technikou.

Řízené střely řady 57E6 mají být schopny zasáhnout cíl o ploše 0,1 m² až na vzdálenost 20 km. Naváděny jsou pomocí povelů předávaných rádiově (na základě informací z radiolokátoru) nebo po laserovém paprsku (pomocí optoelektronického zaměřovače). Teoreticky lze současně navádět až čtyři řízené střely 57E6 na dva různé cíle pomocí otáčejícího se radaru se dvěma anténními plochami a na třetí cíl útočit pomocí kanónů zaměřovaných optoelektronickým zaměřovačem. Systém Pancir-S1 je tak určen zejména k ochraně blízkého perimetru postavení radiolokátoru 92N6E a palebného postavení mobilních odpalovacích zařízení střel 48N6E2, 48N6DM, 9M96E, 9M100E a 40N6. Použít může být nejen proti vzdušným, ale i pozemním cílům.

Nutnost nasazení prostředku Pancir-S1 v KAŽDÉ sestavě střelecké baterie systému S-400 potvrdilo i jejich nasazení během občanské války v Sýrii. Palebná postavení systému S-400 zde několikrát čelila koordinovaným útokům množství („rojení“) bojo-

vých dronů. Jak je proti nim prostředek Pancir-S1 efektivní nejsou přesné informace, zdá se však, že je co zlepšovat. Nasvědčuje tomu i paralelní nárůst preference mobilního bojového kompletu protivzdušné obrany Tor-M2, který se v této situaci asi osvědčil lépe. Nevýhodou konstrukce Tor-M2 je, že jde jen o raketový a protivzdušný systém, neschopný útoku na pozemní cíle. Prostředky typu Pancir, schopné boje se vzdušnými i pozemními cíli, tak u baterií i centrálních senzorických systémů/radarů systému S-400 zůstanou i nadále. Budou ale postupně modernizovány. Podobně by pak měly být používány i k ochraně baterií s protizemními řízenými střelami Iskander-M.

4. 1. 2. Centrální radarové systémy 91N6E, 96L6E, 48Ya6-K1

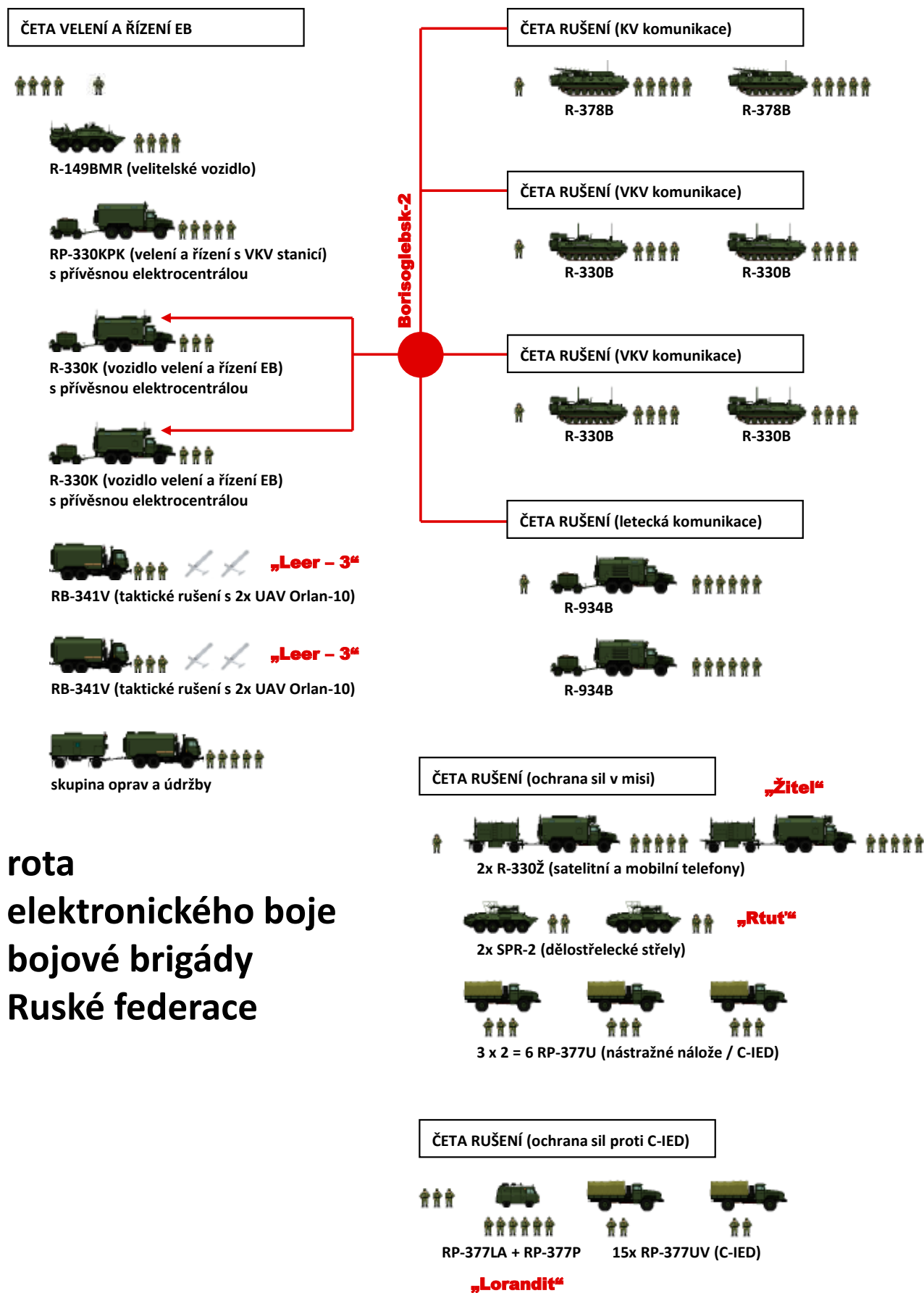
Každá střelecká baterie systému S-400 je sice schopna samostatné činnosti, ale podstatně lepších výsledků a plného rozvoje konceptu A2/AD lze dosáhnout součinností několika takových jednotek a dále jejich doplněním o další velicí, řídicí, senzorické a ochranné prvky. Jak již bylo uvedeno, plně rozvinutý systém A2/AD S-400 zahrnuje šest vzájemně propojených střeleckých baterií, jejichž činnost je koordinována z centrálního mobilního pracoviště 55K6 se šesti řídicími terminály/konzolami (velitel, důstojník vzdušné situace, 2x řídicí palby, inženýr – logista). Vzdálenost mezi pracovištěm 55K6 a střeleckou baterií s radiolokátorem 92N6E může být až 30 km na jeden mobilní směrový radioreléový uzel (lze jich použít až několik za sebou s celkovou délkou do 120 km). Pracoviště 55K6 je dále napojeno na ústřední senzorické prvky, vždy je jím vyhledávací radiolokátor 91N6E a dle potřeby i radar pro velké (96L6E) nebo malé (48Ya6-K1) výšky.

Centrálním (hlavním) radarem systému S-400 je plně mobilní všesměrový vyhledávací typ 91N6E pracující v pásmu S (2,9–3,3 GHz) umožňující odhalit cíl typu Super Hornet/EA-18G, tedy s RCS (Radar Cross-Section) okolo 1 m², až na vzdálenost 338 km (nyní je již k dispozici modernizovaná verze 91H6M určená pro systém S-500 s adekvátním dosahem až 640 km). Úkolem tohoto radaru je cíle detekovat a následně (skrze pracoviště 55K6) přidělovat jednotlivým střeleckým bateriím, resp. jejich zaměřovacím/střeleckým radiolokátorům 92N6E. Samotný 91N6E nelze použít k navádění řízených střel, tento radar rovněž neumí určit přesný azimut cíle (úhlová přesnost je okolo 0,5°), ani jej dlouhodobě sledovat. Za jeho americký ekvivalent lze považovat námořní typ AN/SPY-1 systému Aegis.

Základem radiolokátoru 91N6E je obousměrná plně otočná anténa, na každé straně s 2 700 aktivními prvky zabírajícími vždy úhel 90°. Anténa se za minutu otočí 5krát až 10krát, ale lze ji i zastavit a použít pro sektorové skenování (2x 90°). Současně umí pracovat až s 300 cíli, prvních 200 cílů je schopna zaznamenat za 12 s.

Systémově již bylo rozhodnuto, že ke každému systému S-400 je organicky přiřazen i radiolokátor 96L6E pro velké výšky, působící nejčastěji společně s vyhledávacím 91N6E. Jeho výškový dosah je až 100 km a dálkový ve všesměrovém režimu 5–300 km, v sektorovém pak 400 km. Konstrukčně se jedná o systém podobný zaměřovacímu/střeleckému typu 92N6E, pracuje však v pásmu C. Při nasazení automaticky skenuje určenou zónu, sleduje cíle, identifikuje je (má vestavěn modul IFF) a přiřazuje jim kódy s dalšími daty – určením výšky, azimutu a vzdálenosti. Současně umí sledovat a určovat trasu až 100 cílů.

Stále více se ukazuje i zvýšená potřeba lepší detekce cílů v nízkých výškách. Dosud se toto řešilo zejména nasazením zaměřovacích/střeleckých radiolokátorů 92N6E na speciálních kovových věžích 40V6MR s výškou až 40 m. Transport a rozvinutí tohoto pomocného systému jsou ale logisticky a časově velmi náročné, a proto je stále více používán na úrovni centrálních radiolokačních prvků systému S-400 i speciální radiolokátor pro nízké výšky 48Ya6-K1 „Podlet K-1“. Otočnou anténu tohoto radiolokátoru tvoří tři oddělená pole AESA usazená na teleskopicky výsuvném stožáru. Všechna pracují v pásmu S. Hlavním úkolem radiolokátoru je automatická identifikace, detekce, stanovení souřadnic a sledo-



vání letounů v nízké letové hladině a pohybujících se rychlostí do 4 400 km/hod. Současně je možno sledovat až 200 cílů v rozmezí vzdálenosti 10–300 km s výškovým dosahem do 9 000 m. Detekční zóna je celokruhová, vertikální rozsah -2° až $+25^\circ$, nebo -7° až $+12^\circ$. Systém „Podlet K-1“ je transportován na třech speciálních nákladních automobilech (radarovém, velitelském, zdrojovém) a nasaditelný má být do 15 minut.

4. 1. 3. Radiolokační sestava Nebo-M

Standardní centrální (91N6E, 96L6E) i střelecké (92N6E) radiolokační sestavy systému S-400 jsou velmi výkonné proti víceúčelovým bojovým letounům až 4,5 generace (F-15E/F, Super Hornet/EA-18G, Typhoon, Rafale, F-16V, Gripen NG), ale již selhávají při použití proti 5. generaci s charakteristikou Stealth (F-22, F-35), a proto bylo rozhodnuto postupně každý plně rozvinutý systém (pluk) S-400 doplnit i o speciální radiolokační sestavu 55Ž6M Nebo-M zahrnující tři specifické radiolokátory RLM-S, RLM-D a RLM-M. Úkolem celé sestavy Nebo-M je především včasná detekce a lokalizace cílů typu Stealth, maximální dálkový dosah je přitom stanoven až na 1 800 km (výškový teoreticky na 1 200 km, cíl s RCS 1 m^2 je schopen sledovat do výšky 20 km); praktický se pohybuje okolo 500–600 km. Všechny tři radiolokátory jsou přitom současně propojeny do centrálního pracoviště/řídícího vozidla KU-RLK, které zahrnuje i anténní systém pro identifikaci cílů vlastní cizí (IFF). Mimo klasických a Stealth letounů umožňuje sestava Nebo-M detekovat i balistické a hypersonické střely; je tedy velmi důležitým senzorem proti nejmodernějším i perspektivním systémům.

Uvnitř sestavy Nebo-M jsou informace předávány pomocí kabelových spojů nebo mikrovlnným bezdrátovým systémem Luč. Velitelsko-řídící pracoviště KU-RLK poté informace distribuuje rovněž pomocí optického kabelového spoje nebo mikrovlnných stanic na centrální velitelské pracoviště 55K6 systému S-400. Prvních šest sestav Nebo-M bylo dodáno v roce 2014 a záměrem je, aby ozbrojené síly Ruské federace disponovaly min. 100 ks.

Velitelsko-řídící pracoviště KU-RLK systému Nebo-M provádí především fúzi dat ze všech tří radiolokátorů, a to v reálném čase. Současně je sestava schopná sledovat až 200 cílů, ke kterým jsou průběžně přidávány jejich souřadnice. Všechny radary napájí diesellové agregáty s výkonem 100 kW, jež jsou přímou součástí jednotlivých mobilních platform. Každý prvek je, stejně jako všechny ostatní mobilní platformy systému S-400, osazen navigačním systémem Orientir. Plně rozvinutí sestavy má být provedeno do 15 minut.

Nejvýkonnějším a nejdůležitějším radiolokátorem sestavy Nebo-M je AESA 3D VKV typ RLM-M, speciálně vyvinutý pro detekci letounů Stealth. Plně otočná anténa s nemalými rozměry $25 \times 10 \text{ m}$ je umístěna na těžkém terénním automobilu 8×8 o celkové hmotnosti 24 t. Samotnou anténu tvoří 168 dipólů $3/8 \lambda$ s výkonem po 2 kW. Anténa se otočí $3 \times$ nebo $6 \times$ za minutu. Přesnost určení vzdálenosti je okolo 400 m.

Druhým radiolokátorem sestavy Nebo-M je rovněž plně otočný AESA 3D systém RLM-D pracující v pásmu L (1–2 GHz). Samotnou anténu tvoří 38×48 prvků (celkem 1 824 ks), má tedy poměr 4:5 preferující její nasazení pro velké výšky.

Třetím radiolokátorem sestavy Nebo-M je plně otočný 3D systém RLM-S, pracující v pásmech S/C s anténou AESA o 156 subprvcích. Systém Nebo-M je poměrně komplexní detekční senzorický systém s rozsáhlou fúzí dat. Radiolokátory pracují společně v režimu „metr“ (pásmo VKV, RLM-M) – „decimetr“ (pásmo L, RLM-D) – „centimetr“ (pásmo S/C, RLM-S), což se společně využívanou triangulací umožňuje i zlepšené možnosti detekce cílů typu Stealth. Mimo všesměrový režim určený zejména proti aerodynamickým cílům (letounům) jej lze nasadit i jako sektorový detektor se záběrem 90° v odměru a 80° v náměru, což je vhodné zejména proti balistickým cílům (raketám), kterých je možno sledovat až 20.

4. 2. Strategické systémy elektronického boje

Efektivně rozvinutý systém protivzdušné obrany (PVO) S-400 zabírá poměrně rozsáhlou plochu. Jsou-li jednotlivé střelecké baterie pluku S-400 rozloženy do 30 km od centrálních radarových prvků, pak může jít o plochu o rozloze min. $2\,826 \text{ km}^2$, z jejíhož středu je kontrolována oblast o celkové výměře $384\,650 \text{ km}^2$. To vše jsou plošné míry prakticky mimo dimenze samotné České republiky (katastrální rozloha Prahy je 496 km^2 , rozloha celé České republiky $78\,865 \text{ km}^2$, z toho rozloha všech tří vojenských újezdů činí asi 823 km^2). I to svědčí o rozměru konceptu A2/AD. Bavíme se ale přitom jen o jednom pluku se systémy S-400, Rusové jich plánují okolo 59.

K zabezpečení každého pluku systému S-400 jsou tedy potřeba i další pozemní jednotky, zejména jsou-li např. centrální prvky systému S-400 umístěny do 80 km od linie kontaktu s protivníkem. V tomto případě může mít senzoricky i kineticky (letálně) kontrolované území nepřítele (oblast A2/AD) rozlohu až $141\,300 \text{ km}^2$, tedy asi dvojnásobek rozlohy ČR. Celá tato plocha, a to včetně x -násobně většího předpolí, je přitom v dosahu protizemních ruských střel řady Iskander. Uvědomění si těchto skutečností dokladuje, jak byla smlouva INF významná. V době studené války byly proti palebným stanovištím Temp-S a Pioneer připravovány k nasazení skupiny leteckých návodčích schopných ve spolupráci se specializovanými letouny (F-15E) tyto cíle, nacházející se v hloubce států Varšavské smlouvy, efektivně ničit. Možnosti této taktiky FOFA (Follow-On Forces Attack), odvozené z kombinovaných vzdušně-pozemních operací (Air-Land Battle), byly demonstrovány v letech 1990–1991 během války v zálivu při „lovu“ iráckých mobilních odpalovacích zařízení raket řady „Scud“ (Elbrus). Nyní si tento postup osvojily a na syrském bojišti procvičily i speciální jednotky Ruska; jen místo letounů F-15E používají na počasi nezávislé systémy Iskander. Vzájemné komunikační technologie jsou však shodné – kombinace KV a satelitního spojení.

Právě komunikace protivníka a jeho taktika kombinovaných vzdušně-pozemních operací je i předmětem zájmu další ze složek ruských systémů A2/AD – elektronického boje. Je-li účelem systému S-400 odříznout nepřátelské jednotky na přikryté ploše od vzdušné podpory a v případě nasazení systému Iskander přesné ničení jeho významných (velitelských, řídících, seřadišť) struktur a uzlů, pak pomocí elektronického boje má být zbaven své rozvinuté schopnosti senzorické a informační dominance. Rusové tak plánují zabránit pozemním jednotkám států NATO efektivně využívat vzdušné systémy řízení (E-3, P-8) a průzkumu (E-8, RQ-4, MQ-4C) i znemožnit jim výměnu informací.

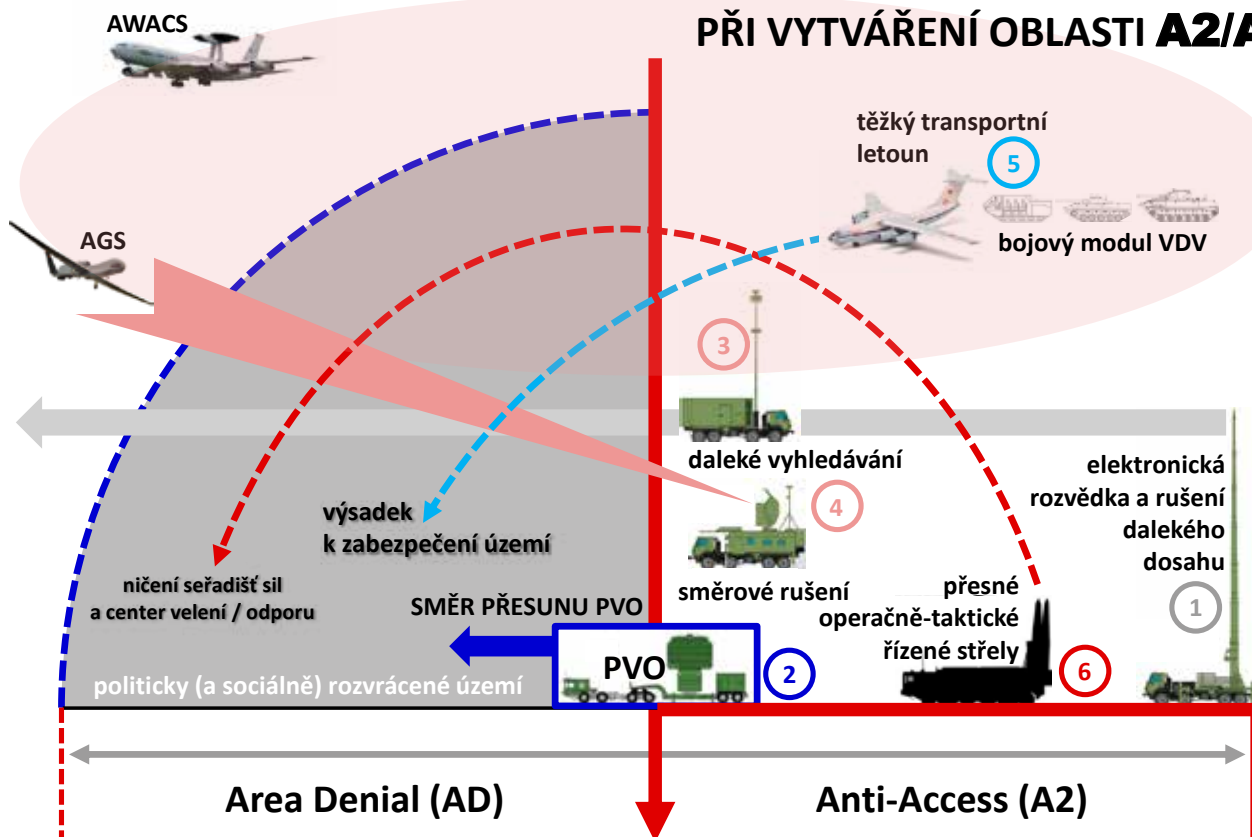
Každý pluk systému S-400 by měl být nasazen společně s pozemní mechanizovanou/motorizovanou divizí, jejíž součástí má být i specializovaný prapor elektronického boje, schopný „odstříhnout“ přikrytou oblast A2/AD a na ni soustředěné jednotky od vnějších informací (a senzorických dat) a také znemožnit na této ploše vzájemnou informační výměnu. Součástí takového praporu elektronického boje mají být proto systémy Murmansk-BN, Moskva-1, Krasucha, Bylina, Palantin-K, Avtobaza-M a Repelent. Většina z nich přitom svoji činnost koordinuje i s působením systému S-400, který tak podporují (Moskva-1, Krasucha) nebo chrání (Palantin-K, Avtobaza-M).

4. 2. 1. KV rušící systém Murmansk-BN

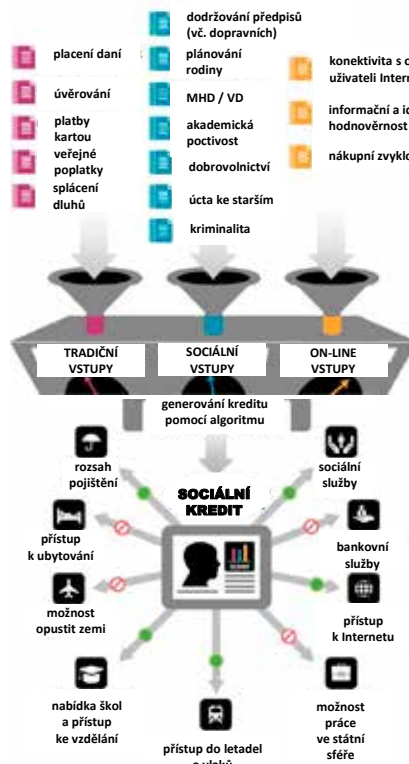
Hlavními bezdrátovými komunikačními systémy států NATO jsou Link 11 (STANAG 5511), Link 16 (STANAG 5516) a Link 22 (STANAG 5522). Strategický Link 11 je určen zejména pro výměnu informací mezi námořními jednotkami, případně námořními a leteckými/pozemními silami. Ve většině případů se přitom využívá pásmo krátkých vln (KV) a právě to je i předmětem zájmu ruského elektronického boje, v tomto případě systému detekce, analýzy a rušení KV spektra Murmansk-BN.

První systémy Murmansk-BN obdržely ruské jednotky v roce 2016 a okamžitě je nasadily na obsazeném poloostrově Krym

SILOVÝ POSTUP PŘI VYTVÁŘENÍ OBLASTI A2/AD



uvnitř obou částí oblasti A2/AD co největší rozvinutí
SYSTÉM SOCIÁLNÍHO KREDITU



superaplikace
WeChat



5G
sítě 5. generace

s cílem kontrolovat dění v Černém moři. Pozemní systém je plně mobilní a rozložený na několika těžkých nákladních automobilech řady KAMAZ 8×8. Nápadné jsou zejména ty s teleskopickými stožáry výšuvnými až do výšky 32 m. Stožárových vozidel je přitom v sestavě komplexu 4 až 6, nesou příslušný detekční/rušicí anténní systém. Dálkový dosah systému je ve všech módech (detekce, analýza, rušení) až 3 000 m, na více jak dvojnásobnou vzdálenost lze stále ještě provádět detekci a analýzu původu KV signálu (systémově je ale Murmansk-BN určen k nasazení proti celému spektru Link 11, tedy i v pásmu UKV). Od roku 2018 je systém Murmansk-BN nasazen i v Kaliningradské oblasti, orientován je zde zejména směrem do Baltského moře.

4. 2. 2. Pasivní sledovací systém Moskva-1

Systém S-400 je při svém nasazení aktivní, a i když používá různé módy činnosti (střídavé vypínání/zapínání) a je doplněn množstvím klamných cílů, maskováním i protiopatřeními, půjde vždy o primární cíl elektronického boje protivníka, zejména letounů pro elektronický boj (např. EA-18G, Tornado ECR). Ty je sice možné odrazit samotným systémem S-400, současně může být ale výhodné, především při použití nepřátelských letounů Stealth, tento kombinovat s pasivním sledovacím systémem. Úspěšná se tato taktika ukázala např. v roce 1999 nad Srbskem, kde byl při efektivní spolupráci PVO raketového systému S-125 a pasivního sledovacího prostředku sestřelen americký bitevní letoun Stealth F-117A.

Společné použití systému S-400 s pasivním sledovacím systémem detekujícím rádiové vyzařování ve vzdušném prostoru bylo plánováno od počátku. Jde např. o systém 85V6-A Vega používající několik vzájemně propojených mobilních stanic Orion, které se umísťují do 30 km od centrálního stanoviště a mohou tak být nasazeny i poblíž jednotlivých střeleckých baterií S-400, s nimiž mohou sdílet nejen strážní kapacity, ale i přenosové (směrové mikrovlonné) komunikační trasy. Sestava Vega/Orion detekuje rádiové vlny v rozmezí 800 až 18 000 GHz (toto zahrnuje Link 16, družicovou komunikaci TACSAT a SATCOM i datalinky CDL/STANAG 7085) a s využitím triangulace se snaží zaměřit jejich emitory. Vůči víceúčelovým bojovým strojům je systém účinný asi do 150 km, řídicí a průzkumné stroje je schopen díky jejich radarům postihovat až na 400 km.

Nyní je k praporům elektronického boje dodáván i novější pasivní sledovací systém 1L267 Moskva-1, více optimalizovaný i proti strojům Stealth a také využitelný společně s velmi výkonnými dálkovými rušicími systémy. Základem sestavy jsou tři vozidla KAMAZ 8×8 se speciální nástavbou. Jedno z nich je řídicí/sledovací 1L267 a dvě zbývající pasivní sledovací 1L266. Sestava může být dále doplněna obdobně řešeným vozidlem 1L265, umožňujícím aktivní vedení elektronického boje i komunikaci s rušicími systémy řady Krasucha, se kterými tvoří komplet Moskva komplexní systém elektronického sledování/boje typu Divnomorje (nyní pracují Rusové na novém systému používajícím již jednotná pasivní/rušicí univerzální vozidla).

4. 2. 3. Výkonné směrové rušiče Krasucha

Převládá-li u systému Moskva-1 spíše pasivní vedení elektronického boje, pak s ním spolupracující prostředky Krasucha-2/4 jsou vyloženy aktivní. Jejich posláním je zaručit činnost protivníkových řídicích, průzkumných a komunikačních prostředků tak, aby je nebyl schopen využívat. Působí proti vzdušným systémům, ale předpokládá se jejich účinnost i proti satelitům LEO (Low Earth Orbit) na nízké oběžné dráze. Systémově jde o pozemní ekvivalent rušičů na letounu elektronického boje EA-18G. Na rozdíl od vzdušného prostředku elektronického boje má pozemní systém takřka neomezený energetický zdroj i možnost použití rozměrnější/účinnější antény. Oba typy rušičů jsou plně mobilní a používají podvozkové platformy v provedení 8×8.

Typ 1L269 Krasucha-2, starší a používaný od roku 2012, je vysoce výkonný analogový směrový rušič účinný až na vzdálenost

250 km. Původně byl určen proti letounům typu AWACS (E-3, E-2) a nyní je používán spíše k obraně důležitých objektů před zbraňovými systémy používajícími radiolokační naváděcí systémy. Může jít např. o střely s plochou dráhou letu Tomahawk se systémem TERCOM (Terrain Contour Matching) nebo systémy s technologií ARH (Active Radar Homing), používanou nejen u protiradiolokačních střel řady HARM/AARGM a protiletadlových AMRAAM/Meteor, ale i u inteligentních pum GBU-53/B a řízených střel SPEAR 3. Takto může chránit zejména centrální prvky systému S-400 nebo odpalovací stanoviště řízených střel Iskander.

Novější, roku 2014 zavedený, plně digitální typ 1L257 Krasucha-4 může být použit stejně jako jeho soupeř Krasucha-2, ale díky svému většímu účinnému dosahu (300 km) i širší paletě emitovaných signálů se drží původního poslání – rušení systémů C4ISR a satelitů LEO. Účelem nasazení je odvrátit schopnost letounů AWACS, JSTARS a bezpilotních prostředků HALE (High-Altitude Long Endurance jako je RQ-4 a MQ-4C) od účinného nasazení v oblasti zasažené konceptem A2/AD. Dle potřeby může být obdobně např. znemožněno i použití satelitního systému Iridium, poskytujícího pozičně-lokační informace pozemních sil v rámci systému Blue Force Tracking (BFT). Mimo komunikačních satelitů mohou být takto „napadeny“ i zpravodajské satelity pohybující se na dráze LEO. Znemožňována je tak zejména činnost jejich radarů typu SAR.

Nasazení systému Krasucha předchází zejména daleká pasivní detekce takového významného cíle systémem Moskva-1. Po pasivní lokalizaci je tento zaměřen a zaručen systémem Krasucha. Cílem je donutit jej opustit oblast A2/AD nebo znemožnit v tomto prostoru jeho nasazení. Na elektronickém bojem ochromený protivníkův vzdušný systém (E-3/E-2, E-8/P-8, RQ-4/MQ-4C, EA-18G) může poté přímo zaútočit řízenými střelami dalekého dosahu 40N6 systém S-400. Systém Krasucha tak může významně snížit i schopnost obrany/protiopatření jím napadeného prostředku a usnadnit tak jeho zničení systémem S-400.

4. 2. 4. Řídicí centrum Bylina

Systémy Murmansk-BN, Moskva-1 i Krasucha lze používat samostatně, ale podobně jako v případě systému S-400 se jejich schopnosti násobí při společném nasazení. Velitelsko-řídicím prvkem systému S-400 je mobilní pracoviště 55K6, kterému v případě elektronického boje (EB) odpovídá obdobný centrální prvek SB-109A Bylina, opět umístěný na podvozku 8×8. Hlavním posláním pracoviště Bylina je soustředit na jednom centrálním místě všechny dostupné informace pocházející z elektronického boje, tyto automaticky fúzovat, analyzovat a zpřístupnit tak, aby bylo možno efektivněji rozhodnout o dalším využití systémů. V reálném čase pracující systém (zahrnující samozřejmě i časoměrnou databázi) má odstranit duplicity, pomoci s lepší detekcí cílů využitím více informačních kanálů a hlavně účinně koordinovat činnost stále početnějších ruských systémů EB.

Systém Bylina, poprvé testovaný na cvičení Západ v roce 2017, je rovněž propojovacím prvkem mezi divizními prapory elektronického boje a brigádními rotami elektronického boje působícími blíže k čáře doteku s protivníkem. Dále jsou na něj napojeny i obranné systémy elektronického boje působící na úrovni divize přímo v místech dislokace centrálních velicích, řídicích a kinetických (S-400, Iskander) prvků. Jedná se o dále popsané systémy Palantin-K, Avtobaza a Repelent. Pracoviště Bylina je tak pro oblast A2/AD ruskou centrálou aktivit SIGINT/ELINT, podobně jako mobilní velitelství 55K6 pro její protivzdušnou obranu.

4. 2. 5. Systém EB a REB Palantin-K

Dosud uvedené ruské systémy jsou poměrně specifickými prostředky elektronického boje. Častější zpravodajskou aktivitou je operačně-taktické a taktické signálové zpravodajství SIGINT (Signals Intelligence) dále zahrnující komunikační zpravodajství COMINT (Communication Intelligence) a práci s rádiovými

The diagram illustrates the Anti-Access Area Denial (A2AD) strategy, showing various military assets and their roles in denying access to a specific area.

- NASAZENÍ LETOUNU F-35 V PROSTŘEDÍ OBLASTI A2/AD**: Deployment of F-35 aircraft in the A2/AD environment.
- VZDUŠNÝ PROTIÚDER**: Air strike capability.
- AGS**: Air Ground Support aircraft.
- AWACS**: Air Warning and Control System aircraft.
- F-35**: Stealth fighter jets operating in the A2AD environment.
- datalink MADL**: Data Link Medium Air Data Link.
- Stealth letoun F-35**: Stealth fighter jet.
- aktivní rušení**: Active jamming.
- C**: Intelligent munition GBU-53/B - SPEAR.
- datalink Link 16**: Data Link Link 16.
- SUO SAS WaveRelay**: Signal User Onboard Satellite Wave Relay.
- A-4**: Attack aircraft.
- GCT + JTAC**: Ground Combat Team Joint Tasking and Control.
- daleká kinetická podpora výsadku**: Long-range kinetic support for the airborne force.
- bojové moduly VDV**: Battle modules of the Russian Airborne Assault Forces (VDV).
- PVO**: Air defense system.
- SMĚR PŘESUNU PVO**: Direction of movement of air defense forces.
- „NORMALIZACE“**: Normalization of the situation.
- E**: Preparation and execution of anti-air flow of heavy mechanized units.
- F**: Restoration of democratic rule of law.
- obnova demokratického právního státu**: Restoration of the democratic rule of law.
- daleké vyhledávání**: Long-range search.
- směrové rušení**: Directional jamming.

LETOUNU F-35 V PROSTŘEDÍ A2/AD

Anti Access

do výšky 30 000 m

do výšky 10 000 m

do výšky 5 000 m

oblast vizuálního kontaktu

SA-25 / 9K333 Verba	SA-19 / 9K22 Tunguska	SA-24 / 9M337 Sosna-R
---------------------	-----------------------	-----------------------

SA-15 / 9K332 Tor-M2

SA-17 / 9K317M Buk-M3

S-350 Vityaz

SA-21 / S-400 Triumf

SA-21 / 55Ž6M Nebo-M

S-band

X-band

pásmo VKV

L-band

Area Denial

předpokládaná schopnost detekce Stealth F-35

- špatná
- možná
- dobrá

linie kontaktu

vzdálenost km

5 10 15 60 120 400

nekomunikačními signály ELINT (Electronic Intelligence). V praxi je to především monitorování rádiového provozu a zdrojů dalších rádiových signálů. Nejčastěji jsou tyto aktivity vedeny poblíž linie doteku a získané informace jsou používány k řízení činnosti v reálném čase. Nicméně z povahy systémů A2/AD vyplývá, že je takto nutné zabezpečit i ono ústřední jádro systémů A2/AD. Pro tento účel byl zaveden systém Palantin-K.

Součástí systému Palantin-K jsou dvě mobilní pracoviště na podvozku KAMAZ 8x8. Jejich úkolem je monitorování, zpracování, analýza a případná protiopatření v rádiovém spektru 1,6–3 000 MHz, tedy v komunikačních pásmech KV, VKV, UKV, L a S. Sledován je především rádiový provoz (COMINT) s cílem odhalit možný pohyb a komunikaci protivníka v místě soustředění systémů A2/AD i její následné potlačení. V době velkého rozmachu civilních rádiových sítí jsou takto monitorovány i rádiové systémy integrované záchranného systému a občanské radiostanice.

Aktivitu ELINT zahrnují práci se signálem z různých bezpilotních prostředků/dronů, rádiových výškoměrů letounů a řízených střel a dalších rádiových systémů. Dosah aktivit COMINT/ELINT je přitom až 1 000 km a může se překrývat s obdobnými specializovanými systémy ruských rot elektronického boje. S těmi systémy Palantin-K i úzce spolupracuje, agreguje z nich data, zpracovává je a komplexní přehled o situaci podává na pracoviště Bylina. Dle potřeby může pracoviště Palantin-K provádět i rušení.

4. 2. 6. Protidronové systémy

Specifickým ohrožením prvků systému A2/AD jsou stále rozšířenější (vojenské i komerční) bezpilotní prostředky UAV (Unmanned Aerial Vehicle) neboli drony, které nyní mohou používat jednotky od stupně rota níže nebo dokonce paramilitární skupiny; nemusí jít nutně jen o větší systémy HALO (např. RQ-4, MQ-4C), MALE (např. MQ-9 Reaper, MQ-1C Gray Eagle) nebo TUAV (RQ-7 Shadow, RQ-21A Blackjack, ScanEagle). Ochranu systémů S-400, Iskander a prostředků elektronického boje před UAV zajišťuje na úrovni divizní struktury sil mobilní detekční systém Avtobaza-M, zahrnující i aktivní rušič Repelent-1 schopný vyřadit je z činnosti až v okruhu 35 km, tedy asi na ploše 3 850 km², což odpovídá i jádru rozestavených centrálních systémů A2/AD. Obě pracoviště jsou opět umístěna na terénních nákladních automobilech provedení 8x8 a dle potřeby (povahy terénu) doplněna výnosnými soupravami.

Subsystém IL222 Avtobaza-M je pasivní detekční systém pracující podobně jako výkonnější a pro větší plochu určená sestava Moskva-1. Rozdíl není jen v možnostech, ale i v určení – zatímco Moskva-1 slouží k detekci a lokalizaci „strategických cílů“ (letouny AWACS/JSTARS, HALE, strategické bombardéry atd.), je systém Avtobaza-M zaměřen na vytvoření „neproniknutelné“ clony okolo centrálních silových a elektronických prvků vytvářejících oblast A2/AD. Systémově jej tvoří čtyři vzájemně (mikrovlnně) propojené mobilní pasivní sledovací systémy s rozměrným výsuvným všesměrovým detektorem rádiových signálů citlivým v rozsahu 200–18 000 GHz monitorujícím většinu specifických datalinků pro ovládání (STANAG 4586) a využívání (CDL/STANAG 7085) nejen UAV (např. Link 16 nebo MADL F-35).

Mobilní rušič a neutralizátor UAV typu Repelent-1 se umísťuje doprostřed sestavy detektorů Avtobaza-M. Místo pasivního detektoru obsahuje plně otočnou směrovou anténu umožňující detekovaný UAV zarušit, případně ovládnout. Systém je účinný ve frekvenčním rozsahu 2–18 GHz, což je pásmo, ve kterém je nyní řízena drtivá většina bezpilotních prostředků. Sestava Avtobaza-M/Repelent již byla pravděpodobně několikrát bojově nasazena, a to i neruskými silami. Spekuluje se o tom, že je tento systém odpovědný za „ukofistění“ amerického bezpilotního zpravodajského stroje Stealth RQ-170 Sentinel Íránem v roce 2011, za zničení MALE MQ-9 Reaper roku 2016 v Sýrii i havárii MQ-1C roku 2019 v Iráku. Ať je již pravda jakákoliv, je zřejmé, že protidronové prostředky jsou společně s protiletadlovými a protiraketovými systémy nezbytnou součástí konceptu A2/AD.

4. 3. Operačně-taktické systémy elektronického boje

Elektronický boj patří společně s protivzdušnou a protiraketovou obranou k silným schopnostem ozbrojených sil Ruské federace. Dlouho se to ale doslova ignorovalo, schopnost elektronického boje byla armádami NATO často opomíjena a především poddimenzována. Určitou nápravu přinesly operace GWOT, ve kterých protivník ve velkém používá dálkově odpalované nástražné nálože IED (Improvised Explosive Device). Obrana proti IED si přitom vyžádala rychlou reakci – vytvoření zcela nové řady silně chráněných vozidel MRAP (Mine Resistant Ambush Protected) i renesanci a masivní nasazení rušičů rádiového signálu; Rusové zavedli mobilní rušiče řady Lorandit. Konflikt na Ukrajině a v Sýrii poté jasně ukázal, že je potřeba podpořit i taktické operace SIGINT (COMINT/ELINT).

Bojové brigády Ruské federace mají ve své sestavě roty elektronického boje schopné zcela samostatného působení i spolupráce s divizními prapory elektronického boje. Místem fúze informací z obou zdrojů je již uvedené divizní pracoviště Bylina koordinující aktivity v rámci sestavy celé divize. Získávají tak centralizovaný obraz situace využitelný pro podporu velicích a rozhodovacích procesů (vojska Západu dávají logicky přednost decentralizovaným, ale kooperujícím prostředkům – systémovým senzorem EB by tak v jejich případě mělo být do budoucna každé obrněné bojové vozidlo, poskytovatel i příjemce příslušné informace/protiopatření).

4. 3. 1. Systém elektronického boje Borisoglebsk-2 a Rtuť

Hlavním ruským taktickým systémem SIGINT/COMINT je sestava systému Borisoglebsk-2, zahrnující čtyři typy subsystémů umístěných většinou na podvozku pásového obrněného transportéru řady MT-LB. Používá je rota rušení skládající se z čtyř rušení KV komunikace (R-378B), dvou čet rušení VKV komunikace (R-330B) a čtyř rušení letecké komunikace (R-934B). Každá z čet používá specifický prostředek systému Borisoglebsk-2 (konkrétní typ je uveden výše v závorkách). Úkolem systému Borisoglebsk-2 je na čáře doteku ztížit či znemožnit nepříteli komunikaci, a to až do hloubky 20 km jeho sestavy. Koordinaci činnosti všech prvků systému zajišťuje pracoviště R-330K umístěné na terénním nákladním automobilu 6x6 a působící na úrovni velení roty elektronického boje.

Podvozek MT-LB nyní využívají i do sestavy roty elektronického boje zařazené dva speciální rušiče SPR-2 Rtuť. Umísťují se rovněž přímo do sestavy sil bojové brigády, nejčastěji poblíž významných velitelských a řídicích uzlů. Úkolem systému Rtuť je rušení protivníkových přibližovacích zapalovačů používaných jak u dělostřelecké, tak letecké munice (většinou zajišťují explozi ve výšce 3–5 m nad terénem/cílem). Prakticky tak vytváří ochrannou polokouli o průměru 800 m (ploše 502 400 m²), kde je iniciace těchto zapalovačů znemožněna. Nevýhodou je, že rušení může probíhat jen 6 minut a musí být proto koordinováno i s odpovídajícími detekčními prostředky, nejčastěji s akustickými systémy nebo radiolokátory typu C-RAM (Counter Rocket, Artillery and Mortar).

Některé schopnosti rušičů řady Borisoglebsk-2 a Rtuť jsou nyní integrovány i do méně výkonného systému RB-531 BE Infauna určeného již pro bojové prapory. K dispozici je jak na podvozku MT-LB pro mechanizované síly, tak na podvozku BTR-80 pro motorizované a BMD pro výsadkové jednotky. Z pohledu roty elektronického boje bojové brigády se jedná o předsunutý/vysunutý prostředek vedení zpravodajské činnosti typu SIGINT. Sdružený anténní systém prostředku Infauna je umístěn na teleskopicky výsuvném stožáru.

4. 3. 2. Rušičí sestava Leer-3

Ruská rota elektronického boje disponuje dvěma velitelskými vozidly R-330K tvořícími nejen vzájemnou zálohu (zdvojená je vždy i kapacita rušičů), ale umožňující podstatné navýšení kapacit činnosti. Digitalizace civilního života přinesla masivní rozšíření elektroniky a Internet věcí. Chytré mobilní telefony a přijímače GPS se staly běžnou součástí života globalizované společnosti. Právě je začali teroristé působící v operacích GWOT používat společně

s občanskými rádiovými stanicemi k dálkovému odpalování náloží IED. Tyto prostředky lze ale využít i opačně – k detekci těchto hrozeb, monitorování pohybu jejich uživatelů i ke snížení jejich mobility. Elektronický boj se tak zaměřil nejen na rušení mobilních a občanských rádiových komunikačních sítí a potlačení signálu GPS, ale i na jejich monitorování a odposlech. Součástí výbavy roty elektronického boje je tak i systém Leer-3, umístěný rovněž na terénním nákladním automobilu 6x6 doplněným přívěsem – elektrocentrálou.

Základem systému Leer-3 je speciální detekční a rušící aparatura rádiového provozu o hmotnosti asi 5 kg umístěná na bezpilotním prostředku Orlan-10, vyráběným od roku 2010, a to již v objemu přes 1 000 ks. Běžně je používán s optoelektronickými systémy k aktivitám ISTAR (zejména k řízení palby dělostřelectva); zde slouží k rušení („jamming“) a klamání („spoofing“) přijímačů GPS nebo monitorování či rušení signálu GSM a občanských rádiových stanic. Ve vzduchu přitom vydrží i při misích SIGINT okolo 10 hodin (při ISTAR aktivitách až 16 hodin) a běžně je nasazován do 60 km hloubky protivníkovy území (dosah řídicího datalinku je až 140 km). Každá sestava Leer-3 má k dispozici nejméně dva kusy z katapultu startujícího UAV Orlan-10.

Nasazení systému Leer-3 prakticky znemožňuje používat ke komunikaci chytré mobilní telefony i rádiové stanice pro občanské využití (137–180 MHz) nebo ty nasazené v rámci integrovaných záchranných systémů (350–470 MHz, technologie Tetrapol, Tetra, APCO 25). Silně jsou jím dotčeny i civilní přijímače GPS pracující pouze se signálem C/A. I v případě použití vojenských GPS kódů P/Y a M může dojít k razantnímu snížení přesnosti určení polohy z 1 m až na 10 m, což má především vliv na hodnotu TLE (Target Location Error) zaměřovacích systémů a CEP (Circular Error Probable) řízených zbraní. Nebezpečnost systému Leer-3 byla potvrzena jeho nasazením na ukrajinském Donbase i v Sýrii.

4. 3. 3. Detekční sestava Žitěl

Civilní rádiové sítě (GSM, PMR, IZS, SATCOM) lze při elektronickém boji nejen rušit, ale i využívat. Přínosem je zejména lokalizace, odposlech a hackování jejich uživatelů. Nejednomu ukrajinskému vojáku, pohybujícímu se na donbaské frontě, který neuposlechl a pohyboval se zde se svým zapnutým mobilním telefonem, došla nejprve „přátelská“ krátká zpráva (SMS), aby opustil své stanoviště, neboť v opačném případě bude vystaven ostřelování. Minometná či dělostřelecká střela poté často i přilétla, a pokud se dotyčný nepoučil, bylo elektronickou poštou nebo na sociálních sítích vyhrožováno i členům jeho rodiny a přátelům. Chytré telefony se tak staly součástí elektronického boje i informační a psychologické války. Jsou rovněž cenným zpravodajským zdrojem aktivit HUMINT a IMINT (kdo by chtěl s nepřítelem sdílet fotografie z mobilního telefonu). Všechny tyto činnosti podporuje, zajišťuje a provádí souprava R-330Ž „Žitěl“, jež je rovněž součástí vybavení ruské roty elektronického boje.

Souprava Žitěl se skládá z dvounápravového přívěsu schopného působit i jako „falešná“ mobilní komunikační buňka civilních sítí a terénního nákladního vozidla 6x6 s centrálním pracovištěm i dalšími systémy elektronického boje (souprava umí využívat i komerční satelitní sítě jako je Inmarsat nebo Iridium). Systém je aktivní ve frekvenčním rozsahu 100–2 000 MHz a nepřetržitě může pracovat až 1 600 hodin (napájen je vlastními elektrocentrálami). Vysoce účinný je do vzdálenosti 20 až 30 km.

4. 4. Specifické působení

Protivzdušný/protiraketový komplex S-400 (a nyní i výkonnější S-500), operačně-taktické řízení střely řady Iskander (opět povolené po vypovězení smlouvy INF) a prostředky elektronického boje jsou vysoce výkonné systémy konceptu A2/AD umožňující vytvoření stejnojmenné oblasti; samy ale kulturní střet nevyhrávají. Na jimi „přikryté“ ploše může běžet život jako dosud, lidé tuto hrozbu nemusí registrovat, ani ji nijak vyvažovat; prostě je

(příkladem je Litva nebo velká část Polska). Zasažené území ale již část své suverenity ztratilo (Američané například nechtějí mít v „přikrytých“ oblastech Polska své základny). Odpovídá to stavu, kdy spolu sousedí dva státy, z nichž jeden má i lokálně použitelné jaderné zbraně. Může i nemusí je použít, ale vyjednávací schopnosti druhého jsou za takového stavu omezeny. Konec smlouvy INF a rozvoj systémů A2/AD nás ve střední Evropě postupně vrací do situace na přelomu 70. a 80. let 20. století. Není to ale již o tržní ekonomice nebo volném pohybu osob, teď je to o hodnotách, konkrétně o možnosti používat člověka danou svobodnou vůli. I proto máme v České republice pocit, že se vrací „normalizace“. Dějiny se neopakují, člověk je ale náchylný k obdobnému jednání – důsledky mohou být zcela rozdílné.

Kultura Východu, zastoupená tehdy Sověty, se před třiceti lety začala ze střední Evropy stahovat, až ji takřka opustila. Zůstala pouze v pobaltské Kalinigradské oblasti, jejími nositeli již ale nejsou Sověti, nýbrž Rusové. Východ tak opustil internacionální rozměr, mnohonárodnostní v ruské ústavě zůstal. Již více jak pět set let je kultura Východu spojena s post-římským imperiálním projevem „jeden krok vzad, dva kroky vpřed“. I proto je Ruská federace stále nejrozsáhlejší zemí světa. Její snaha o mocenský návrat (nejen) do střední Evropy je proto logická. Rozvoj systémů A2/AD tomu může pomoci, ale samy o sobě to nezajistí, proto je třeba je podpořit i dalšími aktivitami, ke kterým patří např. asymetrické operace, hybridní válka a vzdušné výsadky.

4. 4. 1. Asymetrické operace

Často se dnes hovoří o asymetrické válce, právě proti ní jsou vedeny operace GWOT. Nesouměrný (asymetrický) přístup je přitom volen v případě nerovnováhy sil. Kultura Západu se i díky globalizaci stala velmi silnou, odpor proti ní má tak často podobu jakoby marných sabotáží či vyložení teroristických útoků. Nositele těchto akcí není těžké označit za „ztroskotance“ nebo zločince, protiopatření a jejich potření se zdají být legitimní. Používá tento přístup mimo vlastní území kultury je ale již sporné, vede k asymetrické válce; nebezpečné eskalaci spirály násilí. Protivník používá lsti, útočí ze zálohy, překvapivě, nevyzpytatelně; síly vedoucí operaci GWOT zase plošně a kulturně, tedy jednostranně – ze svého pohledu. Situace je takřka neřešitelná, většinu takto vzniklých konfliktů se nedaří ukončit. Důvodem je i to, že na straně Západu jakoby chyběl potřebný inerciální vztahový bod (v Orientu je jím opět Alláh, na Východě a v Číně „centrum“ vymezující se právě vůči Západu).

Problém Západu je přitom stále stejný – „rovná práva“. Do 16. století zde nikdo nezpochybňoval společensko-morální supervizi Desatera. Napadána byla pouze jeho ochránkyně a hlasatelka – Církev, jejíž čelní představitelé se ale často deklarovali sami. Protestovalo se, až bylo uzákoněno (mj. Augšpurským mírem), že si každý může jít svou cestou. Vedlo to nejen k velmi dynamickému poznávání stvořeného přírodního řádu (vědě), ale i k obnovení republik a roztvoření „republikánského kolečka“. Důsledkem byla nacistická rezignace na lidství i obsazení střední Evropy kulturou Východu zastávající demokratický centralismus, synkretické republikánství spojující timokracii, oligarchii i ochlokracii do jednoho ideového systému („demokracie“ v něm byla zastoupena právě jen a jen oním adjektivem). I když tyto politické systémy musely zákonitě zkolabovat, poskytl mnohým možnost být „někým“; nad rámec jejich schopností a možností. A právě možná reminiscence na tuto situaci, spojená i s vědomím republikánství spojeného se střídáním timokracie, oligarchie, demokracie a ochlokracie dnes činí kulturu Západu zranitelnou.

Demokracie vždy byla a je svrchovaností zákona, resp. „rovných práv v občanském životě i v úřadech“. Ne-Západní kultury byly přesvědčeny, že toto společenské uspořádání nelze udržet. Západ však byl přímo s „rovnými právy“ vytvořen, a proto přináší demokracii zcela novou kvalitu – kodifikovaná „nezadatelná, nezcižitelná, nepromlčitelná a nezrušitelná“ základní práva. Nejdou již zrušit, rozšířit ani modifikovat; prostě jsou (viz Listina základních práv a svobod, č. 2/1993 Sb.). O Desateru nemůže žádný křesťan

polemizovat, může se sice (ortodoxně, pravoslavně, protestem) vzdát své odpovědnosti chápat ho, ale dostat se z jeho moci může jen popřením Boha; opuštěním víry. Se základními právy je to podobné, vše, co je v rozporu se svrchovanou Listinou, je totiž neplatné, protestovat znamená jednat protiprávně a dle ní samotné přijít o svá práva. Na rozdíl od morálně závazného Desatera je to zákonně nemilosrdné. Po Belzeci, Sobiboru, Treblince a Osvětimi nutné.

Moc Listiny (a Duch Svatý jí na druhém vatikánském koncilu vyslovil jasnou podporu) je zkrátka nesouměrná, není symetrická se žádným osobním zájmem. Všem ne-demokratům (monarchistům, aristokratům, timokratům, oligarchům, ochlokratům; tedy všem občanům) tak nezbyvá než se jí bezezbytku poddat, v opačném případě by se stali zločinci. Je to velmi, velmi těžké. Mnozí se snaží chytračit, tedy vést politiku s cílem „přizpůsobit“ situaci svým zájmům. Provádějí vůči Listině stejně asymetrické operace jako teroristé při asymetrické válce. V obou případech toho může využít konkurenční kulturní okruh, je hostejné podpoří-li takové zločince nebo teroristy.

4. 4. 2. Hybridní válka

Stále častěji se na Západě hovoří o hybridní válce, účelné kombinaci „měkkého“ a „tvrdého“ vměšování se ze strany ostatních civilizačních okruhů. Zpravodajské struktury Spojených států nejprve připustily, a poté i potvrdily, ovlivňování prezidentské kampaně v USA roku 2016 ze strany Ruské federace, tedy Východu. Domnívat se, že to je poprvé, nebo, že totéž nedělají sami Američané, je přitom naivní. Proč by to teď mělo být jiné? Globalizace svět změnila, již na příkladu prostředků elektronického boje je vidět, že nové informační systémy (mobilní telefony, internet) je možno efektivně využít i k vedení asymetrických operací. Dělal-li to jednotlivé občanské skupiny, není důvod, aby stejnou cestou nešly i vzájemně konkurenční civilizační okruhy. Ty přitom spolu mohou jen vyjednávat nebo válčit, a proto, když jeden využije tyto globalizační technologie vůči druhému, lze to považovat nikoliv za vyjednávání, ale boj, ve kterém jsou výzbrojí informace – informační válka. Podobá se to důsledkům rozvoje knihtisku na Západě po 15. století, nyní je to jen v globálním měřítku.

Ze strany Východu (i dalších kultur) je tedy logické, že timokraty Západu podporuje (a aktivně korumpuje) v ideji, že rozhodují úřady; že oligarchy Západu utvrzuje (a aktivně korumpuje) v přesvědčení, že rozhodují peníze nebo myšlenky; že ochlokraty Západu ponouká k tomu, aby se opět ztratili v davu a předali tak svoji odpovědnost před zákonem „vůdci“ – ostatně Východ již svého našel – mohli by ho tak sdílet („ušetřili by“). Cílem je narušit rovnost občanů a úřadů před zákonem – svrchovanou Listinou. Úspěšná snaha to být nemůže, ale s její pomocí lze na čas společnost rozvrátit. Ohroženy jsou zejména ty enklávy Západu, kde již byla „rovná práva v občanském životě i v úřadě“ narušena, což je kvůli nedávné snaze prosadit zde fašismus (Itálie, Portugalsko, Španělsko), nacismus či komunismus většina států Západu na kontinentu (nedotčeno snad zůstává jen Švédsko a Švýcarsko).

S překvapením lze např. v České republice sledovat, že ústavní soudci tvrdí, že Listina neexistuje a rozhodují v rozporu s ní (2009); jak se poté organizovaný zločin snaží uzákonit, že krást i zabíjet je legální (2012); jak nastalých zmatků opět společně využívají všichni ti timokraté a ochlokraté s cílem přesvědčit všechny, že se volí všeobecně a takto ustavená většina je nadřazena jakékoliv menšině (2013) nebo, že úřad může dělat vše, co nemá zakázáno a občan jen to, co má povoleno (2014). Takto deklasované prostředí je pro vnější vměšování přímo ideální. Ještě nedávno byl tento přístup používán jen v rámci Východu (Krym, Donbas), nyní se snaží být úspěšný i na Západě.

„Měkké“ argumenty pro ignoraci Listiny lze následně doplnit i „tvrdšími“ demonstračními metodami. Cílem je snížit bezpečnostní ostražitost (i zvyk je prostředkem) a dosáhnout pochybnosti o účelnosti obrany (snížení výdajů, rezignace). Může jít i o vraždy (případ Litviněnko) nebo demonstrační pokusy o ně (případ Skripal).

4. 4. 3. Vzdušné výsadky

Dezorientovaná, kulturně oslabená a rezignovaná společnost je pak snadno obsaditelná; zvláště, je-li již „přikryta“ systémy A2/AD. Příkladem takové akce může být výsadková operace demonstrována na ruském cvičení Střed 2019 a obšírněji zmíněná na začátku tohoto článku.

5. SYSTÉM SOCIÁLNÍHO KREDITU – ČÍNSKÝ PŘÍSPĚVEK K A2/AD

Rusové, tradičně orientovaní na kinetický/letální účinek svých zbraňových systémů, pojali koncept A2/AD jako soubor systémů umožňujících systémové obsazení zájmového území, na němž i poté pokračují v silových asymetrických a hybridních operacích. Toto může být účinné zejména na Východě a v Orientu, použití prosté síly na Západě vede spíše k nihilismu a snížení výkonu místních; ztrácí se tím hlavní přínos občanů tohoto kulturního okruhu – produktivita. Její snížení se poté neblaze projevuje na sociální a ekonomické stabilitě výkonu. Rusové s tím mají velké zkušenosti z jimi okupovaného Československa a východního Německa. Nyní by již asi touto cestou nešli, sami ale přitom nedisponují žádnou jinou technologií, která by umožnila ovládání a kontrolu takto získaného území.

Vojenský koncept A2/AD ale zaujal i Čínu, pro ni je to velmi vhodná strategie k postupnému obnovení jednotné říše, ke kontrole Jihočínského moře i námořních a pozemních tras nové hedvábné stezky. Čínská svrchovanost úřadů, založená na zvládnutí poměrně složitého a rozsáhlého systému znakového písma, rovněž disponuje specifickými technikami řízení a ovládání obyvatel. Již aplikace komunismu v ní vedla k rozsáhlému sociálnímu inženýrství, přes kontrolu reprodukce (politiku jednoho dítěte), nyní dokonce směřují k řízení lékařskému a genovému inženýrství. Jeho dostupnost mohou dokonce podpořit tzv. systémem sociálního kreditu, k jehož určení využívají moderní informační technologie.

Čínští občané jsou po roce 2014 postupně zapojováni do procesu, který by měl do roku 2020 umožnit stanovit „sociální kredit“ každého z nich. Nástrojem jsou služby poskytované mobilními technologiemi, včetně sledování pohybu, komunikace, bezhotovostních plateb a trávení času. Chytrý mobilní telefon se tak stává povinným interaktivním občanským průkazem. Doplnují jej kamerové sledovací systémy se schopností rozpoznání obličeje a analýza dat z dalších zdrojů. Občané jsou bodováni na základě toho, jak dodržují nařízení státních orgánů (plně kontrolovaných komunistickou stranou), co, kde a jak si kupují, s kým, kde a co řeší a pomocí aktivních dotazů se zjišťuje i co si myslí (nezapomeňme, že chytré telefony mají schopnost přenášet i obraz obličeje v konkrétních situacích i to, že součástí Internetu věcí jsou zařízení monitorující v tu chvíli životní funkce). K závažným proviněním patří pohyb bez chytrého mobilního telefonu, zahalená tvář a hlavně odmítnutí interakce se systémem (nepřizpůsobení se).

Povolený způsob života je poté přímo závislý na dosažené výši sociálního kreditu. Na pozadí běžící algoritmy Vám povolují či znemožňují cestovat nejen hromadnou či veřejnou (autobusy, vlaky, letadla) dopravou, ale i automobilem. Občanům je povolován nebo odepírán nákup zboží (a to přímo na prodejně) nebo přístup ke službám (nyní může být dokonce zablokováno i použití veřejné toalety). Systém sociálního kreditu za vás rozhodne i to, budete-li příjemcem nebo dárcem transplantovaného orgánu. Snížení hodnocení lze dosáhnout i prostým oslovením či kontaktem s „nevhodnými“ lidmi, pro mnoho přátel se může stát dosud blízký člověk nechtěným. Důstojnost narušuje i to, že výše kreditu se zobrazuje při většině na něm závislých operací – při nákupu zboží, služby, výkonu činnosti. Občan tak může být ostatními vyloučen v reálném čase. Dle výše sociálního kreditu jsou rozhodovány i soudní případy, určována mzda, přiznávána práva. Nejvýše se hodnotí členství v komunistické straně, souhlas s takto digitalizovaným demokratickým centralismem, a i to je samozřejmě zásluhové.

Pro Západ je systém sociálního kreditu neakceptovatelný. Odporuje jeho podstatě - „rovným právům“, resp. „rovným právům v občanském životě i v úřadech“. Současně jsou zde již reálné úvahy, že právě toto sociální inženýrství by mohlo v určité přizpůsobené/akceptovatelné podobě pomoci ne-Západním kulturám s kontrolou území a obyvatel zabraných částí Západu. Propojení konceptu A2/AD Východu se systémem sociálního kreditu Číny je tak velmi nebezpečné. Je pochopitelné, že oba tyto kulturní okruhy o jejich vzájemném sdílení uvažují a dokonce i hledají vhodný prostor, kde by tento experiment mohly přímo vyzkoušet. Západní státy bývalého sovětského bloku, kde již byl demokratický centralismus rozvinut, se pro tento pokus přímo nabízejí. Nelze se tedy divit, že se snaží tento region ostrakizovat od ostatních částí evropského Západu, obě skupiny vzájemně znesvářit tak, aby mohly region střední Evropy opět ovládnout.

6. „SLOVNÍ“ A „SVĚTELNÁ“ OBRANA ZÁPADU

Vojenské ohrožení Západu v podobě A2/AD je poměrně snadno eliminovatelné. Použit lze zejména technologie zajišťující lokální informační, situační a senzorkou nadvládu umožňující výrazné posílení možností malých jednotek; od stupně rota níže. S pomocí architektury C4ISTAR a na ni navázaných schopností C4ISR mohou být tyto jednotky při své činnosti velmi flexibilní s vysokou mírou účinnosti a úspěšnosti. Distribuce, sdílení, fúze, analýza a dostupnost informací přitom musí být zachována všemi směry (je to i podstatou internetu). Současně je nutné zajistit těmto malým jednotkám za všech okolností účinnou palebnou podporu

letectva (přes specialisty JTAC) a dělostřelectva (přes dělostřelecký průzkum) i odpovídající výstupy ze zpravodajského úsilí. Nezanedbatelnou roli hraje i vysoká (aeromobilní) nebo dobře chráněná (mechanizovaná) mobilita a využití velmi přesné munice na všech úrovních (kvantitu nahrazuje kvalitou při snížení kolaterálních škod a logistické náročnosti). Takto budovaná obrana, skládající se ze vzájemně propojených ohnisek odporu v podobě jakýchsi „bublin“, využívající ve vysoké míře „světelné“ technologie elektromagnetického záření, může vzdorovat konceptu A2/AD kdekoliv a kdykoliv.

Složitější je to s chutí a odhodláním se bránit. Aktuální hédonismus Západu podporuje pohodlnost a z ní vycházející drzost i aroganci (nahrazují tradiční „víru, naději a lásku“). Poznat nekalé jednání je přitom mnohem jednodušší než v uplynulých čtyřech stoletích. Listina základních práv a svobod je jasnou normou, v rozporu s ní je jak uplatňování konceptu A2/AD, tak systému sociálního kreditu. Demokracie je zkrátka nemilosrdná. Pochopitelně se jí tedy snaží timokraté nazvat „sociální“, oligarchové „liberální“ a ochlokraté „lidovou“; někteří republikáni ji pro jistotu neuvažují vůbec. To vše je ale zakázaná hra se slovy. Podobně jako je pro poznání „světla“ důležité kvadrivium (aritmetika, geometrie, astronomie, hudba), je nutno ke „slovu“ přistupovat triviálně – logicky, gramaticky a rétoricky (jedno bez druhého zkrátka neexistuje). V České republice nelze pomíjet závazná Pravidla českého pravopisu, normativní Slovník spisovné češtiny či dokonce samotnou Listinu základních práv a svobod. Bez takto pojatých slov nám nepomůže žádný zbraňový systém, včetně nejmodernějších „světelných“ víceúčelových bojových letounů Stealth F-35.



Proti konceptu A2/AD kultury Východu staví sice kultura Západu technologii plně spektrální dominance využívající specifické systémy (letouny F-35), organizační postupy (mj. se specialisty JTAC) a taktiky (kombinovaný vzdušně-pozemní boj), přesto opět není evropský Západ schopen chránit demokracii i na nejvyšší politické úrovni („rovná práva v občanském životě i v úřadech“).

Základní práva, po roce 1945 obecné zásady společnosti Západu, jsou opět ignorována, a to činí kulturu Západu velmi zranitelnou před konceptem A2/AD (zahrnujícím i asymetrické operace a hybridní válku) a před systémem sociálního kreditu.

Mgr. Vladimír Chlup, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, 17. listopadu 1192/12, 771 46 Olomouc, e-mail: vlada@chlup.net

Multisenzorický systém letounu F-35

Vytváření a zajištění oblastí A2/AD (Anti Access/Area Denial) představuje pro současné vojenství Západu velkou výzvu. Pro mnohé jde o přeceňované ohrožení demokracie – „rovného práva v občanském životě i v úřadech“, jiní nebezpečí vnímají až absolutně a nekriticky. Reálnou reakcí Západu je ale i výroba a zavádění víceúčelového bojového letounu F-35 JSF (Joint Strike Fighter). Aktivita přímo navazuje na stěžejní vědecké programy, jako byl vývoj atomové pumy (Projekt Manhattan), jejího nosiče (letoun B-29), balistické rakety (V-2), dosažení Měsíce (Apollo) či urychlovače SLAC a CERN. Ekonomicky všechny dokonce předčí; finanční náročnosti programu F-35 se nevyrovná ani součet jejich nákladů v nyní reálných cenách, a to ani po umocnění. S aktuální částkou 2 biliónů amerických dolarů je totiž F-35 nejdražším technickým projektem lidských dějin.

Jihočínské moře, rozkládající se mezi břehy Vietnamu, Malajsie, Bruneje, Filipín a Číny, patří s plochou 3,5 mil. km² k ekonomicky nejexponovanější oblasti světa. Vedou tudy námořní trasy pro třetinu světového obchodu, Čínu zde opouští asi 40 % jejího vývozu a do Číny tudy směřuje 80 % dovozu energie, zejména ropy. Jde o rozsáhlou spornou oblast s perspektivními energetickými zdroji. V moři je mnoho atolů a malých útesů, nejznámější jsou Spratlyho a Paracelské ostrovy, většina jich je neobyvatelná, respektive byla. Od roku 2013 zde dochází k neobvyklé aktivitě, čínské námořnictvo přebudovává „nehostinné skály“ na obyvatelné ostrovy. Jedním ze sedmi je i útes Fiery Cross, oficiálně o ploše 0 ha, rekultivovaný Číňany na ostrov s rozlohou 274 ha. K jeho prvním obyvatelům patřilo asi 200 čínských vojáků obsluhujících radarovou stanici podporující 12 mobilních odpalovacích zařízení systému S-300. Záhy zde byla vybudována přistávací a vzletová dráha o délce 3 125 m, roku 2020 by zde měly být rozmístěny čínské bojové Stealth letouny J-20. Oblast se stává nepřístupnou (Anti-Access) a zvnějšku nekontrolovatelnou (Area Denial).

Velká zeď z písku (Great Wall of Sand) je společně s obnovovanou námořní (One Belt) a pozemní (One Road) Hedvábnou stezkou typickým příkladem využití konceptu A2/AD. Američané se čínským aktivitám snažili čelit operacemi FONOP (Freedom of Navigation Operation), při kterých Jihočínské moře křížovaly torpédoborce Arleigh Burke s protivzdušným raketovým systémem Aegis a nebe protiponorkové/protilodní letouny P-8A Orion. Člověk je suchozemský tvor a Číňané s přímou kulturní tradicí delší než má Západ si toho jsou vědomi. Američané sice demonstrovali přítomnost, Číňané však stavěli, aby si okolo útesu, přebudovaného na ostrov, vynutili odstupové pásmo 12 námořních mil. Jejich záměr je zřejmý – čínská oblast A2/AD nad podstatnou částí Jihočínského moře. Jde o velkou zeď radarů jištěnou protiletadlovými a protilodními systémy i letouny Stealth. Vše je podřízeno jedinému cíli – jednotné Číně plně zahrnující i dosud autonomní Hongkong a „separatistický“ Tchajwan – státu, který by měl plně pod kontrolou všechny své vstupy i výstupy.

Koncept A2/AD tak odporuje základnímu axiomu kultury Západu – možnosti uplatnění svobodné vůle (nikoliv „volné vůle“, ale vůle vztažené ke kodifikovaným rovným základním právům – „rovnému právu v občanském životě i v úřadech“). Čínská kultura rovnost občana a úřadu neuznává, má proto i praktické důvody. Latinka vychází z pouhých dvaceti písmen, Číňané běžně používají mezi 5 000 až 6 000 znaky, jejich slovníky obsahují až 80 000 znaků. Dvacet písmen si včetně litery a její hlásky dokáže zapamatovat většina, stejně jako deset čísel včetně jejich cifry a hodnoty. Nutná

znalost tisíců znaků již ale logicky vede k selekci, byť jde pouze o jednu ze schopností. Čínský úředník může být stěží vnímán jako „služebník“ čínského rolníka – občana. Lze říci, že koncept A2/AD je pro Čínu přirozenější než naše realita rovnosti občanů a úřadů (vždyť obě skupiny tvoří lidé).

Rozvinutí systémů a budování oblastí A2/AD nad čínským zájmovým územím vytváří pro Západ nepřístupnou a těžko kontrolovatelnou zónu; naskytá se otázka, proč by tím měli být jeho obyvatelé znepokojeni. Zjednodušeně řečeno, jde o jejich pohodlí. Většina občanů Západu si zvykla na výtěžky globalizace – dostupné spotřební zboží, včetně všudypřítomných mobilních telefonů a osobních počítačů, jejichž výroba byla z finančních důvodů koncentrována do čínských rukou. V čínských oblastech se nyní vyrábí nejen na Západě navržené zboží (tzv. OEM – Original Equipment Manufacturer), ale s využitím globalizovaných technologií zde vznikají i originální produkty (tzv. ODM – Original Design Manufacturer) pro „západní“ značky. „Symbióza“ vzájemného obchodu fungovala, dokud byla pro Západ výhodná, rostoucí emancipace Číňanů, vědomí si síly vlastní kultury (kdo z obyvatel Západu by se chtěl učit tisíce „znaků“) vede k narušení dosavadního statu quo. Pozice managerů Západu se při vyjednávání v Číně komplikuje, průmyslové patenty se nerespektují, cenová jednání jsou stále těžší, častěji musí přistoupit na podmínky Číňanů.

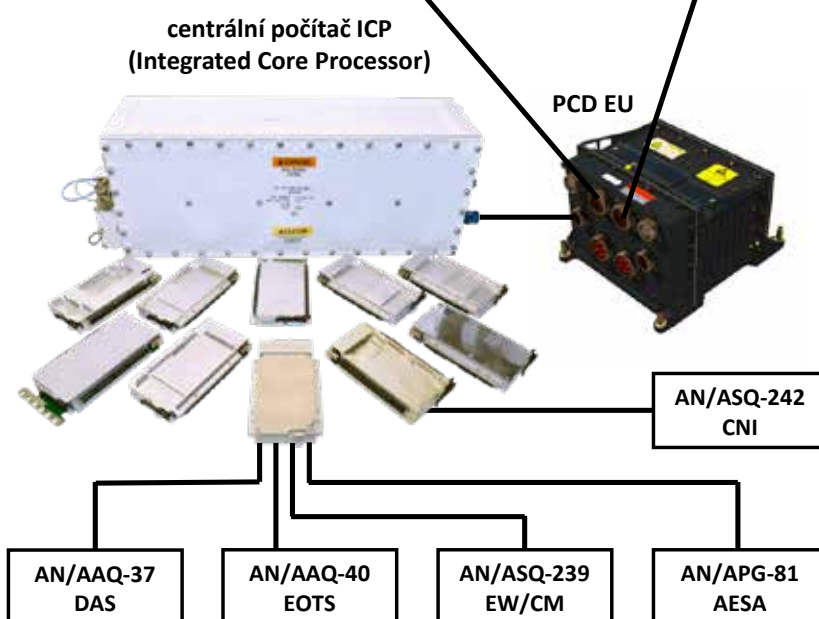
Spotřební trh Západu je ale pro Čínu stále potřebný. Umožňuje udržet v chodu potřebnou produkci, inovace a vývoj. Obě kultury tím získávají i ztrácejí, jde o nalezení správného poměru sil, podobně jako jej Západ hledal s Japonskem a stále hledá s Východem (Ruskou federací), Orientem, Persií či Indií. Pozemskou bídou lidského rodu je, že k dosažení rovnováhy musí být slovo doplněno světlem, mj. kvantem nesusoucím energií. Mezikulturní obchodní jednání tak jistí i vojenská síla (uvnitř kultury by to mělo být právo, na Západě „rovné právo v občanském životě i v úřadech“). Rusové své území zajistili konceptem A2/AD s tím, že jsou schopni jej kdykoliv posunout vně, Západ na to reagoval víceúčelovými letouny Stealth a navazujícím síťově orientovaným vojenstvím NCW (Network Centric Warfare). Číňané, vůči kterým se vymezil jak Západ (nikdy nezapomenou na ponížení během tzv. opiových válek), tak Rusové (na oběti Velké vlastenecké války nelze zapomenout) reagovali pragmaticky – zkoušejí sloučit koncept A2/AD s přístupem Stealth a opřít jej o svoji obchodně-sociální zdatnost (One belt One road – tzv. iniciativu BRI, Belt and Road Initiative). Již dokázali vyvinout a zavést své vlastní raketové systémy protivzdušné obrany (HQ-9/HQ-19) inspirované ruskými S-300/S-400 a rovněž dokončují implementaci vlastních letounů Stealth (J-20 a J-31), přímých konkurentů amerických typů F-22 a F-35. A právě víceúčelové bojové letouny Stealth jsou a budou při této konfrontaci hlavním nástrojem Západu nad mořem (vůči Číně) i pevninou (vůči Východu).

1. VÍCEÚČELOVÝ BOJOVÝ LETOUN Stealth

Víceúčelový bojový letoun Stealth je koncipován jako univerzální vzdušná platforma pro nasazení proti konceptu nebo přímo v oblastech A2/AD, kde by měl být schopen vyhledávat a ničit prvky protivzdušné obrany, elektronického boje a dělostřelecké systémy i nepřátelské letouny a vrtulníky. V dotyku s protivníkovým příkrovem A2/AD má provádět i přímou leteckou podporu vlastních jednotek (Close Air Support, CAS), případně zajišťovat zpravodajskou (SIGINT, ELINT, IMINT) a průzkumnou činnost.

F-35 Lightning II víceúčelový bojový letoun Stealth

- základní operační profil proti konceptu A2/AD



Důležitou schopností víceúčelových letounů Stealth je skryté nesení a používání velmi přesné munice PGM (Precision Guided Munition), schopnost být bitevními letouny i spolupráce s bezpilotními letouny, včetně teamingu MUM-T (Manned-UnManned Teaming).

Základem konstrukce víceúčelového bojového letounu Stealth je konstrukčně efektivní snížení radarové odrazové plochy RCS (Radar Cross Section), všesměrové využití pasivních senzorů, implementace pokročilých systémů elektronického boje, bezpečné komunikace a vzájemná interakce všech těchto technologií s co nejúčinnějšími aktivními (včetně nejnovějších typů palubních radarů) protiopatřeními zahrnujícími i pokročilou PGM. Násobení schopností víceúčelového letounu Stealth má být dosaženo přímou spoluprací (teamingem) s podporujícími bezpilotními křídly/wingmany i pomocí rojení (swarming) malých bezpilotních prostředků nebo klamných cílů. Důležitou součástí víceúčelového letounu Stealth je i jeho odpovídající rozhraní s pilotem – HMI (Human Machine Interface) zahrnující moderní obrazové a grafické rozhraní GUI (Graphical User Interface).

Víceúčelový bojový letoun Stealth je určen k nasazení na síťově orientovaném bojišti NCW, kde násobí schopnosti a možnosti svého ústředního prvku – člověka, v tomto případě pilota, resp. jím podporované jednotky na zemi nebo na moři. Stroj poskytuje nejen zvýšenou mobilitu (Mobility), letalitu (Lethality), schopnost přežití (Survivability) a zabezpečení (Sustainability), ale i pokročilé schopnosti C4ISR (Command, Control, Communication, Computer, Intelligence, Surveillance, Reconnaissance), klíčový multiplikátor síly na digitalizovaném bojišti. Pilot může s využitím celého systému působit rychleji, dále, silněji a účinněji, a to při dostatečné míře bezpečí. I když jsou mnohé činnosti, včetně řízení automatizovány, zůstává člověk hlavní entitou celého systému. Dnes lze digitalizovat i jízdní kolo, jež může být opatřeno pomocným elektrickým motorem, synchronizovaným s pedály tak, aby bylo bez ohledu na terén dosaženo konstantní zátěže cyklisty, informovaného o situaci ve všech směrech pomocí brýlí s augmentovanou realitou napojených na všesměrové kamery, včetně té umístěné na přilbě, i přibližovací radar varující před nebezpečím vzadu, případně propojené i s doprovázejícím dronem sledujícím a zaznamenávajícím cyklistovu vyjížďku. Moderní cyklista je tak schopen nastavit si přesnou trasu cesty, tuto sledovat, vše zaznamenávat a pomocí ergonomických ovladačů volit co neoptimalnější profil jízdy; každý z detailů může následně celosvětově sdílet, ale stále zůstává člověkem, jenž je nositelem a uživatelem celého systému. Odpovídajícím, i když podstatně dražším a sofistikovanějším, Internetem věcí je i víceúčelový bojový letoun Stealth.

2. NÁSTIN VÝVOJE BOJOVÝCH LETOUNŮ STEALTH

Potlačení zjistitelnosti bojových letounů je přímo spojeno se snahou překonat protivníkovu protivzdušnou obranu. Nejprve k tomu stačila vysoká operační výška (letouny RD-57, U-2), následně musela být zvýšena i rychlost (A-12/SR-71) a po nástupu celoplošných (Anti-Access) systémů protivzdušné obrany (S-200), případně jejich plně mobilních verzí (S-300PM), muselo zákonitě dojít k potlačení zjistitelnosti letadel radary. Prvním sériovým letounem Stealth byl úderný podzvukový typ F-117A Nighthawk určený k nesení až dvou přesných laserem naváděných pum Paveway, případně jaderné pumy řady B61 (neměl žádné obranné/protivzdušné zbraně, ani radiolokátor).

Letoun F-117 poprvé vzlétl v roce 1981 a až do roku 1988 se jeho existenci dařilo držet v tajnosti, provozoval mj. jen noční lety. Poprvé byl nasazen v roce 1989 při invazi do Panamy, kde přesným úderem zlikvidoval řídicí centrum na letišti. Většina z 59 sériových kusů se zapojila do operací v Perském zálivu, při kterých v rámci operací Desert Shield (1990) a Desert Storm (1991) ničily prvky irácké protivzdušné obrany, jejich velitelská stanoviště a důležité prvky infrastruktury. Při této kampani nalétali piloti F-117 plných 6 905 letových hodin při 1 300 bojových letech, během nichž zničili 1 600 určených cílů. Typ F-117 drží i rekord v délce letu bojového

letadla s jedním sedadlem, plných 18 hodin a 30 minut (šlo o přesun z Hollomanovy letecké základny v Mexiku do Kuvajtu). K jediné (ale klíčové) bojové ztrátě F-117 došlo 27. 3. 1999, kdy jej sestřelila srbská PVO účelně kombinující sovětský raketový systém S-125 Neva s československým pasivním sledovacím systémem (Tamara). Americký pilot se katapultoval a byl zachráněn, poměrně nepoškozený drak letounu F-117 zajistili Srbové, kteří umožnili jeho prohlídku jak Rusům, tak Číňanům.

Letouny F-117 byly oficiálně vyřazeny v roce 2008, reálně jsou používány dosud (nad Sýrií byly detekovány i v roce 2019). Jejich schopnost utajených a přesných protizemních úderů převzaly letouny F-22, určené původně pouze k protivzdušné obraně USA. Letoun F-22 je prvním skutečným víceúčelovým bojovým letounem Stealth i vůbec prvním „stíhačem“ 5. generace. Do výzbroje Vzdušných sil USA (US Air force, USAF) byl zaveden v roce 2005; původně se předpokládala výroba 750 ks, ale finanční náročnost srazila produkci v letech 1996–2011 na pouhých 187 sériových kusů. O schopnostech F-22 svědčí i to, že jde o z USA neexportovatelný letoun (hodnota RCS se předpokládá na úrovni 0,0001 m², což odpovídá radiolokačnímu odrazu většího hmyzu; u typu F-117 byla na úrovni 0,003 m², tedy méně než v případě malého ptáčka). Základní výzbrojí F-22 jsou radiolokačně naváděné rakety vzduch – vzduch středního dosahu AIM-120D AMRAAM, případně krátkého dosahu AIM-9X s infračervenou vyhledávací hlavicí. Z protizemní munice může nést v interní pumovnici zejména GPS řízené pumy řady JDAM (Joint Direct Attack Munition), nověji i jejich verzi LJDAM (Laser JDAM) rozšířenou o laserové navádění a především menší typ GBU-39/B SDB (Small Diameter Bomb) s inerciálním navigačním systémem podporovaným přijímačem GPS. Výhodou pumy SDB o hmotnosti 110 kg je, že jich F-22 může nést až 8 (JDAM o hmotnosti 450 kg jen dvě).

Třetím sériovým bojovým letounem Stealth je americký strategický bombardér B-2 Spirit používaný od roku 1997 a poprvé nasazený proti prosrbským silám v Kosovu (1999). Jde sice o letoun typu Stealth s pravděpodobně vůbec nejlepší hodnotou RCS (< 0,0001 m², včetně schopnosti Stealth v pásmu VKV), ale podobně jako v případě F-117 je to jednoúčelová konstrukce pro strategické bombardování s únosností až 18 t konvenčních pum nebo 16 jaderných pum řady B61. I tento typ je z USA neexportovatelný a značně finančně náročný, jednotková cena je okolo 2,2 mld. USD, tedy nejméně 50 mld. Kč, což jej činí nejdražším letounem historie (každý letoun B-2 má prakticky hodnotu ročního rozpočtu na obranu České republiky, a to bez navazující logistiky a údržby).

Všechny tři výchozí americké konstrukce letounů Stealth (F-117, B-2, F-22) používají ke svému zneviditelnění několik technik Stealth. Předně je to jejich tvar, optimalizovaný proti odrazu radiolokačních vln. První se k Stealth tvarům letounu dopracovali němečtí bratři Hortenové s proudovým bezocasým samokřídlem Ho 229, patřícím mezi „záračné zbraně“ (Wunderwaffen) nacistického Německa. Prototypu stíhače Ho 229V3 se v rámci operace Paperclip zmocnili Američané a předali jej k testování společnosti Northrop (budoucímu výrobcí Stealth bombardéru B-2), která jej využila pro stavbu mnohem větších experimentálních bombardérů YB-35 a YB-49. Vliv koncepce samokřídla a bezocasého řešení na snížení detekce radarem si potvrdili i Britové úspěšným čtyřmotorovým těžkým bombardérem Avro Vulcan používaným v letech 1956 až 1984, včetně útoku na argentinská letiště během války o Falklandy v roce 1982. U něj bylo ale snížení RCS spíše důsledkem zvolené koncepce než záměrem.

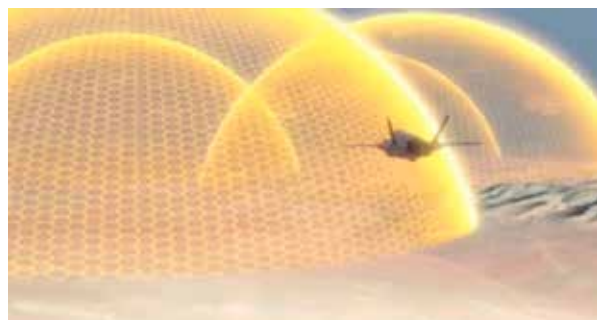
Cílené podřízení tvaru letounu charakteristikám Stealth můžeme naopak zaregistrovat u vysokorychlostního zpravodajského typu A-12/SR-71 (1964), kterého ale přes veškerou snahu diskvalifikovaly výkonné „demaskující“ motory. RCS letounu SR-71 bylo i přesto 10 m², pro srovnání až následně vyvíjený stíhací letoun F-15A zalétaný roku 1972 měl RCS 25 m² a stejného RCS jako SR-71 dosáhly i první série nadzvukového strategického bombardéru B-1 zalétaného roku 1974. To, že lze hodnotu RCS během

F-35 Lightning II **víceúčelový bojový letoun Stealth**

- základní operační profil nasazení F-35 proti konceptu A2/AD



letoun F-35 se přibližuje k oblasti A2/AD krytý elektronickým bojem / rušením EA-18G Growler



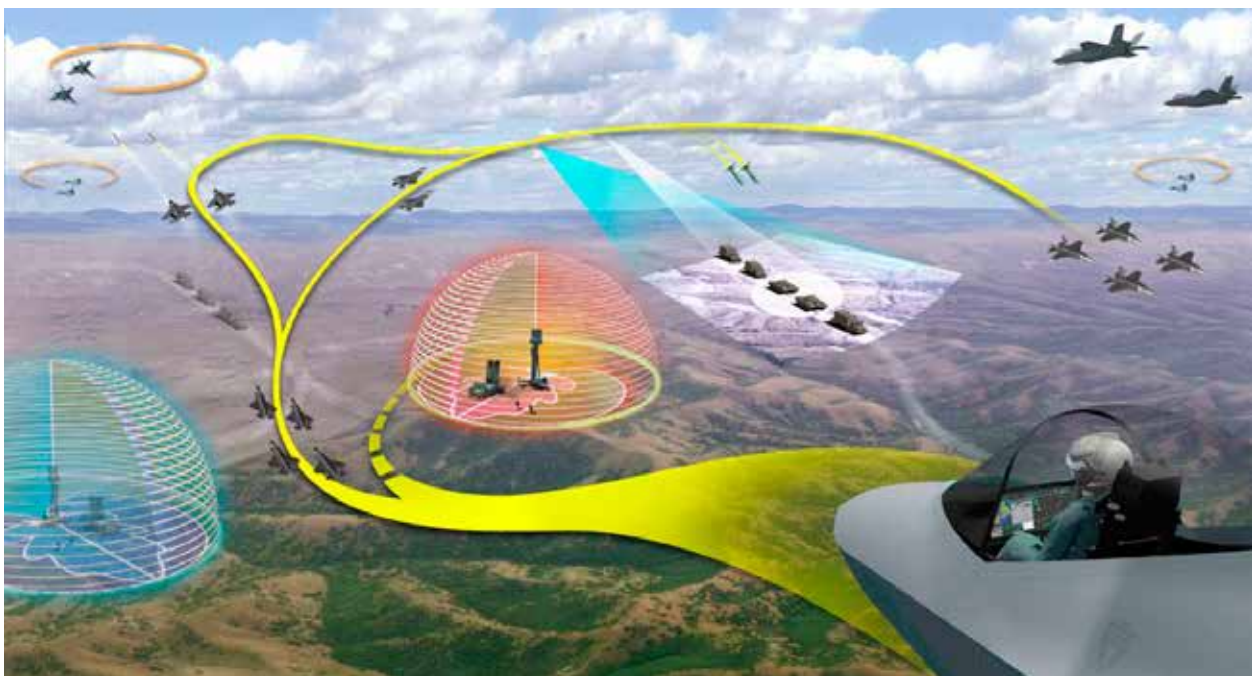
letoun F-35 proniká do oblasti A2/AD a působí proti radiolokátorům S-400 v pásmu X



letoun F-35 potlačující zaměřovací / střelecký radiolokátor S-400 a vyhledává další prvky PVO



letoun F-35 rozkrývá protivníkovu PVO a bojuje s jednotlivými typy kompletů SHORAD



letouny F-35 se pohybují v oblasti A2/AD, kde rozkrývají a eliminují strukturovanou PVO protivníka, střetávají se s jeho stíhacími a víceúčelovými letouny a především podporují malé pozemní jednotky

životního cyklu typu podstatně redukovat, dokládá např. konstrukce víceúčelového bojového letounu F-16 – výchozí provedení F-16A (1974), začínalo na 5 m², u pozdější verze F-16C (1984) bylo dosaženo RCS 1,2 m² a nyní se u F-16V (2012) již hovoří o hodnotě pod 1 m². RCS lze tedy snížit nejen konstrukčním tvarem, ale i následnou optimalizací – především tvarováním nasávacích otvorů, odstíněním lopatek proudového motoru, překrytíváním šachet, překonstruováním závěsníků a antén apod.

Druhým významným Stealth konstrukčním prvkem letounů F-117, B-2 a F-22 je použití speciálního absorpčního nátěru RAM (Radar-Absorbent Material) pohlcujícího radarové vlny. Nejčastěji se jedná o epoxidové nátěry s mikroskopickými kuličkami vysoce čistého železa (ferit/karbonyl), které po zachycení radarové vlny oscilují, čímž je převádí na teplo, jež je odvedeno do draku letounu, kde se rozptýlí. Ačkoliv to vypadá jednoduše, je aplikace takového nátěru velmi složitá (zajišťují ji průmysloví roboti) a nemálo komplikovaná je i jeho údržba. U strojů F-117 a B-2 dochází k úpravě povrchu po každém letu. Nátěry RAM se neustále vyvíjejí, stále více se využívá grafit (i ten byl pro tento účel již aplikován u druhoválečné konstrukce Ho 229), speciální nanovlákná/nanotrubice a nejnověji i polymery (včetně F-22) s vysokou dielektrickou konstantou. Složení materiálu RAM je nutno volit i s ohledem na předpokládanou frekvenci radaru, před nímž má být letoun „neviditelný“.

Konstrukce a nátěry zajišťující vlastnosti Stealth mají přímý vliv na letové vlastnosti, provozní charakteristiky i údržbu letounů. Všechny dosud uvedené hlavní typy (F-117, B-2, F-22) byly vyrobeny a jsou provozovány v poměrně malých počtech, nejsou to „frontové“, kvantitativně použitelné stroje, ale spíše specializované systémy umožňující lokální vyvážení nebo zneschopnění systémů koncepce A2/AD. Efektivně je lze použít v lokálním konfliktu (F-117), pro získání strategické dominance (B-2) nebo při obraně vlastního území (F-22). Rusové ale plánují, že v roce 2020 budou mít k dispozici asi 28 pluků protivzdušné obrany se systémem S-400, což teoreticky čítá asi 60 praporů, každý s osmi odpalovacími vozidly po čtyřech odpalovacích zařízeních – na jedno nabití tak mají mít jen u systémů S-400 k dispozici okolo 2 000 ks výkonných protiletadlových řízených střel. Dále je zde Čína s minimálně stejnými ambicemi, Irán a systém si pořizují i další státy, nejnověji i alianční (NATO) Turecko. Proti sílcímu konceptu A2/AD je tedy třeba nasadit jiný typ letounu – víceúčelový bojový letoun Stealth. V říjnu roku 2001 byl pro tento účel Američany vybrán typ F-35 Lightning II.

3. VÍCEÚČELOVÝ BOJOVÝ LETOUN STEALTH F-35 LIGHTNING II

Víceúčelové bojové letouny jsou navrženy tak, aby je bylo možno využít pro vybudování nebo alespoň udržení vzdušné nadvlády (funkce „F“ – Fighter/stíhač), protizemní útoky („A“ – Attack/úderný) i podporu vojenského zpravodajství (např. „E“ – special Electronic installation), včetně průzkumu („R“ – Reconnaissance). Nejmodernějším příkladem je americká konstrukce Super Hornet nasazená ve víceúčelové verzi F/A-18E/F i speciální zpravodajské EF/A-18G Growler. Víceúčelovost podtrhuje modularita typu; pomocí velké škály podvěsných zařízení lze letoun konfigurovat dle povahy mise, může být dokonce použit i jako tankovací letoun. Klíčovým uživatelem Super Hornetů je americké námořnictvo, které si tak nyní na svých letadlových lodích vystačí s jednou bojovou konstrukcí.

Rusko-čínský koncept A2/AD ale nutí kulturu Západu uvažovat ve 21. století především o víceúčelových bojových letounech s charakteristikou Stealth, tedy s RCS menším než 0,1 m² (RCS vlastního letounu Super Hornet je 1 m² a dále se zhoršuje dle typu podvěsů). Zatím jedinou a prakticky i hlavní konstrukcí tohoto typu je americký stroj F-35 Lightning zavedený do výzbroje USA na konci roku 2006 a vyrobený dosud v počtu 435 ks (11/2019). Mimo Spojené státy (dosud objednaly 2 456 ks a obdržely 275 ks)

se pro něj rozhodla i Austrálie (100 ks/14 ks), Belgie (34 ks/0 ks), Dánsko (27 ks/18 ks), Itálie (90 ks/30 ks), Izrael (50 ks/29 ks), Japonsko (147 ks/22 ks), Jižní Korea (40 ks/6 ks), Nizozemí (37 ks/3 ks), Norsko (52 ks/18 ks), Polsko (32 ks/0 ks) a Velká Británie (138 ks/20 ks) a dále se předpokládá i zakázka pro Kanadu (88 ks). Zrušena byla naopak v červenci 2019 dodávka Turecku (100 ks), které se rozhodlo zavést koncept A2/AD pomocí systému S-400. Celkem by tak mělo být vyrobeno min. 3 291 kusů F-35, s jejichž prvoligovým nasazením se počítá nejméně do roku 2070. Pro srovnání, jeho předchůdce u vzdušných sil, víceúčelového bojového letounu F-16, bylo od jeho zavedení v roce 1978 dosud vyrobeno 4 604 ks. Konstrukce F-16 tedy slouží již přes 40 let a je používána u 26 letectev.

Víceúčelový bojový letoun Stealth F-35 je na rozdíl od typů F-117, B-2 a F-22 pojat nikoliv jako výlučně americký, nýbrž kolektivní – jeho uživatelé sdílejí přesvědčení o možnosti udržení „rovných práv v občanském životě i v úřadech“, demokracie. Zajímavé je, že k nim patří i nezápádní američtí spojenci (Izrael, Japonsko a Jižní Korea). Pro samotné státy Západu jde nyní o klíčový prvek proti konkurenčnímu kulturnímu konceptu A2/AD.

Letoun F-35 byl vyvinut ve třech velmi podobných verzích – provedení F-35A je určeno pro vzdušné síly, F-35B umožňuje i kolmý start a přistání a je uvažováno pro námořní pěchotu nebo vojenské námořnictvo a, na rozdíl od předchozích dvou, poněkud větší F-35C je čistě palubním letounem uvažovaným jen pro americké námořnictvo (US Navy). Mimo poněkud vzájemně odlišné rozměry (F-35C) a difference v pohonném systému (F-35B) s důsledky pro výši doletu a nesení výzbroje sdílejí všechna provedení stejný senzorický systém, architekturu C4ISTAR. Všechna provedení tak lze proti prostředí A2/AD nasadit prakticky shodně, resp. se stejným efektem. Klíčovými prvky vzájemně propojené a sdílené (fúzíjící) architektury C4ISTAR jsou:

- všesměrový (4p) optoelektronický situační senzor AN/AAQ-37 DAS (Distributed Aperture System);
- sledovací, akviziční a průzkumný optoelektronický senzor AN/AAQ-40 EOTS (Electro-Optical Targeting System);
- komplex elektronického boje AN/ASQ-239 EW/CM (Electronic Warfare/Counter Measures);
- víceúčelový palubní radiolokátor AN/APG-81 AESA (Active Electronically Scanned Array);
- komunikační, navigační a identifikační modul AN/ASQ-242 CNI (Communications, Navigation, and Identification).

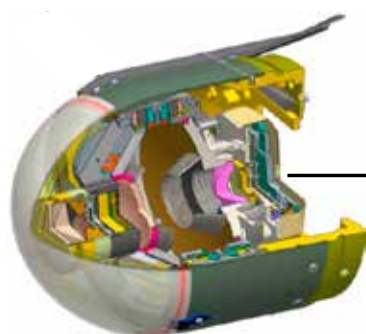
Všechny prvky architektury C4ISTAR jsou navrženy s ohledem na charakteristiku Stealth a avionika letounu je koncipována tak, aby ji bylo možno využívat propojeně a „splynutě“ (fúzně) s co nejmenším zatížením pilota, jenž se má soustředit na své základní poslání – nasazení multisenzorického zbraňového systému proti konceptu A2/AD. Hlavním protivníkem letounu F-35 jsou tedy „obránné bubliny“ okolo výkonných ruských a čínských systémů protivzdušné obrany, především typu S-300/400, resp. HQ-9/19, jejichž střelecké naváděcí radary pracují v pásmu X, a proto je i Stealth konstrukce letounu F-35 koncipována zejména s ohledem na „nezjistitelnost“ v této spektrální oblasti.

3. 1. Operační použití letounu F-35

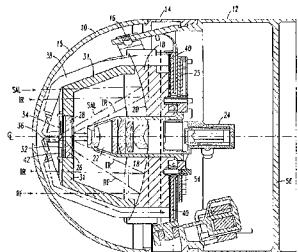
Ruská a čínská protivzdušná obrana typu A2/AD představuje vážný problém, neboť v takto kontrolované oblasti nemůže jejich protivník použít klasické vzdušné síly. Proč by však zde měl vlastně působit? Výchozí sovětské raketové systémy PVO (S-25, S-75/S-125) měly spíše obranný charakter, vyvažovaly leteckou dominanci Západu; podobně se nacistické Německo chtělo chránit před nálety spojeneckých bombardérů s pomocí střel Wasserfall. Další generace (S-200, S-300) sovětských řízených střel země-vzduch již byly mobilní a současné typy (S-400, S-500) mají výrazně posílenou nejen mobilitu, ale i dosah. Např. ruská PVO z pobaltské Kaliningradské oblasti kontroluje většinu vzdušného

GBU-53/B StormBreaker (SDB II - Small Diameter Bomb II)

- malá inteligentní řízená puma



tříspektrální
naváděcí hlavice
s překrytím ALON



MULTIFUNKČNÍ BOJOVÁ HLAVICE



čtyři pumy GBU-53/B zavěšené v e vnitřní
pumovnici letounu F-35 (visí křídly dolů)

ŘS SPEAR 3 / SPEAR-EW



inteligentní řízená
střela SPEAR 3



HW technologie DRFM



inteligentní řízená
střela SPEAR-EW



RF „návnada“
BriteCloud

prostor Polska a Litvy. S ohledem na dosavadní dějinný vývoj a oživený ruský (byzantský) centralismus může být proto použita k zajištění poměrně snadného obsazení těchto enkláv, právě toto je koncept A2/AD. Do roku 2013 to byl pouze teoretický scénář, po výstavbě umělých ostrovů v Jihočínském moři, anexi Krymu, „přikrytí“ ukrajinského Donbasu a „podmanění“ Sýrie se toto nebezpečí stalo realitou – i emancipující se Turecko, členský stát NATO, to donutilo k investici do systému S-400 (Rusové mají na západě svého území dvě zájmové oblasti – Baltské moře, kde se vymezují proti Západu a Černé moře, na kterém soupeří s Orientem).

Efektivní plánování obrany musí probíhat v předstihu a možná ohrožení je nutno předpokládat s poměrně velkou taktickou i technologickou „předtuchou“. Právě s takovým vědomím byl v roce 1996 zadán i vývoj letounu F-35. Rozhodnutí předcházela dispute, zda bude po zhroutení sovětského bloku narůstat globalizace a více se prosazovat demokracie, nebo se naopak svět vrátí k rozdělení civilizace na tradiční kulturní okruhy, jakými jsou Západ, Východ, Čína, Persie, Orient, Japonsko atd. Protichůdné názory amerických profesorů Fukuyamy a Huntingtona byly podrobeny kritice a klíčové think-tanky jako je CSIS (Center for Strategic and International Studies) se přiklonily k opětovným kulturním střetům. Analytici (např. Edward Luttwak, mj. autor Velké strategie byzantské říše, 2009) pomohli nastínit další vývoj a průběh střetů. I zde je nutno vnímat, že slovo předchází světlu.

Aktivace systémů A2/AD nad členským státem NATO nebo jinou demokratickou zemí nemusí být nutně následována vstupem vojáků jiné kultury, jež je dosud s demokracií nekompatibilní – nicméně z povahy dějin je více než zřejmé, že je jen otázkou času, kdy k tomu dojde (závisí to především na míře stability přikrytého „zájmového“ území). Když se k senzorickému (rádiovému) působení systému A2/AD přidá ještě kinetická složka (rakety PVO, nebo i pozemní jednotky), ztrácí tradičně vyzbrojená demokracie šanci na efektivní obranu. Její běžnou výzbrojí jsou přitom i velmi moderní víceúčelové bojové letouny 4.0 (F-16, F-15, Hornet, Tornado, Mirage 2000, Gripen) a 4.5 (F-16V, F-15E, Super Hornet, Eurofighter, Rafale, Gripen NG) generace. Oblast A2/AD je pro ně ale zakázanou (Anti-Access) zónou, kam mají odepřen (Aera Denial) vstup. A aby se tento scénář nenaplnil, jsou zaváděny víceúčelové bojové letouny Stealth.

Zatímco nyní stále vysoce moderní víceúčelové bojové letouny 4.5 generace nemohou bezpečně do oblasti A2/AD proniknout a jsou odkázány na použití velmi specifických a výkonných protizemních systémů z dalekého (1 400 km) odstupu (např. JAASM-ER, Storm Shadow/SCALP EG), mohou se letouny jako je F-35 odvážit do A2/AD zabezpečeného vzdušného prostoru vstoupit a snažit se jej postupně ovládnout. Vystavují se přitom působení nejen zaměřovacích radiolokátorů v pásmu X (radiolokátor 92N6E systému S-400), ale i vyhledávacích (centrální vyhledávací 91N6E v pásmu S, resp. doplňkový 96L6 pro pásmo C a 48Ya6-K1 pro pásmo S) a průzkumných typů v pásmech L (RLM-D nebo-M) nebo VKV (RLM-M nebo-M). Navíc musí počítat s tím, že je zabezpečení oblasti A2/AD strukturováno a čeká je ještě ohrožení ze strany řízených střel krátkého dosahu s infračerveným (Verba) a laserovým (Sosna) naváděním nebo účinné boční zaměření střeleckými radary v pásmu S používanými středními systémy PVO (Tor, Buk). Situaci navíc komplikuje podobně škálovaná struktura protivníkových prostředků elektronického boje. Schopnost Stealth je tak u typu F-35, stejně jako u jakéhokoliv obdobného letounu, neúplná a bez navazující architektury C4ISTAR a inteligentních zbraňových systémů pro plnění úkolů v oblasti A2/AD nedostatečná. Úspěšné může být účelné využití a efektivní kombinace všech těchto technologií.

Hlavním úkolem víceúčelových bojových letounů F-35 je systémová eliminace vojenských kinetických (zejména PVO a RS krátkého a středního doletu) a elektronických (prostředky elektronického boje) systémů zajišťujících oblast A2/AD. Cílem je opět ovládnout vzdušný prostor a následně poskytnout plnohodnotné vzdušné krytí (přímou leteckou podporu CAS) pozemním jed-

notkám tak, aby mohla být nad zasaženou oblastí znovu získána kontrola. Před eliminací A2/AD lze používat jen munici z vnitřních (Stealth) pumovnic, po ovládnutí vzdušného prostoru mohou být letouny F-35 opatřeny standardními závěsníky a nosnost výzbroje zásadně zvýšena (u provedení F-35A může být 1 360 kg výzbroje na vnitřních závěsech doplněno dalšími 6 800 kg munice pod křídly na celkových 8 160 kg).

Schopnost Stealth je pro letoun F-35 pouze pomocná (i s ohledem na operační údržbu a exportovatelnost je o řád níže než u rovněž víceúčelového F-22), rozhodující je ale její kombinace se senzory a výzbrojí. Cílem nasazení F-35 je zaměřit a zničit prvky infrastruktury konceptu A2/AD dříve, než tak učiní ony. Příkladem může být útok proti zaměřovacímu/střeleckému radiolokátoru 92N6E systému S-400, u kterého se předpokládá schopnost účinného zaměření F-35 nejhůře na asi 32 km, což je ještě za hranici efektivního dosahu pum JDAM (GPS navádění, možnost rušení) i mimo schopnost použití pum řady Paveway (laserové navádění, nutnost ozařování). Letoun F-35 sice může zahájit cílené rušení tohoto radiolokátoru pomocí palubního radaru AN/APG-81 (i on proto pracuje v pásmu X), a tím snížit jeho dosah na vzdálenost nutnou pro efektivní použití munice, ale účinná protipatření může zvolit i systém S-400. Zde je třeba zdůraznit, že málokdy se v oblasti A2/AD nachází pouze jeden prapor S-400 s jedním radiolokátorem 92N6E, jeho funkci může posílit i centrální radiolokátor 96L6E pracující v pásmu C, a proto nelze pumy JDAM/Paveway považovat za hlavní Stealth výzbroj letounu F-35.

Účinná protizemní výzbroj F-35 proti prvkům A2/AD musí mít dosah přes 60 km, být i při navedení autonomní a v letounu musí být v dostatečném množství. Do většího F-22 lze interně pojmout až 4 ks inteligentních pum GBU-39 SDB (délka 1 800 mm, hmotnost 129 kg) s kombinovaným inerciálním/GPS navedením; tyto ale nelze z rozměrových důvodů použít v pumovnici F-35, stejně jako ještě větší a těžší typy JASSM-ER (délka 4 270 mm, hmotnost 1 012 kg) či Storm Shadow (délka 5 100 mm, hmotnost 1 300 kg). Při úspěšném nasazení mají tyto zbraně přesnost v jednotkách metrů (tzv. CEP – Circular Error Probability je ideálně do 3 m). Pro letoun F-35 musela být proto vyvinuta i zcela nová protizemní munice. Klíčová je zejména II. generace pum SDB označená jako GBU-53/B StormBreaker (dříve označovaná jako SDB II), od níž je odvozena i britská řízená střela SPEAR 3 a její varianta SPEAR-EW pro aktivní elektronický boj.

Inteligentní puma GBU-53/B je ještě menší (1 760 mm) a lehčí (93 kg) než první generace pum SDB, a proto jich může letoun F-35 nést ve vnitřních pumovnicích až osm (po čtyřech v každé). Menší je i její ráže (150 mm oproti 190 mm) a hmotnost bojové hlavice (48 kg oproti 93 kg), která je však univerzálnější, použitelnější proti širší paletě cílů (starší GBU-39 je i kvůli odlišné hlavici k dispozici ve třech provedeních). Vysokou univerzálnost GBU-53/B podtrhuje způsoby jejího navedení. Podobně jako u GBU-39 je k dispozici inerciální navigační mód, podporovaný vojenským přijímačem GPS, schopný obstojně (nikoliv však stoprocentně) odolat intenzivnějšímu rušení i emitování klamných signálů. Při tomto nasazení jsou do pumy načteny souřadnice cíle, na které je následně puma korigována. Inerciální navigační jednotka je typu IMU (Inertial Measurement Unit) kombinující v odolném hliníkovém tělese s hmotností pod 1 kg tři kruhové optické gyroskopy se třemi akcelerometry. Jejím úkolem je držet směr a další letové parametry i po ztrátě signálu GPS, který zprostředkovává přijímač již dříve zjištěnými SAASM (Selective Availability Anti-Spoofing Module) proti rušení a umožňující i práci s nejnovějším GPS vojenským kódem M. Typická naváděcí přesnost CEP inerciální/GPS soustavy je za ideálních podmínek lepší než 3 m.

Na rozdíl od GBU-39 má již GBU-53/B i kombinovanou naváděcí hlavici, což podporuje ještě přesnější navedení, zejména proti pohyblivým se/jedoucím cílům, včetně přesunujících se prvků systémů S-400 a dalších prostředků PVO. Vyspělá naváděcí hlavice pumy StormBreaker zahrnuje tři detektory – infračervený

AN/AAQ-37 DAS (Distributed Aperture System)

- všesměrový (4π) optoelektronický situační IR senzor

I. KONSTRUKCE



objektiv modulu DAS



FPA modul DAS



„housing“ modulu DAS s chladičem
a systémovou elektronikou

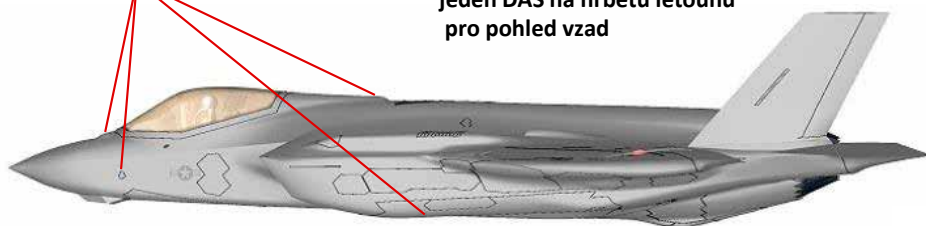
**nástln rozmístění šesti
modulů DAS na Stealth
letounu F-35**

6x



jeden DAS na hřbetu letounu
pro pohled vzad

kompletní model modulu DAS



jeden dopředný DAS pro přední
polosféru před pilotní kabinou



dva stranové DAS (jeden vpravo,
druhý vlevo) pod pilotní kabinou



dvojitý (dopředu + dozadu)
DAS pod trupem



před letounem



různé
módy
zobrazení

pilotní
přilba
HMDS III



pod letounem

pracující v pásmu IR, radiolokační milimetrový (MM) a poloaktivní laserový SAL (Semi-Active Laser). Vjem z IR a MM senzoru lze ještě fúzovat s cílem přesnější identifikace (typu) cíle. Toto řešení umožňuje použití pum GBU-53/B takřka s bodovou přesností, resp. v poloautonomním režimu (automatické vyhledání požadovaného cíle v cílové oblasti). Při přímé letecké podpoře CAS lze zbraň používat podobně jako pumy řady Paveway a LJDAM – přesně se navádí na energetický spot (STANAG 3733) vyzářený na cíli laserovým ozařovačem. Cíl lze takto označit z nosiče (např. pomocí senzoru EOTS letounu F-35) jiného letounu, vrtulníku nebo ze země specialistou JTAC. Prakticky je přitom StormBeaker menší a lehčí pumou „Paveway“.

Nasazení GBU-53/B v prostředí A2/AD je spojeno zejména s využitím senzorů IR (3–5 μm) a MM (typicky 94 GHz), neboť ji nosič odhazuje nejčastěji mimo (> 20 km) efektivní dosah svého laserového ozařovače a cíl leží i mimo rádiovou konektivitu s pozemními návodčími. Zjistí-li např. pilot F-35 pomocí svých senzorů lokaci radaru nebo odpalovacího zařízení PVO, může do tohoto prostoru vyslat GBU-53/B s tím, že se v koncové fázi navede automaticky. Uvnitř pumy je databáze podoby nejkritičtějších cílů, jak jsou zřetelné v IR a MM pásmu. Zaregistruje-li tedy naváděcí hlavice v cílové oblasti odpovídající cíl, sama se na něj navede. IR senzor využívá zkušeností s obdobným detektorem v přenosných protitankových střelách FGM-148 Javelin (použit je levnější nechlazovaný detektor HgCdTe/MCT v pásmu MWIR), MM senzor navazuje na osvědčený typ ze střel Longbow, resp. britských Brimstone (SAL senzor vychází ze střel Hellfire). Vzájemnou kombinací vjemu (IR/MM) lze dosáhnout vysoké efektivnosti zaměření i přes oblačnost, v mlze nebo při aktivních protiopatřeních (zadýmování) protivníka. Kombinace inerciálního navigačního systému/GPS se třemi detektory naváděcí hlavice přispívá i k větší odolnosti pumy proti elektronickému rušení v místě rozmístění prvků PVO a EB (rušení je především signál GPS).

Třetí množinou naváděcích prvků pum GBU-53/B je rádiový datalink pracující v pásmech UKV a L-band. Použitý terminál TacNet 1.1 s hmotností 2,4 kg má frekvenční rozsah 225 až 400 MHz resp. 969–1206 MHz. První pásmo je určeno pro taktické nasazení při CAS, umožňuje návodčím odeslat koordináty cíle přímo do pumy a využívá se zpráv „K“ setu VMF (Variable Message Format, MIL-STD-6014). Pro aktivity v oblastech A2/AD je klíčový druhý rozsah, spojený se zprávami „J“ tzv. Link 16 (MIL-STD-6015 resp. STANAG 5516) – nyní jedinou taktickou vlnovou formu certifikovanou pro použití v prostředí A2/AD. Puma je schopna přijmout a zpracovat asi 38 zpráv za minutu a při ztrátě spojení pokračuje k poslednímu zadanému cíli. Terminály Link 16 byly dlouho rozměrnými a finančně náročnými systémy montovanými pouze do výkonných letounů a na zemi spojené jen s pracovišti ALO (Air Liaison Officer) na brigádní úrovni. Pokrok v oblasti elektroniky umožnil po roce 2015 dramatickou redukci jejich objemu, hmotnosti a energetické náročnosti, nyní je tedy možné je implementovat i do pumy typu GBU-53/B.

Síť Link 16 je typu TDMA (Time Division Multiple Access), každý uživatel v ní má přesně určený časový slot. Dlouho byly komunikační kanály Link 16 o šířce 1,2 MHz nasaditelné jen pro 128 účastníků, nejnovější technologie tento objem násobí až čtyřikrát, a to současně při možném čtyřnásobném nárůstu datové propustnosti. Pilot letounu F-35 může pomocí Link 16 upravit koordináty cíle i po odhozu GBU-53/B nebo může pumu vyslat předpokládaným směrem její potřeby, kde toto „doplnění“ provede pomocí ručního terminálu Link 16 samotný návodčí. Obdobně může cestou Link 16 získat letoun F-35 utajené (v určené síti nemusí vysílat, jen přijímat) od představeného návodčího koordináty cíle a tyto využít nejen u pum StormBreaker, ale i u další munice (JDAM, Paveway IV – verze rozšířená o přijímač GPS) nebo pro jiné účely (vyhnutí se oblastí, lepší zaměření pro vedení elektronického boje apod.). Dosah Linku 16 je přitom shodný s dosahem samotné pumy. Terminál TacNet 1.1 má v L-band výkon až 50 W (v pásmu UKV

jen 5 W) a nejvyšší počítatelný efektivní dosah pumy GBU-53/B je mezi 60–70 km, maximální asi 93 km (puma nemá žádný pohon jen nosné plochy s rozpětím 1,67 m).

Vývoj pumy GBU-53/B byl zahájen roku 2006, první test byl proveden o tři roky později a počáteční výroba byla zahájena v červnu 2015. Požadováno je 17 000 ks pro USA a dalších 3 900 ks již objednala Austrálie. Produkce je v současnosti nastavena na min. kapacitu 30 ks měsíčně, max. kapacita je 250 ks měsíčně (150 ks z ní je blokováno pro potřeby USA), přičemž jde o zbraň, které se nemají za žádných okolností dotknout rozpočtové změny. Letoun F-35 nese interně až 8 ks GBU-53/B a dalších 16 (na čtyřech čtyřnásobných závěsech) dle potřeby na vnějších závěsnících. Pumy se na závěsníky montují křídly dolů, po odhozu se zbraň přetočí. Dalším klíčovým nosičem mají být letouny Super Hornet. Integrace s F-22, který systematicky využívá GBU-39 SDB, se zatím neplánuje.

Puma GBU-53/B již nelze považovat pouze za řízenou, patří jednoznačně k inteligentním zbraním; stále se však jedná o pumu bez vlastního pohonného systému, energii přebírá od svého nosiče. Pumy se odhazují při podzvukovém letu a s letovou vzdáleností jejich rychlost klesá, což je problém zejména pro jejich možnou eliminaci systémy PVO jako je Tor-M2 nebo Pancir-S1 (SA-22) používaný přímo pro protivzdušnou obranu systémů S-400. Přilétající pumu typu SDB lze tak zničit nejen vysoce manévrujícími řízenými střelami (Tor-M2), ale i rychlopalnými kanóny (Pancir-S1). Nebezpečí je zřejmě zejména na evropském bojišti, a proto se Britové rozhodli ke svému F-35B pumu StormBreaker nezavádět a místo ní vyvinout řízenou střelu SPEAR (Select Precision Effects At Range) rozvíjející menší úspěšný typ Brimstone vycházející zase z konstrukce americké PTRS Hellfire. Výsledná řízená střela SPEAR 3 (Capability 3) je pumě GBU-53/B i opticky hodně podobná (délka 1 800 mm, hmotnost 100 kg), ale na rozdíl od ní je opatřena malým proudovým motorem TJ-150.

Profil nasazení řízené střely SPEAR 3 odpovídá použití pumy StormBreaker, ale její dosah je takřka dvojnásobný (až 140 km), k cíli se pohybuje vyšší rychlostí a má i lepší manévrovatelnost, což snižuje možnost jejího zničení systémy PVO protivníka. Zachována zůstala tříspektrální naváděcí hlavice, rádiový datalink UKV/Link 16 i navigační systém INS/GPS. Předpokládá se, že shodná jsou i sklopná křídla, stejně jako rozhraní MIL-STD-1760 pro komunikaci zavěšené střely (pumy) s letounem F-35. S ohledem na dodatečnou instalaci proudového motoru byla ale u střely SPEAR 3 zmenšena multifunkční bojová hlavice, která má nyní hmotnost 16 kg (menší střela Brimstone má bojovou hlavici o hmotnosti 6 kg) a na rozdíl od GBU-53/B i tandemovou kumulativní hlavici; profil jejího nasazení (kumulativní proti obrněné technice, tříštivotrhavý proti „měkkým“ cílům, zpožděný proti budovám a opevnění) lze naprogramovat až během letu.

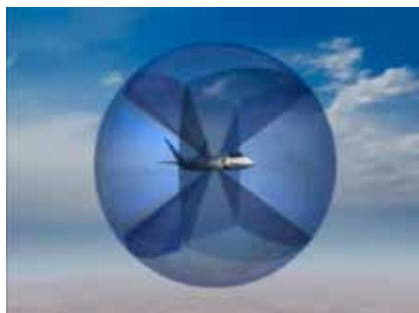
Britové hodlají řízenou střelu SPEAR 3 používat nejen proti systémům A2/AD, ale i proti konvenčním (mechanizovaným) silám a hodně také na moři, kde by její autonomní schopnosti (IR/MM) mohly pomoci při ničení malých rychlých člunů na poměrně velké vzdálenosti. Roku 2019 se navíc objevil její nový derivát SPEAR-EW (Electronic Warfare) zaměřený na vedení elektronického boje včetně eliminace podobných prostředků protivníka, dalšího z pilířů vojenské části konceptu A2/AD. Britští konstruktéři se přitom spojili s italskými a využili technologii DRFM (Digital Radio Frequency Memory) z elektronických návnad/rušičů řady BriteCloud nasazených např. na letounech Typhoon a Gripen NG. Spotřební návnady/rušiče BriteCloud se sice odpalují ze standardních (o průměru 55 mm) výmetnic světlic a klamných cílů, ale mají autonomní schopnost (DRFM) zachycení signálu nepřátelského radaru, jeho zpracování a zajištění následné emise, která vede k jeho rušení či zmatení. Velikostí se podobají hliníkovým plechovkám s nápoji, ale mají výklopná stabilizační křídélka; existuje i hranatá „americká“ varianta.

Pro řízenou střelu SPEAR-EW, která postrádá bojovou hlavici, byla použita technologie DRFM podporovaná anténou s větším průměrem, což přináší i možnost implementace dalších schopností

AN/AAQ-37 DAS (Distributed Aperture System)

II. SCHOPNOSTI

- všesměrový (4π) optoelektronický situační IR senzor



4 π kulová sféra senzorů DAS



„senzorická bublina“ okolo F-35



lepší možnosti pohledu mimo
„senzorickou bublinu“ pomocí
ostatních senzorů (EOTS, AN/APG-81)



přesná optometrická a ergonomická měření před výrobou přilby HMDS III



režim HUD displeje
přilby HMDS III



režim zoom A/EOTS
zorníku HMDS III



režim nočního
vidění (EBAPS)
zorníku HMDS III



režim HUD je na přilbě
HMDS III k dispozici při
pohybu hlavy všemi směry



režim nočního
vidění (využití
DAS) přes kokpit



scéna bez vizuálního situačního systému DAS, HUD je
vysvícen na zorníku, je vidět kokpit a konstrukci draku



scéna se zapnutým vizuálním situačním systémem DAS,
drak letounu i kokpit zmizí, stanou se „průhlednými“

– již nejde jen o návnadu či rušení po ozáření radarem, ale s její pomocí může být v cílové oblasti veden i aktivní elektronický, a to i bez bezprostřední přítomnosti přilétajícího letounu F-35. Stávající technologie pracuje v pásmu X, resp. v jeho NATO subpásmech I (8–10 GHz) a J (10–20 GHz), takže ji lze proti systému S-400 použít poměrně rychle. Velikost navržené střely SPEAR-EW navíc umožňuje perspektivní zdokonalování a rozšiřování účinnosti i na jiná frekvenční pásma. Pomocí střel SPEAR-EW tak mohou být demaskovány „čhající“ systémy PVO a tyto následně ničeny klasickými řízenými střelami SPEAR 3 nebo pumami GBU-53/B. Střela SPEAR-EW je tedy zbraní pro vedení SEAD (Suppression of Enemy Air Defenses), kdežto výchozí konstrukce GBU-53/B a SPEAR 3 slouží pro DEAD (Destruction of Enemy Air Defenses); obě skupiny se efektivně doplňují a mohou být klíčovým prvkem pro opětovné získání dominance v prostoru zasaženém konceptem A2/AD.

Malá letecká munice GBU-53/B a SPEAR představuje klíčový prvek zbraňového systému víceúčelového bojového letounu Stealth F-35. Plné operační schopnosti tohoto zbraňového systému (F-35 s GBU-53/B a snad i se SPEAR) má být dosaženo až v roce 2023 v rámci nového letového software Block 4, plných 17 let po prvním letu F-35. Ukazuje to na složitost a komplexnost celého systému. Zbývající čas ale bude využit pro osvojení si pilotáže a ovládání letounu F-35 i simulaci nasazení GBU-53/B na trenažérech CCRT (Captive Carry Reliability Trainers) umožňujících nacvičovat během reálných letů programování, odhoz a řízení inteligentní pumy.

3. 2. Senzorický systém letounu F-35

Plné operační schopnosti zbraňového systému F-35 by mělo být proti konceptu A2/AD dosaženo v roce 2023 (tzv. Block 4), nastávající čtyři roky tak musí být maximálně využity pro osvojení si pilotáže, logistiky a taktiky tohoto víceúčelového bojového stroje kategorie Stealth. Nejtěžším úkolem je zejména zužitkování jeho architektury C4ISTAR, založené na vzájemně propojených senzorických, komunikačních a datových systémech DAS, EOTS, EW/EC, AESA a CNI, které z něj dělají jakousi senzorickou „houbu“ nasávající obrovské množství informací. Možnosti avioniky F-35 a její růstový potenciál je nyní možné pouze odhadnout, problém je zejména s vjemy vycházejícími z fúze dat mezi jednotlivými senzory. Bavíme se o předpokládaných padesáti letech životního cyklu (do roku 2070), analogií může být odhadnutí možností Webu, poprvé spuštěného před 30 lety (1990). Již tehdy bylo možné postihnout (mj. pomocí Moorova zákona) technologickou stránku dalšího vývoje, ale zcela nečekaný vývoj proběhl v oblasti sociální. U stroje F-35 je to podobné, analogicky jsme schopni predikovat možnosti jednotlivých technologií asi po celých padesát let, podstatně horší je to s předpovědí výsledků ze součinnosti mezi nimi, a už hodně komplikované je vnímat možný výsledek jejich interakce s člověkem. Již dnes patří k podstatným úkolům programu snížení zátěže pilota, musí se využívat analytický software pracující na pozadí, směřuje se k „umělé inteligenci“, ale nevíme, jsme-li to schopni bez fatálních chyb zpracovat/naprogramovat.

Využití potenciálu senzorické „houby“ F-35 si ještě vyžádá velké množství času, bude potřeba mnoho dalších testů i omylů, stále se spíše bude učit člověk než stroje. Bude k tomu ale prostor? Vzdělávací systém Západu postupně z kvantitativních důvodů kolabuje a kvalita se v něm vytrácí, systém F-35 je přitom založen na předpokladu, že možnost využití znalostí nejlepších vědců a inženýrů zůstane zachována, může se ale stát, že tyto kapacity zmizí (viz pád starověkého Říma) – špatné nastavení vzdělávacího systému zamezí využití jejich schopností. Chyb již bylo v projektu JSF (Joint Strike Fighter) vedoucího k F-35 mnoho, značné je i časové zdržení, finanční náročnost se stala politikou sama o sobě. Konkurenční kulturní okruhy jsou si toho vědomy a snaží se, aby bylo plošně vnější nasazení konceptu A2/AD možné co nejdříve po roce 2020, tedy před odpovídajícím rozšířením letounů F-35 a jejich schopností.

3. 2. 1. Situační senzor AN/AAQ-37 DAS

Vizuální situační systém DAS (Distributed Aperture System) vytváří z letounu F-35 jednu velkou všesměrovou infračervenou kameru. Každý ze šesti modulů DAS zabírá typicky prostorový úhel 2,1 sr, společně pak pokrývají 12,6 sr, tedy plně kulový povrch (4 π). Okolo letounu F-35 tím vzniká jakási neviditelná detekční „bublina“ umožňující odhalení a zobrazení teplotních diferencí na poměrně velké vzdálenosti. Reálná schopnost zobrazení objektů a rozlišení získaného obrazu je poplatná použitým infračerveným kamerám. Poprvé byl DAS namontován do typu F-35 v roce 2010, stále jde o poměrně nové zařízení, k němuž není mnoho technických informací.

Lze předpokládat, že první testy systému DAS (ještě před těmi letovými v roce 2010) využívaly infračervené InSb senzory s FPA (Focal Plane Array) o rozlišení 640×512 následované typy s rozlišením 1 080×1 024 resp. 1280×1024 (1 MPx). Ve všech těchto případech mohla být sestava senzoru doplněna o mikroskenovací zařízení navyšující rozlišení až na min. potřebné 4 Mpx (typický FPA s 2048×2048 bodů). Výrobce FPA pro stávající systém DAS je společnost L3Harris (bývalý L3 Space & Sensors) na předměstí Cincinnati v Ohiu, která již dodává infračervené senzory s rozlišením 4K×4K tedy s 16,7 MPx – roku 2019 šlo asi o jedinou společnost schopnou je produkovat sériově. Přesto lze předpokládat, že v produkčních DAS jsou použity max. senzory 2K×2K, tedy s rozlišením 4,2 Mpx poskytující široký zorný úhel WFOV (Wide Field Of View) až 120° (postorové 2,1 sr), a to při teplotní citlivosti NETD (Noise Equivalent Temperature Difference) min. 25 K.

Účelem systému DAS je tedy vytvořit okolo letounu F-35 prostorovou infračervenou clonu schopnou detekovat, analyzovat a zobrazovat jakékoliv teplotní difference. Vycházíme-li z předpokladu, že se absolutně černá tělesa na Zemi mimo naše laboratoře nenacházejí, měl by systém DAS odhalit v okolí letounu F-35 jakýkoliv hmotný předmět. Omezením je především citlivost senzorů, stávající provedení používá FPA se slitinou InSb (indium antimon) optimalizované pro pásmo MWIR (Medium Wave Infra Red) s rozsahem 3–5 μ m. To je výhodné především pro zobrazení těles s vysokou teplotou, včetně odpálených raket systémů protivzdušné obrany.

Sférický vjem systému DAS podporuje mimo zobrazení scény i lokalizaci zjištěných objektů. Získaný obraz je zpracováván v reálném čase přímo v centrálním počítači ICP (Integrated Core Processor) letounu F-35, což šetří čas a podporuje i rychlou fúzi vjemu DAS s dalšími senzory a informacemi. Reálné využití stereoskopických a fotogrammetrických algoritmů pomáhá určit vzdálenost, lokaci a směr pohybu detekovaných objektů. Velmi rychlé porovnání těchto dat s interní databází umožňuje i případnou identifikaci cíle. Vše je přitom zcela pasivní, září pozorované objekty. Systém DAS je nejdůležitějším prvkem architektury C4ISTAR letounu F-35 a představuje jeho hlavní technologický multiplikátor (současně je to nyní i jeho nejméně spolehlivá součást).

Vjem ze senzoru DAS se promítá na zorník pilotní přilby HMDS (Helmet Mounted Display System), která je pro každého pilota zhotovována na míru – při hmotnosti 2 kg je její jednotková cena asi 400 000 USD, aktuálně je tedy více jak čtyřikrát dražší, než kdyby byla celá ze zlata. Výrobě (3D frézování uhlíkových vláken) předchází náročná individuální optometrická a ergonomická měření, jsou nutná, neboť přilba nahrazuje (a integruje) průhledový displej HUD (Head-Up-Display) i pilotní brýle nočního vidění a přidává ještě schopnost všesměrového situačního displeje; pohled a pohyby hlavy pilota musí být tedy s přilbou HMDS sladěny co nejpřesněji (používá se kombinace optických a magnetických snímačů). Cílem je dosažení zrakového vjemu co nejvíce „rozšířeného“ (augmentovaného) reality. Velmi přesné senzory přilby (reverzní jsou umístěny v kabině) zaznamenávají orientaci pilotovy hlavy ve vztahu ke směru pohybu letounu a o situaci podávají přehled pomocí vykreslených symbolů umělého horizontu dříve zprostředkovávaného palubním HUD, jenž byl ovšem montován nad přístrojovou deskou v ose letounu. Společně s umělým horizontem se vykreslují ještě zvolené letové údaje a informace o okolních objektech, včetně

AN/AAQ-37 DAS (Distributed Aperture System)

III. VJEM

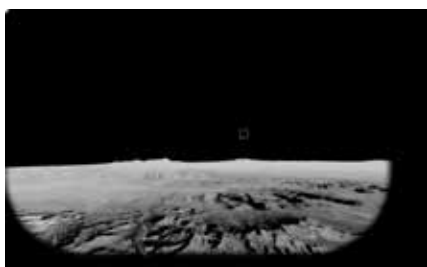
- všesměrový (4π) optoelektronický situační IR senzor



auto. držení formace (vč. MUM-T)



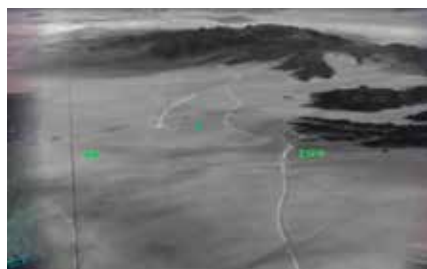
situační vědomí (vč.IRST)



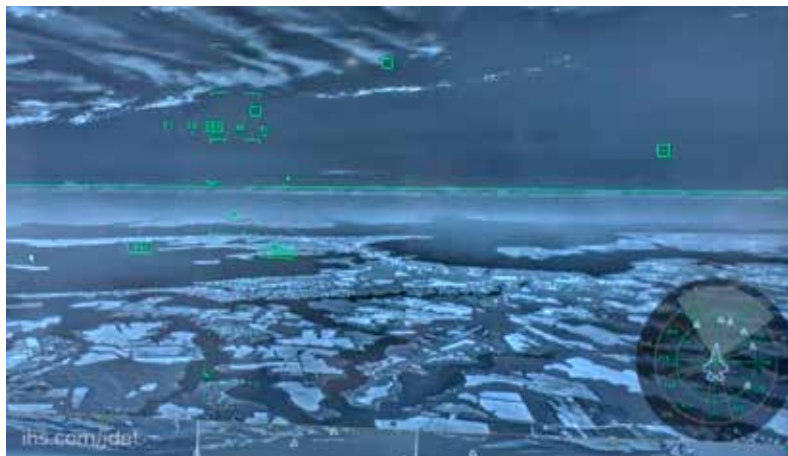
navigační FLIR



pohled „skrze drak“ & NVG



detekce odpalů a palby



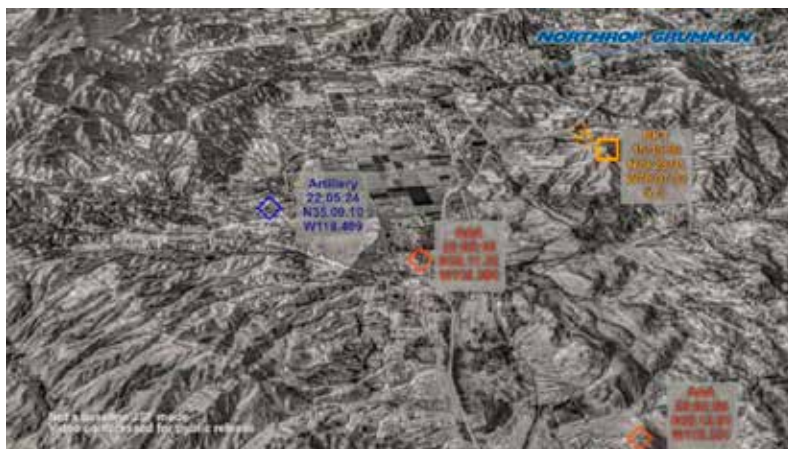
scéna ze senzorů DAS znázorněná na OLED displeji přilby HMDS III
s kontinuální přehledovou lištou ve spodní části snímku,
polohově-orientační symbolikou a aktivovaným virtuálním HUD



snímek povrchu



detekce pohyblivých cílů



scéna ze senzorů DAS s automaticky detekovanými odpaly
protiletadlových řízených střel (PLŘS), odpalem taktické řízené střely
a palbou hlavnového dělostřelectva

doprovázejících letounů a o vzdušných i pozemních cílech. Tyto schopnosti nejsou zcela nové; přílbové displeje se vyvíjejí od 60. let 20. století a světovými lídry této technologie byly u víceúčelových bojových letounů „trvale“ bojující Jihoafričané a Izraelci, následováni Sověty (pro Mig-29 a později i Su-27), kteří podporovali jejich protivníky. Spojené státy tuto technologii paralelně rozvíjely u bitevních vrtulníků (řada AH-64 Apache). Dlouho byly jen monokulární (s technologií CRT) a podporovaly zaměřování nesených řízených střel nezávisle na směru letu, později přibýly letové informace, barevné symboly (včetně HUD) a možnost promítání videa. To vše lze označit za zobrazení augmentované reality nacházející si nyní cestu i ke komerčnímu využití (Google Glass, Microsoft HoloLens), ale systém přílby HMDS jde ještě dál – s nadsázkou lze říci, že spojuje augmentovanou realitu s virtuální. Obrazový situační vjem zprostředkovává pro displej přílby HMDS systém DAS umožňující pilotovi vidět i „skrze“ kokpit a drak letounu.

Použití přílby HMDS bez vjemu ze senzoru DAS se prakticky neliší od nejmodernějších přílbových displejů (např. JHMCS, Joint Helmet Mounted Cueing System) – na zorníku je možno vidět letové údaje i video, pokročilou funkcí je snad jen virtuální HUD, ten fyzický nad přístrojovou deskou u F-35 již zcela chybí. Zapne-li se však mód s DAS, vjem se zcela změní – „zmizí“ kokpit, drak letounu (a s nimi třeba i trup a končetiny pilota). Pilot se nachází ve zcela nové dimenzi, kamkoliv se podívá, vidí tam scénu vykreslenou senzorickým systémem DAS, vždy s HUD a příslušnými letovými/rozšířujícími údaji. Schopnost zobrazení vjemu ze systému DAS je převratná. Rychlost zobrazení je tak velká, že pro ni již nestačí aktivní LCD (Liquid Crystal Display) technologie typu TFT (Thin-Film Transistors) a musí být použita organická OLED (Organic Light-Emitting Diode). Zorník přílby HMDS je tak vlastně rozměrným (polopropustným) displejem, jaký nalezneme u nejmodernějších mobilních telefonů. I proto nebyl (a stále není) vývoj přílby HMDS jednoduchý, od počátku vývoje typu F-35 je nyní používána již ve třetí generaci (HMDS III). Infračervený obraz systému DAS může být na zorníku přílby HMDS III kombinován i s vjemem vestavěné kamery; to je výhodné např. při přímém vzdušném úderu CCA (Close Combat Attack), kdy jsou cíle vizuálně označovány pouze laserovými označovači (typicky 830 nm, nejnověji i 1 064 nm). Použita je kamera ISIE-11 s technologií EBAPS (Electron Bombarded Active Pixel Sensor) s rozlišením min. 1 600×1 200 obrazových bodů a obnovovací frekvencí 60 Hz citlivá v rozsahu 400–1064 nm. Stejný typ je nasazen i v pilotním senzoru PNVS bitevních vrtulníků AH-64E Apache Guardian.

Kombinace systému DAS s přílbou HMDS III je převratná, přináší zcela nové možnosti rozhraní HMI/GUI, tedy interakce člověk-stroj (letoun F-35). Standardní přehledové zobrazení kopíruje vykreslení scény s pohledem pilota, mimo letových informací (včetně HUD) je přidán indikátor pohledu ve směru k letounu (tzv. PPI – Plan Position Indicator) a na spodním okraji je lišta s kompletním všesměrovým (spojitým) obrazovým vjemem v daném horizontu, což má usnadnit orientaci pilota v rovině letu/pohledu. Scénu lze dále sledovat bez omezení kokpitu i draku (přístrojová deska, křídla a další prvky letounu jednoduše „zmizí“). Jedná se o velmi zajímavý vjem, velmi podobný tomu ve virtuální realitě, ale zde jde o zobrazení reálné scény. Schopnosti DAS podporují i některé specifické funkce, včetně jejich automatizace, jde o usnadnění držení letové formace včetně zamezení kolize (s dále uvedenou podporou datalinku MADL), schopnostIRST (Infrared Search and Track) podporující vyhledávání, sledování, zaměřování a identifikaci okolních objektů i navigační FLIR (Forward Looking InfraRed). O průběhu automatizované protikolizní,IRST a FLIR funkci je pilot informován vizuálně, případně akusticky (3D zvuk). Systém jej tak např. sám upozorní na odchýlení se (vlastní i wing-manna) od formace, zjištění vzdušného cíle (IRST) i pohybující se cíle na zemi. Pilot se poté může co nejdříve soustředit na volbu dalšího návazného (operačního) kroku.

Ve vztahu ke konceptu a systémům A2/AD přináší sestava DAS klíčovou schopnost detekce, sledování a lokalizace místa odpalu řízených střel a raket. Reálné testy umožnily detekovat a lokalizovat místo odpálení kosmické rakety Falcon 9 (délka cca 60 m a průměr 3,66 m; ekvivalent mezikontinentální řízené střely) na vzdálenost 1 300 km a menších testovacích raket ATREX Terrier Malemute (délka 12,7 m a průměr 0,46 m; teoretický ekvivalent střely 40N6 systému S-400) na stovky kilometrů. To umožňuje začlenit letoun F-35 i do strategické protiraketové a protivzdušné obrany. S ohledem na skutečnost, že tyto vzdálenosti leží za hranici použitelnosti letounem F-35 standardně nesené protizemní (GBU-53/B, SPEAR 3) i protivzdušné (AIM-120D, Meteor) munice, je třeba uvažovat i o dalším operačním konceptu/taktice nasazení. Námořní verze, kolmostartující F-35B a větší palubní F-35C, jsou proto postupně integrovány do protiraketového/protivzdušného námořního systému Aegis zajišťujícího i operační svazy letadlových lodí.

Operačním úkolem systému Aegis je chránit letadlové lodě a námořní svazy Západu, hlavní strategický prostředek jeho dosavadního globalizačního prosazování se a dominance, před jakýmkoliv ohrožením ze vzduchu. Aegis pro tento účel kombinuje vysoce výkonné lodní radary AN/SPY-1 (pásmo S) nebo novější AN/SPY-6 (pásmo S i X) s řízenými střelami RIM-174 (SM-6) osazenými aktivním radiolokačním vyhledávačem (adaptace z typ AIM-120C) a vypouštěnými z vertikálních odpalovacích zařízení Mk. 41. Nosičem systému s efektivním letálním dosahem asi 250 km jsou zejména americké torpédoborce třídy Arleigh Burke (ve svazu letadlové lodí jsou typicky čtyři), instalován je i na některá spojenecká plavidla – australské torpédoborce a fregaty, jihokorejské torpédoborce, japonské torpédoborce a norské i španělské fregaty. Nasazení systému Aegis a letounů F-35 se často prolíná. Ty lze tedy díky systému DAS efektivně použít pro systém Aegis v roli předem nastavených pasivních senzorů dalekého dosahu, umožňujících detekovat zejména raketové ohrožení za radiolokačním obzorem AN/SPY-1/6.

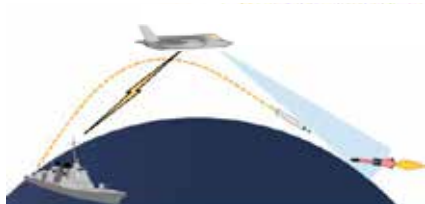
Letouny F-35A vzdušných sil mohou s pomocí systému DAS detekovat a lokalizovat odpaly pozemních řízených střel. Tato schopnost nabývá na významu zejména po roce 2019, kdy byla ukončena platnost Smlouvy o raketách středního a krátkého doletu (tzv. INF – Intermediate-Range Nuclear Forces Treaty). Po více jak třicet let (1987–2019) platnosti smlouvy INF se zlepšovala především přesnost protizemních řízených střel a současně byly vylepšovány i jejich konvenční bojové hlavice. Dříve nesly pozemní střely krátkého (500–1 000 km) a středního (1 000–5 500 km) doletu jaderné nálože zejména proto, že jejich naváděcí systémy byly poměrně nepřesné; u sovětského typu Temp-S (SS-12b) rozmístěného v ČSSR byl CEP 370 m až 750 m. Přesnost stávajících ruských řízených střel kompletu Iskander je okolo 5 m, což v kombinaci s velmi účinnou bojovou hlavicí o hmotnosti až 700 kg a poloměrem výbuchu okolo 300 m např. zcela dostačuje ke zničení taktického operačního centra bojové brigády nebo autoparku se soustředěnou technikou mechanizovaných sil (české mechanizované síly jsou v posádce Práslavice soustředěny na ploše cca 160 m × 100 m). Včasné zachycení odpalu takového střely umožňuje přijmout příslušná protipatření, včetně útoku na její odpalovací zařízení. Leží-li toto mimo dosah palubní výzbroje F-35, může pilot použít (sdílet), podobně jako u systému Aegis, adekvátní výzbroj pozemních sil. Roku 2018 byl letoun F-35B od USMC takto testován s víceúčelovým raketometem HIMARS (High Mobility Artillery Rocket System).

Vypovězení výhradně americko-sovětské smlouvy INF bylo logické, neboť dostatečně přesnými řízeními střelami této kategorie nyní disponuje Čína, Indie, Irán a dokonce i Severní Korea. Pro USA i nástupnické Rusko bylo její další zachování netaktické; zproblematisovalo ale rovnováhu sil, zejména v Evropě. Američané a Rusové jsou totiž schopni poměrně rychle zavést přesné protizemní řízené střely s dosahem přes 500 km a zvláště ty ruské mohou okamžitě prodloužit účinný dosah konceptu A2/AD, zvláště z vysunutě Kaliningradské oblasti. Do roku 2019 tak byla např.

AN/AAQ-37 DAS (Distributed Aperture System)

IV. NASAZENÍ

- všesměrový (4π) optoelektronický situační IR senzor



PASIVNÍ DETEKCE, LOKALIZACE
A URČENÍ MÍSTA ODPALU ŘÍZENÝCH
I DĚLOSTŘELECKÝCH STŘEL



odpal řízených střel PVO A2/AD



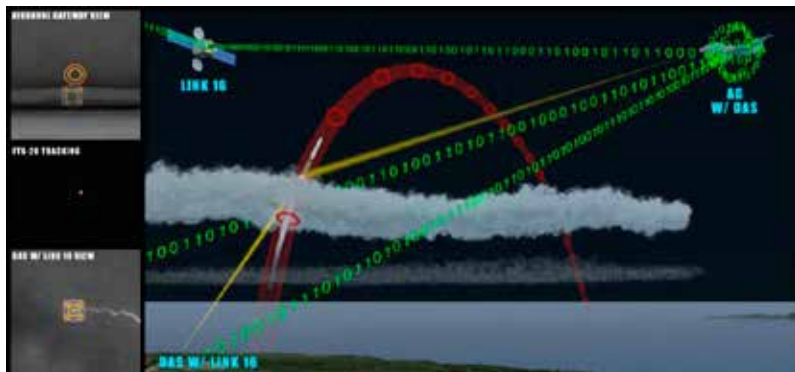
odpal protizemních ŘS A2/AD



použití víceúčelových raketometů



nasazení hlavního dělostřelectva



součinnost letounu F-35
se senzory DAS a systémem
protivzdušné obrany Aegis,
po detekci odpalu je pomocí
sledování trajektorie určena
souřadnicová poloha odpalovacího
zařízení a informace o něm jsou
předávány po Link 16



letoun F-35 se systémem DAS
jako předsunutý pozorovatel
víceúčelových raketometů
HIMARS / MLRS



odpal střely GLMRS

taktická řízená střela

ATACMS
≤ 300 km

499+ km

DEEPSTRIKE

řízená střela
kratšího doletu

česká základna v Práslavicích alespoň smluvně chráněna před útokem raket řady Iskander-M (střela 9M728 má uváděn dosah do tehdy povolených 500 km), nyní mohou být české mechanizované síly zničeny přesnými údery nové řízené střely 9M729 s konvenční bojovou hlavicí o hmotnosti 450 kg. Letoun F-35 je schopen díky systému DAS toto ohrožení včas detekovat, využít součinnosti s protiraketovými systémy (např. Patriot) a i zničit samotné odpalovací zařízení, přímo nebo s využitím systému HIMARS/MLRS (i Američané byli na konec smlouvy INF připraveni a poměrně rychle v rámci programu PrSM – Precision Strike Missile představili střely s doletem přes 500 km).

Piloti letounů F-35 využívající senzorického systému DAS mohou na bojišti působit podobně jako předsunutí letečtí návodčí vzdušných sil (ve funkci FAC-A, Forward Air Controller – Air) nebo předsunutí pozorovatelé dělostřeleckého průzkumu. Jen jejich dosah působení je poněkud větší. Pomocí výkonného palubního optoelektronického systému mohou detekovat a lokalizovat řízené střely na stovky kilometrů a na ně samé nebo místa jejich odpalu směřovat námořní (Aegis, a to i s návazností na protizemní střely řady Tomahawk) nebo pozemní (HIMARS/MLRS) zbraňové systémy. Během testů se navíc prokázalo, že mimo odpal řízených střel dalekého dosahu jsou letouny F-35 takto schopny detekovat nejen palebné úsilí víceúčelových raketometů, ale i palbu hlavnového dělostřelectva – houfnic a minometů. Vzdálenost detekce těchto taktických prvků systémem DAS je v desítkách kilometrů, odpovídá tedy taktické úrovni, na kterou je účinné použití palubních zbraní jako jsou pumy GBU-53/B a řízené střely SPEAR 3. Došlo dokonce k detekci a lokalizaci střilejícího hlavního bojového tanku, a to na vzdálenost 20 km. Senzorický systém DAS tak představuje velmi univerzální systém, jehož potenciál je třeba teprve verifikovat a dále rozvinout, takticky zhodnotit.

Vývoj systému DAS se ale nezastavil, jeho stávající provedení z roku 2012 by mělo být po deseti letech provozu nahrazováno (od roku 2023 v rámci Block 4) novým. Tuto výměnu ve stylu plug-in resp. „plug-and-play“ podporuje modulárně řešený návrh otevřené avioniky typu F-35 uplatňující přístup FACE (Future Airborne Capability Environment) po celou dobu životního cyklu, a to (i opakovaně) u většiny komponent architektury C4ISTAR. Systémově řízený proces umožňuje dynamický rozvoj konstrukce nasazením nejmodernějších prostředků a technologií. Předpokládáme-li, že stávající systém DAS používá InSb senzor s rozlišením 2K (2048×2048) citlivý v pásmu MWIR, pak již víme, že roku 2023 by měl být dostupný rozměrově menší, energeticky méně náročný, ale pětkrát spolehlivější a dvakrát výkonnější systém EO-DAS (Electro Optics DAS) s FPA senzorem typu T2SL (Type II Superlattice), pravděpodobně s rozlišením 4K (4096×4096).

Senzor FPA připravovaného EO-DAS má polovodičovou strukturu nBn, ve které jsou kombinovány polovodičové slitiny arsenidu indiu (InAs) se sloučeninou Ga(In)Sb. Jde tedy o FPA typu T2SL využívající polovodiče III (skupina bóru) – V (skupina dusíku). Nejde již o senzor s heterogenní strukturou, ale o tzv. „superlattice“, periodicky kombinující přechodný kov (InAs) s metaloidem (GaSb), a to na podkladu GaAs. Přesto jde o velmi kompaktní materiál s poměrně širokou spektrální citlivostí, počínající v pásmu SWIR (typicky 1–2,5 μm) a postupující přes pásmo MWIR (3–5 μm), LWIR (8–12 μm) až do pásma VLWIR (12–22 μm). Nový EO-DAS uvidí nejen dál, ale i podstatně více. Nebude vysoce citlivý jen na „horké cíle“, sám bude pracovat v režimu HOT (High Operating Temperature) a jeho NETD bude okolo 12 mK. Zlepšený vjem lze předpokládat hlavně při pozorování skrze oblačnost, bude rozeznávat i více detailů na zemi; dosah bude pravděpodobně dvojnásobný, otázkou je, zda to např. povede k možnosti elektronického zoomu.

Výměnu senzoru DAS za EO-DAS nemusí praktikovat všichni uživatelé (od výrobní série Lot 15 budou změny automatické, modernizovat bude třeba jen dříve vyrobené kusy), lze však předpokládat, že může být spojena i s aplikací dalších schopností. Již nyní

byl pro společné užití se senzory DAS na spodní a horní části trupu připraven obranný systém ThNDR (Threat Nullification Defensive Resource) využívající k ničení naváděcích hlavic (tzv. „soft-kill“) přilétajících protiletadlových řízených střel soustředěnou energii laseru. Dvě diskretně (Stealth) uložené plně otočné hlavičky umožňují nasazení do všech směrů; velkým problémem bylo nastavení jejich vzájemného přepínání. Bude-li nový senzor EO-DAS menší a bude-li i méně energeticky náročný, bude možné instalovat do letounu F-35 i ThNDR typu DIRCM (Directional Infrared Counter Measures) s podstatně větším výkonem laseru. I toto lze považovat za praktický důsledek a přínos přístupu FACE.

Velkou podporou senzoru EO-DAS bude v rámci Block 4 i nový, kapalinou chlazený, centrální počítač ICP podporovaný samostatnou výpočetní jednotkou PCD EU (Panoramic Cockpit Display Electronic Unit) řídící zobrazení na přilbě HMDS i dotykovém velkoplošném displeji v kokpitu (i ten by měl být nový, s větším rozlišením a rychlejší odezvou). Jednotka PCD EU bude i záložním centrálním počítačem pro celý letoun F-35 (řídící software stroje má zatím ve zdrojovém kódu údajně 9,1 mil. řádků). Změny umožní i nové způsoby zobrazení, u velkoplošného displeje by mohlo být využito 3D zobrazení, zvláště když bude nový EO-DAS podporovat i funkci AGCAS (Automatic Ground Collision Avoidance System) automaticky zabraňující kolizi se zemí v nízkých výškách, včetně letového profilu kopírování země. Má-li AGCAS fungovat za jakéhokoliv počasí, a to i pasivně, lze předpokládat současné využití více technologií/senzorů (DAS, EOTS + aktivně i radiolokátor a samozřejmě rádiový výškoměr). Sekundárním výstupem by pak mohlo být vytvoření 3D modelu přelétané scény s vysokým rozlišením, které by bylo možné, podobně jako jakýkoliv 3D mapový profil, znázornit na velkoplošném displeji. Palubní fúze dat tak zůstává stěžejním benefitem letounu F-35.

Senzor DAS a jeho nástupce EO-DAS přinášejí zcela nové možnosti, zvláště s ohledem na aktivity ISR (Intelligence, Surveillance, Reconnaissance) a Targeting (Target Acquisition). Jejich sériová produkce umožnila technologii zpřístupnit i pro další konstrukce, aplikace podobného senzoru se předpokládá zejména na bitevních vrtulnících AH-64E Apache a UH-60M Black Hawk i na nově vyvíjených bojových/víceúčelových letounech s kolmým startem/přistáním v rámci programů FARA (Future Attack Reconnaissance Aircraft) a FLRAA (Future Long-Range Assault Aircraft) tvořících společně aktivitu FLV (Future Vertical Lift), jednu ze šesti („Big Six“) klíčových obranných iniciativ USA. Systémově lze předpokládat, že infračervené senzory typu DAS budou na bojišti stále důležitějším multiplikátorem sil poskytujícím tyto klíčové výhody:

- detekci a sledování letu raket a řízených i neřízených střel;
- detekci a lokalizaci místa vypuštění rakety, střely a palby;
- rozšířené (augmentované) všesměrové situační vědomí;
- pokročilou schopnostIRST včetně podpory zbraní;
- denní a noční navigaci.

3. 2. 2. Optoelektronický senzor AN/AAQ-40 EOTS

Situační systém DAS představuje zcela nový přístup ve využití infračervených kamer, a to dosud nevídaným (i nepředpokládaným) způsobem. Optika využívající infračervené záření byla na letounech dosud spojena spíše s čidlyIRST, resp. ještě dříve s optoelektronickými systémy pro průzkum, nebo zjišťování cílů, zaměřování a navádění protizemní výzbroje. K integraci takových senzorů docházelo od 70. let 20. století; u bitevních (typicky AH-64A Apache), později i speciálních (MH-60L) a víceúčelových (UH-60M) vrtulníků, bývají zapracovány přímo do jejich konstrukce, víceúčelové a bitevné bojové letouny je stále používají v podvěsných kontejnerech. Letoun F-35 je prvním typem, jenž má optoelektronický senzor pro zjišťování, zaměřování a navádění integrovaný přímo do draku. Přináší to mnohé výhody – lepší charakteristiku Stealth, nemá to vliv na letové výkony a nezabírá místo na závěsnících; ale i některé kritické nedostatky – zejména spolehlivost a navazující nároky na logistiku. Střední doba mezi poruchami MTBF (Mean

AN/AAQ-40 EOTS (Electro-Optical Targeting System)

- optoelektronický systém letounu F-35 pro zjišťování cílů



vjem scény pomocí MWIR



vjem scény pomocí MWIR



zoom scény pomocí MWIR

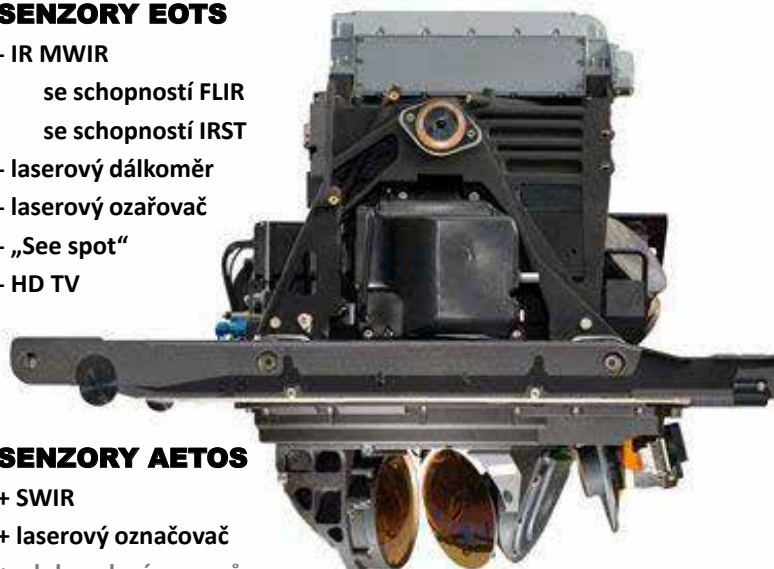
INTERNĚ PODPOROVANÁ VÝZBROJ



GBU-53/B a SPEAR 3 (2x 4 ks)

SENZORY EOTS

- IR MWIR
 - se schopností FLIR
 - se schopnostíIRST
- laserový dálkoměr
- laserový ozařovač
- „See spot“
- HD TV



SENZORY AETOS

- + SWIR
- + laserový označovač
- + zdokonalení senzorů



uložení EOTS v F-35



detail uložení EOTS



MWIR zobrazení EOTS



IR zobrazení AEOTS

POROVNÁNÍ KVALITY ZOBRAZENÍ CÍLE NA DÁLKU 90 KM



GBU-12 Paveway II (2 x 1 ks)



GBU-31 JDAM (2 x 1 ks)

Time Between Failures) se u složitých a na údržbu náročných zařízení, jako jsou podvěsné kontejnery, počítá ve stovkách hodin, u interního systému AN/AAQ-40 EOTS (Electro-Optical Targeting System) letounu F-35 je to nyní asi 500 provozních hodin. Jde sice o lepší hodnotu než u systému DAS, přesto se jedná o v pořadí druhý kritický systém ve spolehlivosti F-35.

Optoelektronický senzor EOTS přitom vychází z již osvědčeného podvěsného kontejneru AN/AAQ-33 Sniper XR zavedeného do výzbroje vzdušných sil USA v roce 2001 v rámci programu ATP (Advanced Targeting Pod) a používaného od té doby zejména na letounech A-10, F-16, F-15, B-1 a B-52; systém následně zavedlo dalších 21 států. Válcové těleso kontejneru o délce 2 390 mm a průměru 300 mm zahrnuje při hmotnosti 199 kg stabilizovanou multisenzorickou hlavici s děliči pro chlazenou infračervenou kameru MWIR (3,6–4,9 μm) s rozlišením 1 024×1 024, denní HDTV senzor (0,6–0,9 μm), kombinovaný laserový dálkoměr/ozařovač (1,064 μm) a Spot tracker (1,064 μm), umožňující detekci a sledování spotu ozařovače používaného např. i pozemními jednotkami nebo bitevními vrtulníky. Součástí kontejneru je i navigační senzor s přijímačem GPS, řídicí elektronika podporující závěs i konektivitu s letounem a datový terminál CMDL (Compact Multi-band Data Link) umožňující obrazovou (video) komunikaci kontejneru s na zemi působícími předsunutými leteckými návodčímí vybavenými terminály ROVER. Součástí přenosu videa jsou i metadata zahrnující informace o lokaci cíle, které může návodčí využívat při tvorbě požadavků na vzdušnou podporu CAS.

První provedení senzoru EOTS je fakticky integrací interních/optoelektronických komponent podvěsu Sniper XR přímo do draku letounu F-35. Zapracovány jsou všechny schopnosti mimo terminál CMDL, jehož funkci má převzít komunikační karta v dále popsaném bloku CNI. Podoba sestavy senzorů již ale nebyla podřízena válcovému pouzdru, došlo k jejímu překonstruování a optimalizaci pro uložení v přední letounu přímo za radarem. Výsledný systém má menší hmotnost (91 kg), ale je paradoxně rozměrnější (asi o 60 %). Důvodem je větší rozsah úhlu záběru senzorů (ve vertikále i horizontu asi 120°; samotné FOV IR kanálu mají mít rozsah FOV 5,4°×4,32° a 1,5°×1,2° + asi 45° pro funkciIRST), rezerva pro přidání dalších schopností a především kapalinový chladicí systém (podvěsný kontejner je chlazen okolo něj proudícím vzduchem). Zcela nově je řešen opticky propustný kryt využívající pravděpodobně průhledný a velmi tvrdý keramický kompozit ALON (Aluminium OxyNitride), použit je i ke krytí tříspektrální naváděcí hlavice inteligentní pumy GBU-53/B.

Uložení senzoru EOTS v přední ose draku podporuje i jeho využití ve funkci dopředného senzoruIRST. Na rozdíl od všesměrového senzoru DAS disponuje EOTS výkonnou optickou soustavou umožňující zvětšit/přiblížit pozorovanou scénu. V praxi to nejen vyvažuje jeho nižší rozlišení oproti DAS, ale přispívá k většímu směrovému (dopřednému) dosahu. Všesměrově lze tedy vzdušný cíl detekovat systémem DAS a v dopředném směru si jej „přiblížit“ senzorem EOTS. Displej zorníku přilby HMDS III podporuje i funkci „obraz v obraze“ (picture-in-picture), s jehož pomocí lze takto „přiblížený“ cíl i zobrazit; nejčastěji půjde o přilétající/odlétající nepřátelský letoun, proti kterému lze použít řízené střely vzduch – vzduch AIM-120C/D AMRAAM, a to i bez aktivace palubního radiolokátoru. Je-li vzdušný cíl detekován v režimuIRST senzorem EOTS, je střela řady AMRAAM odpálena tak, aby mohla zahájit jeho aktivní vyhledávání pomocí své vlastní radiolokační hlavice až v bezpečné vzdálenosti (cca 30–60 km) od letounu F-35. Funkci „obraz v obraze“ je možno využít i při sledování pozemních cílů, senzor DAS je schopen automaticky detekovat a sledovat pohybující se pozemní cíle, které lze pomocí EOTS přiblížit a „uzamknout“, ať již pro další sledování nebo účely zaměření.

Hlavním úkolem optoelektronického senzoru EOTS je sledování, zjišťování a zaměřování cílů při přímé vzdušné podpoře CAS (Close Air Support). Používá se tedy při přímé viditelnosti cíle a podporuje inteligentní pumy GBU-53/B, řízené střely SPEAR

3 a především laserem řízené pumy řady Paveway a GPS řízené pumy JDAM (Joint Direct Attack Munition). Každá ze dvou interních pumovnic může v režimu Stealth pojmout po jedné pumě Paveway (typicky provedení GBU-12, Paveway IV nebo GBU-49 o hmotnosti 227 kg s bojovou hlavicí pumy Mk. 82, resp. BLU-133) nebo JDAM (typicky provedení GBU-31 o hmotnosti 924 kg s bojovou hlavicí pumy Mk. 84; použita může být i lehčí GBU-32 na bázi Mk. 83). Těžší pumy JDAM se používají zejména k ničení statických a plošných cílů, jako jsou velitelská stanoviště nebo řídicí pracoviště radarů a EB. Senzor EOTS se přitom využije k detekci, rozpoznání a identifikaci cíle i ke změření jeho vzdálenosti. Údaje následně využije avionika letounu k výpočtu souřadnicové polohy (lokace) cíle, která se před odhozem zadá přes závěsník do pumy JDAM, jejíž let je po odhozu korigován na cíl pomocí sady směrových ploch. Výhodou navádění pomocí GPS je jeho odolnost vůči klimatickým jevům a vizuálním podmínkám, nevýhodou pak citlivost vůči vyspělému elektronickému boji protivníka – významné cíle jsou v oblasti A2/AD zajišťovány rušičkami a klamnými emitory signálu GPS. Dosah/dolet pum JDAM je odvislý od výšky a rychlosti letu, nepřesahuje 28 km. Stávající hodnota CEP pum JDAM je okolo 5 m.

Laserem naváděné pumy řady Paveway jsou naopak používány k velmi přesnému ničení, hodnotu CEP mají okolo 1 m – jsou tedy asi 100krát přesnější než neřízené pumy při přesném zaměření a min. 5krát než pumy JDAM. Na rozdíl od pum JDAM slouží k ničení kritických prvků infrastruktury (např. mostů) i pohybujících se cílů včetně přemísťujících se prvků PVO. Velkou nevýhodou je nutnost ozařování cíle laserovým ozařovačem až do zásahu pumy; vyhledávací hlavice se navádí na energetický spot vyzářený na cíli. V rámci NATO se využívá normy STANAG 3733 definující až 488 pulzních (přerušování je v ns) naváděcích sekvencí (kódů). Cíl může ozařovat pozemní obsluha přenosného ozařovače (TACP, COLT, JTAC) nebo může být použit přímo ozařovač senzoru EOTS ať již z letounu – nosiče, nebo jeho křídla (wingman) plnicího funkce vzdušného leteckého návodčího (FAC-A). Ozáření cíle dle STANAG 3733 mohou zajistit i bitevní (AH-64E) a patřičně vybavené víceúčelové (UH-60M) vrtulníky.

Stále častěji se využívá ozáření cíle lehkým ručním ozařovačem k jeho označení a následnému zachycení senzorem letounu (např. Sniper, EOTS), který toto ozařování cíle poté přebírá. Ozařování ze vzduchu je přesnější, nedochází při něm k tolik nežádoucím odrazům (echům) a je to i bezpečnější. Používaný laserový paprsek s vlnovou délkou 1 064 nm je pro lidské oko nebezpečný (všechny ozařovače mají 4. třídu nebezpečnosti laseru) a zvláště v zastavěných oblastech může dojít k fatálnímu poškození zraku nezúčastněných osob. Nevýhodou laserového navádění je jeho citlivost na klimatické a vizuální podmínky, nesmí při něm docházet k nežádoucímu rozptylu paprsku a cíl musí být vidět. Za deště, při sněžení, v mlze nebo při aktivních protiopatřeních protivníka (zadýmování) je použití této techniky problematické. Z hlediska nasazení v oblasti A2/AD je kritický i dosah pum Paveway nepřesahující 20 km. Letouny F-35 jsou ale víceúčelové a mají být využívány i při CAS ve styčném boji (Close Combat Operation, CCO). Při tomto profilu nasazení není funkce Stealth příliš důležitá, a proto je lze osadit šesti externími závěsníky, čtyři z nich mohou nést i nejtěžší pumy řady JDAM a Paveway, nebo po čtyřech pumách GBU-53/B. Celkem tak může být letoun F-35 nasazen se šesti pumami JDAM, nebo šesti pumami Paveway, nebo až 24 ks pum GBU-54/B; možné jsou samozřejmě i vzájemné kombinace této výzbroje.

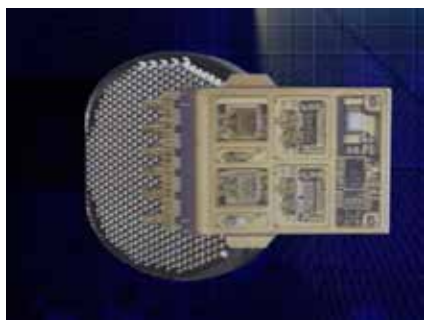
Původní koncept nasazení letounů F-35 předpokládal, že při provádění CAS velmi rychle nahradí bitevní letouny A-10. I když to byla představa hodně optimistická (a spíše marketingová), letouny A-10 budou provozovány min. do roku 2030, bude použit typ F-35 při přímé vzdušné podpoře (tedy mimo profil Stealth) stále častěji. Rozhodným rozhraním mezi pilotem a letounem je v případě senzoru EOTS spíše displej kokpitu než ten přilbový. Jde o rozměrný dotykový panoramatický displej PCD (Panoramic

AN/APG-81 AESA (Active Electronically Scanned Array)

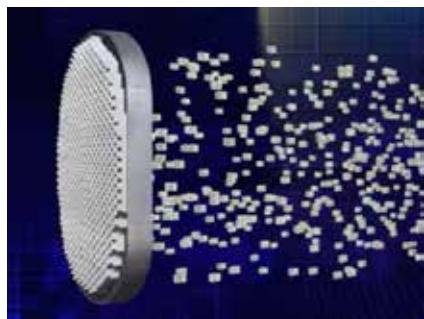
- víceúčelový palubní radiolokátor s anténou AESA



kompletní AESA anténa AN/APG-81



jednotlivý modul GaAs Tx/Rx



AN/APG-81 má 1 676 ks modulů



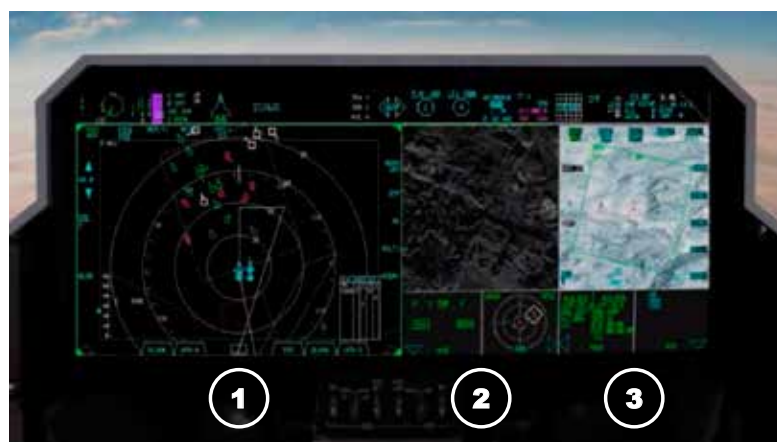
každý GaAs modul může vysílat
několika směry (FOV 120°)

INTERNĚ PODPOROVANÁ VÝZBROJ

AIM-120D
(2 x 1 - 2 ks)



profily nasazení AN/APG-81
(možnost současného využití)



zobrazení v režimu SAR



SAR + auto. sledování cílů

SAR
1. zoom



SAR
2. zoom
+ auto.
ropoznání
typu cíle



Cockpit Display) použitelný v několika módech a mnoha způsoby. Rozměrově jde o blok s plochou desetiny metru čtverečního, rozměry 500 mm × 200 mm (20" × 8") a rozlišením 2560×1024 obrazových bodů. Plocha displeje může být využita spojitě pro jedno zobrazení (vždy je na horním okraji malá spojitá lišta se základními informacemi), nebo rozdělena na čtyři menší pole, z nichž dvě lze vždy dle potřeby spojit. Výsledná variabilita zobrazení, nahrazující dříve používané oddělené multifunkční displeje, přispívá k lepší a rychlejší orientaci i uvědomění si situace. Za řízení zobrazení na displeji PCD odpovídá, jak již bylo uvedeno, samostatná výpočetní jednotka (PCD EU).

Již v případě senzoru DAS bylo nastíněno, k jakému technologickému pokroku došlo za deset let jeho existence, stačí pouze připomenout, že se dosah senzoru zdvojnásobil. Využívají-li nyní systémy DAS a EOTS komparativní (InSb) MWIR infračervenou technologii, znamenalo by to, že by měla být nyní k dispozici i nová verze senzoru EOTS se sledovacím „dohledem“ až 90 km (dosah laserového dálkoměru a ozařovače bude max. třetinový). S nasazením nového provedení AEOTS (Advanced EOTS) se skutečně počítá, a to opět od roku 2023 v rámci Bloku 4. I senzor AEOTS by měl používat FPA 4. generace typu T2SL, uvažuje se o použití shodného detektoru se systémem EO-DAS, tedy o rozlišení 4K (4096×4096), což by mohlo podpořit i aktivity NTISR (Non-Traditional Intelligence, Surveillance, Reconnaissance). Senzor AEOTS lze tedy považovat nejen za navigační a střelecký, ale i za zpravodajský podporující IMINT (IMagery INTelligence) a snímky s velmi vysokým rozlišením. Součástí softwarové podpory nového provedení by měla být i možnost vytváření spojitě zobrazení povrchu – ortomap, a to v reálném čase. Geoprostorové zpravodajství GEOINT (GEospatial INTelligence) je přitom na digitalizovaném bojišti stále důležitější činností a při eliminaci oblastí A2/AD má hrát jednu z rozhodujících rolí. Možnostem odpovídá i zvýšená kapacita SSDD (Solid-State Digital Data) rekordéru letounu F-35.

Součástí nové verze AEOTS, opět vyměnitelné stylem „plug-and-play“, je i kamera SWIR a laserové označovače pracující ve dvou vlnových délkách (NIR 830 nm & SWIR 1064 nm). Zvyšuje se tak podpora laserového navádění (kamera SWIR vidí spot i za zhoršených podmínek), začleněn je i nový a lehčí diodový laserový ozařovač cílů schopný delšího kontinuálního/četnějšího ozařování cílů. Integrace laserových označovačů zase přispívá k lepší podpoře přímého leteckého útoku CCA (Close Combat Attack), při kterém pilot plní funkci specialisty JTAC a koordinuje svoji činnost s pozemními specialisty JFO (Joint Fire Observer). Toto je již přímý případ nasazení při CCO, ve kterém lze proti pozemním cílům použít i palubní kanón verze F-35A nebo podvěsný kanónový kontejner u provedení F-35B a F-35C.

Aktivity CAS a CCA má podporovat i nový software propočítávající a zobrazující i oblasti letality a možné vedlejší škody (tzv. „Collateral Damage Circle“) zvolené munice. Pilot tak bude moci na displeji přímo vidět možný rozsah ničivosti vzdušného úderu a tuto informaci sdílet se specialisty JTAC. Moderněji řešený má být i přenos/sdílení plnohodnotného videa s metadaty, základem bude opět derivát systému ROVER integrovaný do jednotky CNI. Významného pokroku má být dosaženo i v logistice senzoru EOTS, nově by měla být pouze dvoustupňová (u útvaru a výrobce, vynecháno by mělo být specializované armádní pracoviště) a s delšími servisními intervaly. Hlavní důvody a přínosy (funkce) integrovaného senzoru EOTS jsou přitom následující:

- pokročilá schopnost senzoru IRST včetně podpory zbraní;
- sledování povrchu včetně sledování pohybujících se cílů;
- zjišťování cílů pro GPS řízenou munici;
- zaměřování a ozařování cílů pro laserem naváděnou municí.

3. 2. 3. Komplex elektronického boje AN/ASQ-239 EW/CM

Třetím, nyní převážně pasivním a obranným, senzorem letounu F-35 je komplex elektronického boje AN/ASQ-239 EW/CM (Electronic Warfare/CounterMeasures), jenž si po optoelektronických senzorech DAS a EOTS udržuje i třetí příčku nejproblé-

movějšího celku. Důvodem je především jeho neustálé „ladění“ (testován nepřetržitě od roku 2004) vůči dynamicky se měnící struktuře a schopnostem ruských i čínských radarových systémů a prostředků elektronického boje (softwarový upgrade je, a pravděpodobně i dále bude, k dispozici každých 6 měsíců). Posláním komplexu EW/CM je poskytovat v reálném čase všesměrový přehled o činnosti radiolokační techniky a aktivních prostředcích elektronického boje, tyto hrozby detekovat, sledovat, identifikovat, analyzovat a nabízet i možnosti reakce – aktivní protiopatření, zejména rušení. Komplex elektronického boje je rozmístěn po celém letounu F-35 a zahrnuje i některé specifické aktivní prvky, případně přímou vazbu na další senzory, zejména palubní radiolokátor s anténou AESA a modul CNI.

Náběžné hrany křídel a jejich konce, jakož i konce výškovek, jsou využity pro umístění antén spojitě detekujících radiolokační aktivity okolo letounu. Konstrukčně jde o Vivaldiho antény pracující nyní v pasivním (detekčním) režimu, v budoucnu lze očekávat i jejich aktivní (rušící) nasazení. Nyní je podporováno sledování pásem 2 a 3/4, což umožňuje rozkrytí většiny protivníkových systémů protivzdušné obrany. Získané informace jsou využity k plánování činnosti, úpravě letové trasy i směru pohybu (zejména ve vztahu k detekovaným radiolokátorům) a k přípravě útoků. Detekované systémy je možno (i s využitím jiných senzorů - fúze dat) přesně lokalizovat a navádět na ně inteligentní munici (zejména GBU-53/B a SPEAR). Zde je třeba zdůraznit, že otevření jakýchkoliv interních šachet, včetně těch zbraňových, zvyšuje hodnotu RCS letounu i jeho detekovatelnost protivníkem. Přesto musí být šachty použity i pro krytí nosičů aktivních protiopatření letounu F-35 – světlic, rušičů a tažné „návnady“ FOTD.

Dvoudílná Stealth tvarovaná dvířka, kryjící výmetnice světlic a rušičů, se nachází na levé spodní části letounu F-35, a to vzadu před tryskou proudového motoru. Použity jsou dvě výmetnice, každá se třiceti odděleními; celkem lze tedy použít až 60 ks světlic a rušičů v různých kombinacích. K dispozici jsou infračervená opatření/světlice MJU-66/-68/-69 používané proti infračerveně nebo laserově naváděným protiletadlovým řízeným střelám velmi krátkého dosahu (zejména VSHORAD přenosné Strela, Igla, Verba a mobilní S-10M, Sosna). Jednotlivé typy se liší typem hořící směsi (využití Al, Mg), délkou výmetu (10–60 m) i dobou (typicky 5 s) a teplotou (přes 1 000 °C) hoření. Místo nich, nebo ve vzájemné kombinaci, odvislé od typu operačního prostoru (GWOT, A2AD), lze použít i nové metalické rušiče ARM-210 „matoucí“ radiolokačně naváděné hlavice. Výmetné pasivní radiolokační rušiče fungují podobně jako světlice, jsou to „návnady“ tvořené asi pěti až šesti milióny metalických vláken (typicky Al na Si, délka vláken odpovídá rušené frekvenci – účinné jsou v rozsahu 2 GHz až 18 GHz), které se rozptýlí do prostoru a „rozbijí“ radarový signál. V obou případech mají světlice/rušiče překrýt nosič – letoun a zabránit jeho zasažení.

Lze předpokládat, že výmetnice min. britských strojů F-35B a mnohých evropských F-35A budou osazovány i malými aktivními rušiči BriteCloud využívajícími technologii DRFM popsanou v souvislosti se střelami SPEAR-EW. Nejde již o výmetný pasivní metalický rušič, ale aktivní prvek s vlastní anténou a elektronikou přijímající signály protivníkovy radiolokátoru (včetně naváděcí radiolokační hlavice protiletadlové řízené střely), analyzují jej a následně emitují vlastní i velmi intenzivní proti-signál. Tento systém je operačně potřebný, zejména proti nejnovějším ruským PVO systémům Tor-M2, které se ukázaly být velmi účinné v Sýrii. Každé odpalovací zařízení Tor-M2 má až 16 ks vysoce manévrujících radiolokačně naváděných raket odpalovaných vertikálně, a to i během jízdy. Ke zmatení tohoto systému pasivní rušiče (oblak množství kovových vláken) pravděpodobně nestačí. I proto se Britové snaží do systému AN/ASQ-239 začlenit střely SPEAR-EW, které by letounům F-35 mohly vyčistit letovou trasu, protivníkovy komplety PVO by palbou na ně zbavily střel, případně by byly jimi přímo kineticky napadeny. O složitosti problému svědčí, že jde o protiopatření vůči systémům s výškovým dosahem do 10 km

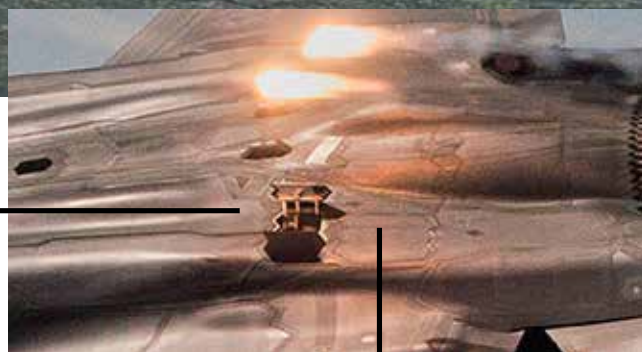
AN/ASQ-239 EW/CM (Electronic Warfare / Countermeasures)

- systém elektronického boje a spektrální obrany letounu F-35



**výmetnice rušičů a světlic
2x 30 ks**

RF rušič ARM-210
RF rušič Brite Cloud
IR světlice MJU-68B
IR světlice MJU-69/D
IR světlice MJU-66



klamný cíl / RF návnada AN/ALE-70



antény EW



nosič výmetnic
protiopatření



kontejner s FOTD



FOTD v kontejneru



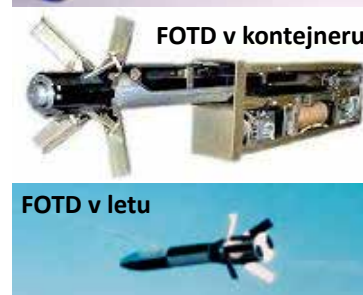
terminál EW



řídící jednotka
protiopatření



terminál FOTD



FOTD v letu

a dálkovým do 20 km, které lze doplnit prostředky vizuálního sledování, jež za dobré viditelnosti „návnady“ ani inteligentní řízené střely neobelstí (zde se jako velmi nebezpečná jeví kombinace systémů Tor a Sosna).

Za dvoudílnými dvířky kryjícími výmetnice se nachází Stealth kryt výklopného boxu pro čtyři tažené rušiče AN/ALE-70 FOTD (Fiber Optic Towed Decoy), určené zejména proti radiolokačně naváděným střelám vzduch – vzduch středního (R-77, PL-21) a dalekého (R-27, PL-15) dosahu i výkonným PVO kompletům (M3, S-350, S-400). Po optickém kabelu tažená „návnada“ FOTD emituje a přehlušuje radiolokační obraz stroje F-35, cílem je, aby protivníková řízená střela zasáhla ji, a nikoliv letoun. Provedení AN/ALE-70 přímo navazuje na typ AN/ALE-55 používaný mj. s letouny Super Hornet. Systém pracuje podobně jako menší a autonomní rušič BriteCloud, ale je spojen s letounem pomocí optického vlákna s délkou až 400 m, což umožňuje lepší odezvu i řízení tohoto protiopatření v reálném čase. Lze předpokládat, že takto pojatý rušič bude možné využívat i pro jiné účely, než je jen protiopatření/odvrácení útoku protivníkovy PVO.

Celý komplex AN/ASQ-239, zahrnující antény ve křídlech, výmetnice a FOTD, používá i vlastní elektroniku, každá ze skupin prvků má vlastní řídicí jednotku dále komunikující s centrálním počítačem ICP. Cílem je maximální sdílení informací. O přilétajících střelách, zejména těch infračerveně a laserově naváděných, informuje mj. systém DAS (po rozšíření o ThNDR by fungoval i jako plnohodnotný „soft-kill“ prostředek) a neúčinnější protiopatření i vedení elektronického boje zajišťuje palubní radiolokátor AN/APG-81, dále jsou využívána i data, případně antény, modulu CNI. I komplex elektronického boje EW/CM je tak systémem, do kterého přispívají i další senzory letounu F-35. Trvalý upgrade a modularita tohoto systému umožňují postupný nárůst schopností i potřebné reakce na kroky očekávaného protivníka. Aktuálně je systém AN/ASQ-239A rozvíjen pomocí „Projektu Heisenberg“, jehož součástí je i testovací letoun CATBird, speciálně upravený Boeing 737, do kterého jsou integrovány i všechny další senzory letounu F-35. Stroj může operovat i ve styčných oblastech s ruskou nebo čínskou PVO, získané poznatky lze zpracovávat poměrně rychle. Nová verze systému EW/CM, spojená opět s Blokem 4, bude schopna práce i proti radiolokátorům v pásmu 5.

Klíčovými schopnostmi komplexu AN/ASQ-239A EW/CM jsou tyto funkce:

- detekce směru a intenzity ozáření radarem;
- geolokace a identifikace zjištěných radarů;
- automatické vyhodnocení hrozeb elektronického boje, jejich prioritizace a základní potlačení;
- aktivní elektronický boj s radiolokátory v pásmu X (s využitím palubního radiolokátoru AN/APG-81);
- automatická nebo řízená protiopatření vůči optoelektronicky naváděným protiletadlovým řízeným střelám;
- automatická nebo řízená protiopatření vůči radiolokačně naváděným řízeným střelám.

3. 2. 4. Víceúčelový palubní radiolokátor AN/APG-81 AESA

Nejčastěji zmiňovaným a probíraným senzorem víceúčelových bojových letounů 4. a 4,5. generace jsou jejich palubní radiolokátory. Návrh a určení letounu F-35, nové typy senzorů jako je DAS, navazující fúze dat i požadavek na pasivní profil Stealth (letitý F-117 žádný radar nemá) situaci poněkud mění, přesto je i u tohoto stroje palubní radiolokátor velmi důležitým a užitečným prostředkem. Nezastupitelné místo má zejména při navádění raket vzduch-vzduch typu AIM-120C/D AMRAAM (Advanced Medium-Range Air-to-Air Missile) schopných zasáhnout protivníkovy letadlo až za hranici vizuální viditelnosti (ta může být u typu F-35 s využitím funkceIRST pomocí EOTS až 100 km), jde tedy o střely typu BVRAAM (Beyond-Visual-Range Air-to-Air Missile). Účinný dosah AIM-120C je těsně nad 100 km a u AIM-120D asi 160 km; výchozí typ AIM-120A byl přitom určen pro ničení cílů ve vzdálenosti do 50 km.

V režimu Stealth, tedy jen při použití vnitřních pumovnic, je letoun F-35 schopen nést v každé ze dvou šachet, společně s protizemní výzbrojí, vždy jen jednu střelu AMRAAM, ale aktuální přestruování závěsů by mohlo od Bloku 4 umožnit zavěsit střely dvě. Z toho vyplývá, že vzdušný boj není zatím hlavním posláním typu zaměřeného spíše na eliminaci techniky vytvářející (PVO), zabezpečující (EB) a rozšiřující (zpravodajské a výsadkové síly, včetně výsadkových obrněných vozidel BMD) oblasti A2/AD.

Schopnosti střetů vzduch-vzduch na velké vzdálenosti má ale u letounu F-35 po roce 2026 ještě znásobit i právě vyvíjená americká řízená střela AIM-260 JATM (Joint Advanced Tactical Missile) nebo již od roku 2023 (s Blokem 4) její britský soupeř Meteor využívající náporový motor. Je to důležité, není zde totiž jen ruský koncept A2/AD, ale i jeho čínský derivát, doplňující jej o vlastní víceúčelové bojové letouny Stealth typu J-31 (Rusové se svým Su-57 spíše vyvažují F-22, jehož čínským ekvivalentem je typ J-20). To vše definuje i požadavky na dosah a schopnosti palubního radiolokátoru letounu F-35. O vspělosti použité americké technologie AESA (Active Electronically Scanned Array) svědčí, že hodnota MTBF je u antény radiolokátoru AN/APG-81 asi 10 000 hodin, což je pro optoelektronické senzory DAS a EOTS i komplex EW/CM prakticky nedosažitelná meta. Nepřímo to dokládá také technologický rozdíl mezi ruským „radarovým“ S-400 a americkým „optoelektronickým“ F-35. Nezapomeňme však, že sám F-35 disponuje v podobě AN/APG-81 radarovou technologií AESA, která se té ruské minimálně vyrovná.

Palubní radiolokátor AN/APG-81 podporuje celkem 32 pracovních módů – 12 je určeno pro operace vzduch-vzduch, 12 pro nasazení vzduch-země (z toho jsou min. 2 optimalizovány pro sledování mořské hladiny, předpokládá se však, že námořní užití radaru získá vlastní skupinu provozních módů), 2 navigační, 2 povětrnostní a 4 pro elektronický boj. Striktním požadavkem uživatele bylo použití pásma X, a to v rozsahu 8,5 GHz až 10,68 GHz, což odpovídá frekvenci zaměřovacího/střeleckého radiolokátoru 92N6E ruského systému S-400, primárního protivníka stroje F-35. Důvod je zřejmý – využití radiolokátoru pro elektronický boj s protivzdušnou obranou oblasti A2/AD. V jednom z módů pro elektronický boj je radar AN/APG-81 velkým pasivním senzorem umožňujícím detekci a analýzu nasazení protivníkových radarů v pásmu X (mimo 92N6E jde i o jeho předchůdce 30N6E systému S-300 a dále o 50N6A nového systému S-350), druhý mód mu umožňuje jeho přímé rušení/přehlcení vlastním signálem, ve třetím je schopen přijmout protivníkovu signál, modulovat jej a „vrátit“ zpět tak, aby byl tento dokonale zmaten, čtvrtou schopností je zajistit, aby byl letoun F-35 pro radiolokátor 92N6E opravdu neviditelný.

Americký APG-81 i ruské (92N6E, 50N6A) radary jsou typu AESA a jejich „zmazení“ není jednoduché, provozní frekvenci mění s každým impulsem, který může zabírat poměrně velkou šířku pásma. Tyto rychlé a náhodné změny jsou poměrně výkonným protiopatřením proti rušení i matení, podobně jako skoková změna frekvence (Frequency Hopping) u taktických rádiových stanic. Předpokládá se, že radiolokátor APG-81 má v rušicím módu desetkrát vyšší výkon, než měly systémy pro elektronický boj instalované na specializovaných amerických letounech EA-111 a EA-6B. Schopnosti a možnosti radiolokátoru AN/APG-81 odpovídají (jen) v pásmu X specializovanému systému AN/ALQ-249 NGJ (Next Generation Jammer) nových letounů pro elektronický boj EA-18G Growler (bojové jméno „Growler“ nese v názvosloví NATO poněkud paradoxně i systém S-400). Pro úplnost je třeba říci, že systém NGJ tvoří tři typy kontejnerů, optimalizovaných pro různá frekvenční pásma; na EA-18G lze použít všechny současně, nebo v profilu dle operační potřeby. V praxi se tedy letouny F-35 s typem EA-18G nesoucím NGJ spíše doplňují. Growlery s NGJ-MB (Mid Band, rozsah 2–6 GHz) ruší v pásmu S hlavní přehledový radiolokátor 91N6E systému S-400 i oba doplňkové typy 96L6E a 48Ya6-K1 pracující v pásmu C, resp. pásmu S, a umožňují tak do oblasti A2/AD průnik letounů F-35, které se pomocí AN/APG-81 zaměřují na vyhledávání, rušení a ničení zaměřovacích/střeleckých radiolokátorů 92N6E.

NGJ-MB / -LB / -HB

(Next Generation Jammer – Medium / - Low / - High Band)

- sestava rušičů pro vzdušné nasazení proti A2/AD



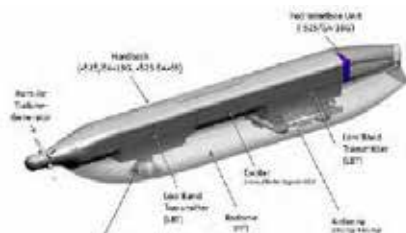
EA-18G Growler

víceúčelový bojový letoun 4,5 gen.
určený pro elektronický boj (EB)



Next Generation Jammer

sestava rušičů pro EB



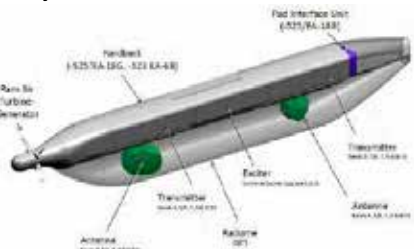
1) rušič Low Band (0,1 až 2 GHz)

NGJ-LB ve vývoji, nyní ALQ-99 LB



2) rušič Medium Band (2 až 6 GHz)

nový AN/ALQ-249 NGJ-MB

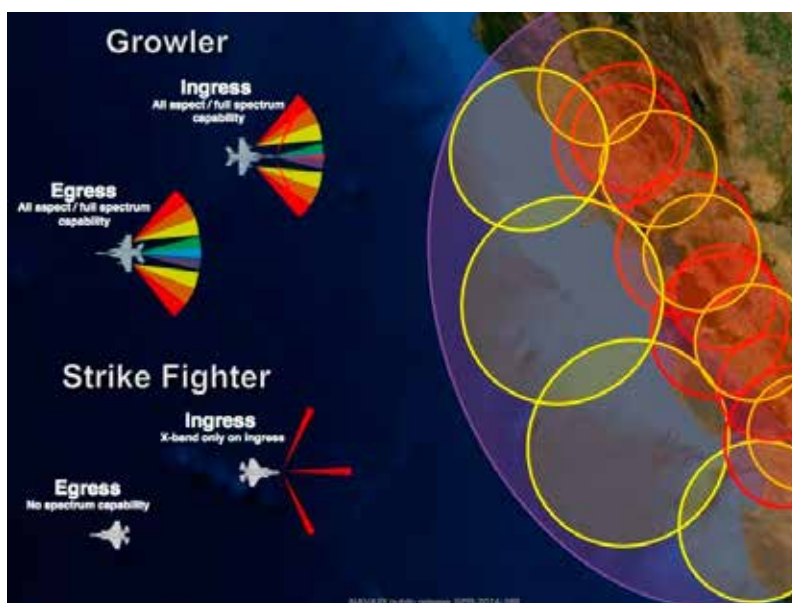


3) rušič High Band (6 až 18 GHz)

NGJ-HB ve vývoji, nyní ALQ-99 HB



AN/ALQ-249 NGJ-MB



srovnání rušičích schopností / možností vedení elektronického boje
letounu EA-18G Growler s F-35 („Strike Fighter“) proti PVO A2/AD,
široko frekvenční možnosti EA-18G jsou pro krytí průniku klíčové

Systém NGJ by měl být v budoucnu účinný i vůči druhé skupině podpurných radiolokátorů systému S-400, vysoce výkonným detekčním prostředkům jako jsou RLM-M (pásmo VKV), RLM-D (pásmo L) a RLM-S (pásmo X) kompletu Nebo-M. Proto však musí být postupně rozšířen i o kontejnery NGJ-LB (Low Band, typicky pásma VKV a L s rozsahem 100 MHz až 2 GHz) a NGJ-HB (High Band, pásmo X a Ku s rozsahem 6 GHz až 18 GHz). Všechna provedení NGJ jsou přitom účinná všesměrově, antény AESA jsou v kontejnerech namontovány vpředu (přiletovém/dopředním směru) i vzadu (odletovém/zadním směru). Kompletní rozsah všech tří kontejnerů elektronického boje NGJ by měl být 509 MHz až 18 GHz. Letouny Growler tedy nemusí do oblasti A2/AD vůbec vstupovat, nesou však zařízení podporující průnik strojů F-35, které poté mohou v dostatečné hloubce takto chráněné zóny kineticky zaútočit na zde důsledně vrstvenou protivzdušnou obranu.

Pro eliminaci nejdůležitějších protivníkových radarů (91N6E, 96L6E, 48Ya6-K1), rušených pomocí NGJ, mohou letouny Growler použít protiradiolokační řízenou střelu AGM-88E AARGM (Advanced Anti-Radiation Guided Missile) využívající bojovou hlavici předchozí a velmi osvědčené verze AGM-88C HARM (High-speed Anti-radiation Missile). Střela AARGM je nově osazena inerciálním navigačním systémem (umožňuje vyslat střelu i na místo dosud vypnutého radaru) a milimetrovým senzorem schopným vyhledat a „zmapovat“ určený cíl, snímek může být poté těsně před dopadem odeslán pomocí satelitního spojení do letounu Growler nebo na místo velení. Mimo kinetický účinek má užití střely i psychologický dopad, její nasazení vede k nechtěnému vypnutí mnoha protivníkových radiolokátorů, tedy k oslabení síly celého systému A2/AD. Proto jsou proti němu vyvíjena i účinná protiopatření, jedná se zejména o vysokomanévrující řízené střely 9M96EM, kterými se proti nim (a dalším obdobným cílům včetně řady SPEAR) brání do vzdálenosti 50 km přímo napadený systém S-400. V porovnání se standardně používanou řadou 48N6 jsou tyto střely podstatně menší, na jednom odpalovacím zařízení jich lze použít až dvanáct (místo čtyř 48N6). O významu střel 9M96 svědčí i to, že ačkoliv se o jejich existenci ví poměrně dlouho, tak až v roce 2019 byl zveřejněn snímek z reálného nasazení jejich čtyřnásobného odpalovacího kontejneru. Lze to považovat i za reakci na oznámení dalšího vývoje střely AARGM.

Prahový dálkový dosah protiradiolokačních střel HARM je asi 150 km, u evolučně následující střely AARGM jde o účinný dostřel postačující k eliminaci centrálních radarových prvků (91N6E, 96L6E, 48Ya6-K1) systému S-400, jež jsou pomocí střel řady 48N6 před letouny (aerodynamickými cíli) standardně chráněny právě od vzdálenosti 150 km. Postupně jsou ale také zaváděny novější verze 48N6E2 (dálkový dosah až 200 km), resp. 48N6E3 (250 km). Roku 2018 Rusové navíc úspěšně vyzkoušeli a zavedli řízenou střelu 40N6E umožňující systému S-400 prodloužit kinetický dosah na kalkulovanou vzdálenost 380 km a více. Primárními cíli nového typu nejsou jen letouny AWACS, ale i Growler. Současně je zde i nebezpečný detekční systém Nebo-M, a proto bylo rozhodnuto o přípravě střely AGM-88G AARGM-ER (AARGM Extended Range) s předpokládaným doletem min. 300 km. Trup již přímo nevychází ze střely HARM/AARGM, ale jde o nové řešení částečně přizpůsobené požadavkům Stealth, pozornost je věnována i možnosti vyšší letové rychlosti (naváděcí segment je převzat z typu AARGM). Nosičem již nemá být letoun Growler, ale F-35, jehož vlastnosti Stealth a schopnost eliminace zaměřovacích/střeleckých radiolokátorů 92N6E by mu měly umožnit přiblížit se k centrálním prvkům S-400 co nejbližší a vyrovnat tak i rostoucí ruské/čínské možnosti.

Bojová hlavice střely AARGM-ER je podřízena i značným rozměrům antén kompletu Nebo-M. Její již vyzkoušené řešení, označené jako LEO (Lethality Enhanced Ordnance), by mělo pomocí nálože PBXN-110 spojené se speciální fragmentační vrstvou umožnit fatální poškození elektronických prvků a dalších měkkých cílů (tedy i jejich obsluh) na poměrně velké ploše. Mimo střelu

AARGM-ER je hlavice LEO použita i ve střelách GLMRS (Guided Multiple Launch Rocket System, dostřel 15–70 km) víceúčelových raketometů HIMARS/MLRS, o jejichž významu v kombinaci s F-35 bylo již pojednáno. Střela AARGM-ER nebude, podobně jako protiletadlová AIM-260, k dispozici před rokem 2026. Ruská reakce je již známa – do roku 2027 zavést do operačního nasazení min. 1 000 ks řízených střel řady 40N6 a s nimi i odpovídající počet kompletů S-500, nástupce nyní stěžejního S-400.

Dosud nezmiňnou nevýhodou střely AARGM-ER je skutečnost, že se vejde pouze do vnitřní pumovnice větší palubní verze F-35C. Od roku 2019 se proto intenzivně pracuje na její modifikaci SiAW (Stand In Attack Weapon) použitelné i v šachtách nejpočetnějšího provedení F35A u vzdušných sil. Výsledný mix protiradiolokačních střel by měl být v amerických silách následující – provedení AARGM na letounech F-18G, zejména pro jejich vlastní obranu, úderné AARGM-ER na F-35C námořnictva a menší SiAW (s dosahem asi 200 km) pro F-35A vzdušných sil (u kolmostartujících F-35 námořní pěchoty s nejmenším rozměrem pumovnice bude možné podvěsit všechny tyto střely na vnější závěsníky). Stealth profil letounů F-35A a F-35C i schopnosti elektronického boje jejich radaru AN/APG-81, obě účinné v kritickém pásmu X, jsou tak důležitým multiplikátorem síly, nutným k dopravě střely typu AARGM-ER/SiAW co nejbližší k jejich potenciálním cílům – centrálním radarovým stanicím A2/AD na moři i na zemi.

Anténu AESA radiolokátoru AN/APG-81 netvoří, na rozdíl od AESA antén NGJ, moderní širokopásmové (a o řád dražší) GaN moduly, ale osvědčené starší GaAs, a to plných 1 676 ks. Získaný/emitovaný signál zpracovávají dvě paralelní kontrolní jednotky napojené přímo na centrální počítač ICP. Systémovým předchůdcem typu je radar AN/APG-77 s 1 965 moduly GaAs použitý v letounu F-22, soupunkem menší (má jen 1 000 modulů) AN/APG-80 určený pro nejnovější verze (Block 60 a výše) letounů F-16. Široké zorné pole radaru APG-81 je až 120°, a to v odměru i náměru; paralelně s ním lze zvolené skupiny modulů využívat i pro další profily nasazení typu vzduch-vzduch nebo vzduch-země. V režimu vzduch-vzduch má APG-81 účinný dosah přes 160 km, což mu umožňuje i efektivní součinnost se střelami AIM-120D. Prodloužení dosahu ve prospěch vyvíjených AIM-260 by mohla přinést změna antény s GaN moduly, předpokládat to lze asi po roce 2030. Tato nová anténa by mohla být následně využívána i k elektronickému boji proti radarům pracujícím v pásmech L, S a C; lze dokonce uvažovat i o budoucím nasazení dělené AESA antény s rozdílnými charakteristikami a vyšší hustotou přijímacích/vysílacích prvků. Již nyní je však detekce cílů velmi rychlá, prvních 23 vzdušných cílů lze nalézt a lokalizovat pod 10 s.

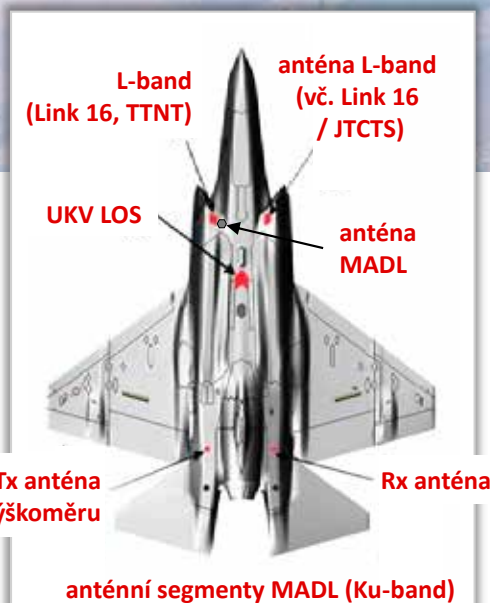
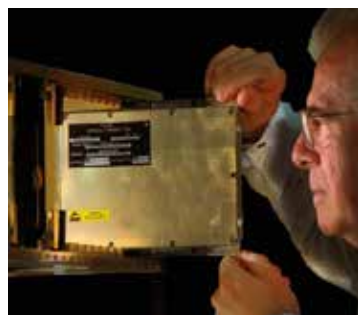
K zobrazení údajů z palubního radaru slouží především velko-rozměrný displej v kokpitu, kritické informace lze promítnout i na displej zorníku přílby HMDS. Současně se sledováním vzdušné situace a zaměřováním raket vzduch-vzduch lze provádět i pozemní sledování a průzkum. Důležitý je zejména režim SAR (Synthetic Aperture Radar) umožňující radarové mapování povrchu s rozlišením lepším než 5 m, které je použitelné i přes oblačnost a další vizuálně omezující jevy (déšť, sníh). Ideálně lze přitom zlokalizovat cíle bez přímé viditelnosti pro inerciální navedení inteligentních pum GBU-53/B a řízených pum řady JDAM.

Režim SAR je nastaven tak, aby byl v určitém rozsahu (vzájemném senzorickém překryvu) paralelně použitelný i se senzorem EOTS. Ten má sice podstatně lepší rozlišení (používá se ve prospěch pum Paveway), zcela pasivní provoz, ale omezují jej nepříznivé vizuální podmínky. Cílem výsledné senzorické fúze by mělo být nejen získání co nejkomplexnější informace o dění na zemi, ale i velmi pokročilá schopnost cílení výzbroje využitelná zejména s inteligentními zbraněmi (GBU-53/B, SPEAR 3). V budoucnu lze rovněž předpokládat využití pokročilé schopnosti GEOINT kombinací APG-81 v režimu SAR se senzory AEOTS a EO-DAS. Výsledkem společného nasazení (informační fúze) by mohl být reálný trojrozměrný model sledovaného (prolétaného) terénu. Stejně

AN/ASQ-242 CNI

(Communications, Navigation, and Identification)

- komunikační, navigační a identifikační systém letounu F-35



jako senzory DAS a EOTS je i radar APG-81 schopen detekovat a sledovat pohybující se pozemní cíle, tuto funkci ATC (Automatic Target Cueing) lze ale doplnit i schopností ATR (Automatic Target Recognition), a tím zjištěné, tedy i lokalizované cíle, automaticky rozpoznat. Důsledkem může být rychlé (aktivní) prohledání oblasti s cílem detekovat a zmapovat zde rozmístěné kritické systémy protivzdušné obrany, jako jsou systémy Sosna, Tor-M2 a Pancir-S1, nebo tak postihnout i rozmístění mechanizovaných jednotek. Klíčovými schopnostmi víceúčelového palubního radiolokátoru AN/APG-81 AESA jsou tedy tyto funkce:

- prohledávání vzdušného prostoru, automatické vyhledávání a sledování cílů;
- podpora navádění radiolokačně řízených střel typu vzduch-vzduch (AIM-120, Meteor, AIM-260);
- mapování zemského povrchu v režimu SAR;
- detekce, sledování a identifikace pozemních sil v režimu SAR;
- detekce, lokace a protipatření proti radiolokátorům pracujícím v pásmu X;
- podpora úderů protiradiolokačními řízenými střelami (AARGM, AARGM-ER, SiAW);
- navigační radar;
- povětrnostní a meteorologický radar.

3. 2. 5. Komunikační, navigační a identifikační modul AN/ASQ-242 CNI

Američany definované a rozvíjené sítově orientované bojiště NCW (Network Centric Warfare) uvažuje jednotlivé zbraňové systémy jako uzly („node“) vzájemně si poskytující a sdílející informace. Síla a schopnost ozbrojených sil již nemusí záviset jen na možnostech jednotlivých zbraní a jejich obsluh – vojáků, ale na dosažené úrovni vzájemně sdílených kapacit. Příkladem je uvedený tandem letounů EA-18G a F-35. První z odstupu ruší nepřátelskou PVO tak, aby do ní mohl druhý proniknout a zničit co nejvíce jejich prvků. Kooperace není možná bez vzájemné synchronizace a komunikace, což jsou funkce, které u typu F-35 zajišťuje komplet AN/ASQ-242 CNI (Communications, Navigation and Identification).

Nyní je třeba zdůraznit i zásadní topologický rozdíl mezi letounem F-35 a strukturovaným systémem zabezpečujícím oblast A2/AD. Zatímco pilot letounu F-35 může, i přes pokročilé sítové vlastnosti typu, působit při nasazení zcela autonomně (s pomocí své svobodné vůle), lze jednotlivé prvky struktury A2/AD nasadit samostatně poměrně těžko. Páteří systémy protivzdušné obrany (S-400/500), elektronického boje (Moskva, Krasuka, Murmansk-BN) a fyzického (BMD-4M, SVR, GRU) zabezpečení oblasti A2/AD jsou odkázány na poměrně složitou infrastrukturu; prvky PVO jsou propojeny komplikovanou komunikační sítí, EB je efektivní pouze při koordinovaném použití, nasazení výsadkářů závisí na těžkých transportních letunech (i počasí) a se zpravodajci musí pro dosažení úspěchu spolupracovat místní. Na rozdíl od toho se může pilot s vyzbrojeným (a natankovaným, doplňování paliva za letu je přitom možné) letounem F-35 pohybovat poměrně svobodně, omezují jej jen jeho schopnosti a možnosti protivníkovy konceptu A2/AD. Podobně je ale vymezeno jakékoliv svobodné jednání.

Profil nasazení stroje F-35 se tak podobá úsilí spojeneckých hloubkařů („kotlářů“) snažících se na konci druhé světové války rozrušit stále méně precizně fungující nacistickou infrastrukturu. Letoun F-35 je ostatně spojen s „marketingovým“ označením Lightning II, je tak po legendárním hloubkovém P-38 Lightning v pořadí druhým nositelem tohoto jména. Mají-li druhoválečné stroje P-38 na svém kontě dlouhé a do protivníkovy týlu daleké průniky v Pacifiku (včetně sestřelení letounu s klíčovým japonským strategem Yamamotem) i ničení železniční infrastruktury, parních lokomotiv (odtud „kotlářů“) či traťostanic třetí říše, je F-35 předurčen k obdobné činnosti v oblasti A2/AD. Zdůrazňuje to i jejich odlišný kulturní původ, američtí a britští „kotláři“ byli předvojem svobodného světa, nacistická infrastruktura pavučinou totalitního režimu. Původ a účel techniky lze prostě zastřít velmi těžko, stejně jako smysl slov.

„Node“ není jen uzel, je to bod, kde se sbíhají či rozbíhají vedlejší prvky systému a žádná totalitní moc nemůže, mimo svého ústředí, žádné takové body tolerovat. Letoun F-35 je bez pilotovy svobody prakticky nepoužitelný, stejně jako není pro svobodu žádné místo v oblasti A2/AD (zde jde jen o volnost jejího „centra“). Zbraňovému systému F-35 dává smysl jedinec – profesionální pilot. V oblasti A2/AD na jedinci nezáleží, samotné prvky PVO, EB i taktika výsadkářů a zpravodajců je koncipována tak, aby byli její nositelé rychle nahraditelní – mnohdy jde o vojáky prezenční služby.

Nasazení samostatných letounů F-35 je tedy možné a možná i efektivní, ale větší efektivita má být dosaženo součinností více strojů, případně jejich spoluprací s pozemními jednotkami. I „hloubkaři“ byli často piloti, původně předurčení k ochraně spojeneckých strategických svazů, kteří si jen „odskočili“ do nižších letových hladin, což ale nebylo jejich hlavním posláním. Snad jediným specializovaným „hloubkařským“ typem byl britský Tempest cíleně užívaný pro taktiku „Cab Rank“, při které piloti vyčkávali nad bojištěm na výzvu pozemních návodčích k útoku. Název Tempest má nést i první čistě britský víceúčelový bojový letoun Stealth, jenž má od roku 2035 nahrazovat u vzdušných sil (pořizované F-35B jsou určeny pro britské námořnictvo) stroje Eurofighter Typhoon 4.5. generace. Obdobně mají se stávajícími specialisty JTAC spolupracovat, a to přímo v protivníkově oblasti A2/AD, i letouny řady F-35. Jde tedy o formu přímé letecké podpory poskytované nikoliv na čáře dotyku, ale v hloubce protivníkovy území, čemuž musí odpovídat i použitá komunikační technologie. Nyní tomuto profilu nasazení odpovídá pouze jedna vlnová forma – Link 16.

Vlnová forma Link 16 (MIL-STD-5016, resp. STANAG 5516) již byla částečně popsána v části týkající se užití inteligentních pum GBU-53/B a řízených střel SPEAR 3. Jde o robustní technologii TDMA užívanou ve frekvenčním rozsahu 960–1 215 MHz s šířkou kanálu 1,2 MHz. Podmínkou funkčnosti je, že na sebe jednotlivé prvky vidí, spojení je tedy realizováno v režimu LOS (Line-Of-Sight). Moderní schopnost MANET (Mobile Ad-hoc NETWORK) užitá není, ale jednotliví účastníci sítě mohou sloužit i jako retranslační stanice mezi jednotlivými kanály (k dalším sítím Link 16), umí to i letoun F-35.

Trup stroje Lightning II nese celkem tři konformní Stealth antény použitelné pro Link 16, dvě jsou na horní a jedna na dolní části. Teoreticky tak lze využít až tři kanály Link 16 současně, prakticky lze uvažovat pouze o 1–2 kanálu, resp. v „čistém“ režimu Stealth o žádném (každé vysílání je zjištělné, čím více je všesměrové, tím je detekovatelnější; Link 16 patří u ruských i čínských sil ke spojení s vysokou preferencí protipatření včetně rušení). Je-li ale Link 16 na F-35 užit, slouží typicky ke dvěma účelům – ke komunikaci s vlastními, aliančními (NATO) a koaličními (ABCA/EU) ne-Stealth letouny nebo k součinnosti s pracovišti ALO a specialisty JTAC nasazenými přímo v oblasti A2/AD (do této druhé skupiny se řadí i navádění inteligentní munice GBU-53/B a SPEAR).

Komunikační prostředí Link 16 je nyní jedinou Stealth taktickou volbou pro spojení letounů F-35 s bojovými letouny předchozích generací, s vrtulníky a specializovanými (řidičmi, zpravodajskými, transportními) letouny. Dosud jsou pro tento účel užívány spíše UKV frekvence 225–400 MHz s amplitudovou modulací (AM), v NATO typicky s vlnovou formou HaveQuick I/II (STANAG 4246); toto je však pro F-35 nebezpečně prozrazující řešení. Kontinuální příjem/vysílání UKV AM spoju je třeba nahradit bezpečnějším „přerušovaným“ sdílením informací pomocí Link 16. Hlavní obranou vlnové formy HaveQuick proti elektronickému boji je sice skoková změna frekvence (400 skoků za sekundu), ale vyzářování vysílače je kontinuální. Toto neřeší ani přechod na nyní aktuálnější a zabezpečenější vlnovou formu SATURN (STANAG 4372) s až 3 000 „skoky“ za sekundu, i zde zůstává problém trvalého vyzářování. Zřetelný je nedostatek HQ/SATURN, zejména při nyní preferovaných datových přenosech, jež jsou v sítích typu MIL-STD-188-220 ukončeny až po vzájemné verifikaci modemů (dle MIL-2045-47001), což může trvat nejen několik sekund, ale dokonce i minut. V síti Link 16 má naopak každý uživatel

VÍCEÚČELOVÉ BOJOVÉ LETOUNY STEALTH

Ruské federace (Východu) a Číny

- protiváha americkým letounům F-22 a F-35



Stealth letoun Su-57 (Rusko)



Stealth letoun J-20 (Čína)



protiletadlová řízená střela R-37 dalekého dosahu
s aktivním radiolokačním naváděním (na Mig-31)



hypersonická řízená střela Ch-47M2 Kinzhal (Kinžál)
proti pozemním a hladinovým cílům (na Mig-31)



bojové UAV
/ dron GJ-11



Su-57

bojové UAV (wingman)
S-70 Ochoťnik



hypersonické
UAV WZ-8

pro přenos k dispozici pouze krátký přenosový čas, který může i nemusí využít. Síť (každý kanál) Link 16 lze současně využít až pro 128 uživatelů, každá sekunda je proto rozdělena na 128 časových slotů s trváním 7,8125 ms. Pomocí Link 16 (a jeho krátkých zpráv typu „J“) se zajišťuje i konektivita mezi F-35 a EA-18G Growler nebo středisky vzdušného řízení a uvědomování AWACS.

Použití Link 16 u pozemních sil bylo dlouho problematické, komunikační terminály rozměrné, těžké a musely být náročně chlazeny (hlučně a s velkou spotřebou energie). Od přelomu osmdesátých a devadesátých let 20. století je používaly jen divizní a následně i brigádní pracoviště styčných důstojníků letectva ALO (Air Liaison Officer). Každý pozemní terminál Link 16 běžně obsluhovalo ve směnném provozu až osm osob. Situace se dramaticky změnila roku 2017, odkdy je k dispozici ruční terminál AN/PRC-161 BATS-D (Battlefield Awareness and Targeting System – Dismounted), s jehož pomocí lze do sítě Link 16 zapojit i jednotlivé letecké návodčí, specialisty JTAC. Současně začaly být produkovány i lehké terminály (např. TacNet 1.1) pro inteligentní pumy (SDB-53/B, SPEAR) a zbraňové systémy/kontejnery (např. JSOW – Joint Standoff Weapon, námořní F-35C mohou nést v interní pumovnici po jednom kusu AGM-154C JSOW). Lze tak vytvořit specifickou síť Link 16 mezi bojovými letouny, inteligentní municí a ji navádějícími pozemními návodčími. Klíčové je zejména sdílení přesné pozice PPLI (Precise Participant Location and Identification), která může být vztažena (letouny F-35 ani inteligentní munice PPLI do takové sítě poskytovat nemusí, mohou ale využívat údaje ostatních účastníků) i k lokaci samotných cílů. Standardní požadavky (9-Line CAS) o přímou vzdušnou podporu jsou přitom převáděny do několika krátkých zpráv „J“ (každý časový slot Link 16 má kapacitu 70 bitů). Nasazení podporuje i taktiku „poslední míle“, při níž návodčí podá žádost, tato je akceptována (inteligentní puma odhozena v požadovaném směru), a to na poměrně velkou vzdálenost (dosah terminálu BATS-D může být při výkonu 8 W až do 100 km), přičemž je poloha cíle upřesněna pomocí Link 16 až v závěrečné části letu.

Preference Link 16 pro taktickou konektivitu letounů F-35 přinesla zcela zásadní změny. Do roku 2015 využívalo Link 16 ve státech NATO a ABCA asi 5 000 jednotlivých systémů, především letounů s pevnými i rotujícími křídly, dále šlo o pozemní prvky PVO a řídicí stanoviště. Do konce roku 2019 bylo ale již dodáno přes 1 000 ks terminálu BATS-D a současně běží sériová výroba pum GBU-53/B nastavená na více jak 20 000 ks. Uvažujeme-li rovněž využití Linku 16 v protiradiolokačních střelách řady AARGM, zbraňových kontejnerech JSOW a další municí (SPEAR, AMRAAM), znásobí se počet „uživatelů“ Link 16 jen v tandemu specialista JTAC/inteligentní munice víc jak pětikrát (i samotných letounů F-35 má být přes 2 000 ks). Vyčleněný frekvenční rozsah (960–1 215 MHz) je ale pro Link 16 pevný, nelze jej překročit a umožňuje provoz pouze 127 sítí (striktně teoreticky tedy zapojení 15 875 uživatelů). Sestavení sítí, vytváření jejich skupin i organizace spojení je v Link 16 navíc poměrně přísná, proto bylo nutné přijít s optimalizací technologie. Právě zaváděná aplikace CMN-4 (Concurrent Multi-Netting) umožnila na každém komunikačním kanále zečtyřnásobit počet účastníků a CCR-4 (Concurrent Contention Receive) čtyřikrát zvýšit jeho datovou propustnost.

Využití Link 16 pro součinnost vzdušných a pozemních sil, zejména pro přímou vzdušnou podporu v prostředí A2/AD, začíná být tak masivní, že je potřeba přijít i s novou komunikační technologií pro řízení součinnosti ve vzdušném prostoru uplatnitelnou i pro protivzdušnou obranu. Řešení bylo připravováno v rámci amerického programu JTRS (Joint Tactical Radio System), resp. jeho části JAN-TE (Joint Airborne Network – Tactical Edge) a má podobu vlnové formy TTNT (Tactical Targeting Network Technology). Opět jde o využití technologie TDMA umožňující nyní přenos PPLI, dat, hlasu a případně i videa, a to až do rychlosti pohybu 8 Ma. Vlnová forma TTNT nemá stávající Link 16 vytlačit, jen od něj převzít podporu komunikace mezi letadly a jejich řídicími centry, včetně AWACS (Link 16 by pak využívala zejména přímá vzdušná

podpora). Frekvenční rozsah je pro síť TTNT alokován opět v pásmu L, konkrétně v rozsazích 1350–1390 MHz, 1435–1518 MHz a 1755–1850 MHz. Jedná se tedy o pásma využívaná i pozemními taktickými sítěmi MANET (WaveRealty, TSM, SRW), plánování využití frekvenčního pásma tak bude stále důležitější (a kritičtější).

Vlnová forma TTNT má na letounu F-35 využívat stejné antény jako Link 16 a má být provozována na kanálech s dynamickou šířkou 1–3 MHz umožňujících až 200 účastníkům sdílet data s propustností 10 Mbit/s. Cílem je zajistit rychlost spojení 2 Mb/s do 160 km. Spojení LOS by mělo být přitom udržitelné až na vzdálenost 500 km, nadále by měl být podporován BLOS routing, nyní i v rámci jedné sítě. Technologie SPMA (Statistical Priority-based Multiple Access) má umožnit preferenci kritických dat (např. PPLI) a potlačení přenosu méně důležitých informací (např. videa, pro které je stále primárně určena broadcast technologie STANAG 7085 CDL – Common Data Link). Hlavními podporovanými funkcemi sítě TTNT s latencí 2 ms by měly být mimo přenos PPLI i běžné datové služby (chat, e-mail, www, přenos statického i dynamického obrazu) a plně IP by měla být hlasová konektivita (VoIP – Voice over IP).

Síť Link 16 a TTNT představují pro letouny F-35 zajištění taktické komunikace vzduch-země resp. vzduch-vzduch, nepřináší ale žádnou komparativní výhodu pro vysokorychlostní sdílení informací v režimu Stealth. Taková schopnost je ale velmi důležitá, zejména pro vzájemně kooperující letouny pohybující se v silně bráněné oblasti A2/AD. Stroje F-35, rozmístěné v účelně pojaté formaci, by tak mohly navzájem sdílet pasivní vjemy svých senzorů a s využitím triangulace přesněji rozkrývat postavení protivníkových systémů. Obdobně by mohly ve formaci sdílet i vjem z jediného aktivně působícího senzoru (např. radiolokátoru AN/APG-81), sledovat a analyzovat nepřátelská protipatření a ještě více demaskovat jeho sestavu. Taková komunikační technologie by je ale neměla prozradit, i ona by měla být plně „Stealth“. Řešením má být směrový (směrové spojení striktně používají i systémy S-400) datalink MADL (Multifunction Advanced Data Link) pracující v pásmu Ku (12–18 GHz, šířka kanálu by měla být v dynamickém rozsahu 30 MHz – 2 GHz).

Antény datalinku MADL vytvářejí okolo letounu F-35 podobnou 4p bublinu jako optoelektronické senzory DAS. Na rozdíl od nich jsou ale antény soustředěny do zadní části draku, čtyři se nacházejí v prostoru trysky motoru, zbývající dvě vpředu – jedna společně se senzorem DAS přímo před pilotní kabinou, druhá dole pod nasávacím otvorem na pravé straně (u antény pro L-band). Každá z antén má pevný profil jako „AESA“, ale využívá obdobné struktury MIDAS (Millimeter Wave Digital Arrays), což umožňuje, podobně jako v případě radaru, vytváření úzkých a velmi přesně směřovaných (v tomto případě nikoliv detekčních, ale komunikačních) svazků. Celkem je tedy na letounu F-35 umístěno šest antén MADL, které mohou současně podporovat 1–2 kanály tohoto datalinku. V praxi půjde o spojení na krátké a střední vzdálenosti, preferováno je zejména sdílení dat ve formaci F-35 (nejčastěji ji tvoří čtyři stroje).

Datalink MADL využívá síťovou topologii Multi-Beam Mesh, ale tak, aby byla málo zachytitelná, tedy minimálně demaskující. Možnosti technologie, zejména požadovaný tvar vlny, byly již ověřeny u podobného komunikačního systému IFDL (Intra Flight Data Link) letounů F-22. Na rozdíl od něj je ale F-35 pro Američany exportním strojem a technologie proto musela být poněkud upravena. Přesto má MADL větší výkon, dosah, vyšší datovou propustnost i více komunikačních profilů. Zdá se, že pro správné užití MADL bude mít význam nejen velmi přesná navigační část modulu CNI založená na optických gyroskopech typu HRG (Hemispherical Resonator Gyroscope), ale i senzorický systém DAS umožňující „hlídání“ formace. Kombinací dat z těchto senzorů půjde pomocí emitorů MIDAS přesně nasměrovat komunikační paprsek mezi jednotlivými stroji, a to v reálném čase. Takto úzce směřovaná a vzdáleností výkonově přizpůsobená rádiová emise může být těžko detekovatelná i pro pasivní sledovací systémy (Moskva, Vega/Orion).

Další rozvoj datalinku MADL by měl směřovat k jeho sdílení i s dalšími vzdušnými, námořními a pozemními platformami (zavrženo bylo ale přímé spojení s F-22). Potvrzuje to skutečnost, že lze tento směrový spoj využívat s velmi proměnným výkonem (max. asi až 280 W) a jeho dosah lze tím korigovat od jednotek kilometrů (mezi stroji F-35), přes desítky kilometrů (začlenění do námořního systému PVO Aegis) až po stovky kilometrů (kontakt s řídicími vzdušnými platformami). Vliv to bude mít zejména na pracoviště typu AWACS (E-3, E-3). Od roku 2017 je testován podvěsný kontejner Talon HATE (Advanced Tactical Exploitation) nesený víceúčelovými bojovými letouny F-15C schopný vytvořit komunikační bránu mezi systémy IFLD, MADL, Link 16 a CDL. Lze předpokládat, že obdobný systém bude integrován přímo do letounů AWACS nebo bezpilotních platform RQ-4 Global Hawk a MQ-4C Triton. Mohlo by tak dojít ke směrovému vysokorychlostnímu datovému propojení mezi letouny F-35 působícími v oblasti A2/AD s mimo ni letícími řídicími centry, data „nasátá“ do senzorických systémů víceúčelových bojových letounů Stealth by tak byla v reálném nebo blízkém čase k dispozici i nejvyššímu velení.

Výše nastíněná možnost odeslání velkého množství dat letouny F-35, a to přímo z oblasti A2/AD, byla částečně ověřena již v roce 2016. Datalink MADL byl tehdy použit k propojení letounu F-35 s pozemním odpalovacím zařízením střely SM-6 systému Aegis. Do celého procesu byl rovněž zapojen AWACS letoun E-2D Advanced Hawkeye. Potvrdilo se, že senzorický systém F-35 doslova „natlačí“ do řídicího systému Aegis obrovské množství dat využitelných ke včasné a přesné protivzdušné obraně námořního svazu. Aplikace námořních F-35C a F-35B v roli předstunutého senzoru systému Aegis je tedy logická, povede rovněž k vytvoření specifických námořních módů radaru AN/APG-81. Bez využití kapacit směrového datalinku MADL by taková integrace nebyla možná. Obdobně lze předpokládat postupné pronikání této technologie i na pracoviště ALO pozemních sil, včetně těch působících přímo pod příkrovem protivníkových systémů A2/AD.

Datalink MADL najde bezpochyby uplatnění i u připravovaných robotických wingmanů, bezpilotních víceúčelových letounů Stealth tvořících společnou formaci se stroji nebo i jen s jedním strojem F-35. Jsou-li nyní v typické formaci F-35 čtyři pilotované stroje, bude se tento poměr stále snižovat, až dosáhne poměru 1:3. Již zmíněný britský Stealth typ Tempest má být koncipován jako volitelně pilotovaný i bezpilotní, což má být i jeden z rysů 6. generace víceúčelových bojových letounů. Fyzicky jsou nyní testovány spíše levnější čistě bezpilotní prostředky. Námořnictvo již vybralo typ MQ-25 Stingray, primárně sice určený jako létající cisterna pro doplňování paliva za letu, ale systémově uvažovaný i pro aktivity ISR (standardně má mít integrovány i různé senzory) a komunikační relay. Vzdušné síly zkouší levněji řešený (ale stále s mnoha prvky Stealth) letoun XQ-58 Valkyrie pojatý jako „spotřební“ wingman určený pro nesení výzbroje (typicky dvou pum GBU-39/B SDB II) a specifického vybavení architektury C4ISTAR. Oba prostředky jsou zapojeny do programu LCAAT (Low Cost Attritable Aircraft Technology) posuzujícího operační možnosti přímé součinnosti F-35 s drony.

Čtvrtým (po Link 16, TTNT, MADL) stěžejním komunikačním systémem modulu CNI je vysokorychlostní satelitní komunikace WGS (Wideband Global SATCOM), jejíž rozměrná Stealth anténa se nachází na hřbetu letounu. Opět jde o plochou anténu pracující v pásmech X (8–12 GHz), Ku (12–18 GHz) a Ka (26,5–40 GHz) a pravděpodobně i Q (až 50 GHz). Tento spoj mohou americké F-35 použít i k přímé komunikaci se čtyřmi svými létajícími velitelskými centry E-4B (Boeing 747-200), vždy stínující pověstné prezidentské speciály Air Force One. Daleko běžnější bude ale použití WGS pro výměnu dat s řídicími centry PVO (včetně letounů AWACS) a ISR (včetně řídicích středisek, RQ-4, MQ-4C), velitelskými stanovišti, mobilními místy velení bojových jednotek i specifickými uživateli, jako jsou námořní protiponorkové letouny P-8A Poseidon (Boeing 737) a pozemní sledovací letouny E-8 Joint STARS (Surveillance Target Attack Radar System; Boeing 707). Pro všechny tyto plat-

formy mohou F-35 působit cestou WGS jako předstunuté senzory, nebo naopak mohou touto cestou letouny F-35 získat velké objemy potřebných dat, např. typu ISR. Je-li datalink MADL spíše Intranetem, pak WGS odpovídá internetu, a to se všemi klady i zápory.

V prostředí A2/AD bude možné data z WGS přijímat, ale vysílání bude problematické. Dalším kritickým prvkem je zabezpečení, i když je šifrování postaveno na robustní technologii HAIPE (High Assurance Internet Protocol Encryptor) může být pro avionický systém F-35 fatální i obsah získaných relací. Zabránit je třeba především vnějšímu zavirování systému. Odpovídající kybernetická bezpečnost je tak nedílnou součástí návrhu provozu modulu CNI do té míry, že se tradiční akronym C4ISTAR nyní již posouvá k podobě C5ISTAR, kde je již páté „C“ spojováno právě s Cyber Security (pro úplnost je nutné dodat, že toto je spíše evropský pohled, mnozí Američané jej místo toho přiřazují ke Combat Systems – v případě F-35 jde např. o systémovou souvztažnost s GBU-53/B).

Samotný modul CNI má podobu specifického racku s množstvím výměnných aplikačních karet. Po celém letounu je následně rozmístěno třicet na něj napojených konformních (Stealth) antén schopných udržovat deset komunikačních směrů, současně lze přitom používat až osm komunikačních kanálů. Disproporce 10:8 je dána především datalinkem MADL a částečně vlnovými formami Link 16/TTNT. Mimo ně je podporováno dalších 37 vlnových forem. Plných čtyřicet je zatím definovaný cílový stav (v budoucnu přibudou jistě i další), schopnost jejich používání bude nabíhat postupně – např. kompatibilita se SATURN má být dosaženo s Blockem 4). Komunikační systém tedy zahrnuje i standardní taktické (ne-Stealth) vlnové formy jako je ALE 3G pro pásmo KV (1,6–29,999 MHz), SINCGARS ESIP (Britové používají obdobný systém Bowman) pro pásmo VKV (30–88 MHz), již zmíněné HQ I/II a SATURN i celou škálu taktických satelitních spojů (DAMA, IW, MUOS). Modul CNI je schopen pracovat nejen se zprávami „J“ Linku 16, ale i delšími taktickými krátkými zprávami „K“ formátu VMF (Variable Message Format, MIL-STD-6017) používanými v pásmech VKV a UKV nebo s elektronickou poštou MIL-STD-188-184 pro KV, VKV a TACSAT. Tato variabilita podporuje zejména nasazení CAS a působení ISR při přímé podpoře bojových jednotek i v situaci, kdy není potřeba plná schopnost Stealth.

Samostatnou oblastí jsou vlnové formy vycházející ze STANAG 7085 CDL (Common Data Link) používané k přenosu objemných dat, nejčastěji k broadcastu videa s metadaty v reálném čase. Zdrojem vysílání jsou zejména optoelektronické senzory letounů (včetně podvěsných optoelektronických kontejnerů jako je Sniper XR/ATP) a bezpilotních systémů UAS (Unmanned Aerial System). Příklad bitevního vrtulníku AH-64E naznačuje, že jsou použitelné i pro aktivity MUM-T, tedy ovládání, případně řízení bezpilotních prostředků UAV (Unmanned Aerial Vehicle). Na rozdíl od datalinku MADL slouží ke kooperaci s ne-Stealth systémy, jako je MALE (Medium Altitude, Long-Endurance) prostředek MQ-1C Predator a TUAV (Tactical Unmanned Aerial Vehicle) RQ-7 Shadow pozemních sil, a to přes datalink TCDL (Tactical Common Data Link), případně i obdobný námořní STUAV typu RQ-21A Blackjack, nebo vševojskový SUAV RQ-20B Puma, používající již derivát DDL (Digital Data Link). V případě samotných vzdušných sil je zájem o součinnost s MALE MQ-9 Reaper, alespoň na vzdáleném ovládání/směrování optoelektronického senzoru řady MTS (Multi-spectral Targeting System) umožňujícího i navádění laserem řízených pum a raket (letouny MQ-9 běžně nosí až 4 ks laserem řízených PTRS AGM-114R Hellfire). Jelikož jsou systémy ROVER provozovány i v pásmu Ku, lze předpokládat, že pro novou generaci ROVER-NG bude možno využít i MIDAS anténní prvky datalinku MADL.

Zcela specifickou kategorií tvoří komunikační technologie užívané pro podporu přiblížení a přistání/vzletu, zejména na palubách letadlových lodí. Klasická pozemní (F-35A) a námořní (F-35C) i kolmostartující (F-35B) verze tak využívají vlnovou formu JPALS (Joint Precision Approach and Landing System). Na rozdíl od nyní používaného, a na typu F-35 rovněž dostupného typu TACAN,

je tato verze lépe zabezpečena proti elektronickému boji. Systémově se s její pomocí sdílejí poziční data z družicového navigačního systému GPS a letová data se upravují na základě vzájemné difference přijímačů. Vývoj systému JPALS započal roku 2008 a na letounech F-35 je operačně používán od roku 2018. Využívat by jej měla i bezpilotní platforma MQ-25. Součástí modulu CNI je tak samozřejmě i výkonný přijímač GPA a inerciální navigační systém využívající technologii HRG. Údaje z navigačního systému se používají i pro různé módy identifikace vlastní – cizí (IFF – Identification Friend or Foe).

Komunikační, navigační a identifikační modul AN/ASQ-242 je určen pro systémové naplnění těchto schopností:

- taktickou komunikaci pomocí Link 16 (STANAG 5516) včetně spojení vzduch-země a korekce inteligentní munice (GBU-53/B, SPEAR, JSOW, AARGM);
- operační komunikaci s ne-Stealth letouny a velitelskými i řídicími centry pomocí vlnové formy TTNT;
- vysokorychlostní datalink MADL pro utajenou komunikaci ve formaci letounů F-35, s jejich perspektivními Stealth wingmany, případně s vnějšími komunikačními bránami;
- vysokorychlostní satelitní spojení (SATCOM) WGS;
- stávající taktickou komunikaci v pásmech KV (ALE 3G), VKV (SINGARS, Bowman), UKV (HQ I/II, SATURN) a TACSAT (DAMA, IW, MUOS);
- navigaci pomocí diferenčních rádiových spojů (TACAN, JPALS), družicového navigačního systému (GPS navstar) i inerciálních systémů (HRG, případně i celestiální navigace);
- identifikaci vlastní – cizí.

3. 3. Letoun F-35 Lot 15 (Block 4)

Víceúčelový bojový letoun Stealth F-35 poprvé vzlétl 15. prosince 2006 a počáteční operační schopnosti IOC (Initial Operating Capability) dosáhl u americké námořní pěchoty 31. 7. 2015 (verze F-35), u amerických vzdušných sil 2. srpna 2016 (verze F-35A) a u amerického námořnictva 28. 2. 2019 (verze F-35C). Jako první ale nasadili F-35 do boje Izraelci, jejichž avionicky poněkud odlišné F-35I Adir zaútočily 22. května 2018 na iránské cíle v Sýrii. Nad syrské bojiště se v červnu 2019 vydaly i britské letouny F-35B, prováděly zde ozbrojený průzkum. Američané využili F-35B poprvé bojově v září roku 2018 nad Afghánistánem. V říjnu 2019 měla flotila asi 500 letounů F-35 nalétáno u všech uživatelů přes 220 000 letových hodin. Přesto všechno má být plně operační způsobilosti FOC (Full Operational Capability) dosaženo až v roce 2023, a to již s několikaletým zmiňovaným upgrade Blockem 4. Přímou ve výrobě by měl být uplatněn od série Lot 15, předchozích čtrnáct výrobních sérií zahrnujících asi 979 ks letounů bude muset být modernizováno.

Modernizace Block 4 je pro projekt F-35 klíčová, nejde jen o 80% softwarový upgrade, ale i rozsáhlé změny hardwaru dosahující až 25 % konstrukce. Zcela nové by měly být situační senzory EO-DAS i senzor AEOTS, podstatné změny (výměny komponent) by se měly dotknout komplexu elektronického boje EW/CM i komunikačně-navigačního-identifikačního modulu CNI, softwarově by měl být modernizován i radar AN/APG-81. Jednotková cena modernizačního balíčku by pro starší letouny mohla být i přes 20 mil. USD (cca 500 mil. Kč) a bude jen na uživateli, zejména těch zahraničních, zda jej uplatní. Jen samotný vývoj těchto změn (Block 4) si přitom vyžádá investice ve výši min. 16 mld. USD. To vše ukazuje, jak je projekt letounu F-35 náročný (i drahý).

Klíčovou schopností Block 4 je však kompatibilita letounů F-35 s novou inteligentní municí GBU-53/B, SPEAR 3 a zbraňovými kontejnery AGM-154C-1 JSOW, tedy s první výzbrojí, která je efektivně použitelná proti klíčovým prostředkům konceptu A2/AD – systémům protivzdušné obrany S-400 (v roce 2023 již budou mít ale Rusové v operačním nasazení ještě výkonnější systém S-500). Dosud integrované řízení pumy JDAM a Paveway bylo možné odhodit na cíl ze vzdálenosti max. 30–20 km, tedy již v kritické vzdálenosti od nebezpečných zaměřovacích/střeleckých radiolo-

kátorů 96L6E/92N6E. Plných 17 let tak potvrzuje, že bude typ F-35 schopen splnit účel, pro který byl zrozen.

Součástí modernizace Block 4 by měl být i automatický protikolizní systém GCAS (Ground Control Collision Avoidance System) eliminující nebezpečí srážky se zemí při letu v nízkých výškách, nový a rychlejší panoramatický displej s řídicí jednotkou i zcela nový 25krát rychlejší centrální počítač ICP. Uvažována je i podpora součinnosti s bezpilotními prostředky pomocí datalinku ROVER-NG. Bude-li zahrnuta i podpora Stealth bezpilotních wingmanů (MG-25, XQ-58), není zcela jasné, spíše lze předpokládat opak, neboť i tyto prostředky jsou nyní jen ve vývoji (operačního nasazení MQ-25 má být dosaženo přibližně okolo roku 2025, tedy až po upgrade Block 4).

Okolo roku 2028 by měl následovat neméně ambiciózní upgrade Block 5, jehož součástí asi bude i úprava pohonné jednotky F135. Po něm by mělo dojít k 10% zvýšení jejího tahu, 5% úspoře paliva (zvýšení doletu) a modernizován by měl být i agregát zajišťující produkci elektrické energie, což je důležité zejména s ohledem na uvažovanou zástavbu vysoce výkonných bojových laserů. S Blockem 5 jde rovněž očekávat nástup součinnosti letounů F-35 s bezpilotními Stealth wingmany, postupná evoluce systému ale povede k plnému operačnímu nasazení až po roce 2030. Jedná se tedy o neustálé technologické soupeření, otázkou zůstává, bude-li na něj prostor.

4. RUSKÉ A ČÍNSKÉ LETOUNY STEALTH

Kultura Západu není v lidské civilizaci osamocena, což je i důvod vzniku a existence víceúčelových bojových letounů Stealth typu F-35. Ty jsou sice určeny proti pozemním systémům zabezpečujícím oblasti A2/AD, ale zanedlouho budou i ony čelit Stealth bojovým letounům potenciálních protivníků. Vlastními víceúčelovými bojovými letouny Stealth již disponuje Rusko (Su-57) i Čína (J-20, FC-31), hlavní obhájci konceptu A2/AD. Může se to zdát na první pohled nelogické, ale i tyto systémy jsou součástí systému zbraňujícímu vstup do zájmových oblastí těchto mocností, na rozdíl od víceúčelových amerických strojů jsou ruské a čínské letouny s prvky Stealth součástí konceptu A2/AD.

4. 1. Ruský Stealth letoun Su-57

Kultura Východu, považující se rovněž za dědice starověkého římského impéria, často nejen kopíruje chování svého západního soupeřníka, ale přichází i s vlastními originálními řešeními – důkazem jsou i samotné prostředky konceptu A2/AD. Většina kroků Západu je tak vyvažována odpovědí Východu a naopak. Jelikož má nyní za tento kulturní okruh opět odpovědnost Ruská federace, musela i ona připravit vlastní víceúčelový bojový letoun Stealth a i zde uplatnila svůj svébytný přístup. Letoun Su-57 byl vyvíjen poměrně dlouho, koncepčně již od roku 1979, nejprve jako sovětská odpověď na program F-22, po roce 2002 již jako první ruský bojový Stealth. Všechny aktivity propojoval projekt PAK FA (Perspektivnyj Aviacionnyj Kompleks Frontovoj Aviacii).

Operačně Rusové nepotřebují stroj k průniku na nepřátelské území jistě silnou protivzdušnou obranou, naopak jim jde především o letoun schopný vybojovat a udržet vzdušnou převahu, typicky pod příkrovem prostředků konceptu A2/AD. Systémově jde o určitý negativ k americkému F-35, který se má co nejbližší a nepozorovaně přiblížit k centrálním (pozemním a námořním) ruským radarovým systémům a tyto zničit. Ruský Stealth Su-57 se má naopak vydat vstříc klíčovým spojenectvím (NATO) prvkům síťové infrastruktury NCW, detekovat je co nejdál od svého „ústředí“ a tyto zničit jak pomocí svých palubních zbraní, tak ve vazbě na systémy S-350/400/500. Je-li u F-35 uvažována protizemní součinnost s víceúčelovými raketomety HIMARS, pak je obdobná, ale protivzdušná kooperace předpokládána u Su-57 ve spojení s ruskými systémy PVO. Letoun Su-57 tak pokračuje nejen v tradici přepadových stíhačů (viz typ Su-9 a jeho útok na U-2 v roce 1960), ale ujímá se i zcela nové role – představeného létajícího „Stealth“ radaru.

Stěžejním situačním senzorem F-35 je pasivní optoelektronický systém DAS (EO-DAS), u Su-57 je to naopak obdobně vícesměrový, ale radarový komplex N036 Bjelka skládající se nejen z dopředného centrálního palubního radiolokátoru N036-1-01, ale i dvou postraních N036B-1-01. Všechny tři radiolokátory jsou typu AESA (hlavní má 1 552 Tx/Rx modulů, boční mají po 358 modulech) a pracují v pásmu X, tedy ve stejném frekvenčním rozsahu jako palubní radiolokátor AN/APG-81 strojů F-35. I systém Bjelka lze používat k pasivní detekci protivníka, umí rovněž i aktivní elektronický boj včetně modulovaného zneviditelnění se před aktivně vysílajícím radarem protivníka, a to nejen na přiletu, ale i zboku. Set je navíc na obou náběžných hranách centrálních nosních ploch doplněn poli N036L-01-01 pracujícími v pásmu L. Obě pásma lze používat společně obdobně, jako používá kombinaci radarů k detekci i pozemní systém S-400. Účel je zřejmý – co nejrychleji a co nejdál od centrálních prvků A2/AD zachytit mj. letoun F-35 (nebo i F-22, případně další Stealth konstrukce – B-2, připravovaný B-21 apod.) a zničit jej. Systém Bjelka je schopen současně sledovat až 60 cílů ve vzduchu a 4 na zemi, přičemž palbu lze vést na 16 z nich.

Standardně mají být letouny Su-57 vyzbrojeny ve vnitřních šachtách až čtyřmi kusy radiolokačně naváděných řízených střel řady R-77 a dvěma infračervenými R-74 pro boj na krátkou vzdálenost. Uvažovaná řízená střela R-77M je rovněž opatřena naváděcím radiolokátorem AESA a má mít účinný dosah plně srovnatelný s americkým typem AIM-120D, tedy přes 160 km. Kombinace systému Bjelka s raketami R-77 by měla umožnit letounům Su-57 vést aktivní i pasivní boj s protivníkovými letouny Stealth asi v rozsahu 300°. Nejen zadní část letounu je chráněna systémem pro elektronický boj L402 Himalaja, jenž je i plně propojen s radiolokátory Bjelka. Funkci vysunutého/předsunutého systému protivzdušné obrany by měl rovněž podporovat specializovaný zabezpečený datalink S-111 s dosahem až 1 500 km.

Uvažovaný dosah spojení rovněž ukazuje i hlavní účel nasazení letounu Su-57, likvidaci klíčových vzdušných středisek velení (E-4), řízení (E-3, E-8) a provádění ISR (RQ-4), elektronického (RC-135) nebo protiponorkového (P-8, MQ-4) boje, případně i létajících tankerů. Tomu by nasvědčovala i probíhající integrace a přizpůsobení hypersonické (rychlost 6 Ma, až 7 350 km/hod.) řízené střely R-37 typu vzduch-vzduch, původně určené pro záchytné stíhače Mig-31. Testy nového provedení R-37M, stále spojeného s modernizovanými a velmi rychlými Mig-31BM, byly ukončeny roku 2018 s tím, že byly zasaženy cíle až ve vzdálenosti 398 km. Pro letouny Su-57 je tato střela přizpůsobována pod označením Izdelije 810 a právě jejich nosič s vlastnostmi Stealth by jim měl umožnit dostat se k výše uvedeným důležitým cílům „nepozorovaně“ co nejblíže. Uvažujeme-li, že detekční dosah radarů kompletu Nebo-M je již přes 600 km a letální dosah protivzdušných systémů S-400/500 zatím jen asi do 500 km, pak je nasazení kombinace Su-57/Izdelije 810 zcela logické. Hypersonické řízené střely vzduch-vzduch by přitom bylo možné odpalovat stále z příkrovu A2/AD.

Dalším strategickým cílem ruských Su-57 by mohly být i spojenecké letadlové lodě, základny letounů F-35C/B a EA-18G. I zde Rusové předpokládají možnost nasazení upravené protizemní hypersonické řízené střely, v tomto případě navazující na typ Ch-47M2 Kinžal rovněž nesené letouny Mig-31K. Střely Kinžal patří od roku 2018 k šesti klíčovým ruským strategickým zbraňovým systémům (společně s mezikontinentálními jadernými střelami Sarmat, jejich hypersonickými bojovými moduly Avangard a dále s řízenou střelou Burevestnik opatřenou nukleárním motorem, jaderným torpédem/dronem Poseidon i bojovým laserem Peresvet). Dolet této protizemní/protilodní střely s kombinovaným družicovým/inerciálním navigačním systémem a rychlostí mezi 10–12 Ma (12 250–14 701 km/hod.) má být 2 000 km.

Od roku 2019 je nasazení Su-57 spojeno i s vyvíjeným ruským bojovým dronem Stealth S-70 Ochotnik s plánovanou nosností až 2 000 kg, což by mu mělo umožnit nesení řízených střel Izdelije

810 i Kinžal. Společný profil použití by umožnil stroji Su-57 zůstat pod ochranou oblasti A2/AD a za tu vysunout právě tento dron s příslušnými řízenými střelami. Účinné by to mohlo být zejména proti námořním svazům letadlových lodí. Dronů přitom může být nasazeno více, jejich ztráta není ani pro ruské vzdušné síly tak bolestná jako ztráta bojového letounu s pilotem. Dron Ochotnik je podzvukový stroj, a proto je použitelný i s klasickou konvenční výzbrojí, včetně protilodních řízených střel Ch-35, opět s aktivním radarovým naváděním v pásmu X a dosahem až 300 km.

Letouny Su-57 mají být ve srovnání s typem F-35 i podstatně hbitější a obratnější. Drak je konstruován až k odolnosti 15 G, což je hodnota, kterou již lidský organismus nezvládá (drak nejodolnější verze F-35A je schválen do přetížení 9 G) a měl by umožňovat všechny manévry jako stávající víceúčelové bojové letouny 4,5. generace Su-35, což je pravděpodobně nejobratnější víceúčelový bojový letoun všech dob. Ve srovnání s americkou konstrukcí je i rychlejší (2 Ma oproti 1,61 Ma) a má schopnost „supercruise“, tedy nadzvukového letu bez zapnutého přídavného spalování (typicky 1,6 Ma) i vyšší dostup (20 000 m místo 18 000 u F-35).

Přes všechny své klady, zejména letové vlastnosti, je letoun Su-57 vůči F-35 hendikepován v jednom velmi podstatném parametru; disponibilním počtu. Zatímco se v případě F-35 předpokládá do roku 2028 produkce ve výši min. 2 000 ks, bude Su-57 k dispozici v pouhých 76 exemplářích (již nyní je k dispozici 10 létajících prototypů). Typ tak nevyváží ani disponibilní počet stroje F-22 (187 ks), proti nimž byl i původně projektován. Malý objem produkce přinese i velké problémy s logistikou, a proto nelze konstrukci Su-57 považovat za víceúčelový bojový letoun Stealth, ale spíše za doplněk/podporu masivně nasazovaných systémů A2/AD jako jsou PVO komplety S-400/500. Hlavním úkolem ruského letounu Stealth bude asi likvidace zjištěných významných vzdušných cílů ležících za hranicí účinného dostřelu pozemních protiletadlových raket, ale stále ještě v detekčním dosahu systémů S-400/500. Klíčovou zbraní Su-57 bude derivát řízené střely R-37M. Komplet Su-57/Izdelije 810 lze tedy považovat za Stealth pokračovatele konceptu Mig-31/R-33 určeného kdysi proti americkým strojům SR-71 a B-1.

4. 2. Čínský Stealth letoun J-20

Bipolární svět vzal roku 1991 rozpadem Sovětského svazu za své a během jedné další generace se další ze světových velmocí stala i Čína. Novodobá „říše středu“ navazuje na své bohaté kulturní dědictví, v jehož stínu si jen pomalu a těžko uvědomujeme, že v čele civilizačního úsilí nebyl vždy jen Západ. Rychlost, s jakou Číňané své mocenské postavení obnovili, by bez této tradice nebyla možná. Bytostným zájmem Číny je především obnova své celistvosti dotčené uplynulým obdobím kolonialismu a udržení převážně obchodních (nikoliv ekonomických) zájmů, což je i hlavním sporným bodem ve vztahu k Západu, přednímu kolonizátoru minulosti. Snaha o opětovnou kontrolu obchodních tras, zahrnujících i dominanci nad Jihočínským mořem, vede Čínu do konfrontace zejména s námořními svazy amerických letadlových lodí, jištěných systémem protivzdušné obrany Aegis, Stealth palubními letouny F-35B/C a letouny elektronického boje EF-18G. Tyto skutečnosti definují i podobu a možný způsob nasazení čínského víceúčelového bojového letounu Stealth.

Čína má kulturně k aplikaci konceptu A2/AD velmi blízko, timokraticky pojaté vládě zdejších úřadů více jak vyhovuje. Vojenský systém vnější dominance pak velmi účelně doplňuje vlastním vnitřním sociálním kontrolním systémem, jenž inspiruje i ostatní prosazovatele a uživatele A2/AD nejen na Východě, ale i v Orientu. To vše komplikuje snahy Západu o jeho „otevřenou“ (založenou na svobodné vůli jedince) dominanci. Čínu dlouho vnímal jen jako „rozvojového“ producenta levného spotřebního zboží. Západ navrhoval, Čína vyráběla, ale nyní zbohatla, přesto chce produkovat dál, ale již zcela ve své režii; odbyt na hedonistickém Západu má přitom zůstat zachován, přidat se mají nové trhy, nejen asijské, ale i ty africké. To Západu nevyhovuje, rád by své výrobní kapacity

přesunul tam, kde je to výhodné pro něj a rostoucí vliv Číny omezil. Obchodní schopnosti Číňanů jsou ale starší a „protřeplejší“. Obchodní válku doplňuje demonstrace síly, zejména na moři, a pro takovou jsou nyní nevhodnější letadlové lodě – Američané jich mají trvale více jak deset.

Roku 1998 koupila Čína nedostavěnou sovětskou/ruskou letadlovou loď Varjag, deklarovala přitom záměr proměnit ji v zábavní park. O čtrnáct let později ale byla, již s novým jménem Liao-ning (Type 001), zařazena do služby jako první čínská letadlová loď. Zkopírovali pro ni i ruské palubní letouny Su-33, označené nyní J-15 a vyvinuli vlastní zcela nový typ J-10, u kterého zase využili izraelských zkušeností s demonstrátorem Lavi. Od roku 2019 již Čína disponuje vlastní letadlovou lodí Type 001A a ve svých loděnicích má rozestavěny další dvě Type 002, následovat by měla stavba několika kusů Type 003. Cíl je jasný, co nejdříve vyrovnat námořní sílu USA. Pokud se před světem opět neuzavře, může tento smělý cíl naplnit do roku 2030. Potřebuje k tomu i odpovídající letouny, nejlépe kategorie Stealth. V srpnu roku 2019 byl pro tento účel vybrán (soutěžil s menším a konkurenčním čínským FC-31) již existující čínský víceúčelový bojový letoun Stealth J-20. Na rozdíl od 10 prototypových Su-57 byl do operační služby zaveden, celosvětově jako třetí v pořadí (po amerických F-22 a F-35), víceúčelový letoun Stealth roku 2017 a nyní mají Číňané k dispozici již bojovou letku s min. 28 kusy.

Víceúčelový bojový letoun Stealth J-20 má přibližně stejný rozpětí jako americká palubní verze F-35C, ale je o čtvrtinu delší (20,4 m oproti 15,5 m). Na rozdíl od F-35C jej pohánějí dva motory a má schopnost „supercruise“. Aplikace kachních ploch a absence směrovek svědčí o tom, že při jeho konstrukci byla velká pozornost věnována i manévrovatelnosti – jednoznačně jde nejen o vliv ruské letecké školy, ale i zkušeností z podobně řešeného a již zmíněného izraelského demonstrátoru Lavi. Velikostí, použitím dvou motorů, maximální rychlostí přes 2 Ma a schopností dlouhodobého nadzvukového letu bez přídavného spalování má tedy J-20 blíže k F-22 než k F-35, přesto jde od počátku o víceúčelový stroj připravený pro masovou výrobu; a v Číně to opravdu znamená „masovou“. Víceúčelovost J-20 podtrhuje integrace situačního systému podobnému americkému DAS (opět jde o šest všesměrových senzorů), optoelektronického senzoru EOTS-86 (rovněž ekvivalent amerického EOTS, ale před kabinou má i výsuvný samostatnýIRST senzor EORD-31), komplexu elektronického boje a protipatření i komunikačního modulu. Aplikován je rovněž víceúčelový radiolokátor AESA, podobně jako u F-22 osazený více jak 2 000 moduly.

Čínský víceúčelový bojový letoun Stealth J-20 má velkou šanci být důstojným protivníkem spojeneckých F-35, a to nejen politicky. Tyto stroje mohou jistit čínské námořní svazy zejména proti obdobným americkým a australským formacím v Pacifiku a Indickém oceánu. Podstatná je zejména kontrola Jihočínského moře a námořních tras do Afriky a Perského zálivu. V cestě jim nebudou stát pouze letouny F-35, ale především americký námořní systém protivzdušné obrany Aegis, jehož eliminace bude asi i hlavním úkolem typu J-20. Nemusí přitom jít přímo o ničení jeho nosičů, jako spíše o jejich zneschopnění; formu elektronického boje. Samotné letouny F-35 námořní jednotky neochrání a nefunkční systém Aegis by je donutil stáhnout se, což by bylo samo o sobě čínským vítězstvím a spojeneckou potupou; zvláště pokud by se to dělo opakovaně. Roku 2019 přechýlilo námořnictvo Čínské lidové republiky v počtu hladinových plavidel US Navy; nyní pro něj přišel čas přejít od kvantitativního skoku ke kvalitativnímu, což bez letadlových lodí a adekvátních víceúčelových letounů Stealth není možné.

Vnitřní zbraňová šachta letounů J-20 je poměrně mělká a nebude v ní možné nést těžkou protizemní výzbroj, jako jsou pumy ráže 1 000 liber (459 kg) a více nebo výkonné a těžké protizemní zbraňové kontejnery. Je však poměrně rozměrná, účelně v ní lze uložit 4–6 těžkých řízených střel s délkou přes 4 m. Okamžitě se nabízí představa jejího využití pro výkonné čínské střely vzduch-vzduch řady PL-15, které jsou s určitou nadsázkou považovány za protiváhu dosud vyvíjeného

amerického typu AIM-260. Jejich použití je logické, letouny J-20 jsou běžně prezentovány se čtyřmi střelami tohoto typu, ale nepůjde asi o hlavní účel a existenci čínského víceúčelového bojového letounu Stealth. Dlouho se totiž spekulovalo o jeho dvoumístné verzi a roku 2019 se objevila první fotografie tohoto provedení. Americké F-22 a F-35, ani ruský Su-57 přitom v dvoumístném provedení neexistují – komplikuje to charakteristiku Stealth a výcvik i přípravu pilotů lze řešit efektivněji i jinak. Dvoumístným víceúčelovým bojovým letounem, který zde byl již zmíněn, je americký typ EA-18G Growler určený k vedení elektronického boje s prostředky konceptu A2/AD. I Čína, snažící se o dominanci na „jednom pásu“ (One Belt), konkrétně na námořní cestě mezi čínskými a asijskými i africkými přístavy, může vnímat zde se pohybující spojenecká plavidla jako jakýsi „mořský A2/AD“ Západu. A právě potlačení tohoto „koloniálního artefaktu“ a globalizačního úsilí z Evropy vzešlých obchodníků je i hlavním cílem Číňanů; chtějí obnovit kontrolu „svého moře“ a letoun J-20 má být jedním z jejich nástrojů.

Dvoumístné stroje J-20 je tak možno vnímat jako Stealth ekvivalent k americkému EA-18G Growler, jednomístné verze by měly naopak působení svých kolegů ochránit před hrozbami ze vzduchu. Koncept nasazení je obdobný jako u Rusů, pro Číňany jsou ale klíčové nikoliv vzdušné, nýbrž především námořní cíle – nosiče systému Aegis. Nemusí jít nutně (ve srovnání s ruským přístupem) o hrozbu jejich fyzické likvidace, půjde spíše o jejich potlačení, vytlačení a „dehonestaci“. Kinetické útoky mohou nahradit manévry elektronického střetu. Specializovanými letouny pro elektronický boj disponuje Čína již nyní – těžkými JH-7A (rozměrově podobný ruskému Mig-31, ale se zcela jinými výkony i určením) i víceúčelovými J-16D (vycházejí z ruského Su-30). Velmi aktivní jsou Číňané i při vývoji protiradiolokačních řízených střel, velká očekávání vkládají zejména do typu YJ-91 s vyhledávacími hlavicemi vyměnitelnými v „polních podmínkách“.

Určení letounu Stealth pro aktivní vedení elektronického boje, spojeného mj. i s detekovatelným vyzařováním, se může zdát nesmyslné, ale i F-35 aktivně využívá palubní radiolokátor k potlačení a „zneviditelnění se“ před radary systémů A2/AD. O něco takového může jít i Číňanům, zvláště když jsou ve strojích J-20 i boční Stealth pumovnice pro kratší střely „vzduch-vzduch“ s infračerveným naváděním. Místo nich mohou být osazeny výkonnými radiolokátory, podobně jako ruské stroje Su-57. Součástí čínských aktivit může být přitom i kybernetický útok – hackování. To vše se lépe řídí z dvoumístného než jednomístného stroje, důkazem je i americký EA-18G. Další aktivitou lépe vedenou v tandemu pilot-operátor je i součinnost s bezpilotními prostředky pojatými nikoliv jako pouhé nosiče výzbroje a systémů, ale aktivní systémy elektronického boje a ISR. Zde Číňané disponují bezpilotním samokřídlem GJ-11 (podobá se americkému experimentálnímu XB-47B, je to lepší Stealth konstrukce než ruský S-70) i vysokorychlostním/hypersonickým dronem WZ-8. Případná kombinace J-20, GJ-11 i WZ-8 by mohla být pro americký systém Aegis velmi nepříjemná, zvláště použila-li by se ve větším počtu. Velmi rychlé průlety WZ-8 i řízené „prosakování“ GJ-11 by spojenecká námořnictva nutila přijímat protipatření demaskující jejich schopnosti a možnosti, které by byly „skryté“ monitorovány dvoumístnými letouny J-20 pro elektronický boj a v návaznosti na to dále upravována činnost jak samotných J-20, tak i dronů. Čínské námořnictvo by tak mohlo výrazně omezit manévry spojeneckých námořních svazů a vynutilo by si v zájmových oblastech odstup podobně jako od svých umělých ostrovů v Jihočínském moři.

5. STŘET A2/AD A STEALTH

Uplynulých třicet let (1989–2019) lze vnímat jako dobu jištěnou americko-sovětskou (ruskou) smlouvou INF (Intermediate-Range Nuclear Forces Treaty) z roku 1987, která sice neodstranila jadernou diplomacii strategické třídy, ale umožnila globální rozvoj regionů. Sovětský blok se rozpadl, jeho členské státy přešly z plánovaného hospodářství na tržní ekonomiku, vzájemnou interakci svobodného

podnikání se svět globalizoval; hmotné bohatství bylo rozloženo rovnoměrněji. Zvýšená výměna zboží vedla i k větší sociální mobilitě a lidé si začali více uvědomovat vzájemnou rozdílnost kultur, odlišné dějinné dědictví. I když jim zvýšený globální informační tok a spotřební zboží přineslo více pohodlí, nechtěli se vzdát tradice, nutně tak muselo dojít a dochází ke střetům. Nemusí mít nutně povahu války, globálně jsou sice vedeny operace GWOT (Global War On Terrorism), reálně se ale jedná spíše o střet kultury Západu s emancipujícím se světem Orientu, spojeného nyní s náboženstvím islámu, vůči kterému se obdobně vymezuje i Východ a Čína. Klíčovým konfliktem současnosti je spíše obrana povahy vlastní kultury/civilizačního okruhu.

Rusům se sice velmi líbí Toskánsko a Provence, chtějí podnikat a žít v Londýně, ale nechtějí si nechat vzít „své Rusko“, za jehož součást považují i Balt a Černomoří. Obdobně i Číňané uznávají výhody propojené světové ekonomiky, nemálo z ní profitují, ale opět je (zatím) pro ně nepřekročitelnou hrází opuštění kontroly jednotné Číny i do ní směřujících a z ní vycházejících cest. Probudil se také Orient, spojený nejen s Arábií, ale i s Persií a Osmany. Ti všichni sice chtějí udržet vzájemné propojení, ale současně si i uchovat dominanci nad tím „svým“, jenž může být logicky i stále větší. Společným zájmem je kontrola vstupů a výstupů z „jejich“ oblastí, případně zákaz či odepření vstupu do nich. Rozvíjejí proto systémy A2/AD založené zejména na kinetických schopnostech spojených s protizemními řízenými střelami osazenými nukleárními hlavicemi a výkonnými raketovými systémy protivzdušné obrany. Základním senzorem tohoto konceptu jsou radary.

Klíčovým bojovým prostředkem Západu se během 20. století staly vzdušné síly. Radar (Radio Detection And Ranging) byl následně vyvinut jako (britský) obranný systém, útočnou (nacistickou) reakcí byly taktické řízené střely. Kombinací radaru a řízených střel došlo k vytvoření efektivní protivzdušné obrany, resp. nového typu výzbroje letounů. Stále vyspělejší technice vzdušných sil Západu čelili Sověti propracováváním své protivzdušné obrany (PVO). Výchozí systémy jejich radarové a raketové PVO byly statické a měly dosah v jednotkách až desítkách kilometrů, přesto se dokázaly vymezit vůči vysoko (U-2) nebo rychle a vysoko (SR-71) letícím

zpravodajským letounům NATO. Zvýšením transportovatelnosti a následně i operační mobilitou poté dokázal Východ využít PVO k celosvětové ochraně svých zájmů, zejména nad pevninou.

Po krachu komunismu se Rusům v období platnosti smlouvy INF podařilo systémy PVO dále rozvinout (ze systému S-300 vytvořili S-400 a S-500) tak, aby byly účinné až na stovky kilometrů. Uvědomili si, že tento dosah lze využít i ke kontrole okolních území, často šlo o „jejich“ ztracené enklávy. To již přímo vyústilo v koncept A2/AD postulující, že tato kontrola vzdušného prostoru může pomoci k jeho opětovnému získání. Teorie hybridního působení/války s tím již přímo počítala. Reálně ověřena byla roku 2014 na Krymu a následně i na východní Ukrajině (Donbasu). Další propracování přináší od roku 2015 i operace v Sýrii. Koncept A2/AD předpokládá, že velký „přesah“ moderních systémů PVO na cizí území umožňuje vytvoření strategické nejistoty, kterou lze podpořit hrozbou nasazení konvenčních sil se silnými mechanizovanými a dělostřeleckými jednotkami tak, aby zpravodajské úsilí umožnilo rozložit politiku přikryté oblasti, kterou by potom bylo snadnější obsadit.

Jakmile byly vyvinuty nejmodernější systémy PVO s detekčním i letálním dosahem přes 500 km (S-400/S-500) byla další existence smlouvy INF zbytečná; naopak se ukázala potřeba nasazení dosud zakázaných pozemních řízených střel s dosahem nad 500 km. Roku 2019 se tak ve střední Evropě významně změnila vojensko-strategická situace, došlo k reminiscenci zdejšího střetu Západu s Východem z let 1977–1987; technologie a společenská situace je ale již jiná. Jaderné zbraně doplnily spíše použitelné vysoce přesné konvenční zbraně a ideologii komunismu nahradila „tekutá (informační) realita“. Jiné musí být proto i obranné technologie. Nástupcem vysoce přesných amerických řízených střel Pershing II a myšlenky hvězdných válek Strategické obranné iniciativy (SDI) se stal víceúčelový bojový letoun Stealth F-35, jehož hlavním posláním je „vidět a nebyť viděn“. Na rozdíl od systémů A2/AD již není jeho hlavním senzorem radar, ale vyspělé optoelektronické technologie, resp. jejich fúze s ostatními typy senzorů. Aby bylo jejich nasazení úspěšné, nelze, analogicky jako v případě jemu opozičních systémů S-400 a S-500, spoléhat jen na něj a jeho pilota. Vzduch je sice naše moře, ale podstatnější je to, co se děje na zemi.



Součinnost letounů F-35 a specialistů JTAC v oblastech A2/AD

Víceúčelové bojové letouny Stealth F-35 jsou vysoce výkonnými zbraňovými a senzorickými systémy, umožňují průnik do protivníkovy oblasti A2/AD zajištěné radary a řízenými střelami. Česku nejbližší zónou dotčenou konceptem A2/AD je severně od něj ležící Polsko, jehož území je z velké části pokryto A2/AD systémy z ruské Kaliningradské oblasti. Po vypovězení smlouvy INF v roce 2019 došlo i k jejímu částečnému rozšíření do České republiky, zejména pomocí protizemních řízených střel 9M729 (SSC-8) systému Iskander. Nyní lze již techniku mechanizovaných (7. mb Hranice) a motorizovaných (4. bRN Žatec) jednotek Armády České republiky soustředěnou v autoparcích vyřadit z činnosti jediným přesným úderem. I proto se Polsko, ctící závazky Severoatlantické smlouvy (NATO), rozhodlo v září 2019 přistoupit k nákupu 32 ks letounů F-35A. Letouny tohoto typu mohou v oblasti nasadit i další Spojenci, a proto je třeba realizovat i odpovídající opatření v AČR; podpořit a plně rozvinout taktiku aliančních kombinovaných vzdušně-pozemních operací.

Klíčovou osobou pro součinnost letounů F-35, jakož i dalších vzdušných systémů, s pozemními jednotkami NATO jsou na taktickém stupni specialisté JTAC (Joint Terminal Attack Controller). Jejich stěžejním úkolem je plánovat, doporučovat a vyžadovat přímou vzdušnou podporu CAS (Close Air Support), tuto řídit a vyhodnocovat. Dále jsou odpovědní za řešení dekonflikce působení vzdušných sil (bojové letouny) a vojskového letectva (vrtulníky) s palebnou podporou dělostřelectva a vzdušným úsilím vojskového zpravodajství ISR (Intelligence, Surveillance, Reconnaissance); systémově jde o řídicí letového provozu v místě nasazení bojové jednotky, a to až do letové hladiny 3 000 nebo 6 000 m. Umožňují tak jednotce efektivně používat nejen vlastní bezpilotní prostředky UAS (Unmanned Aerial System), ale zprostředkovávají i vzdušné zásobování, odsun zraněných CASEVAC (CASualty EVACuation) nebo aeromobilní transporty. Systémově je specialista JTAC v prostoru odpovědnosti zodpovědný veliteli rotního úkolového uskupení (RÚU) za všechny vzdušné aktivity ISTAR (Intelligence, Sureveillance, Target Acquisition, Reconnaissance).

Ještě nedávno byli specialisté JTAC spojováni se zkratkou FAC (Forward Air Controller). Působili tedy jako představitelé leteckých návodců, ale zvyšující se tlak konceptu síťové orientovaného bojiště NCW (Network Centric Warfare) na společnou (Joint) koordinaci sil vedl k přehodnocení nasazení. Již to nejsou jen na zemi působící pozorovatelé vzdušných sil, podobně jako u dělostřelectva skupiny dělostřeleckého průzkumu, ale specialisté řídicí kombinovaný vzdušně – pozemní manévr sil a pozorování na nižších organizačních stupních. Jsou to „manažeri“ i poradci, radíci veliteli jednotky s využitím potenciálu kombinovaného ISTAR, včetně vhodnosti použití dostupných bojových letounů a bitevních vrtulníků. Za vzdušný útok nese stále odpovědnost velitel („lídř“), ale specialista JTAC je jeho výkonným a řídicím prvkem („Controller“). Efektivní spolupráce velitele RÚU se specialistou JTAC je tak i podmínkou pro použití nejvýkonnějších konvenčních zbraní NATO – letecké munice.

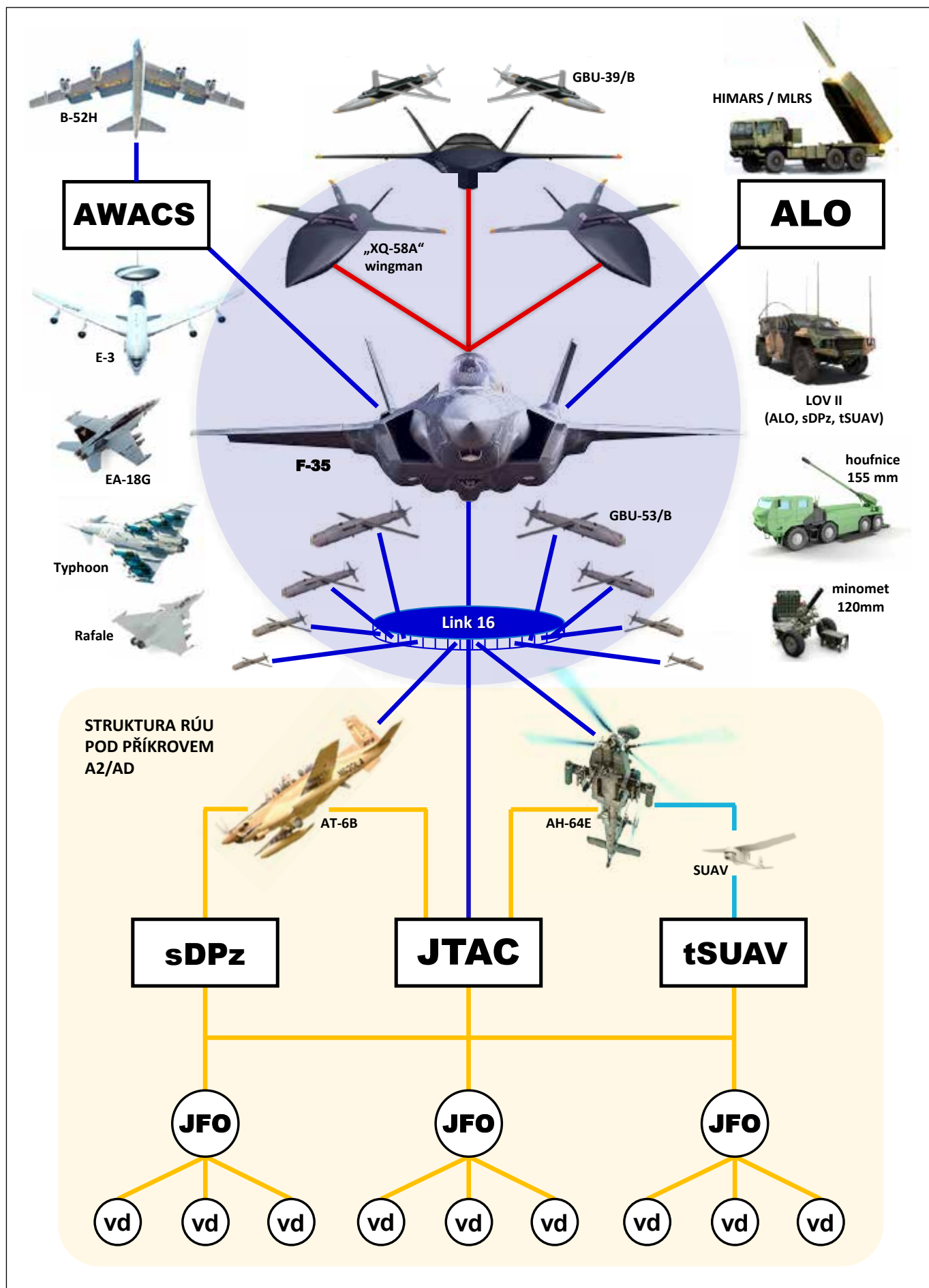
Samotné sledování a zjišťování cílů provádí ve prospěch CAS, zejména společní představitel pozorovatelé JFO (Joint Fire Observer), působící nejčastěji na úrovni bojových čet. Je-li JTAC řídicím prvkem pro vstup a výstup informací („Terminal“) procesu CAS, jsou jím vedení specialisté JFO jakýmsi představiteli senzory provádějícími vlastní detekci, rozpoznání, identifikaci a lokalizaci cílů. Získané údaje poté předávají specialistovi JTAC, který je ověřuje a využívá pro vytvoření odpovídající žádosti („Request“)

k provedení potřebné vzdušné podpory. S každým specialistou JTAC tedy spolupracuje několik (typicky tři) specialistů JFO.

Specialisté JFO jsou podobně „společní“ (Joint) jako specialista JTAC, což v jejich případě, na rozdíl od funkce JTAC, kde jde o důraz na společné/alianční využití, znamená, že je lze využít nejen pro řízení přímé vzdušné podpory CAS, ale i pro směřování palebné podpory dělostřelectva, případně pro podporu úsilí vojskového zpravodajství. Na úrovni samotné jednotky radí JFO veliteli podobně jako výše postavený specialista JTAC, velitel jej také využívá k získání informací potřebných k lepšímu cílení podpůrných zbraní sesednuté čtyři (protitankových řízených střel/PTRS, tarasnic, antimateriálových a odstřelovačských pušek, kulometů) a u většiny armád je funkce JFO spojena i s možností přímého řízení palebné podpory pro jednotku vyčleněných minometů (ráže 120/81/60 mm). Prověřený a vycvičený specialista JFO může na národní (případně i alianční/koaliční) úrovni dokonce vstoupit i do přímého kontaktu s piloty. Režim přímého vzdušného útoku CCA (Close Combat Attack) může být často i jedinou možností odvrácení útoku nepřitele. Pilot letounu nebo vrtulníku přitom přebírá odpovědnost dvojice velitel – JTAC; JFO zůstává jeho představitel pozorovatelem. Je-li hlavním pracovním nástrojem specialisty JTAC několik komunikačních kanálů, soustředí se „společný představitel pozorovatel“ JFO na využití ruční optoelektronické akviziční jednotky, která je fakticky nepřímým (akvizičním) multiplikátorem letální síly jednotky, do níž je zařazen.

Mimo specialistu JTAC může pozorovatele JFO využívat i skupina dělostřeleckého průzkumu (sDPz), působící rovněž na úrovni každého bojového RÚU. Na rozdíl od funkce JTAC se schopnost sDPz nenachází přímo u velitele jednotky, jde o samostatný (i když stále jemu podřízený) manévrový prvek zahrnující nejčastěji tři osoby – velitele, pozorovatele a spojaře – i vlastní dopravní prostředek (bojové vozidlo). Skupina DPz je tak schopná přenášet i větší objem materiálu a disponuje proto přenosnou akviziční jednotkou, často doplněnou vyhledávačem severu a přesným odměrným/náměrným systémem, případně i laserovým ozařovačem cílů. Dosah akviziční sestavy sDPz je ve srovnání s prostředky JFO typicky dvojnásobný. Lze tak provádět zjišťování cílů i ve prospěch přímé vzdušné podpory CAS, vč. ozařování cílů pro navádění laserem řízené munice. Nejedná se o jedinou součinnost JTAC – sDPz, obdobně je specialista JTAC pro skupinu DPz i „rozhraním“ (řízeným a certifikovaným vstupem/výstupem) do aliančního prostoru řízení palebné podpory dělostřelectva; lze tak vyžadovat i palebnou podporu víceúčelových raketometů HIMARS/MLRS. Recipročně může být přenosný akviziční komplet sDPz použit pro směřování (zaměřování a navádění) letecké munice.

Čtvrtým kooperujícím prvkem aktivit ISTAR je na taktickém stupni NATO stále častěji tým schopný provádět sledování a zjišťování cílů nejen v režimu LOS (Line-Of-Sight), ale i BLOS (Beyond Line Of-Sight), tedy v nepřímé viditelnosti. V praxi jde o uživatele malých bezpilotních prostředků SUAV (Small Unmanned Aerial Vehicle) nasazovaných pro průzkum předpolí, sledování zájmových oblastí nebo zjišťování cílů ve prospěch letecké i dělostřelecké podpory. Efektivní dosah prostředku SUAV musí být ve dne i v noci min. dvojnásobný oproti LOS dosahu akvizičního kompletu sDPz. Stejně jako specialista JTAC a sDPz podléhá i tým SUAV (tSUAV) veliteli jednotky, určujícímu využití disponibilních SUAV. Ta mohou být provozována přímo v jeho prospěch nebo zaměřena na akvizici cílů pro přímou vzdušnou podporu CAS a palebnou



podporu dělostřelectva. Důležitou schopností SUAV je i oprava shozu/střelby, sledování jejího průběhu/výsledku i dokumentace následných aktivit v zasažené zóně. Tým SUAV by tak měl mít i možnost spojení na nadřazený zpravodajský prvek (typicky S-2), jenž by mohl být touto cestou informován o důsledcích aktivit jednotky případně i dalších zajímavých zjištěních.

Celá struktura taktického ISTAR zahrnující prvky JTAC, sDPz, tSUAV a JFO může být dále posílena o informace z nejnižšího organizačního stupně – družstva. Velkou výhodou zapojení velitelů družstev (vd) do systému ISTAR je především bezprostřední schopnost koordinace podpory z odstupu (vzdušných sil, vojskového letectva, dělostřelectva, vojskového zpravodajství, vč. elektronického boje) s manévrem jednotky. Přímá vzdušná, dělostřelecká a zpravodajská podpora tak může být poskytována v bezprostřední blízkosti jednotky, přímo na čáře dotyku. V rámci digitalizovaného systému ISTAR lze sdílet polohově-lokační informace (PLI) každou sekundu, což umožňuje určit i směr a dynamiku pohybu (u systému velení a řízení C2 jsou PLI sdíleny s pro toto nevyhovujícím intervalem 30 s). Vysokorychlostní síť MANET/MIMO systému ISTAR umožňuje i rychlou výměnu obrazu, zahrnující i paralelní streamy videa s metadaty. To vše přispívá k informovanosti v reálném čase a podporuje odpovědné rozhodování. Terminál systému ISTAR mohou velitelé družstev využít i k příjmu a zasílání standardizovaných zpráv systému velení a řízení C2 (Command & Control). Tento přístup je nejen ergonomický, ale i energeticky úsporný.

Organizační prvky architektury ISTAR (JTAC, sDPz, tSUAV, JFO, vd) jsou propojeny nejen navzájem, ale udržují i konektivitu s nadřazenými stupni řízení sil – JTAC s pracovištěm styčného důstojníka letectva ALO (Air Liaison Officer), skupina DPz s místem koordinace palebné podpory (MKPP), tým SUAV se skupinou/sekcí vojskového zpravodajství (S-2) a JFO i vd v rámci systému velení a řízení se svými veliteli. V prostředí A2/AD mohou být až na interní komunikaci všechny tyto spoje přerušeny. Nadřazené prvky mohou být protivníkem eliminovány nebo rušeny, jednotka může zůstat bez odpovídající podpory, přesto plně bojeschopná. Nyní by za těchto okolností musela přejít k asymetrickému vedení činnosti, nejčastěji k partyzánské válce. Mohlo by to vést i k její dezorientaci a dezorganizaci, vojáci by svou rezignací mohli strhnout i bráněné obyvatelstvo, protivníkem uplatněný koncept A2/AD by tak byl úspěšný.

Použití víceúčelových bojových letounů Stealth F-35 přináší pro taktické struktury ISTAR zcela novou naději, schopnost plně hybridních (silově demonstračních) i asymetrických (všesměrově kinetických) bojových operací a udržení plné kontroly nad malými, ale vzájemně propojenými lokálními ohnisky odporu – základními stavebními kameny pro úspěšnou ofenzívu a eliminaci oblastí A2/AD. **Podmínkou řádného nasazení společné, síťově orientované taktiky vzdušně-pozemního boje (Air-Land Battle – A-LB) je, mimo odpovídajícího materiálního vybavení (přece jsme jen velmi závislí na technologiích), především vytvoření příslušné organizační struktury, odpovídající výběr, školení a příprava jednotlivých specialistů i udržení celé této infrastruktury v místě a čase, vč. řádného výcviku a údržby. Bez toho nelze bojové jednotky Západu proti konceptu A2/AD využít, bude to i podmínka nasazení sil v aliančním prostředí po celé 21. století. Rotní prvky ISTAR, zahrnující specialistu JTAC, skupinu DPz, tým SUAV, tři pozorovatele JFO a devět velitelů družstev, musí mít proto SYSTÉMOVĚ i každé rotní úkolové uskupení (RÚU) AČR.**

Hlavním úkolem letounu F-35 působícího ve prospěch RÚU, nacházejícího se pod dominancí protivníkového konceptu A2/AD, je poskytnout mu vzdálenou protivzdušnou obranu (až 4x AIM-120D), přímou palebnou podporu CAS (až 8x GBU-53/B nebo SPEAR 3), případně i rozšířené situační vědomí (pomocí senzorů DAS, EOTS, EW/CM, APG-81) a být retranslačním prvkem (využitím modulu CNI) na nadřazené prvky řízení a velení. Od svých pozemních soupeřů, prvků architektury ISTAR, očekává pilot zejména aktivity typu SEAD/DEAD, součinnost při CAS (výjimečně i při CCA) a pozemní zpravodajskou podporu. Jediným

možným (Stealth) pojítkem mezi oběma prvky (F-35 – ISTAR) je nyní standard Link 16 (STANAG 5516), předpokládá se však, že po roce 2023 půjde pomocí technologie ROVER-NG směrově využít i adaptované vlnové formy CDL (STANAG 7085); k dispozici jsou samozřejmě i „ne-Stealth“ taktické vlnové formy umožňující přenos zpráv „K“ datalinku VMF (Variable Message Format, MIL-STD-6017), přenosy s rychlou změnou vysílací frekvence (SINC-GARS, HQ I/II, SATURN), elektronická pošta MIL-STD-188-184 použitelná s KV vlnovou formou ALE 3G (STANAG 4538) a taktickou satelitní komunikací TACSAT (DAMA, IW, MUOS), případně i vysokorychlostní satelitní spojení SATCOM WGS.

Letoun F-35 může ve prospěch RÚU působit se schopností Stealth (operace v prostředí A2/AD) i bez ní (aktivity GWOT) – v tomto případě jej lze podvěsit, stejně jako víceúčelové bojové letouny předchozích generací, daleko větším objemem letecké munice – až 24 ks inteligentních pum GBU-53/B nebo řízených střel SPEAR 3; případně jejich vzájemnou kombinací doplněnou výkonnějšími pumami řady Paveway a JDAM. Režim nasazení F-35 vychází z povahy situace, účelu operace a mění se s ním adekvátně i výše nastíněné způsoby komunikace. V obou režimech ale zůstává F-35 retranslačním (specifická RoIP/VoIP možnost využití datalinku MADL) pojítkem RÚU s externím světem zahrnující i vazbu na další výkonné zbraňové systémy, vč. víceúčelových raketových prostředků aliančního dělostřelectva (HIMARS/MLRS). Společně s letounem F-35 mohou být ve vzdálenějších oblastech A2/AD použity i bitevní vrtulníky, zejména typ AH-64E, a lehké bojové letouny nové kategorie OA-X (Observation/Attack). Výhodou strojů AH-64E a OA-X je, že mohou operovat ve velmi nízkých výškách (na velké vzdálenosti jsou pak pro systémy A2/AD problematicky zasažitelné nebo nezajímavé) a při nasazení využívat předstunutých ploch typu FARP (Forward Arming and Refueling Point). Obdobně mohou být pro přemísťování sil RÚU pod příkrovem A2/AD používány i víceúčelové transportní vrtulníky, schopné samostatného palebného zajištění výsadkové plochy (zejména vyzbrojený typ UH-60M a jeho nástupci z programu FVL, resp. JMR – Future Vertical Lift/Joint Multi-Role).

Stealth působení v ruské zóně A2/AD je specifickou schopností typu F-35, jež by neměla být příliš dotčena použitím Link 16 a především datalinku MADL. V budoucnu je proto možné očekávat podporu RÚU i ze strany robotických wingmanů (dronů) tohoto stroje (koordinovány budou právě přes MADL). Hlavním přínosem jejich nasazení je, že v režimu Stealth násobí únosnost zbraní (ponesou i těžší pumy GBU-39/B SDB) a rozšíří oblast pokrytou vzdušnými senzory ISR. Operační zóna RÚU se tak pro protivníkovy speciální, výsadkové i bojové (motorizované/mechanizované) jednotky, jištěné vzdálenými systémy A2/AD, stane ještě hůře kontrolovatelná. Současně lze očekávat, že anténní prvky MIDAS systému MADL (nebo jiného typu) umožní i provoz dalších specifických komunikačních kanálů mezi Stealth letouny a pozemními prvky RÚU. Do té doby však budou specialisté JTAC s Linkem 16 klíčovými prvky boje v prostředí A2/AD na taktické úrovni.

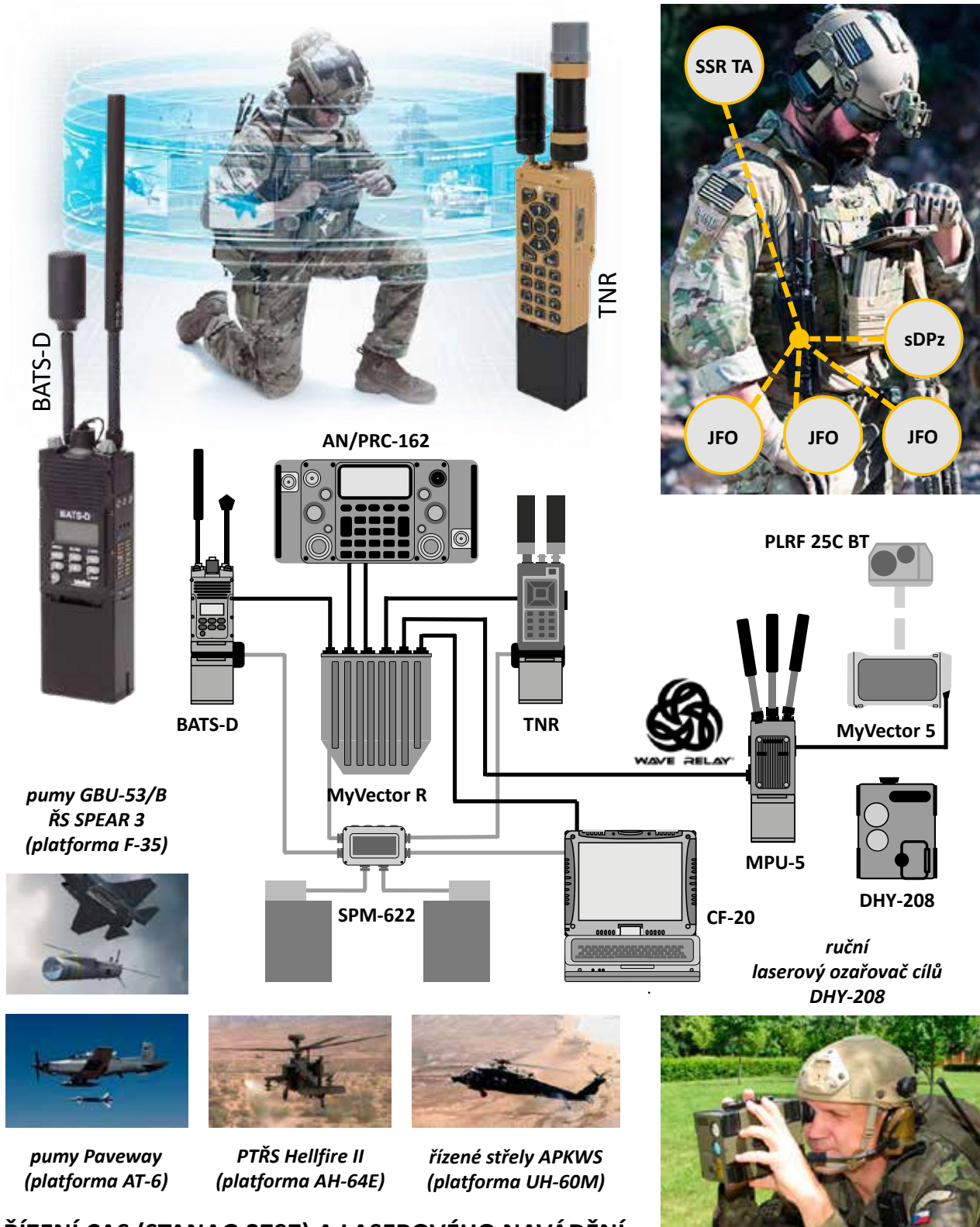
1. KOMPLETY ISTAR/MBK

Cílem nasazení konceptu A2/AD je přikrýt cílovou protivníkovou oblast radiolokačním dohledem protivzdušných sil (nyní do hloubky 400 až 600 km), plně tak kontrolovat její vzdušný prostor a případná protiopatření vystavit elektronickému útoku s tím, že celý proces je geopoliticky zajištěn disponibilními jadernými zbraněmi (strategickou jadernou triádou) a hrozbou velmi přesných konvenčních úderů (Iskander, Bastion). Na takto „přikrytém“ území je následně uplatněn koncept hybridní války (Gerasimov) kombinující ekonomické (dodávky klíčových surovin), kulturní (médií), sociální (rozdělení společnosti) a psychologické (politické) operace s přesnými kinetickými údery (zastřažování, únosy, vraždy). Výsledkem má být ztráta zájmu o odpor při případném obsazení, které je prováděno asymetrickým způsobem pomocí speciálních a výsadkových jednotek. Tento koncept již byl uplatněn na ukrajinském Krymu a Donbasu.

RK JTAC

(Ruční Komplet Joint Terminal Attack Controller)

- integrovaná sestava komponent pro předsunuté návodčí



ŘÍZENÍ CAS (STANAG 3797) A LASEROVÉHO NAVÁDĚNÍ

Při operaci A2/AD je v zasažené oblasti ohrožena zejména konvenční vojenská (PVO, těžké mechanizované jednotky), politická (systém politických stran), sociální (nejpočetnější ohrožená/vyloučená skupina obyvatelstva) a ekonomická (produktovody, komunikace) infrastruktura; zkrátka vše, co je příliš strukturované, časově náročné a málo flexibilní. Schopnost obrany musí být založena na kreativitě, pružnosti a výkonnosti; v armádě jsou tyto atributy spojeny zejména se speciálními jednotkami. V podmínkách kultury Západu lze ale pro tuto obranu použít jakoukoliv malou bojovou jednotku. Musí být ale odpovídajícím způsobem motivována, připravena a vybavena. Její velitelé by měli být schopni chápat podstatu dění a orientovat se nejen ve vojenské, ale i politické (svrchovanost přirozeného zákona), sociální (rovnost, nikoliv shodnost) a ekonomické (svobodný trh a podnikání) problematice.

Z vojenského hlediska je malá bojová jednotka, nejčastěji rotní úkolové uskupení (RÚU), nasaditelná proti konceptu A2/AD jen za předpokladu, že je v ní plně rozvinuta NATO architektura C4IS-TAR a přítomni potřební specialisté – JTAC, sDPz, tSUAV a JFO. Tito musí disponovat i odpovídajícím vybavením, integrovanými komplety, které jim v místě nasazení poskytují nejen informační dominanci, ale i potřebnou konektivitu s aliančními (NATO) nebo koaličními (EU, ABCA) výkonnými zbraňovými systémy Západu, použitelnými proti nositeli konceptu A2/AD z odstupu (Tomahawk, HIMARS/MLRS) nebo přímo v oblasti A2/AD (F-35). I pro AČR je tak velkou výzvou co nejrychleji zajistit a rozvinout v RÚU tuto organizační a materiálovou strukturu. Technologicky jde o výběr, přípravu a výcvik obsluh již zavedených kompletů RK JTAC, VDK/VSI, VK SSR TA a MK SSR TA.

1. 1. Ruční komplet JTAC (RK JTAC)

Kooperativní nasazení RÚU s letouny F-35 JSF (Joint Strike Fighter) se v prostředí A2/AD zdálo ještě nedávno těžko dosažitelným cílem. Důvodem byla zejména absence pozemního terminálu Link 16, jenž by svými rozměry, energetickou náročností a možnostmi zabezpečil odpovídající spojení s letouny Stealth i při sesednutém nasazení. Paralelně k typu F-35 byl proto vyvíjen (podobně jako další potřebné systémy nezahrnuté do celkových nákladů na program JSF) i ruční terminál BATS-D (Battlefield Awareness and Targeting System – Dismounted) nasazovaný od roku 2018 pod vojenským označením AN/PRC-161. Rádiový terminál BATS-D se přitom rozměry a hmotností nijak zvlášť neliší od taktických ručních rádiových stanic, dokonce přímo využívá tělo („housing“) jedné z nich (IMBITR) a má hmotnost 1 kg, vč. zdroje typu ALI-130 používaného i v terminálech IMBITR, TNR a MPU-5.

Terminál BATS-D podporuje všechny taktické módy Link 16, vč. nejmodernějších CMN-4, CCR-4 a CMR (Concurrent Multiple Reception) i vylepšené datové přenosy ET (Enhanced Throughput) zabezpečující rychlost v rozmezí 115 kbps až 1,1 Mbps, což je násobně více než u VKV/UKV taktických rádiových sítí typu MIL-STD-188-220 při přenosu zpráv „K“ VME. Objem datového toku mezi RÚU a F-35 zabezpečovaného specialistou JTAC sice není na dnešní komerční poměry nijak oslňující, ale plně dostačuje pro sdílení klíčových formalizovaných zpráv typu „J“ a umožňuje zasílat nejen PLI, ale i žádosti o přímou leteckou podporu (samotná 9-Line CAS zabírá asi tři zprávy typu „J“). Lze dokonce sdílet i obrazové informace, samozřejmější je hlasový kanál.

Výkon terminálu BATS-D je až 8 W, což umožňuje udržení LOS spojení v Link 16 až na vzdálenost více než 120 km, tedy po celou trajektorii letu pumy GBU-53/B i většinu dráhy letu řízené střely SPEAR 3. Tuto municí je rovněž možné přímo pomocí terminálu BATS-D i řídit, zasílat jí zprávy upravující její kurs – směřování. Během minuty si lze s inteligentní pumou/řízenou střelou vyměnit pomocí Link 16 až 38 zpráv typu „J“. Doba letu GBU-53/B je přitom na maximální vzdálenost asi až 260 s (4,5 minuty), u SPEAR 3 okolo 400 s (přes 6 minut). Současně lze rovněž komunikovat s několika řízenými pumami/střelami a paralelně mít v této síti i samotný letoun F-35, případně jeho pilotovaná i nepilotovaná křídla (wingmany).

Stejné komunikační možnosti jsou i s inteligentními pumami GBU-39/B SDB a výkonným zbraňovým kontejnerem AGM-154C JSOW. Využití technologie Link 16 specialisty JTAC, zahrnující i přímou interakci s inteligentní municí, přináší do vedení CAS zcela novou a v prostředí A2/AD jednoznačně klíčovou dimenzi.

Puma GBU-53/U i střela SPEAR 3 mají schopnost laserového navádění, a protože při své cestě k cíli stráví ve vzduchu i poměrně dlouhou dobu, může být velmi důležité jejich přesné koncové zaměření, zvláště při eliminaci více cílů současně. Autonomně jsou sice schopny využít vestavěného infračerveného nebo milimetrového vyhledávače a cíl si „najít“ samy, ale to může být u blízkého střetu i kontraproduktivní – ohrožující vlastní jednotky. Při laserovém navádění je cíl adresně ozářen pulzním paprskem odpovídajícím jednomu z 488 kódů NATO (STANAG 3733, mohou být samozřejmě použity i jiné kódy) a zasažen s velkou přesností (CEP až ± 1 m). Naváděcího procesu se u přímé vzdušné podpory může zúčastnit jak specialista JTAC, tak, dle jeho pokynů, i skupina dělostřeleckého průzkumu. V obou případech se používají laserové ozařovače cílů, rozdílný je jen jejich výkon a dosah. Součástí kompletu RK JTAC je proto i ruční ozařovač cílů DHY 208 s hmotností menší než 2 kg.

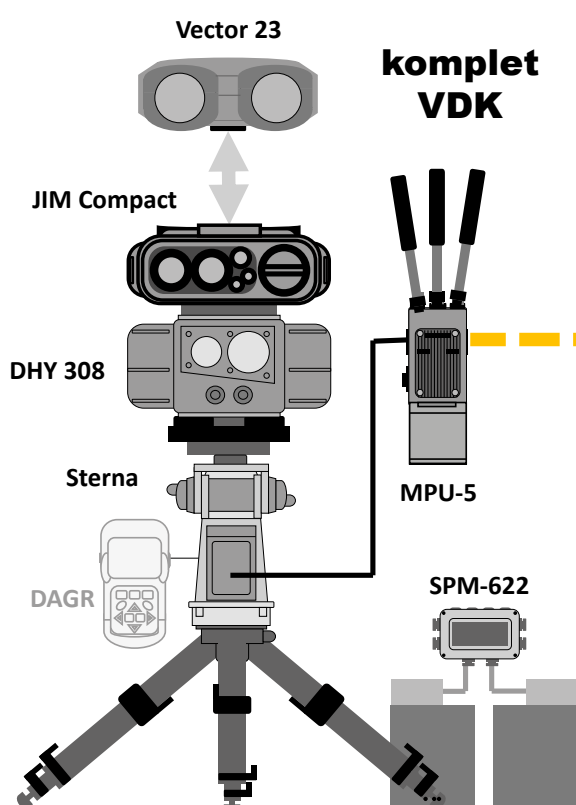
Při energii přes 30 mJ umožňuje DHY-208 navedení na cíl na poměrně krátkou vzdálenost (řádově ve stovkách metrů až jednotkách kilometrů), ale rovněž je použitelný i jako kódovaný (STANAG 3733, 1 064 nm) nebo vizuální – nekódovaný (Near IR, 830 nm s výkonem větším než 750 W) označovač používaný nejen při CAS, ale i u CCA. V případě kódovaného označovače se postupuje v souladu se STANAG 3733 tak, aby na cíli vyzářený spot zachytil vyhledávač podvěsného (Sniper XR/ATP) nebo integrovaného (EOTS u F-35) zaměřovacího senzoru a jeho ozařování pro navádění munice dále převzal v něm integrovaný ozařovač. Tento postup se volí při navádění na delší vzdálenosti, v kritické zóně, kde hrozí velké kolaterální ohrožení nebo při potřebě a pozemní absenci výkonného laserového ozařovače cílů. Stále jde o CAS. Naopak vizuální, resp. noční, NIR označovač se používá v kombinaci s noktovizory pro označení cíle v noci tak, aby jej mohl zcela autonomně potíť vzdušný prostředek, nejčastěji bitevní vrtulník. Toto je spíše profil CCA. NIR označovač je rovněž vhodný pro signalizaci a synchronizaci součinnosti mezi pozemní jednotkou a letouny.

Ruční ozařovač DHY-208 zahrnuje i denní optický kanál se zvětšením 7 $\times$, laserový dálkoměr a digitální kompas; umožňuje tedy také zjišťování cílů pro jejich následnou souřadnicovou lokaci, získání potřebných PLI. Účinná vzdálenost lokalizace je ve dne až do 4 km, pro nasazení v noci lze ruční ozařovač cílů rozšířit přes mechanické rozhraní MIL-STD-1913 o infračervenou (SWIR/MWIR/LWIR) kameru. Použita může být i přenosná akvizitní jednotka JIM Compact týmu SUAV nebo zaměřovač/kamera COSMO (Clip-On SWIR Monocular), která je ve výbavě specialistů JFO. Specialisté JTAC jsou pro zjišťování cílů rovněž vybaveni malým laserovým dálkoměrem PLRF 25C BT.

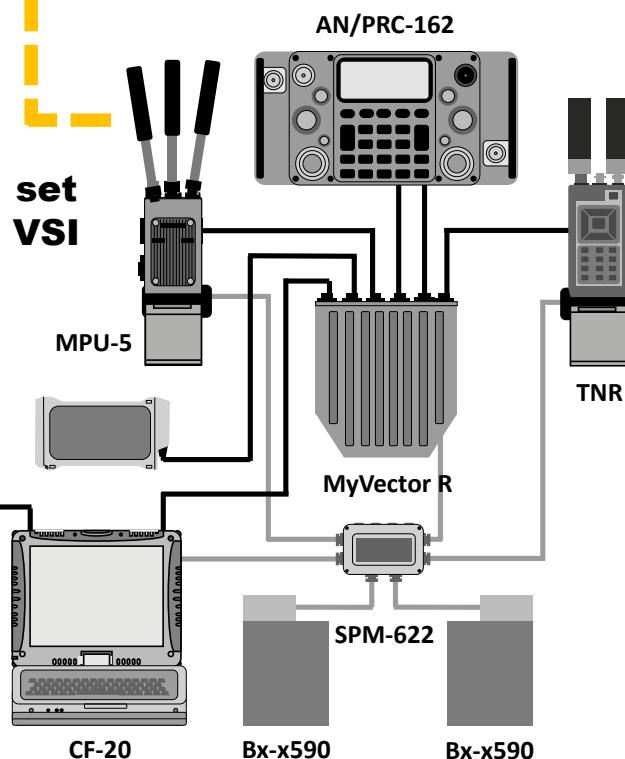
Informace (vzdálenost, směr) zjištěné o cíli pomocí DHY-208 nebo PLRF 25C BT jsou přenášeny do osobního terminálu ISTAR MyVector 5, kde jsou dále zpracovávány pomocí software ATAK (Android Tactical Assault Kit) nebo MyVector v digitalizovaných mapových podkladech, vč. ortomap. Zdrojem PLI o cíli ale není často samotný JTAC, nýbrž spíše jím vedení specialisté JFO na bojových četách, případně s ním spolupracující skupina DPz a tým SUAV. Uvnitř RÚU jsou tak provozovány sítě ISTAR a MBK umožňující vzájemnou distribuci dat, nejen různých PLI, ale i formalizovaných zpráv, taktických značek, symbolů, polynomů, chatu, elektronické pošty, obrazu a videa. Síť ISTAR strukturu RÚU přesahuje a jsou do ní začleněni i ostatní specialisté provádějící aktivity ISTAR praporního ÚU nebo dokonce celé bojové brigády. Výhodou takto pojaté sítě ISTAR využívající MANET alianční (TSM, Tactical Scalable MANET) nebo koaliční (ESSOR, European Secure Software Defined Radio) vlnové formy je, že lze do ní přímo zapojit vojskové letectvo, zejména bitevní vrtulníky, jejichž osádky se tak stávají vzdušnými specialisty ISTAR s konkrétní

VDK / VSI (Výnosný Dělostřelecký Komplet / Výnosný set ISTAR)

- integrovaná sestava komponent pro dělostřelecký průzkum



navádění laserem řízené munice



funkcí dle potřeby (JTAC, sDPz, tSUAV). Dále popsaná síť MBK je naopak spíše vysokorychlostní MANET MIMO sítí samotného RÚU a mimo sesednutých prvků jsou do ní začleněna i bojová a podpůrná vozidla, případně různé robotické systémy. Jedná se rovněž o síť systému vojáka AČR.

Úkolem specialisty JTAC je tak mimo udržení konektivity s podporujícími letouny (a dále nadřazeným pracovištěm ALO, případně centrálním ASOC) přijímat, vyhodnocovat a zpracovávat podněty k žádostem o přímou vzdušnou podporu CAS zevnitř jednotky. Potřebná data získává cestou sítí ISTAR a MBK, případně z BLOS datalinků typu DDL a CDL prostřednictvím UAV i vzdušných senzorů (F-35, AH-64E, AT-6, Sniper ATP). Řízení takto rozvětvené komunikace zajišťuje router MyVector R zprostředkovávající všechna data specialistovi JTAC přes GUI osobního terminálu MyVector 5. Mimo něj je na MyVector R napojen i terminál BATS-D pro Link 16, terminál TNR pro CDL/DDL, terminál MPU-5 pro MBK a přenosná dvoukanalová rádiová stanice AN/PRC-162, umožňující provoz v síti ISTAR (TSM, ESSOR) a současně i rádiového kanálu k ALO/ASOC (SINCGARS, perspektivně NBWF), nebo ke vzdušným platformám (HQ I/II, SATURN, ATC 8,33 kHz) a také TACSAT (ANDVT, DAMA, IW, MUOS). Pro práci s daty je využíván software ATAK, webové aplikace MyVector a router MyVector R slouží i jako server pracující s SQL databází uložených operačních dat.

Celý komplet RK JTAC je ergonomicky integrován s výstrojným systémem specialisty, aby bylo jeho použití co nejpohodlnější a nejeфекtivnější. Velmi důležitá je i vzájemná kompatibilita zdrojů (ALI-130) a centralizovaná správa napájení využívající rozbočovač SPM-622 s velkokapacitními LiION akumulátory nebo primárními bateriemi řady Bx-x590. Klíčovým faktorem ale stále zůstává člověk – specialista JTAC, který musí být schopen činnosti pod velkým psychickým tlakem při vysoké míře zátěže, a navíc v bilingvistickém prostředí (AČR – NATO/EU). Nejen v oblastech A2/AD proto patří tito vojáci k protivníkem nejvyhledávanějším cílům, snahou je nejen je eliminovat, ale především zajmout – jsou velmi důležitým zdrojem podstatných informací. Nemálo zpravodajského úsilí bude věnováno i k potlačení schopností specialisty JTAC pomocí elektronického boje, rušení bude zejména Link 16 a příjem družicové navigace GPS. Proto je v rámci terminálu BATS-D integrován nejen přijímač typu SAASM, ale použita i speciální GPS anténa typu ADAP (Advanced Digital Antenna Production), umožňující lokalizovat v odměru i náměru zdroj rušení (jamming) i klamání (spoofing); při sesednutí nasazení bude v AČR specialista JTAC touto anténou vybaven dlouho asi jako jediný (logické je jejich použití i u spojařů čet a roty). Významu specialisty JTAC musí odpovídat i jeho zařazení v jednotce, poskytovaná ochrana a zabezpečení; přesto je to stále podřízený velitele RÚU, kterému radí, a jenž schvaluje veškeré žádosti o CAS i provádění CCA.

1.2. Výnosný dělostřelecký komplet/výnosný set ISTAR (VDK/VSI)

Skupina dělostřeleckého průzkumu (sDPz) je v rámci RÚU odpovědná za vytvoření a obsluhu pozorovacího stanoviště OP (Observation Post), ze kterého je schopná dlouhodobého sledování zájmové oblasti i zjišťování cílů v ní a navazujícího řízení palebné podpory dělostřelectva, případně i navádění přesných zbraní vzdušných sil a vojskového letectva. Při asymetrických operacích je budování OP podstatně složitější než u dosud uvažovaných lineárních střetů; na rozdíl od nich může (v operacích GWOT i oblastech A2/AD) přijít ohrožení odkudkoliv. Významnou schopností sDPz je tedy i využití nepřímého BLOS sledování a zjišťování cílů, zejména pomocí bezpilotních prostředků UAV/UAS, které mohou působit i mimo vizuální dohlednost nebo perimetr OP, a to všesměrově.

Stejně jako specialista JTAC, je i sDPz vybavena terminálem TNR (Tactical Network ROVER) umožňujícím příjem videa a metadat ze stávajících vzdušných platform (letounů, vrtulníků) a aliančních operačních (MALE), taktických (TUAV) i malých (SUAV) bezpilotních prostředků. Současný rozvoj sítí MANET MIMO ale vede k nasazení těchto vlnových forem i u neméně

dynamicky se rozvíjejících robotických systémů, vč. mnoha UAV, UGV a UAS. Ozbrojené síly USA tak v roce 2019 zvolily vlnovou formu WaveRelay, použitou i u terminálu MPU-5 specialisty JTAC a pro konektivitu v české síti MBK, jako komunikační prostředek programu FTUAS (Future Tactical Unmanned Aerial System), který řeší zavedení nového taktického UAV (TUAV) s klasickým (Aerosonde HQ) i kolmým (V-BAT) startem. Postupně jsou do ekosystému FTUAS zapracovávány i nyní používané platformy (ScanEagle, RQ-21A Blackjack) a připravuje se i jeho nasazení v režimu MUM-T s MALE Reaper, bitevními (AH-64E) a víceúčelovými (UH-60M) vrtulníky. Aktuálně se předpokládá propojení programu i se systémy SUAV, a to prostřednictvím typu Puma LE.

MANET MIMO vlnová forma WaveRelay se poměrně rychle stává taktickým bezdrátovým prostředím, podobně jako je v komerční oblasti používán standard WiFi. Na rozdíl od něj je ale infrastruktura WaveRelay zcela mobilní, nezávislá na pevné infrastruktuře. I v podmínkách České republiky bylo ověřeno, že mezi dvěma ručními terminály MPU-5 s výkonem 6 W až 10 W lze v pásmu L (1350–1390 MHz) dosáhnout spojení na vzdálenost více jak 100 km, což je důležité i pro dělostřelce – počítatelný dostřel moderních 155mm houfnic NATO s hlavními o délce 39 ráží je 40 km; min. 70km dostřel lze využít u víceúčelových raketometů řady HIMARS/MLRS. Těmto schopnostem dělostřelectva musí odpovídat i přenosové trasy dělostřeleckého průzkumu. Dosáhnout konvenčního spojení na tyto vzdálenosti u sesednutých sil s přenosnými stanicemi je více než komplikované. Pro nyní stěžejní pásmo VKV to předpokládá využití velmi výkonných, těžkých a energeticky náročných zesilovačů s výkonem 50 W (snadno zjistitelný bod při elektronickém boji), nebo aplikaci problematického KV spojení. Řešení v podobě nasazení TUAV, STUAV a SUAV s dlouhou výdrží letu je logické, zvláště když tyto mohou současně sloužit i pro BLOS průzkum, sledování a zjišťování cílů. Proto je terminál MPU-5 v kompletu VDK součástí obou jeho setů – VDK i VSI.

Výnosný dělostřelecký komplet (VDK) je modulární přenosný optoelektronický akviziční systém zahrnující výkonný ruční laserový dálkoměr Vector 23, přenosnou akviziční jednotku JIM Compact, přenosný laserový ozařovač cílů DHY-308 a gyroskopickou úhloměrnou hlavici Sterna s odpovídající nemagnetickou trojnožkou (ideálně jsou k dispozici dvě pro oddělené a nezávislé nasazení senzorů). Profil použití VDK se volí dle povahy úkolu a umožňuje různé kombinace – JIM Compact + DHY-308/Vector 23/Sterna, nebo JIM Compact + DHY-308 + Sterna atd. Podstatné je, že lze současně nezávisle nasadit až tři sledovací systémy (Vector 23, JIM Compact, DHY-308) s dalekým taktickým dosahem, resp. vytvořit dvě OP vzájemně propojené pomocí terminálů MPU-5 s vlnovou formou WaveRelay, umožňující dále přijímat i BLOS PLI ze vzdušných prostředků. Podporuje to i zvýšenou potřebu pozorování v asymetrických operacích. PLI nebo vjemy ze všech senzorů je přitom možné sdílet v rámci celého ekosystému MBK nebo FTUAS.

Laserový ozařovač cílů DHY-308 je plnohodnotným zařízením pro navádění dle STANAG 3733, a to i na velmi velké vzdálenosti. Výkon přes 80 mJ umožňuje reálný dosah ozařování až na 10 km a dosah 20 km pro měření vzdálenosti. Využitím polovodičového (diodového) laseru je ozařování možno zahájit okamžitě po zapnutí a provádět podstatně delší dobu než u pevnolátkové technologie. Svými rozměry a objemem kopíruje ozařovač i podobu moderních dvoukanalových taktických rádiových stanic (AN/PRC-162, AN/PRC-160, AN/PRC-158), což zjednodušuje i jeho ukládání a přenášení. Kódy ozařovacích sekvencí (NATO/národní, možné je použít i ruské) jsou uloženy v externí řídicí jednotce, a proto není nutné se ozařovače při provozu vůbec dotýkat. Oddělení ozařovače od jednotky s kódy rovněž podporuje datovou bezpečnost a umožňuje snadnější získání kódů protivníka a tak i využití jeho dělostřeleckých systémů (na území ČR typicky výsadkové 2S9 Nona a 2S42 Lotus) s laserem naváděnou municí (Kitolov-2M).

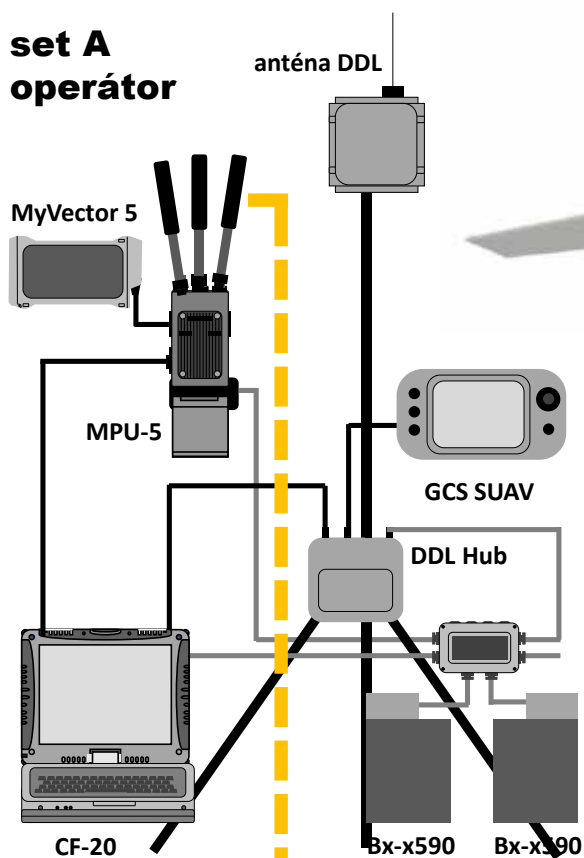
Komplet VDK se používá k vyhledávání a lokalizaci cílů pro alianční i koaliční 120mm minomety, houfnice ráže 152/155 mm

VK SSR TA

(Velký Komplet Sensor Surveillance Reconnaissance Target Acquisition)

- integrovaná sestava komponent pro sledování BLOS i LOS

set A operátor



**SUAV RQ-20B
Puma AE**



**SUAV
RQ-11B Raven**



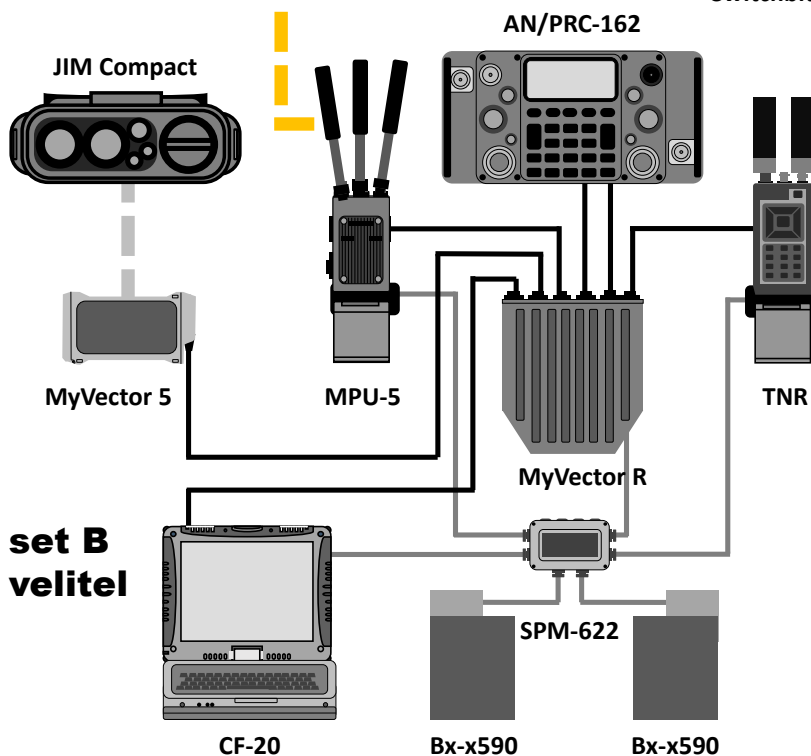
µUAV RQ-12 Wasp AE



*NLOS bojový dron
Switchblade*



*ruční odhoz
SUAV / µUAV*



MUM-T s AH-64E, podpora CAS



*spolupráce s bojovými letouny
vč. podpory specialisty JTAC*

a víceúčelové raketometry. Použitelný je však i ve prospěch řízení přímé vzdušné podpory CAS, zejména při použití GPS řízených pum JDAM a široké palety laserem naváděné letecké munice (Paveway, GBU-53/B, Hellfire, APKWS). Tříčlenná skupina DPz přitom spolupracuje se specialistou JTAC zařazeným u velitele RÚU, nebo je k ní ze stavu pro prapor vyčleněná skupina TACP přiřazen další specialista JTAC (poté jsou u RÚU dva). Komplet RK JTAC s terminálem BATS-D má přitom k dispozici každý voják s touto odborností a schopností RÚU ve využití CAS/CCA se tak násobí. Výnosný dělostřelecký komplet je rovněž součástí výbavy skupiny TACP, v rámci PÚU jsou tedy min. 4 tyto komplety (všichni čtyři příslušníci praporečnické skupiny TACP jsou současně vybaveni ručním kompletem JTAC – RK JTAC, jenž lze s VDK propojit přímo stejně jako set VSI).

Dělostřelci používají vlastní systém řízení palebné podpory/systém řízení dělostřelectva s velmi nízkou latencí, nyní převážně v pásmu VKV (KV pásmo se používá s víceúčelovými raketometry) a perspektivně i s vlnovými formami ekosystému FTUAS (WaveRelay, STANAG 7085). Součástí setu VSI je proto mimo terminálů TNR a MPU-5 i přenosná rádiová stanice AN/PRC-162 podporující práci v aliančním (NBWF) i koaličním (ESSOR) prostoru, případně přímou kooperaci s americkými (SINCGARS) jednotkami. Vlnové formy řady NBWF a ESSOR nejsou ale zatím příliš rozšířeny a nasazení SINCGARS má svá specifika (nutnost použití modemu IDM), a proto může být místo typu AN/PRC-162 použita i jiná stanice, zejména typu SYNAPS podporující i vlnové formy řady PR4G (F@stnet, GeoMux), používané sousedním Polskem a dále např. Francií, Belgií, Nizozemím, Španělskem. Lze uvažovat i o použití sendviče ručních stanic SYNAPS-H a IMBITR pro zajištění až tří kanálů současně (pro systém řízení palby dělostřelectva, síť ISTAR a spojení TACSAT) nejen v národním, ale i aliančním (NATO) a koaličním (EU/ABCA) prostředí. Důležitý je zejména systémový přístup, nyní v AČR probíhá o návrhu systému řízení palebné podpory dělostřelectva potřebná diskuse spojená i s přípravou akvizice nových samohybných houfnic ráže NATO (155 mm). Přesto všechno je třeba udržet nadnárodní charakter komunikačních schopností VSI, propracována by měla být zejména součinnost s Polskem.

1. 3. Velký komplet SSR TA (VK SSR TA)

Rostoucí význam bezpilotních prostředků je zřejmý a potvrzuji to nejen předchozí řádky, přímá spolupráce s UAV se již předpokládá u kompletů RK JTAC i VDK/VSI. Současně je třeba uvažovat také o organickém začlenění malého UAV (SUAV) přímo na úrovni RÚU, a proto je součástí architektury ISTAR/MBK i komplet VK SSR TA, určený pro rotní tým SUAV (tSUAV). Nasazení SUAV RQ-11B Raven a ještě menších μ UAV RQ-12A Wasp se již na úrovni malých jednotek AČR osvědčilo jak u speciálních sil, tak u výsadkového praporu. Ústředním prvkem kompletu VK SSR TA (Velký Komplet Sensor Surveillance Reconnaissance Target Acquisition) je proto řídicí jednotka GCS (Ground Control Station) použitelná s celou škálou UAV používajících digitálně zabezpečený datalink DDL; systémově jde o μ UAV RQ-12A Wasp (dosah 5 km/výdrž letu 50 min.), SUAV RQ-11B Raven 3 (10 km/až 90 min.), RQ-20B Puma (20 km/až 150 min.) a SUAV Puma LE (až 60 km/300 min.). Všechny systémy disponují multispektrálními stabilizovanými senzory s nechlazenou infračervenou (LWIR) kamerou, HD denní barevnou kamerou, případně i laserovým značkovačem (Raven, Puma). Přesnou lokaci cíle (TLE, Target Location Error < 10 m) provádí na základě znalosti své polohy z integrovaného přijímače GPS, výšky letu nad terénem a směru pohledu senzoru. Standardním prostředkem používaným s kompletem VK SSR TA je u mechanizovaných a motorizovaných RÚU SUAV RQ-11B Raven, resp. μ UAV RQ-12A Wasp u výsadkových rotních úkolových uskupení.

Dvoučlenná obsluha VK SSR TA (tSUAV) nasazuje začleněný bezpilotní prostředek dle pokynů velitele RÚU, a to pro potřeby průzkumu a sledování nebo ve prospěch specialistů JTAC a skupin DPz pro zabezpečení BLOS zjišťování cílů. Obdobně může kooperovat i s osádkami bitevních vrtulníků AH-64E vybavených

systémem MUM-T, s jehož pomocí může tento i převzít ovládání SUAV/ μ UAV vypuštěného tSUAV. Obraz a metadata z prostředku mohou ale využívat i další vzdušné platformy, vč. multifunkčních ISTAR letounů AT-6, víceúčelových vrtulníků UH-60M a víceúčelových bojových letounů, jako je F-35. Tým SUAV může naopak přebírat malé bezpilotní prostředky provozované na úrovni bojových praporů (RQ-20B Puma), případně u dělostřeleckých jednotek (Puma LE). Vzájemným sdílením SUAV lze významně prodloužit i jejich dosah. Důležitou funkcí ekosystému DDL je také retranslace signálu; dělostřelecká Puma LE s efektivním doletem až 60 km nebo praporečnický SUAV Puma s dosahem až 20 km může na místo velení zprostředkovat vjem ze SUAV Raven RÚU nacházející se dalších 10 km v hloubi protivníkovy území. Přes retranslační linku lze přenášet i další data, příkladem je již zmíněná distribuce dat ve prospěch systému řízení palby dělostřelectva. Tým se SUAV tedy není jen pro potřeby ISTAR, ale pomocí retranslace může podporovat i velení a řízení (C2); vlastní SUAV je tedy nutné vnímat jako komplexní prostředek architektury C4ISTAR.

Rotní úkolové uskupení pohybující se v prostředí A2/AD je vystaveno zcela novým výzvám, musí počítat se zvýšenými elektronickými útoky úzce propojenými s kinetickými údery dělostřelectva. Mobilní taktické prostředky elektronického boje působí na poměrně krátké vzdálenosti, max. dosah rušení a lokalizace prostředků je v rozmezí 10–20 km, leží tedy v dosahu bezpilotních prostředků RÚU. Pomocí UAV se snaží zvýšit dopad EB i nepřítel, montuje na ně především detektory/rušiče mobilních sítí GSM a emitory klamných signálů GPS. Protivníkovy prostředky a anténní systémy EB, obsluhy SUAV a na obě skupiny navázané nebezpečné minomety střelící na jimi lokalizované cíle, jsou pro RÚU jedny z hlavních ohrožení. Zničit je v režimu LOS není možné, detekce původu nepřímé palby/působení je při sesednutém nasazení komplikovaná, a proto musel být nalezen specifický způsob jejich neutralizace. Jako velmi efektivní se v operacích GWOT i při střetech A2/AD na Ukrajině a v Sýrii ukázaly malé „sebevražedné“ bojové drony. Američané pro tento účel zavedli typ Coyote a o něco menší Switchblade, jenž je plně kompatibilní i s datalinkem DDL a řídicí stanicí GCS.

Samostatným úkolem týmu SUAV je tedy pomocí μ UAV/SUAV vyhledávat a lokalizovat nepřátelské prvky architektury C4ISTAR (mimo prostředky EB jde i o radary, velitelská a spojovací stanoviště apod.) a útočit na ně BLOS municí typu TSM (Tactical Missile System), například bojovými drony Switchblade. Mimo vlastní μ UAV/SUAV používané v počtu 1–3 ks, a to v závislosti na profilu nasazení (sesednuté, s podporou vozidla, na vozidle), má mít rotní tSUAV k dispozici i 2–6 ks bojových dronů Switchblade (na úrovni praporu lze takto používat např. těžší a větší prostředek Coyote začleněný do sítě WaveRelay).

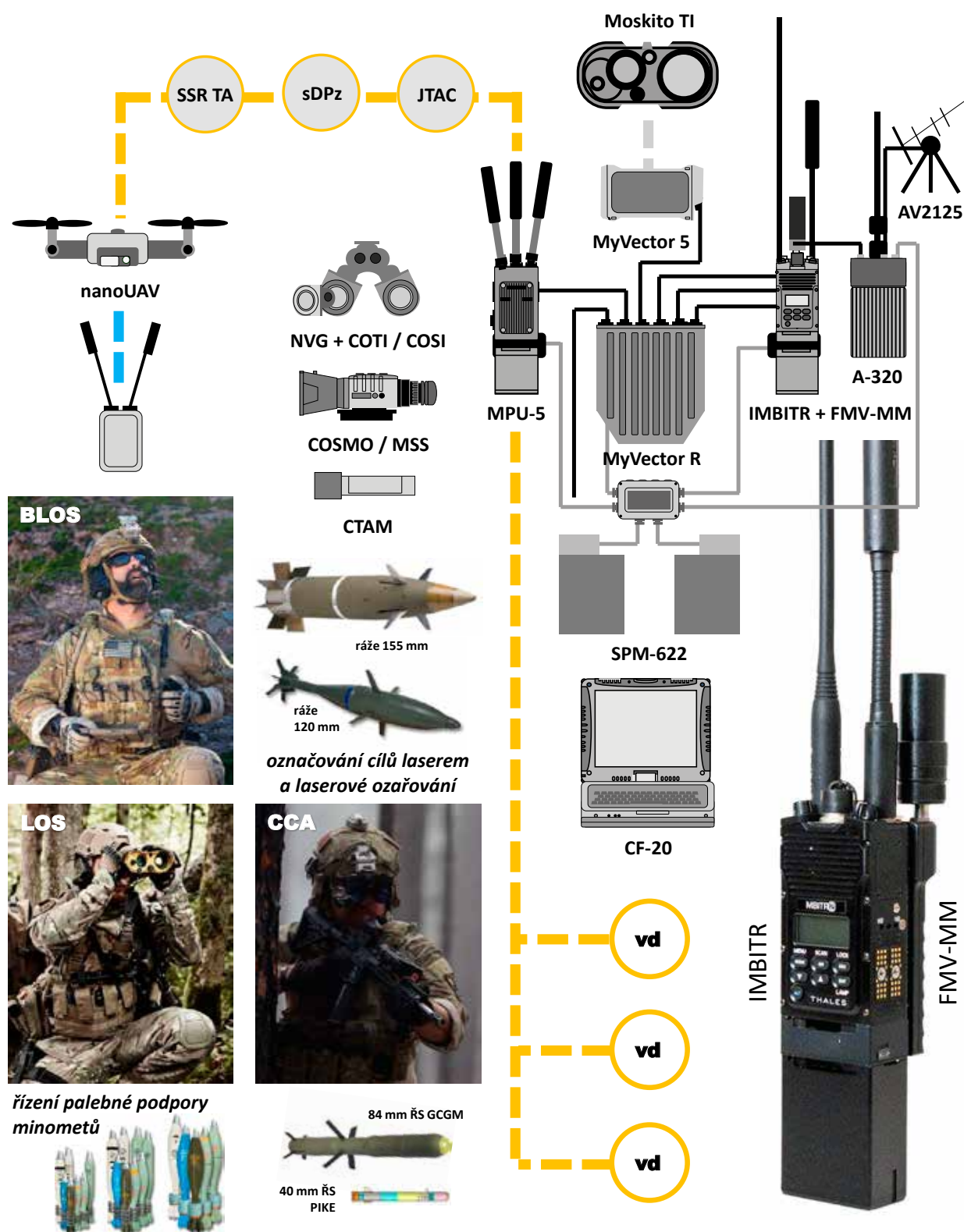
Mimo vizuálního ISR a úderných schopností bojových dronů budou týmy SUAV čím dál častěji používány i pro specifickou podporu vojskového zpravodajství. Již dnes mohou být optoelektronické senzory SUAV nasazeny pro podporu aktivit IMINT, HUMINT a GEOINT, následně by měly být rozšířeny, podobně jako již dnes u Rusů, i do oblasti signálového zpravodajství SIGINT. Předpokládá se, že se SUAV stanou nositeli detekčních a rušících systémů elektronického boje. Efektivní bude zejména jejich participace při distribuovaném nasazení, během něhož jsou v sesednutých jednotkách rozloženy vzájemně kooperující kombinované detektory/rušičky řady D2EW (Distributed Dismounted Electronic Warfare) využívající triangulaci k zaměření, lokaci a potlačení obdobných protivníkových systémů nebo dalších prvků architektury C4ISTAR. U týmu SUAV lze použít komponenty D2EW jak na zemi, tak i ve vzduchu, což podstatně rozšiřuje možnosti provádění elektronického boje nebo útoku a vedení SIGINT na úrovni RÚU.

Je-li specialista JTAC představeným prvkem přímé vzdušné podpory a praporečnické pracoviště ALO, skupina DPz vysunutým odřadem řízení palebné podpory dělostřelectva a praporečnické místa koordinace palebné podpory, pak lze ekvivalentně tým SUAV vnímat jako entitu spolupracující s praporečnickou sekcí vojskového zpravodajství

MK SSR TA

(Malý Komplet Sensor Surveillance Reconnaissance Target Acquisition)

- integrovaná sestava komponent pro specialistu JFO



S-2. Je proto účelné, aby tSUAV zabezpečoval i komunikaci RÚU s S-2 praporu; mimo BLOS nebo směrově použitelné linky DDL a WaveRelay proto disponuje i přenosnou rádiovou stanicí AN/PRC-162 se všemi výše uvedenými komunikačními profily. Zdrojem poskytovaných informací zpravodajského charakteru je mimo μ UAV/SUAV, případně prvky perspektivního systému D2EW, i síť ISTAR a zejména struktura MBK. Pro posílení schopností modulárního bojového kompletu je u týmu tSUAV také nasazena akviziční jednotka JIM Compact použitelná i ve prospěch specialisty JTAC (vč. propojení s ozařovačem DHY-208 pro označování/navádění v nočních podmínkách).

1. 4. Malý komplet SSR TA (MK SSR TA)

Přímá vzdušná podpora, palebná podpora dělostřelectva a zpravodajská podpora pomocí μ UAV/SUAV patří k aktivitám, pro které jsou na úrovni RÚU vytvořeny samostatné a organicky začleněné kapacity (JTAC, sDPz, tSUAV). U jemu tří podřízených bojových čet jsou tyto schopnosti dále rozvinuty a současně i koncentrovány v osobě specialistů JFO (Joint Fire Observer), z nichž každý disponuje Malým kompletem Sensor Surveillance Reconnaissance Target Acquisition (MK SSR TA). Hlavním úkolem JFO je udržovat kontakt bojové čtyři právě s prvky vzdušné (cestou JTAC), dělostřelecké (cestou sDPz) a zpravodajské (cestou tSUAV) podpory, tuto vyžadovat a zprostředkovávat. Samostatně může navíc specialista JFO řídit palbu určených minometů, účastnit se vzdušných úderů CCA a pomáhat veliteli bojové čtyři s přesným cílením některých podpůrných zbraní (PTRS, tarasnice, granátomety) jednotky. Specialista JFO je zapojen jak do sítě ISTAR (TSM, ESSOR), tak do sítě MBK (WaveRelay), kde je i ve spojení s veliteli jednotlivých družstev.

Centrálním prvkem/uzlem kompletu MK SSR TA je router/server MyVector R, na nějž je napojen osobní datový terminál MyVector 5 s webovým rozhraním/GUI MyVector a dále terminál MPU-5 pro vlnovou formu WaveRelay i třikanálová ruční taktická rádiová stanice IMBITR (Improved Multiband Inter/Intra Team Radio) zajišťující spojení v síti ISTAR (TSM, ESSOR), taktickou komunikaci (NBWF, ESSOR, SINCGARS, HQ I/II, SATURN), vč. TACSAT (ANDVT, DAMA, IW) a příjem datalinků CDL/TCDL/DDL (pomocí přídatného modulu FMV-MM). Hlavní komunikační trasou je pro specialistu JFO prostředí MANET MIMO síť MBK, směrem dolů udržuje spojení s veliteli družstev, nahoru drží konektivitu k ostatním rotním kolegům JFO a především k prvkům JTAC, sDPz a tSUAV. U mechanizovaných a motorizovaných jednotek jsou do sítě MBK zapojeny přes bránu systému vojáka i jednotlivá bojová vozidla, vč. jejich akvizičních senzorů, a u výsadek bojových jednotek zase týmy obsluhující podpůrné zbraně, a to jak na úrovni čtyři samotné (tarasnice Carl Gustaf, pušky pro přesnou střelbu), tak i v rámci zbraňové čtyři (PTRS, 60mm minomety, automatické granátomety, odstřelovačské pušky) výsadek RÚU.

Mimo rychlou situační síť MBK může specialista JFO za jasně daných podmínek vstupovat i do alianční (TSM) a koaliční (ESSOR) sítě ISTAR, případně využívat taktické komunikační kanály s formalizovanými zprávami a taktickou elektronickou poštou. S jejich pomocí může JTACovi nebo sDPz zaslat ve formátu VMF předpřipravenou zprávu typu „K“ s žádostí o podporu letectva nebo dělostřelectva, případně relaci MIL-STD-188-184 týmu SUAV. V obou případech lze použít i COMSEC/TRANSEC zabezpečenou hlasovou komunikaci. Paralelně je schopen přijímat video s metadaty ze vzdušných platform využívajících datalinky CDL/TCDL/DDL. Všechny tyto možnosti může současně využít i při přímém vzdušném útoku CCA, který ve prospěch bojové čtyři může vést bitevní nebo víceúčelový vrtulník a bojový letoun. Komunikační možnosti specialisty JFO jsou tedy poměrně široké, cílem je dosáhnout co nejlepšího situačního vědomí na úrovni bojové čtyři a současně umožnit, aby tato mohla sdílet jí získané informace. Specialista JFO působí přímo u velitele bojové čtyři podobně jako specialista JTAC u velitele RÚU. Oba svým velitelům radí, podporují je a zajišťují, řídí a analyzují externí ISTAR podporu i interní úsilí tohoto typu.

Hlavním pracovním nástrojem specialisty JFO je ruční akviziční jednotka Moskito TI integrující v jednom velmi lehkém (1,2 kg), ergonomicky řešeném a kompaktním tělese optický monokulární dalekohled, nechlazenou infračervenou (LWIR) kameru, nízkoúrovňovou kameru, laserový dálkoměr, značkováč, digitální kompas a přijímač GPS. S její pomocí lze detekovat, rozpoznávat, identifikovat, lokalizovat a označovat cíle, jejichž obraz je současně zaznamenán a společně s naměřenými metadaty bezdrátově (přes rozhraní Bluetooth) zasílán do terminálu MyVector 5. Metadata lze následně využít pro tvorbu formalizovaných zpráv. Obdobně jsou do systému MBK zanášena data i z jiných zdrojů, vč. bezpilotních prostředků a bojových vozidel.

Součástí jednotky Moskito TI je i mechanické rozhraní umožňující připojení dalších komponent – výkonného laserového ozařovače IZLID, ozařovače CTAM nebo SWIR kamery COSMO. I tyto prostředky jsou na úrovni bojové čtyři považovány za součást kompletu MK SSR TA. Nasazení ozařovače IZLID podporuje vizuální součinnost při nočních útocích CCA, obdobně lze používat nevizuálně a celodenně i ozařovač CTAM, a to v kombinaci s Moskito TI nebo kamerou COSMO. Sestava ozařovače CTAM (Coded Target Acquisition Marker) a zbraňového zaměřovače/kamery COSMO se přitom jeví jako velmi perspektivní a důležitá. Stále více se totiž ve výzbroji malých sesednutých jednotek objevuje laserem řízená munice – nyní je např. k dispozici řízená střela Pike pro ruční/podvěsné granátomety ráže 40×46 nebo právě úspěšně vyzkoušená řízená střela GCGM (Guided Carl-Gustaf Munition) pro tarasnice Carl Gustaf M4. Jejich účinný dosah je až 2 000 m a použití mnohdy účelnější a efektivnější než nasazení dražších přenosných kompletů PTRS (vzájemně se nenahrazují, ale efektivně doplňují).

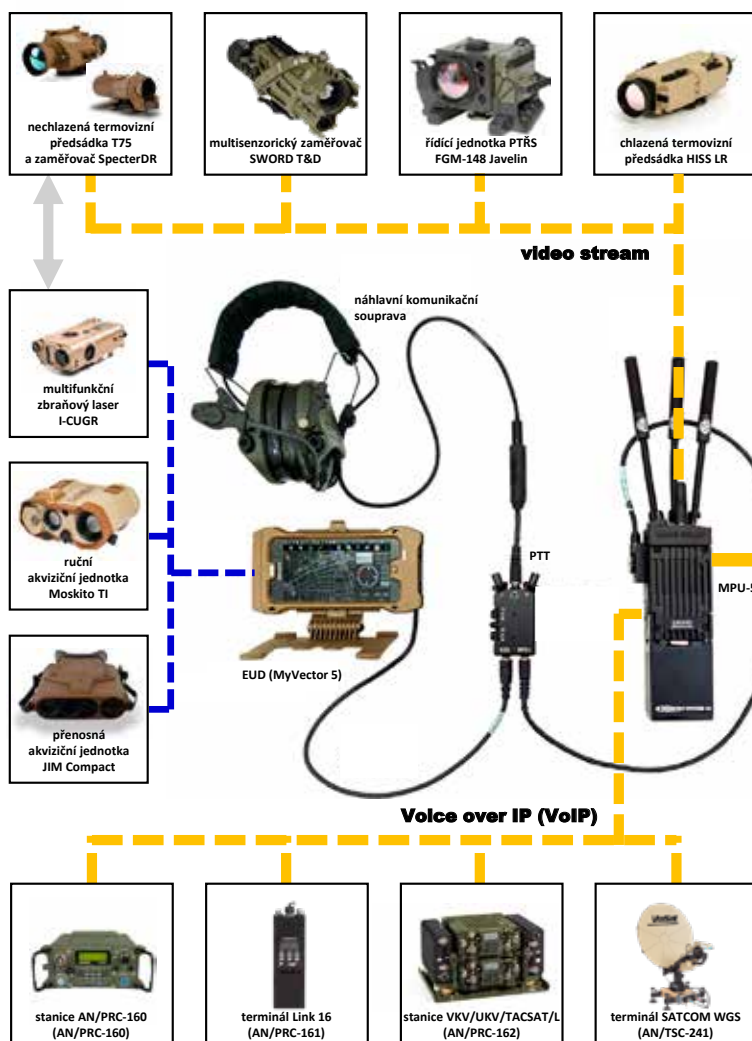
Zaměřovač/kameru COSMO je také možné použít samostatně pro ruční pozorování, na jednotce Moskito TI nebo jako zaměřovač na zbrani, kde je rovněž uchycen, podobně jako laserový značkováč, i ozařovač CTAM. Aplikace sestavy COSMO/CTAM na útočné pušce odpovídá podobnému (a tomu předcházejícímu) nasazení kombinace noktovizního zaměřovače s laserovým značkováčem (iniciativa STANO – Surveillance, Target Acquisition and Night Observation). Laser v obou případech vysílá zaměřovačem viditelný paprsek značící nebo identifikující cíl. V případě ozařovače CTAM s výkonem větším než 10 mJ je tento laserový bod (energetický spot) možné využít až do 2 000 m pro navádění řízených střel typu Pike a GCGM. Obdobně lze během CCA či dokonce i CAS pomocí CTAM kódovaně (STANAG 3733) označovat cíle pro laserem řízenou leteckou municí. V praxi je to méně výkonný ekvivalent DHY-208. Samostatnou kapitolou je jeho použití pro navádění národní, alianční, koaliční a případně i nepřátelské laserem řízené minometné munice.

Čtvrtou oblastí možného působení specialistů JFO jsou C4I-STAR aktivity v režimu BLOS. Součástí kompletu MK SSR TA není přenosná rádiová stanice, a proto lze jeho zářový nosný systém za určitých podmínek (pomocí větší polní mošny BAO) využít i k nesení μ UAS nebo nanoUAS, nejčastěji v provedení VTOL (Vertical Take-Off and Landing), tedy v podobě „vrtulníčku“. Důležitá je přitom volba řídicí vlnové formy, ideálně je jí WaveRelay pro μ UAS a DDL pro nanoUAS. V obou případech je tak možné zařadit tyto bezpilotní prostředky do sítě MBK nebo ISTAR, což podporuje jejich aplikaci v roli rádiové relay i síťového „uzlu“ ISR poskytujícího obrazové informace s metadaty, stejně jako všechny dosud uvedené UAV a komplety ISTAR/MBK. Vzhledem k nízké hmotnosti a malým rozměrům μ /nanoUAS lze v kompletu MK SSR TA použít oba společně. Jednotlivě nebo společně jsou následně nasazovány dle konkrétní potřeby bojové čtyři. Celá sestava μ /nanoUAS se ukládá do vypolstrované vložky rychle vložitelné/vyjmutelné do i z polní mošny BAO (Battlefield Air Operations) sloužící i k nesení ostatních komponent (MyVector R, MPU-5, IMBITR se zesilovačem A-320, FMV-MM, centrální napájení SPM-622 s Bx-x590) kompletu MK SSR TA.

MK SSR TA (D)/(C)

(Malý Komplet SSR TA pro velitele družstev a čet)

- integrovaná sestava komponent pro taktické situační vědomí



RQ-21A Blackjack TUAV
(Tactical Unmanned Aerial Vehicle)



V-BAT STUAS VTOL FTUAS
(Future Tactical Unmanned Aerial System)



Indago 3 SUAS VTOL
(Multi-Utility Tactical Transport)



624 ks UGV MUTT
(Multi-Utility Tactical Transport)



3 000 ks UGV CRS-I
(Common Robotic System-Individual)

Síť MBK s vlnovou formou WaveRelay je podporována VTOL μ UAS Indago 3. Jedná se o kvadroptér o hmotnosti 2,3 kg, kterou lze nasadit do 120 s, a to s letovou dobou až 70–50 minut. Cestovní rychlost prostředku je okolo 40 km/h a jeho dosah je definován pouze využitelným prostorem sítě MBK (u bojové čtyři, lze uvažovat min. o prostoru 10/20 km $\times$ 10/20 km), ve kterém působí již jako její běžný uzel („node“), z povahy sítě MANET MIMO je to tedy i retranslační bod. Letící nebo na vhodnou vyvýšeninu zalétlý VTOL μ UAS podstatně zvyšuje dosah a schopnosti sítě MBK, může rovněž sloužit jako spojovací uzel k vyšším úrovním sítě WaveRelay spojeným s taktickými bezpilotními prostředky FTUAS. Komunikační dopady nasazení lze přirovnat k použití pozemních mikrovlnných komunikačních spojů. Elektrický pohonný systém VTOL μ UAS Indago 3 má efektivně potlačený hlukový projev (i proto jej používají speciální jednotky USA) a využívá autopilota řady Kestrel podporujícího funkci automatického uzamčení a sledování pohyblivého cíle („click-to-track“). Senzorická hlavička zahrnuje dvě nechlazené (LWIR) infračervené kamery s rozlišením 640 $\times$ 512 použitelné společně v zoomovacím rozsahu 32° až 2°, sprážený laserový NIR značkováč s poměrně vysokým výkonem (150–650 mW) a má hmotnost 570 g (místo ní může nést kvadroptéra na univerzálním zachytu náklad do hmotnosti 250 g). Místo ISR termovizní hlavičky lze použít denní precizně stabilizovanou IMINT/GEOINT optoelektronickou hlavičku podporující nejen snímky s velkým rozlišením, ale i mapování terénu.

Síť ISTAR, jejíž součástí jsou kromě hlavního MANET kanálu TSM/ESSOR i broadcast linky CDL/TCDL/DDL, může být obdobně využívána prostředkem nanoUAS udržujícím konektivitu pomocí datalinku DDL. Tento typ kvadroptéry je vhodný pro nasazení v často velmi nepřehledné zastavěné oblasti, kde je retranslační bod v podobě kroužícího SUAV (Raven/Puma) velkou výhodou. Letová hmotnost VTOL nanoUAS je asi 10 $\times$ menší než v případě VTOL μ UAS a rozdíly odpovídají i výkony – letová výdrž 15 až 20 min., dosah 1 500 m od operátora. K ovládání nanoUAS je již nutné použít speciální rádiový terminál PocketVT (u VTOL μ UAS se pro řízení používá standardní terminál MPU-5) napojený na univerzální řídicí stanici nebo osobní terminál MyVector 5. Senzorický blok nanoUAS zahrnuje infračervenou (LWIR) i denní barevnou kameru a hlavním účelem nasazení je vizuální průzkum BLOS na krátké vzdálenosti.

Zkušenosti z operací GWOT (Afghánistán, Libye, Sýrie) i oblastí A2/AD (Donbas, Sýrie) jasně prokázaly potřebu užití μ /nanoUAS na úrovni bojových čet, případně i družstev. Problémem nasazení UAS na tak nízkém organizačním stupni je ale zabezpečení jejich obsluhy. Může jej sice používat přímo specialista JFO, ale ten tím může být zaměstnán natolik, že nebude schopen zajišťovat své výše uvedené stěžejní úkoly. Americká námořní pěchota (USMC) to vyřešila rázně, mimo specialisty JFO rozšířila velení roty i o operátora μ UAS a možnost použití nanoUAS podpořila rovnou na úrovni velitelů podřízených týmů. Každá taková organizační změna má ale velký vliv na součinnost, zabezpečení i přepravní kapacity. Pro AČR se jako lepší jeví nasadit na úrovni bojových čet dva komplety MK SSR TA, jeden se sestavou CTAM/COSMO, další se setem μ /nanoUAS (ostatní komponenty by byly shodné). První by obsluhoval specialista JFO, druhý skupina tří ostrostřelců (organicky jsou po jednom začlenění na úrovni bojových družstev) použitelná i jako zvědná skupina (jedná se o ad-hoc vytvářenou formaci stažením ostrostřelců z bojových družstev). Podstatnou výhodou, zejména při činnosti v oblasti A2/AD, by bylo navýšení akvizičních schopností bojové čtyři a stále potřebnější zálohování této činnosti. Z nejlepších ostrostřelců, uživatelů pušky pro přesnou střelbu, by se potom mohli rekrutovat i specialisté JFO, kteří by poté mohli pokračovat i v kariéře specialisty JTAC (a dále i obsluhy pracoviště ALO).

1. 5. Malý komplet SSR TA pro velitele malých jednotek (MK SSR TA (D/C))

Schopnosti ISTAR přinášejí reálné situační vědomí a jsou paralelní k procesu velení a řízení C2, pro který je podstatné dosažení plánovaného cíle. Oba světy se vzájemně prolínají, jsou ale

i velmi rozdílné. Velitel svůj úkol zná, nadřazený věří, že jej splní, ale během průběhu operace se běžně nezajímá, jak ho dosáhne – zkrátka mu věří. Určení cíle (vedení) není totožné s procesem jeho dosažení (řízení). I to je třeba vnímat při posuzování procesů spojených s architekturou C4ISTAR. Taktické systémy velení a řízení předpokládají poskytnutí PLI s periodou 30 s, za tu dobu ujede vozidlo okolo 500 m a člověk překoná vzdálenost 80 m. Při kontaktním boji CQB (Close Quarters Battle) je to poměrně dlouhá doba i velké vzdálenosti. Svět se přitom pro jednotlivce jakoby smrskne, čas naopak protáhne. Sociálně je přitom cítit kontrakci délek i dilataci času. Bojovníci žijí svůj úkol a instinktivně sledují svoji interakci s okolím, všichni jsou si jakoby rovni, na sobě závislí. Osádka bitevního vrtulníku věří, že ostrostřelec eliminuje protivníkovu pancéřovnicka používajícího střely s přibližovacími zaměřovači, ona mu poté pomůže přemístit se útokem CCA. Pilot bojového letounu doufá, že četa vyhledá a vyřadí obsluhu ručního kompletu protiletadlové řízené střely, poskytuje jí přece CAS vedoucí ke zničení hlavního bojového tanku nepřítele. Postupují koordinovaně, vzájemně se kryjí a pomáhají si. Rozkazy z centra sice evidují, ale hlášení podávají až poté. Za určitých okolností jsou připraveni i neuposlechnout a svůj postup si obhájit.

Právě tato vzájemná důvěra založená na interakci lidí se svobodnou vůlí je základním potenciálem kultury Západu, v míru i na bojišti. V ostatních civilizačních okruzích je vůle jednotlivce omezená; mají pozemské vládcy, které poslouchají a ti za ně přebírají i odpovědnost. Chybí jim na člověku nezávislý vztahový bod, jenž by byl současně i jejich cílem, smyslem existence. Příliš tedy podléhají lidským příkazům, čekají na pokyny, které jakoby automaticky plní a poté referují o výsledku. Mnohdy jsou to letité a neměnné procesy. Západ by měl být naopak aktivní, kreativní a individuální – naplnění svobodné vůle u každého jedince specifické dle jeho schopností; jedinečné. Západ by neměl být smýkácní vůdci, ale vedoucími, kteří by byli přirozeně akceptováni nejen pro své schopnosti, ale i proto, že by respektovali schopnosti a možnosti druhých. Vedení nebo velení (leadership) tak probíhá paralelně k řízení (management). Jedno není více než druhé, potřebují se navzájem, respektují se.

U vojenských systémů velení a řízení (C2 – Command & Control) je důležité určit cíl operace (plán), rozplánovat ji (rozkazy), průběžně sledovat její průběh (hlášení) a nakonec zhodnotit dosažený stav (výnos); následně se celý proces opakuje až do vyčerpání sil nebo ukončení bojů. Proces situačního vědomí je jiný, probíhá striktně v reálném čase, a to při vědomí mnoha informací. Velení je životem bez mobilního telefonu, ale s novinami, rozhlasem, televizí a pevnou linkou, případně i faxem. Nástrojem situačního vědomí je chytrý mobilní telefon s webovými aplikacemi a internetem věcí. Co oba světy propojuje – jejich účastníci, pokud se znají, mohou se sejit a pohovořit si (rozhovor) nebo si napsat na papír písemné sdělení (dopis). Toto na taktickém stupni propojuje i svět C2 a ISTAR – hlasová rádiová komunikace a standardizovaná hlášení.

Malý komplet SSR TA pro velitele družstev (D) nebo čet (C) je koncipován tak, aby jim zprostředkoval konektivitu do světa C2 (rozhovory, hlášení) i ISTAR (web a internet věcí). Pojítkem s C2 je dle STANAG 4677 (resp. ČOS 589 504) „zapůjčená“ ruční taktická rádiová stanice, která sice není přímou součástí kompletu MK SSR TA (D)/(C), ten ale s jejím nasazením počítá (připojuje se k RoIP a síťovému portu MPU-5). Důvodem je, že může být v jednotlivých operacích použit rozdílný typ – „zapůjčený“ třeba spojeneckými silami používajícími většinou jiný COMSEC (šifrování) i TRANSEC (vlnovou formu). Posláním „zapůjčené“ stanice je zprostředkování hlasové konektivity s nadřazeným velitelským stupněm, případně (u některých typů) i bezdrátový Interkom družstva. Mimo hlasové služby podporuje i přenos dat (viz ČOS 589 503), nejčastěji v pásmu VKV, jedná se tedy o krátké formalizované zprávy – hlášení. Pro úroveň družstva je v základu definováno 11 zpráv JDSSDM (Joint Dismounted Soldier System Data Model) zahrnujících nepřetržitě se opakující poziční zprávu (PresenceMsg) s latencí min. 30 s a dále dalších 8 taktických

OA-X AT-6B Wolverine

- multifunkční letoun ISTAR



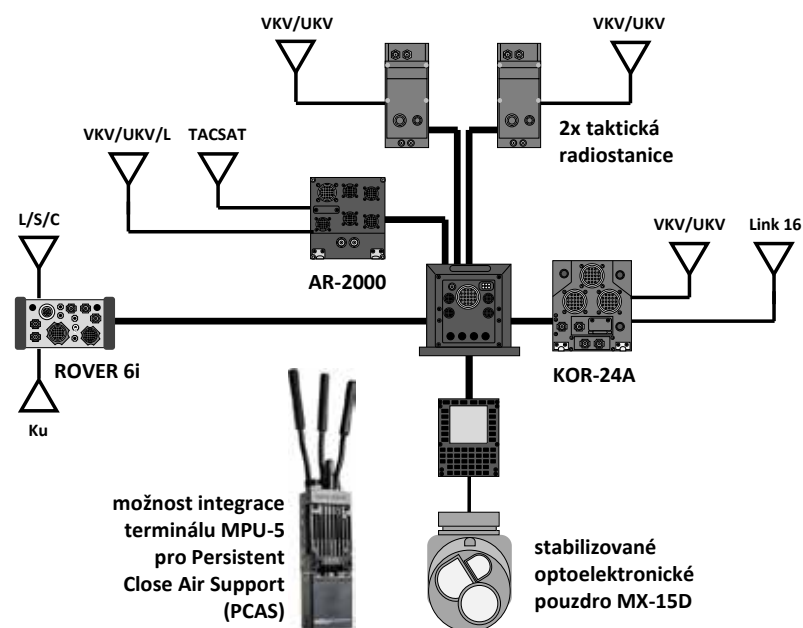
přístrojová deska a HUD v provedení Cockpit 4000



přístrojová deska a HUD v provedení Cockpit 4000 NexGen



NVG AN/AVS-9
a pilotní přilba
Scorpion HMCS



podvěsný kontejner se senzorem WAMI RedKit se schopností IMINT/GEOINT



integrovaný senzor MX-15D



podvěsný kontejner s radiolokátorem i-Master se schopností SAR

zpráv o identifikaci (IdentificationMsg), požadavku na CASEVAC (CasevacreqMsg), vizuálním kontaktu (ContactSightingMsg), se zákresem (SketchMsg), všeobecnou informací (GenInfoMsg), NBC informací (NBCMsg) a přehledem (OverlayMsg) i dvě specifické zprávy – potvrzení (ReceiptMsg) a rozšiřující (ExtensionMsg). Při zobrazení informací v digitalizovaných mapových podkladech se používají jednotné značky a symboly NATO (APP-6). Toto je tedy společný alianční „svět C2“ na úrovni malých sesednutých jednotek.

Vstup do reálného situačního prostředí ISTAR zprostředkovává velitelům malých jednotek opět terminál MPU-5 s vlnovou formou WaveRelay plnící i funkci routeru pro „zapůjčenou“ radiostanici – výsledkem je možnost použití společného GUI na osobním datovém terminálu MyVector 5. Toto řešení podporuje i použití funkce Radio over IP (RoIP) umožňující zprostředkování C2 hlasového kanálu „zapůjčené“ radiostanice do sítě MBK/ISTAR. Velitel družstva/čety tak může např. specialistovi JFO zprostředkovat spojení s nadřazeným velením rot, nebo naopak JFO svému veliteli přímý kontakt (přes stanici IMBITR) s pilotem bitevního vrtulníku při úderu CCA (obdobně lze propojit takřka jakékoliv sítě, vč. KV pomocí AN/PRC-160, Link 16 přes AN/PRC-161, TACSAT cestou AN/PRC-162 a SATCOM via AN/TSC-241; zde je nutno zdůraznit, že personální bezpečnostní úroveň má v NATO prioritu před objektovou bezpečností). Všechnu komunikaci je možné nahrávat a zaznamenávat na terminálu MyVector 5, zpětně vyhledávat, přehrávat a dokladovat (záznamy lze samozřejmě i rychle zničit).

Osobní datový terminál MyVector 5 poskytuje velitelům malých jednotek GUI podporující jejich práci v systému C2 (11 zpráv) i rychlou interaktivitu v prostředí ISTAR (multimédia, rychlá výměna PLI). Mohou tak sledovat cíl operace i dynamiku jejího průběhu. Pomocí sítě MBK lze rovněž odebírat video (stream) z různých typů senzorů. Ozbrojené síly USA již do sítě s vlnovou formou WaveRelay postupně zapojují nejen taktická UAV (RQ-21A, Aerosonde, V-BAT), ale také malá UAS (Puma LE, Indago 3) a bezosádková transportní (MUTT) i průzkumná (CRS-I) bezosádková (UGV, Unmanned Ground Vehicle) vozidla; plánováno je propojení několika desítek tisíc takových platform, vč. amerického systému vojáka Nett Warrior (NW). Vlnová forma WaveRelay se tak během roku 2019 stala klíčovým prostředím vojenského webu a internetu věcí (u AČR je pro tento účel používána již od roku 2015, a to navzdory mnoha nepochopením).

Mimo GUI je možné terminály řady MyVector postupně chápat i jako HMI pro spolupráci s robotickými systémy (UAV/UAS, UGV) nebo pro dálkové ovládání různých platform/senzorů UGS (Unattended Ground Sensor). Bezosádkovým vozidlem/senzorem (UGV/UGS) může být postupně i bojové vozidlo pěchoty (BVP) nebo kolový obrněný transportér (KOT). Sít s vlnovou formou WaveRelay má pro toto dostatečnou teoretickou (až 150 Mbps) i praktickou (min. 6 Mbps) přenosovou kapacitu i potřebný výkon. Dálkově by tak bylo možné (po opuštění) používat vozidla BVP/KOT jako dálkově ovládané zbraňové stanice, senzorické základny nebo komunikační mobilní přístupové provozovny. To vše by mohlo v prostředí A2/AD nejen omezit případné ztráty na životech, ale pomoci i k lepšímu rozkrytí protivníkovy postupu. Zajištění přenosu obrazu a dat z opuštěných platform by je umožnilo dále využívat v boji a současně je používat jako návnadu. Obdobně lze již dnes přenášet v reálném čase obraz pomocí MPU-5/WaveRelay z nechlazených termovizních předsádek (T75) velitelů družstev, multisenzorických zaměřovačů SWORD obsluhovaných Carl Gustaf, řídicích jednotek CLU PTRS a chlazených termovizních předsádek HISS LR odstřelovačů. Samozřejmostí je v kompletech MK SSR TA (D)/(C) i možnost spárování terminálů MyVector 5 s přenosnou (JIM Compact), ruční (Moskito TI) a zbraňovou (I-CUGR) akviziční jednotkou nebo malým ručním dálkoměrem (PLRF 25C BT).

Komplet MK SSR TA (D) velitele družstva je tedy připraven pro nasazení se „zapůjčenou“ radiostanicí a mimo terminálů MyVector 5 a MPU-5 zahrnuje i akviziční systém s malým ručním dálkoměrem PLRF 25C BT, nebo zbraňovým setem T75/Specter

DR/I-CUGR pro útočnou pušku. Cílem jeho nasazení je zprostředkovat velitelům malých jednotek potřebnou součinnost v celé architektuře C4ISTAR podobně, jako je to uvažováno i u ostatních systémů vojáků států NATO.

2. NÁRODNÍ SYSTÉMY BOJOVÉ PODPORY

Severoatlantická smlouva, podepsaná 4. dubna 1949 ve Washingtonu D.C., je postavena na kulturním dědictví Západu, konkrétně na zásadách demokracie – „rovném právu v občanském životě i v úřadech“. Z toho vyplývající, a po druhé světové válce na Západě postupně kodifikovaná, svrchovanost přirozeného zákona je podstatou stability a blahobytu členských států. Od 12. března 1999 se jím stal i demokratický právní stát Česká republika, na jehož území byla demokracie nastolena teprve 8. února 1991 (viz č. 23/1991 Sb.). Udržet „mír, bezpečnost a spravedlnost“ není snadné, logicky jsou státy Severoatlantické smlouvy (NATO) vystaveny tlaku ostatních civilizačních území. Na území Česka byly ještě do roku 1991 rozmístěny jednotky Sovětského svazu, předpokládat, že se tohoto „zájmového území“ vzdá Východ navždy je naivní. České země jsou přitom součástí Západu nejpозději od 10. století, nyní již více jak tisíc let. Ani to ale neznamená, že se to nemůže změnit, zvláště když je zde precedens více jak dvaceti let (1968–1991) a po vypovězení smlouvy INF se toto území navíc ocitlo v pásmu dostřelu řízených střel Iskander. Dosud zde probíhající hybridní operace (aplikace „ústavní doktríny“) tak byla rozšířena o vojenský aspekt. Budou-li následně v ruské Kalinigradské oblasti rozmístěny systémy protivzdušné obrany S-500, bude již po roce 2020 vůči ČR plně uplatňován koncept A2/AD.

Nyní má Armáda České republiky (AČR) přibližně 22 bojových rot, které je možno po doplnění specialisty ISTAR (JTAC, sDPz, tSUAV, JFO) a posílení o podpurné zbraně (120mm minomety, systémy VSHORAD a případně i četa tanků) považovat za rotní úkolová uskupení. Každé z nich může mít okolo 150–200 vojáků, kteří jsou schopni uplatnit informační a senzorickou dominanci přibližně na ploše 10 km × 10 km (100 km²). K plnému pokrytí území ČR bychom tedy potřebovali 780 RÚU (o 97,2 % více) s min. 117 000 bojovníky (celá AČR má nyní přibližně 25 000 vojáků). Jsou to sice pouze teoretická čísla, dobře ale dokládají připravenost Čechů na obranu státu i pozornost, kterou této problematice věnují. Úroveň a možnosti disponibilních RÚU je možno zvýšit vhodnými multiplikátory, podstatným je rozvinutí funkční architektury C4I-STAR, dále může jít i nové typy bojových vozidel (projekty KOT a BVP). Disproporce mezi potřebou a realitou je ale tak velká, že je třeba razantnějšího přístupu – komplexní změny organizace, taktiky a podpory. Základní problém, nedostatek bojovníků (22 × 150 = 3 300), se však obchází těžko. Přesto je třeba podpořit především uplatnění taktiky kombinovaných vzdušné – pozemních operací a zavádění vysoce moderních prostředků vzdušné podpory schopných činnosti i pod příkrovem A2/AD. Mimo pro ČR nákladný letoun F-35, jenž je ostatně až do uplatnění tzv. Block 4 v roce 2023 i operačně problematický, patří k těmto systémům zejména multisenzorické ISTAR letouny OA-X, bitevní vrtulníky AH-64E a víceúčelové vrtulníky UH-60M.

2. 1. Multisenzorický letoun OA-X

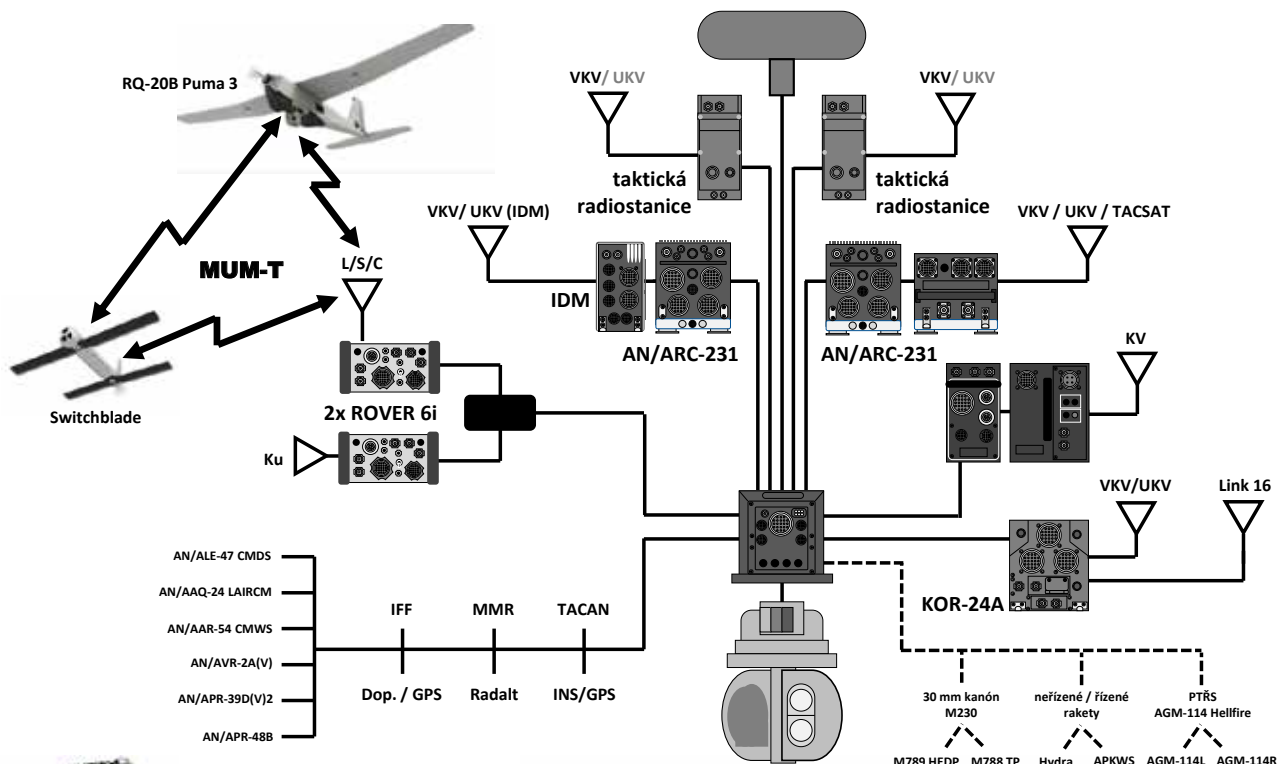
Víceúčelový bojový letoun Stealth F-35 je velmi výkonný zbraňový systém, jehož nasazení je plánováno v tisícových počtech. Přesto nelze očekávat, že by jej bylo možné často užívat k reálnému výcviku s pozemními jednotkami, zejména k nácviku kombinovaných vzdušné – pozemních operací, podpoře jednotlivých RÚU. Z toho vycházející operační postupy jsou ale klíčové jak ve střetech GWOT, tak i při obraně před konceptem A2/AD. Potřebný objem letových hodin pro osvojení A-LB lze pro potřeby AČR spočítat v souladu se STANAG 3797 přibližně takto – každý specialista JTAC by měl ročně provést min. 12 navedení na cíl, ideální je to provádět za asistence kompletně rozvinuté jednotky, tedy v sestavě JTAC – sDPz – JFO, případně i se zapojením tSUAV, dělostřelectva

AH-64E (Apache) Guardian

- bitevní vrtulník

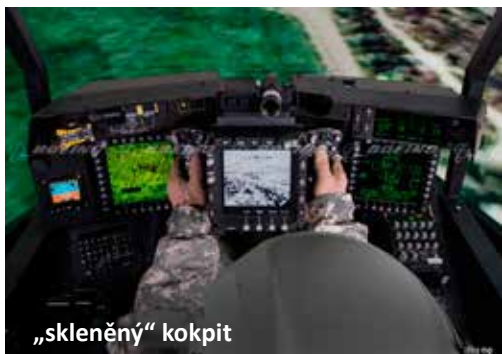


radiolokátor
AN/APG-78
Longbow

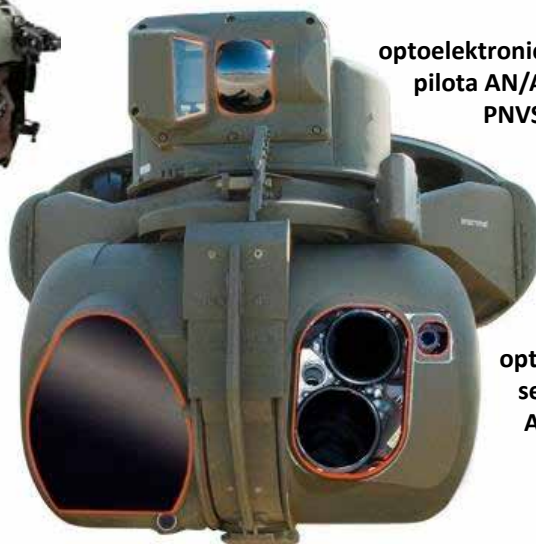


střelecká
konzole

přilba AAIH
s displejem
IHADSS-21



„skleněný“ kokpit



optoelektronický senzor
pilota AN/AAR-11
PNVS

optoelektronický
senzor střelce
AN/ASQ-170
M-TADS

(minometů) a systémů VSHORAD. Je-li k dispozici 22 RÚU v osmi bojových praporech, z nichž každý disponuje rovněž čtyřčlennou skupinou TACP, je pro AČR potřeba min. 54 specialistů JTAC (reálně dvojnásobek – v systému je i brigádní stupeň, pracoviště ALO, speciální a specializované jednotky). Uvažujeme-li realisticky pro proces jednoho navedení jednu letovou hodinu, je celkem potřeba min. 648 letových hodin. Nejde o níjak vysoké číslo, pilot NATO by měl ročně nalétat více jak 100 letových hodin, což při stávajících 14 nadzvukových letounech a nejméně dvou pilotech na letadlo dává opravdu minimalistický roční objem 2 800 letových hodin. Potřebných 648 z nich představuje „pouhých“ 23 %; přibližně čtvrtinu.

Nyní je ale třeba vědět, že letová hodina typu F-35A stojí americké vzdušné síly (a daňové poplatníky) asi 44 000 USD, tedy okolo jednoho miliónu korun. Potřebných 648 letových hodin je v amerických poměrech 648 mil. Kč, u nás by to bylo nejméně dvakrát tolik, a to bez započtení ceny cvičné munice. V praxi se proto místo ostrých letů spíše využívá simulační technika – trenážery uplatňující virtuální realitu, a to jak pro specialisty JTAC, tak pro samotné piloty (u typu F-35 by mělo být na simulátorech realizováno až 40 % „letů“). Ostrých cvičných startů a reálného výcviku není mnoho, takřka vůbec neprobíhá s v poli rozvinutým RÚU. To vše má velký vliv na reálnou připravenost sil, zejména jejich součinnost, potřebné zařítí a zautomatizování procesů. Piloti spíše dávají přednost klasickým stíhacím úkolům, drží hotovosti při obraně vzdušného prostoru, cvičí různé profily soubojů, létají v misích GWOT, které jsou tak často jediným místem skutečného prověřování A-LB; to jsou ale již reálné mise.

Systémové řešení letounu F-35 navíc přináší pro podporu pozemních sil tři poměrně nové schopnosti – nasazení v oblasti A2/AD se silným PVO a EB protivníka (prakticky jde o pokročilý SEAD/DEAD), vysokou míru zpravodajské podpory, vč. fúze senzorů, (ISR) a možnost použití inteligentní munice (něco jako Forward-On Forces Attack, FOFA). Každá z oblastí je pro součinnost vzduch-země podstatně náročnější než konvenční CAS s laserové nebo GPS řízenými pumami. RÚU ozbrojených sil ohrožených protivníkovým konceptem A2/AD by měly reálně, rozvinuté a koncepčně cvičit všechny čtyři profily (CAS, SEAD/DEAD, ISR a FOFA) nejméně každé čtvrtletí. Všechny „nové“ typy nasazení jsou navíc časově náročnější než základní CAS spojovaný s 12 navedeními ročně. I kdybychom vycházeli z něj, pak by na každý tandem JTAC – RÚU bylo ročně potřeba 48 letových hodin.

Uvedených skutečností jsou si vědomi všichni stávající i potenciální uživatelé typu F-35, vč. Američanů. Snaha co nejrychleji vyřadit osvědčené a v aktivitách GWOT rozsáhle používané bitevní letouny A-10 a nahradit je typem F-35 byly spíše marketingovými tahy než reálnou možností; podzvukové bitevníky jsou modernizovány a bude je možné provozovat až do roku 2040. Ani udržení provozu letounu A-10, stále nasazení různých verzí starších víceúčelových letounů F-16 a F-15 (F/A-18E u námořnictva a USMC) i postupně rostoucí flotila F-35 ale na stále zvyšující se objem potřebné přímé vzdušné podpory nestačí. Operace GWOT jsou stále čtenější a náročnější, přibývá i rozsáhlejší potřeba demonstrace proti konceptu A2/AD. To vše byly důvody, proč byl v roce 2009 ve Spojených státech spuštěn program LAAR (Light Attack/Armed Reconnaissance), ze kterého měl vzejít nový typ lehkého bojové – průzkumného letounu OA-X (Observation, Attack).

Schopnost provozu z běžných, často pouze travnatých letišť, systémově řešená protiopatření proti radarům a optoelektronicky naváděným střelám, pancéřování pilotní kabiny i motoru, několikahodinová letová výdrž, plnohodnotná datová příprava pro digitalizovaný CAS, schopnost vzdušného ISR a nesení řízené i inteligentní munice – to vše jsou základní požadavky na letoun OA-X. Předpokládala se možnost pořízení až 300 ks strojů. Ačkoliv je projekt neustále problematizován, zpochybňován, přesto stále probíhá. Na závěr roku 2018 bylo rozhodnuto, že se k dalšímu testování zakoupí po třech kusech turbovrtulových letounů AT-6B Wolverine a A-29 Super Tucano. Smlouvy by měly být podepsány

na přelomu let 2019 a 2020. Obě konstrukce jsou přitom modifikovanou verzí velmi osvědčených cvičných typů a A-29 se již osvědčil nejen při misích COIN (COUNTER INSURGENCY) v Jižní Americe (Brazílie, Kolumbie, Ekvádor), ale i v operacích GWOT, při kterých je využívá afghánské letectvo a americké speciální jednotky.

Význam konstrukce OA-X pro současné i perspektivní kombinované operace vzduch-země vynikne zejména u vědomí jejich možností a provozních nákladů. Činí-li náklady na letovou hodinu F-35 asi milión korun, tak v případě OA-X je to přibližně 20× méně, a to při zajištění všech schopností provádění CAS. Z poměru je tak i zřejmé, jak finančně náročná je obrana proti A2/AD, současně je ale třeba zdůraznit, že ani OA-X nejsou v tomto prostředí bez šance. Malé, lehké, plně vyzbrojené letouny s rozsáhlými schopnostmi C4ISR jsou sice spíše „nezajímavé“ pro PVO systémy S-400, ale nebezpečně letální pro paramilitární i speciální jednotky, výsadky a úderné vrtulníky protivníka. Schopnost operovat z různých (i sportovních) letišť je přitom činí lehce rozptýlitelnými a těžko neutralizovatelnými. Uvážíme-li, že je lze rovněž účelně použít i pro reálný výcvik kombinovaných operací s pozemními jednotkami, zejména se všemi specialisty RÚU (JTAC, sDPz, tSUAV, JFO), pak zjistíme, proč je tento program tak důležitý (a to i pro vzdušné síly USA).

Letové možnosti AT-6B byly již v České republice demonstrovány. Během cvičení Ample Strike 2015 bylo nastíněno, jak by bylo možné tento typ OA-X používat. Jde především o tyto profily nasazení:

- plnohodnotné využití Link 16, vč. zpráv „J“ pro CAS (terminál KOR-24A);
- plnohodnotné využití VMF (Variable Message Format) a zpráv „K“ pro CAS i řízení palby dělostřelectva a koordinaci zpravodajského úsilí (terminál KOR-24A);
- systémová brána mezi Link 16 a VMF umožňující vytvoření předsunutého pracoviště pro řízení palebné podpory, vč. konektivity s letouny F-35 (terminál KOR-24A);
- obousměrný přenos videa s metadaty pomocí terminálu ROVER, a to ve formátech CDL, TCDL a DDL (CMDL);
- schopnost MUM-T spolupráce s robotickými platformami – bezpilotními letouny UAV/UAS (CMDL);
- nesení, použití a navádění inteligentní munice (GBU-53/B, GBU-39/B), možnost řízení bojových dronů (Coyote, Switchblade);
- nesení, použití a navádění laserem (STANAG 3733) řízené munice (pumy řady Paveway, senzor MX-15Di);
- nesení, použití a navádění GPS/INS řízené munice (JDAM);
- nesení a použití neřízené (zaměřované) munice, vč. raket, kanónů a kulometů (v podvěsných kontejnerech);
- provádění CCA ve dne i v noci, vč. laserového označování cílů, plná vnitřní i vnější kompatibilita s prostředky nočního vidění;
- možnost integrace MANET MIMO vlnové formy WaveRelay;
- integrovaná schopnost vizuálního ISR s výkonnou chlazenou infračervenou (MWIR) kamerou, denními senzory a bojovými lasery (MX-15Di);
- volitelná možnost nasazení senzoru WAMI (Wide-Area Motion Imagery) pro podporu aktivit IMINT a GEOINT (podvěsný kontejner RedKite);
- volitelná možnost nasazení pozemního průzkumného radiolokátoru SAR (Synthetic-Aperture Radar) pro podporu aktivit IMINT a GEOINT (podvěsný kontejner s i-Master).

Pancéřovaná pilotní kabina AT-6B je dvoumístná, mimo pilota může být na palubě i operátor zbraňových nebo ISTAR systémů, jeho místo může být ale využito i pro vzdušný výcvik specialistů JTAC a dalších odporníků (např. z oblasti ISR). Oba členové osádky mají k dispozici „skleněný kokpit“ (Cockpit 4000, HUD SparrowHawk), jenž může být integrován i do podoby velkoformátového displeje (Cockpit 4000 NexGen). Pilotní přilby mohou být osazeny nejen brýlemi nočního vidění (AN/AVS-9), ale i barevným monokulárním průhledovým displejem Scorpion fungujícím jako „všesměrový“ HUD.



A black helicopter is shown in flight against a clear blue sky, lifting a yellow car from the ground. The car is suspended by a cable and is positioned directly below the helicopter.

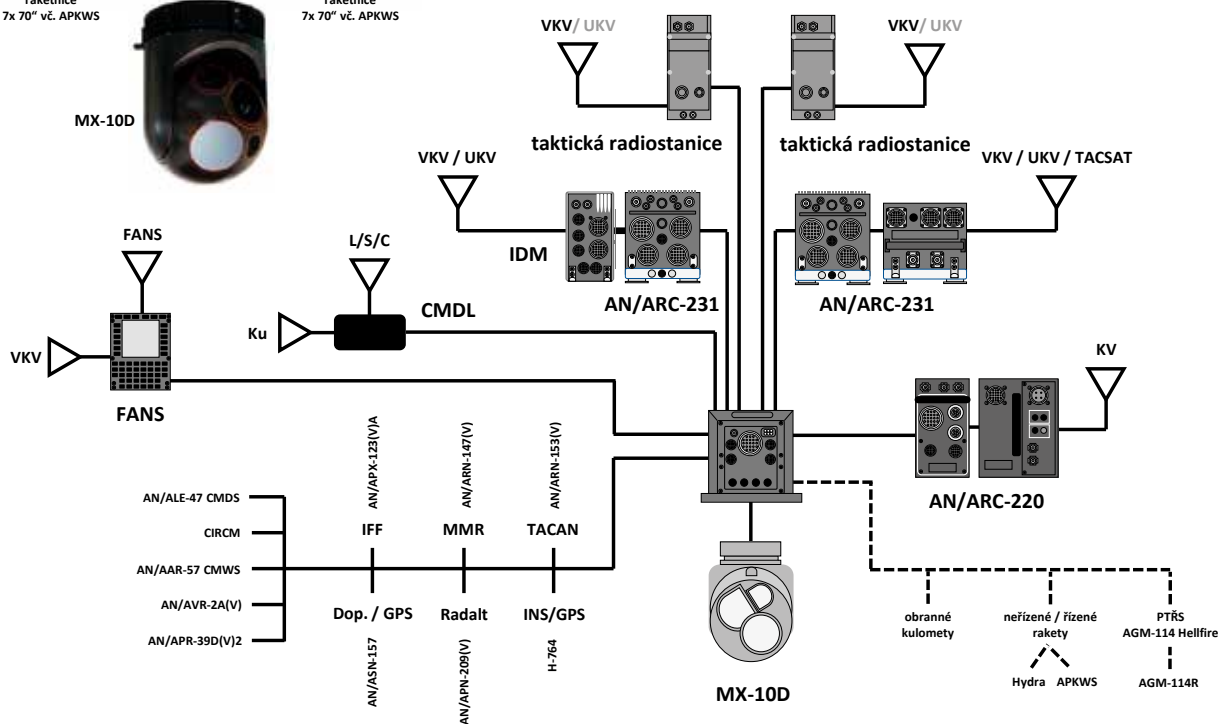


„skleněný“ kokpit

„skleněný“ kokpit



BOJOVÉ NASAZENÍ
krytí přepravovaných a vysazovaných jednotek palbou,
palebné pokrytí výsadkové plochy



optimalizován pro provoz z ploch FARP



rychlá přeprava malých jednotek



SAR & IZS

Možnosti použití letounů OA-X, konkrétně třeba typu AT-6B, jsou tedy velmi široké a pro letectvo, jaké má AČR, se jedná o klíčový systém pro dosažení alianční/koaliční kompatibility kombinovaných vzdušně-pozemních operací. Bez jejich zvládnutí je obrana České republiky prakticky nemožná. Mimo výcvik jsou ale i plnohodnotnými lehkými bitevníky s rozsáhlými možnostmi nasazení i proti konceptu A2/AD. Výhodou je jejich dlouhá letová výdrž, více jak pětihodinové lety lze využít pro monitorování situace, zvláště při nepřátelské infiltraci, a to od nezákonné migrace (nasazení ISR) přes paramilitární síly (nasazení COIN), až po výsadkové jednotky (nasazení A-LB). Letouny OA-X víceúčelové bojové letouny Stealth nenahradí, účelně je ale doplní – plnohodnotně je zastoupí při výcviku CAS, doplní při vedení speciálních operací a podpoří v aktivitách GWOT i A2/AD. Pro součinnost vzdušných a pozemních sil mají stejný význam jako moderní cvičné turbovrtulové letouny pro letectvo, jsou však univerzálnější a není jich potřeba mnoho, reálný poměr je 10:1 ve prospěch proudových strojů; úspory a dosažené schopnosti jsou přitom značné.

2. 2. Bitevní vrtulník AH-64E

Vrcholem konceptu Air-Land Battle, vypracovaného v první polovině 70. let 20. století, byla operace Pouštní bouře (17. 1. 1991 – 28. 2. 1991), při které spojenecké jednotky vedené Spojenými státy doslova smetly a vyhnaly z Kuvajtu iráckou armádu organizovanou a vyzbrojenou dle sovětského vzoru. Jako první přitom zaútočily americké bitevní vrtulníky AH-64A Apache, které laserem naváděnými protitankovými řízenými střelami AGM-114C zničily prvosledové radary irácké protivzdušné obrany. Byla to dokonalá ukázka SEAD/DEAD, vyhledání a zničení protivníkovy PVO, nezbytná součást A-LB.

Stroje AH-64A přitom byly navrženy a uvažovány takřka striktně pro boj s obrovskou masou mechanizovaných jednotek Varšavské smlouvy. To, že by jejich použití mohlo být daleko univerzálnější, ukázalo již jejich první reálné nasazení. Při invazi do Panamy v roce 1989 byly hlavním nočním útočným prostředkem (z 246 operačních hodin zde 138 nalétaly v noci). Z původně čistě protitankového systému se stal univerzální vzdušný prostředek podpory pozemních sil. Na rozdíl od bojových letounů jsou navíc bitevní vrtulníky běžně (zatím ale nikoliv v AČR) organizovány u vojskového letectva, součástí pozemních sil, a s RÚU tak mají i přímé společné operační velení, což usnadňuje jejich využití. Mnohdy byly Apache používány i v roli vzdušných předsunutých leteckých návodčích (FAC-A); ve prospěch malých pozemních jednotek vyhledávaly cíle, na které pak aktivně naváděly řízenou munici nesenou bitevními (A-10) a bojovými (F-16, F-15) letouny vzdušných sil.

Velkým přínosem AH-64 jsou jeho palubní senzory – v plně stabilizovaném pouzdru je v přední instalován optoelektronický senzor pilota AN/AAR-11 PNVIS (Pilot Night Vision Sensor) a pod ním vyhledávací/zaměřovací systém střelce AN/ASQ-170 TADS (Target Acquisition and Designation Sight). Sestava PNVIS/TADS patří k vůbec nejvýkonnějším optoelektronickým senzorům na současném bojišti. První blok byl sestaven v roce 1983 a od té doby je systém neustále modernizován. Pilotní senzor PNVIS je plně a velmi rychle synchronizován s náhlavním průhledovým displejem pilota a může se vůči směru letu otáčet v rozsahu $\pm 90^\circ$ v odměru $+20^\circ$ až -45° v náměru. I senzor střelce je propojen s jeho náhlavním displejem a vůči ose vrtulníku je použitelný v odměru $\pm 120^\circ$ a náměru $+30^\circ$ až -80° ; stabilizován je tak, aby cíl udržel v záměrné i při manévrech stroje. Apache je přitom velmi hbitý, zvládá přetížení až do $+3,5$ G (konkurenční bitevní vrtulník AH-1Z u USMC má povolené přetížení až $+2,5$ G). Nyní používané provedení M-PNVIS/M-TADS vzešlo z modernizačního projektu Arrowhead a je do strojů Apache (verze AH-64D a dále) implementováno od roku 2005.

Základem senzoru M-PNVIS je kamera ISIE 11 s technologií EBAPS (Electron Bombarded Active Pixel Sensor) a rozlišením $1\,600 \times 1\,200$, která je jako „noční vidění“ použita i na přilbě HMDS III pro piloty letounů F-35. Ve srovnání se stroji Stealth má typ

implementovaný v AH-64 podstatně výkonnější optickou soustavu se zorným polem $40^\circ \times 30^\circ$. Monochromatický systém poskytuje vidění ve spektrálním rozsahu 400 až $1\,700$ nm, tedy nejen ve viditelné oblasti, ale i v pásmech NIR a SWIR; pilot tak může vnímat i signalizaci a aktivity laserových označovačů nebo ozařovačů.

Modernizovaný akvizici a zaměřovací systém M-TADS zahrnuje novou chlazenou (MWIR) infračervenou kameru, barevnou HD denní kameru M-DSA (Modernized Day Sensor Assembly), polovodičový laserový dálkoměr/ozařovač M-LRFD (Modernized Laser Rangefinder Designator), nový SpotTracker i laserový označovač a vylepšenou stabilizaci i pohon věže M-TUR (Modernized Turret). Obraz infračervené (termovizní) a denní kamery lze i fúzovat a denní kamera je citlivá i při nižším osvětlení. Oba senzory mají rozlišení $1\,280 \times 960$ bodů. Sestava M-TADS slouží k zaměřování na vrtulník letovaného automatického kanónu M230 ráže 30×113 a dále protitankových řízených střel řady AGM-114 Hellfire, řízených střel APKWS, i neřízených řady Hydra. Dle potřeby mohou být stroje od verze AH-64D vyzbrojeny i protiletadlovými řízenými střelami Stinger nebo Sidewinder; v nejnovějším provedení mají tyto PLŘS shodnou velkoformátovou infračervenou samonaváděcí hlavici a liší se jen manévrovatelností, dostřelem a cenou. Stinger, jehož některá provedení mají i ultrafialový detektor, je vhodný vůči UAV a vrtulníkům. Sidewinder proti bojovým letadlům.

Několik strojů AH-64D bylo v roce 2011 vybaveno systémem GFAS (Ground Fire Acquisition System) umožňujícím automatickou detekci a lokalizaci palby dělostřeleckých nebo PVO systémů. Infračervené kamery GFAS se ukázaly být účinné nejen při sledování aktivit raket, vč. přenosných RPG, ale i hlavních zbraní, a to nejen děl houfnic a tanků, ale na krátké vzdálenosti také pušek a kulometů. Senzory jsou umístěny vždy po čtyřech na každém konci pomocného křídla nesoucího podvěsnou výzbroj, a jsou orientovány směrem dolů. Prakticky jde o první nasazený systém „všesměrového“ (zabírá pouze dolní polosféru) situačního vědomí, funkčně je v mnohém podobný podstatně sofistikovanějšímu DAS u letounů F-35. Infračervené kamery GFAS ale fungují jen jako detektory, jsou integrovány s kvadrantem multifunkčního displeje kokpitu, na kterém zobrazují přibližnou polohu/směr detekovaného prostředku nebo ohrožení. Systém ale poskytl cenné zkušenosti a po aplikaci skutečného směrového systému DAS na letounech F-35 se i pro stroje AH-64 připravuje obdobné plnohodnotné řešení PDAS (Pilotage Distributed Aperture System) dostupné okolo roku 2023.

Perspektivní systém PDAS je, podobně jako DAS letounů F-35, uvažován i jako součást obranného systému, nyní u strojů AH-64 založeného zejména na výstražném systému AN/AAR-54 CMWS (Common Missile Warning System) propojeném s výměnicemi protiopatření (světlic a rušičů) AN/ALE-47 CMDIS (Countermeasures Dispenser System). Detektorem ozáření laserem jsou přitom senzory řady AN/AVR-2 LWS (Laser Warning System) a směr ozáření od radiolokátorů určuje sestava AN/APR-39D DRWR (Digital Radar Warning Receiver), kterou vhodně doplňuje prostředek AN/APR-48B RFI (Radar Frequency Interferometer) umožňující určit typ a směr působení radiolokátorů. Obranný systém zahrnující prostředky CMWS, CMDIS, LWS, DRWR a RFI je sice velmi výkonný, je i zdrojem mnoha zpravodajsky využitelných informací, ale prakticky jde o pasivní řešení umožňující obranu pouze pomocí klamných cílů. Ne vždy to dostačuje, a proto jsou nyní na některých vrtulnících nejnovější řady AH-64E nasazených v bojových operacích GWOT používány i aktivní systémy AN/AAQ-24 LAIRCM (Large Aircraft Infrared Countermeasure).

Stabilizovaná otočná hlavice systému LAIRCM, montovaná u AH-64E opět na konci pomocných/nosných křídel, je poměrně rozměrná a obsahuje velmi výkonný bojový laser, jehož posláním je emitovanou energií zničit přilétající raketu detekovanou systémem CMWS, případně i dalšími komponenty obranného systému. Nasazení LAIRCM je automatizováno, v budoucnu by mělo být plně propojeno i se všesměrovými senzory PDAS, což by mělo zlepšit i obranu proti řízeným střelám kategorie vzduch – vzduch. Doplnění

obraného systému o prostředky PDAS a LAIRCM umožní strojům AH-64E i pohyb v pro ně dosud velmi nebezpečných oblastech, jakými jsou např. městské aglomerace nebo členitý horský terén. Všesměrové situační vědomí, rychlé vyhledávání a eliminace hrozeb i možnost detekce odpalů a střelby posouvá AH-64 již k vojenskému ekvivalentu F-35. Absenci technologie Stealth vyvažuje bitevní vrtulník Apache vertikálním vzletem a přistáním, zabezpečením z ploch FARP (Forward Arming and Refueling Point) i nízkým letem nad terénem (to vše jsou i atributy kolmostartující verze F-35B).

Pro nízké letové hladiny a využívání terénních skrytů je určen i od verze AH-64D volitelně použitelný akviziční/střelecký radiolokátor AN/APG-78 Longbow montovaný nad rotor. Systém zahrnuje jen radiolokátor, ale i speciální radiolokačně naváděné střely AGM-114L. Posláním systému Longbow je vyhledávat pozemní a nízko letící cíle a tyto ničit až do vzdálenosti 8 km. Typickým protivníkem jsou zejména mechanizované svazy hlavních bojových tanků doprovázených bojovými vozidly, samohybné minomety a houfnice v palebných postaveních, prostředky protivzdušné obrany i bitevní, víceúčelové a transportní vrtulníky. Radiolokátor Longbow pracuje v režimech vyhledávání pozemních (GTM, Ground Targeting Mode) i vzdušných (ATM, Air Targeting Mode) cílů, nejnověji je k dispozici i mód MTM (Maritime Targeting Mode) proti hladinovým plavidlům. Celkem může paralelně detekovat a sledovat až 256 objektů, na 16 z nich může vést palbu. Nyní již všesměrový (360°) dosah radiolokátoru pracujícího v pásmu Ka (26,5 – 40 GHz) je 16 km a s využitím funkce TPM (Terrain Profile Mode) jej lze při nízkých letech využít i k mapování terénu.

Nad rotorem umístěný kryt radiolokátoru Longbow je od verze AH-64E využíván i pro uložení zesilovačů a anténního systému MUM-T (Manned-Unmanned Teaming), umožňujícího součinnost vrtulníků Apache s bezpilotními prostředky (není-li Longbow použit, je nad rotorem instalována pouze jedna z antén). Systémově jde o rozšíření avioniky pomocí dvou terminálů ROVER (Remotely Operated Video Enhanced Receiver) řady 6, umožňujících příjem/vysílání vlnových forem CDL (STANAG 7085), TCDL i DDL, s jejichž pomocí lze získávat nebo šířit video s metadaty, a to v reálném čase. Běžně jsou tak na zemi působícím specialistům JTAC (při CAS) nebo JFO (při CCA) předávána data ze senzorů systému M-TADS, nyní ale může dvoučlenná osádka Apache takto získávat obraz i z předesunutých bezpilotních prostředků, jako jsou SUAV Raven/Puma, TUV RQ-7B Shadow nebo MALE MQ-1C Gray Eagle. Nejde přitom jen o možnost vidět to, co vidí UAV, ale i schopnost ovládat jeho senzory, případně jej zcela řídit. Dosah této spolupráce je přitom až několik desítek kilometrů.

Některá UAV nesou i vlastní výzbroj, u typu Gray Eagle jsou to protiletadlové řízené střely Stinger (až 8 ks) nebo protitankové řízené střely Hellfire (až 4 ks) a jeho optoelektronický stabilizovaný senzor AN/AAS-52 MTS (Multispectral Targeting System) zahrnuje i laserový ozařovač cílů. Bitevní vrtulník AH-64E tak může pomocí technologie MUM-T ve spolupráci s MALE Gray Eagle provádět účinné údery až v hloubce 100 km, aniž by tam byl fyzicky přítomen. Ze skrytu může rovněž Apache používat s ním kooperující Gray Eagle (nebo RQ-7B) k ozařování cílů, ať již pro jeho navádění nebo svých raket či řízení přímé vzdušné podpory CAS (funkce FAC-A), a i při řízení palby dělostřelectva. Možnosti využití spolupráce pilotovaných a nepilotovaných prostředků jsou teprve na počátku a typ AH-64E Apache je jedním z pionýrů této koncepce.

Nejmodernější verze AH-64E (Apache) Guardian je v prostředí zasaženém konceptem A2/AD i klíčovým systémem pro přímý vzdušný útok CCA. Vyspělý obranný systém, perspektivně posílený o bojové lasery LAIRCM a situační systém PDAS jí umožňuje zjistit protivníkovu střelu PVO v dostatečném předstihu a na ohrožení reagovat úkrytem v terénu; méně výkonné střely může zničit sám. Schopnost MUM-T umožňuje vést účinnou palbu, Targeting i aktivity ISR z odstupů, resp. ještě před přiletem do cílové oblasti. Součástí avioniky je již i terminál KOR-24A zahrnující Link 16 i bránu mezi zprávami „J“ a „K“. Dále je k dispozici výkonná KV

stanice (AN/ARC-220) a terminál pro TACSAT (AN/ARC-231) i další tři taktické komunikační kanály. Vyspělý je rovněž HMI/GUI rozhraní mezi vrtulníkem a jeho osádkou. Pilot i střelec mají k dispozici „skleněný kokpit“ s víceúčelovými plochými displeji, vpředu sedící střelec má i speciální konzoli podporující nejen zaměřování zbraní, ale i ovládání bezpilotních prostředků pomocí technologie MUM-T. Oba členové osádky používají speciální ergonomické přilby AAIH s průhledovými displeji IHADSS-21 kombinovatelnými i s pilotními brýlemi nočního vidění AN/AVS-9.

2. 3. Víceúčelový vrtulník UH-60M

Je-li letoun AT-6B určen pro dlouhodobé ISR mise nebo podporu Targetingu při výcviku i reálném CAS/CCA, pak je bitevní vrtulník AH-64E vyzbrojený 16 (4×4 ks) protitankovými řízenými střelami Hellfire, nebo až 76 (4×19 ks) neřízenými/řízenými raketami řady Hydra ráže 70 mm, případně jejich vzájemnou kombinací rozšířenou i o PLRS, nejletatelnějším vojskovým systémem a významným psychologickým nástrojem odstrašení i demonstrace síly. Stále se ale potvrzuje, že jen ze vzduchu konflikt vyhrát nelze – důležitá je především kontrola povrchu a hlavním posláním AT-6B i AH-64E zůstává přímá podpora pozemních jednotek, zejména RÚU. Určitou komplikací součinnosti na zemi působících sil s poměrně rychlým turbovrtulovým letadlem i bitevním vrtulníkem je omezená mobilita bojovníků. Na rozdíl od letounů nemusí být vždy včas tam, kde jsou potřeba. I toto je ale řešitelné pomocí víceúčelových bojových vrtulníků, jako je UH-60M Black Hawk.

Konstrukce vrtulníku Black Hawk vznikla i na základě amerických zkušeností s aeromobilními (vrtulníkovými) výsadky během války ve Vietnamu (1965–1975), kde Spojené státy ztratily 5 086 strojů, z toho 3 305 ks oblíbeného UH-1 Iroquois. Velmi důležitým, a těžce zaplaceným poznatkem, byla nutnost použití palubních střelců zajišťujících místo přistání, řídicích zde nástup – výstup osob i manipulaci s odsunovanými nebo nákladem. U typu UH-1 byli nasazeni dodatečně, původní konstrukce s nimi nepočítala – podpůrné zbraně (kulomety) byly instalovány v hlavních manipulačních dveřích, pod nimi se nacházely i závěsy pro raketnice. I když to účel plnilo, bylo to neergonomické až neúčinné. Vrtulník Black Hawk byl proto od počátku navržen se třemi vzájemně navazujícími a propojenými prostory – místem pro dvoučlennou osádku, dále prostorem pro dva bočně působící palubní střelce a konečně rozměrnou kabinou výsadku, ve které již „nepřekážel“ box motorově-převodového ústrojí jako u UH-1. Výsledkem je stroj s vynikajícím poměrem hmotnosti a nosnosti i velmi dobrým členěním, jež je přebíráno i mnoha typy perspektivního programu FVL – JMR.

Vrtulník Black Hawk, dostupný nyní v nejmodernější verzi UH-60M, je víceúčelovým typem a jeho hlavním posláním je transport a aeromobilní podpora bojového družstva až s 11 plně vyzbrojenými bojovníky. Uvnitř kabiny umožňuje rovněž přepravu až šesti ležících zraněných, nebo 1 200 kg nákladu; plných 4 100 kg materiálu lze i pod vrtulník podvěsit.

Vrtulníky UH-60M používají nemálo společných dílů s bitevními stroji AH-64E. Stejně jsou motory (vždy 2x T700-GE-701D, vč. jejich náhrady ITEP – Improved Turbine Engine Program) i podstatná část avioniky, vč. obranného systému tvořeného prvky CMWS, CMDS, LWS, DRWR; i na nich bude možné použít výkonný bojový laser LAIRCM a situační systém PDAS. Logicky chybí radiolokátor Longbow a velmi výkonný senzorický blok M-PNVS/M-TADS. Lze však použít menší stabilizovaná optoelektronická pouzdra se stále poměrně velmi vysokým výkonem. Příkladem je typ MX-10D integrující v kompaktním tělese o hmotnosti necelých 20 kg chlazenou (MWIR) infračervenou kameru s rozlišením až 1280×768 a kontinuálním zoomem 30,2° až 2,9°, HD denní barevnou kameru, nízkoúrovňovou kameru, laserový dálkoměr, ozařovač a značkovací; celkem šest senzorů. Integrovaný laserový ozařovač cílů lze použít pro navádění laserem řízené munice, může jít o zbraně z jiných platform nebo samotným vrtulníkem nesené řízené střely – typicky typu APKWS (Advanced Precision Kill Weapon System) nebo PTRS Hellfire.

Zbraňový systém může být na UH-60M namontován dle potřeby. Je-li k dispozici, nezasahuje do přepravní kabiny výsadku a je ovládán palubními střelci nebo piloty. Příkladem modulárního řešení jsou závěsníky EGMS (External Gun Mount System), umožňující střelcům v bočních střelištích ovládat hlavnovou výzbroj v odměru 171° a v náměru/depresi -45° až +6,5°. Lafetovány mohou být kulomety ráže 7,62×51 nebo 12,7×99 s tím, že nábojové schránky nejsou ve vrtulníku, ale jsou nesené externě. Pro ráži 12,7 mm je tak na každém střelišti k dispozici až 600 nábojů, pro ráži 7,62 mm až 2 700 nábojů, což je i dostačující pro rotační kulomety M134. V obou případech lze zbraň zaaretovat v dopředném směru tak, aby je mohli zaměřovat piloti, toto je výhodné především při použití kulometů GAU-19 ráže 12,7 mm. Účelem výzbroje je poskytnout nezbytné krytí přepravovanému aeromobilnímu výsadku, podpořit jeho činnost na bojišti nebo jej kryt při stahování.

Součástí systému EGMS jsou i závěsníky na neřízené a řízené střely. Na každé straně stroje je tak k dispozici u oddílu pro palubní střelce pod nábojovou schránkou hlavnové výzbroje jeden závěsník použitelný s raketnicí M260 nebo odpalovacím zařízením M310. První umožňuje nasazení 7 ks neřízených raket Hydra ráže 70 mm (2,75") nebo řízených střel APKWS téže ráže, možný je samozřejmě i mix obou typů (celkem je tak možno nést 14 raket ráže 70 mm, bitevní vrtulník AH-64E jich může nést až 76 ks). Druhý je dvojnásobným odpalovacím zařízením pro PTRS Hellfire (celkem 4 ks proti až 16 ks u AH-64E).

Výzbroj ale není hlavním benefitem strojů Black Hawk, tím je jejich víceúčelovost – kombinace transportní kapacity, zbraňového systému a možnosti různých konfigurací vnitřního uspořádání kabiny výsadku. Vrtulník lze upravit pro mise typu CASEVAC/MEDEVAC, SAR/CSAR, létajících středisek velení a řízení C2 apod. V případě operací pod příkrovem A2/AD mohou stroje Black Hawk velmi rychle přepravovat bojová družstva, a to i s mobilními nebo podpůrnými prostředky. Příkladem může být současná přeprava šestičlenného výsadkového družstva v kabině výsadku a lehkého bojového vozidla typu ISV (Infantry Squad Vehicle) přepravovaného v podvěsu. Kompletní výsadkovou četou lze tak přemístit pomocí čtyř vrtulníků, a to i s jejich otevřenými mobilními platformami ISV, na kterých jsou lafetovány podpůrné zbraně. Lze tedy velmi rychle zasáhnout tam, kde se protivník využívající svého krytu A2/AD snaží nasadit speciální nebo výsadkové jednotky, či podpořit nepřátelské paramilitární síly.

Poměrně důležitou schopností strojů Black Hawk je i možnost jejich využití v integrovaném záchranném systému (IZS) přispívajícímu k psychologické podpoře civilního obyvatelstva žijícího v zasažené oblasti. Stroje tak mohou po vysazení vojáků evakuovat civilisty do bezpečí. Význam pro IZS je dán především výkony a rozměry. Standardní vrtulníky, poskytující např. leteckou záchrannou službu, mají mít kvůli provozu z heliportů budov hmotnost do 3 164 kg, tedy i omezenou přepravní kapacitu. Armádní podpora stroje schopného převážet až 6 ležících pacientů je proto při hromadných událostech velmi potřebná. To platí i pro disponibilní senzory a komunikační prostředky, které mimo specifického terminálu KOR-24A odpovídají bitevnímu typu AH-64E.

3. PROTIVÁHA A2/AD PRO AČR

Dotčení České republiky konceptem A2/AD Východu se v roce 2019 významně prohloubilo. K aplikaci měkké síly cestou tzv. „ústavní doktríny“ (od roku 2009), významné součástí hybridních operací, přibývalo i kinetické ohrožení území operačně-taktickými řízenými střelami Iskander-M, zejména typem 9M729 (SSC-8). Během dvou let by se mělo české území dostat i pod kontrolu radarových systémů S-500, které by měly být rozmístěny společně

se svými předchůdci S-400 v Kaliningradské oblasti. Paralelně je od roku 2019 území České republiky sledováno dálkovým KV radiolokátorem 29B6 Kontejner. Prakticky tak došlo ke ztrátě plné dominance („Full-spectrum dominance“) ve všech třech oblastech – „měkké“ (politicko-sociálně-ekonomické), senzorické (Nebo-M, Kontejner) i kinetické (9M729). I to je po třiceti letech reálný důsledek ukončení platnosti smlouvy INF.

Největším nebezpečím je nyní pro území České republiky kombinace paramilitární infiltrace Orientu následovaná „osvobozujícím“ vzdušným výsadkem Východu vedoucí k rozmístění systémů S-400 a Iskander přímo na území České republiky. Mohlo by tak sice dojít k omezení ohrožení ze strany „divoké migrace“, ale vedlo by to jistě k zásadním kulturním změnám odpovídajícím min. normalizaci let 1968–1989. Občané České republiky by nuceně nebo dobrovolně rezignovali na své kulturní dědictví Západu a nenaplnili by ani závazky týkající se členství ČR v mezinárodních organizacích, jako je NATO a EU. Kritickým nebezpečím je pak i přes možnost rozmístění cizích vojsk určitá destabilizace regionu. Území Čech a Moravy by se mohlo na poměrně dlouhou dobu stát nárazníkovou zónou mezi Východem a Orientem podobně, jako je tomu nyní na ukrajinském Donbase.

Účinnou protiváhou současného vývoje je příprava AČR na operace pod příkrovem A2/AD, což předpokládá rozvoj rychle nasaditelných sil (RÚU) s integrovanou architekturou prvků C4I-STAR (podobně jako u letounů F-35 s velkým důrazem na pasivní optoelektronické systémy) a jejich obsluhami (JTAC, sDPz, tSUAV, JFO), které lze podpořit rychle manévrující ISTAR (AT-6B), bitevní (AH-64E) a transportní (UH-60M) kapacitou. Cílem je nabytí schopnosti vedení kombinovaných vzdušně – pozemních operací i pod příkrovem konceptu A2/AD a opětovné získání senzorické a informační dominance. Takto pojaté obraně/protiopatření by nemělo vadit ani konvenční ohrožení ze strany střel 9M729 (síly by byly snadno a rychle rozptylitelné) nebo radiolokační přehled systémů Kontejner a Nebo-M (použité prostředky jsou pro tyto systémy nezajímavé). Výsledné kapacity (RÚU podpořené schopností CAS/ISR) by měly mít odstrašující účinek před možnou destabilizací situace pomocí paramilitárních a výsadkových sil, vůči kterým by měly být rychle a efektivně nasaditelné.

Realizace této obrany není již v podmínkách měkkých opatření protivníka („ústavní doktrína“) jednoduchá. Přesto by měl být 1. 10. 2020 vytvořen v Chrudimi výsadkový pluk schopný takového zabezpečení pro NATO (ve vztahu k jednotkám USA umístěným v Polsku), klíčové jižní strany pohorí Sudety (pás Jizerské hory – Krkonoše – Orlické hory – Králický Sněžník – Jeseníky). Dne 1. června 2018 byla proto vláda USA požádána o nabídku letounů AT-6B a vrtulníků AH-64E i UH-60M. Dne 3. května 2019 bylo americkou administrativou vyhověno poptávce LOR (Letter of Request) na 12 ks víceúčelových vrtulníků UH-60M a dne 28. června 2019 byla tato nabídka přijata. O komplikacích provázejících tento akviziční proces svědčí, že paralelně je vytvářen dojem, že je jednáno o nákup strojů řady H-1, tedy i víceúčelového typu UH-1Y používaného výhradně americkou námořní pěchotou. Informace o těchto jednáních přitom pocházejí od zájmové skupiny snažící se s jeho výrobcem vyjednat co nejlepší podmínky na nákup a provoz strojů pro leteckou záchrannou službu. Tyto soukromé osoby nikdy neposuzovaly nabídku vlády Spojených států, ale jen návrhy výrobce daného typu. I to je důkaz toho, jak zmatečná situace může pod příkrovem systémů A2/AD nastat. Svědčí to i o tom, že podstata obrany kultury není jen v technologiích – „světle“, ale především ve slovech. Ideální je tedy obojí opět co nejlépe a vyváženě spojit. Jen tak to může mít smysl, význam.

Budování oblasti A2/AD „v“ a „nad“ Českou republikou

Řízené střely a radarové technologie konceptu A2/AD Východu i pasivní Stealth a optoelektronické systémy konkurenčního Západu jsou nyní přímými nástupci raketové a jaderné techniky spojené se Smlouvou o likvidaci raket středního a krátkého doletu z roku 1987 (INF). Balistické rakety a jaderné nálože (využívající ionizující záření), vzešlé během druhé světové války z vývojových laboratoří nacistického Německa a demokratických Spojených států, určovaly světové dění od kubánské krize (1962) až po rozpad Sovětského svazu (1991), tedy po celou generaci. Smlouva INF jejich panství omezila, prolomila lokálnost a umožnila rozvoj informačních technologií vedoucích ke globalizaci. Nyní se po třiceti letech rozvoje internetu a mobilních sítí situace opět pomalu mění. Dohoda INF byla opuštěna na scénu se opět vracejí rakety, ale nukleární alfa zařízení nahrazuje větší vojenské využití elektromagnetického záření. Nevíme sice, co nás v dalších třiceti letech čeká, je však dobré popsat výchozí stav.

Přelom let 2006 a 2007 bude vnímán jako mezník dalšího vývoje vztahů nejen mezi kulturou Západu a Východu, ale i v celosvětovém měřítku. Dne 15. prosince 2006 poprvé vzlétl prototyp víceúčelového bojového letounu Stealth F-35 vzešlého z programu JSF (Joint Strike Fighter), následujícího roku byla v ruském Elektrostalu nedaleko Moskvy aktivována první baterie protivzdušného raketového systému S-400. Svět se opět změnil. Nešlo o skok, ale evoluci dlouholetého civilizačního soupeření. Potrvá, než si to mnozí uvědomí, ale tyto změny se nedějí náhle – ostré hrany získávají (a to jen pro zjednodušení) až s odstupem času, kdy je snazší je hodnotit. Čas nám zde běží kontinuálně – někteří se lopotí, jiní si hoví. Neznamená to však, že pohodlnost jedněch není vyvažována úsilím ostatních.

Roku 1992, krátce po rozpadu Sovětského svazu a s tím související bipolarity světa, se mnohým zdálo, že demokracie Západu zvítězila. Jako by to byl konec dějin, takto to vnímal např. americký myslitel Yoshihiro Francis Fukuyama. Měl k tomu dobrý důvod – pocházel z japonské rodiny (jeho dědeček uprchl roku 1905 před rusko-japonskou válkou do USA) a nyní již byla demokracie nejen v jeho rodných Spojených státech, ale i v Japonsku. A co víc, zdálo se, že ji přijme i bývalý sovětský blok. Co se mohlo dít dál? Jaký mohl být další vývoj, kdyby všichni uznali „rovnost práv v občanském životě i v úřadech“, demokracii. Nutně by musely začít rozhodovat jen naše schopnosti, vlohy, které jsme narozením a výchovou získali, tedy pokud bychom je správně rozvíjeli. Nastal by návrat k přirozenosti. To, že to nebude tak jednoduché, se projevilo takřka okamžitě. V noci ze 3. na 4. října 1993 bylo v Mogadišu zabito osmnáct elitních amerických vojáků, dalších 73 bylo zraněno a byly i sestřeleny dva americké bojové vrtulníky Black Hawk. Jak je to možné? Co se stalo?

Príslušníci speciálních sil USA se tehdy dostali do střetu s milicemi Mohameda Farraha Aidida, jednoho z warlordů odmítajících se podrobit sílící globalizaci spojené s demokratizací světa. Somálsko bylo na konci studené války, bipolárního soupeření mezi USA a SSSR, součástí sovětského bloku, jehož pád zde vyústil v chaos, nastal hladomor. Generál Aidid (studoval v Římě i v Moskvě) patřil k těm, kteří měli vůdčí schopnosti a nastalou situaci se snažil řešit alespoň zabezpečením klanu, rozvětveného společenství, ze kterého pocházel. Nakonec se mu podařilo obsadit až čtvrtinu země, ta se ale propadla do občanské války. Distribuce humanitární pomoci Organizace spojených národů (OSN), hlavního pilíře mezinárodních vztahů po druhé světové válce, vázla a mezinárodní společenství se rozhodlo moc somálských warlordů zlomit. Zajmout členy Aididovy „vlády“ připadlo na nejelitnější formace ozbrojených sil USA, tehdy již jediné a dominující velmoci. Ze sto šedesáti amerických speciálů přitom utrpělo újmu 57 % procent, 11 % zcela fatální. To jsou ale jen čísla.

Fukuyamův optimismus se již v roce 1993 snažil zmírnit Samuel Huntington, další z amerických politologů. Nejprve rychle reagoval článkem *Střet civilizací*, jenž o tři roky později rozvedl do stejnojmenné knihy. Na rozdíl od Fukuyamy nabídl zcela jiný pohled na budoucnost, zhroucený bipolární svět v ní dle něj nenahradí globální liberální demokracie, ale návrat k tradičním civilizačním okruhům. Opět prý povstane západní, slovansko-pravoslavná, islámská, hinduistická, konfuciánská, japonská, latinskoamerická a africká kultura. I jeho svět se tak vrátí k přirozenosti. Jak je však možné, že se tyto dva pohledy na ni tak liší?

Roku 1995 v Evropě jen málokdo předpokládal, že by se svět mohl vydat Huntingtonem připomenutým směrem, Fukuyamova demokracie byla jakoby všudy přítomná. I v Česku se dělo mnohé, ještě nedávno těžko představitelné – Olomouc navštívil papež Jan Pavel II. a v Praze zahrála před 130 000 posluchači britská kapela The Rolling Stones. Stavební kameny „nové doby“ se přitom valily ze všech stran – Microsoft uvedl na trh intuitivní operační systém Windows 95, vláda Spojených států přestala financovat síť NSFNET (National Science Foundation Network) a internet, právě zpřístupněný vyhledávačem Yahoo!, se tak stal zcela privátní nezávislou sítí. Pixar uvedl přelomový Příběh hraček. V čele tohoto filmového studia, spojeného i s animacemi pro slavné Hvězdné války, stál nyní Steve Jobs. Slavná saga inspirovaná americko-sovětským kosmickým soupeřením se do kin vrátí o čtyři roky později. Rok 1995 se zdál rokem míru, vždyť se v něm s ruskou kosmickou stanicí Mir spojil i kdysi supertajný americký raketoplán Atlantis.

Roku 1995 ale naplno vypukla i první čečenská občanská válka a Ruská federace, nyní zabírající již jen 87 % rozlohy ještě nedávno všemocného sovětského impéria, bojovala o holou existenci. V ruských městech, silně dotčených hospodářskou krizí, zuřily války gangů, jejichž členové se navzájem vraždili doma i v zahraničí. Bojové střety doprovázely i bolestný rozpad socialistické Jugoslávie, válčilo se v Chorvatsku i v Bosně a Hercegovině; jen zde přišlo o život přes 30 000 lidí. NATO se snažilo situaci uklidnit, sestřelena při tom byla i americká stíhačka F-16. Americké velvyslanectví v Moskvě bylo cílem s tím spojeného protestu – raketového útoku. Stále se nedařilo potit ani generála Aidida, jenž se prohlásil somálským prezidentem (zemřel o rok později, v roce 1996). Liberální demokraté to vše vnímali jako nezbytnou daň, transformační oběti nastupující globalizace.

Objevily se ale i první náznaky, že by vše mohlo být jinak. Roku 1995 byla rovněž podepsána dohoda o vytvoření společného systému protivzdušné obrany (PVO), tzv. Společenství nezávislých států, signatářem byla Ruská federace, Arménie, Bělorusko, Kazachstán, Kyrgyzstán, Tádžikistán, Turkmenistán, Uzbekistán a Ukrajina. Práce na nových vojenských technologiích pokračovaly, plně se obnovil pozastavený vývoj systému S-400. O rok později byl založen i jeho současný výrobce, gigantický vojenskoprůmyslový komplex Almaz-Antej. Testování obdobného PVO systému HQ-9, vycházejícího jak ze sovětského S-300, tak z amerického Patriot, toho roku dokončili i Číňané. Do výzbroje jej zavedli roku 1997. To již Rusové disponovali i prototypy nové řízené střely Iskander přímo navazující na systémy OTR-23 Oka, zničené právě na základě smlouvy INF. Přesto však mohli jen přihlížet, jak byly jejich tři bývalé satelity (Česko, Maďarsko, Polsko) přijaty 12. března 1999 do stále opozičního paktu Severoatlantické smlouvy (NATO). Zatím. Přezívaní ruské zpravodajské silové struktury to zmobilizovalo, začaly hledat nového lídra a 31. 12. 1999 ustavují ze svého středu úřadujícím ruským prezidentem Vladimíra Putina.

Bod zlomu přichází 11. září 2001, kdy se území Spojených států stává místem masivních koordinovaných teroristických útoků. Islámští radikálové, vzeší z odporu proti globalizaci, útočí čtyřmi

civilními dopravními letouny. Opakovaně je zasažen New York a dále poškozena i budova Pentagonu; umírá přes tři tisíce lidí. Západ vedený USA se okamžitě brání – podniká invazi do Afghánistánu, kde jsou výcvikové tábory teroristů a obnovuje boje proti Iráku, státu, jenž se odmítá (podobně jako Libye, Sýrie či Severní Korea) podrobit globalizačnímu úsilí a snaží se pokračovat ve „starých pořádcích“. Američanům přitom čelí v regionu Blízkého a Středního Východu zejména Íránci, potomci kdysi mocné Persie, kteří si „nové pořádky“ představují jinak, a to nikoliv jako globální společnost, nýbrž jako společenství ctící lokální historickou tradici. Západ, stále ještě s většinou podporou mezinárodního společenství, spouští operace GWOT (Global War On Terrorism) namířené proti všem ozbrojeným opěrcům globalizace.

Další rána přichází plíživě roku 2007, naplno se „velká recese“ projevuje o rok později a sráží na kolena několik klíčových finančních institucí Západu. Ekonomické ochlazení potrvá až do roku 2015. Stále komunistická Čína, spojená však již bytostně s volným trhem kapitalismu, reaguje po svém. Zpomalení či dokonce kolaps světového hospodářství si tento znovuzrozený asijský obr nemůže dovolit, a proto v roce 2013 představuje iniciativu BRI (Belt and Road Initiative), známou též jako „jeden pás, jedna cesta“. Princip je jednoduchý. Státy, které se k ní přihlásí, budou pod ochranou Číny, ta pak bude doslova hlídat, aby se již strategická obchodní výměna nezastavila. Zní to lákavě a Čína s několika tisíciletou historií má rozhodně co nabídnout. Je to však její tradice založená na svrchovanosti institucí, jednotných čínských institucí. Místo pro svobodnou vůli chybí. Jedině zde sice může uplatnit své vloh y i svou píl i, ale jen pokud je opravdu má; pokud ne, má být celodenně pracujícím rolníkem či dělníkem. O vlohách a píl i přitom rozhodují orgány komunistické strany Číny.

Šanghajska organizace pro spolupráci, založená ve zlomovém roce 2001, tak dostává nový impuls. Stále více zemí globálně spolupracuje bez participace Západu. Povaha globalizace se tím mění. Dosud byla spojena s („Fukuyamovou“) ideou celosvětového prosazení liberální demokracie, kterou přitom kodifikované uznávají jen státy Západu a Japonsko, jehož poválečnou ústavu sepsali vítězští Američané. Státy z jiných kultur demokracii (zatím) nepřijímají a globalizaci pojmají jen jako velmi intenzivní celosvětovou obchodní výměnu. Číňané tak např. vyvážejí do Afriky kapitál a z ní získávají důležité suroviny. Když je s čím obchodovat, tak žádné meze neexistují. Zůstávají však státní hranice (u liberálně demokratického konceptu jsou zpochybnovány), ty být dotčeny nemohou, resp. mohou být pouze posunuty, a to vně. Vnímá to tak Čína i Rusko, obě mocnosti k tomu mají své důvody, ať již je to obnovení jednotné dějinné Číny (tedy pohlcení Hongkongu, Tchaj-wanu, ovládnutí Jihočínského moře či dalších enkláv) nebo reminiscence na ruské a sovětské impérium. Nezápadní globalizační koncepty tím vlastně odmítají správu věcí veřejných (republiku) a apelují na udržení národní kulturní cti (Čína), dědičného principu (Orient) nebo reminiscenci starověkých bludů (Rusko).

Ruská federace, dotčená těžkým obdobím budování, obrany i rozpadu sovětského impéria, tak našla společnou potřebu s komunistickou Čínou opírající se o tisíciletou tradici, poníženou bezohledným kolonialismem Západu (podobně jako jsou společenství Orientu napadána a erodována liberalismem). Kultura Východu a Číny (i Orientu) již nechce přijít o svou svébytnost, chtějí však udržet globalizační étos civilizace. Situaci jim komplikuje Západ, stavící do popředí základní práva jednotlivce, tedy „nezadatelnou, nezcizitelnou, nepromlčitelnou a nezrušitelnou“ VÍRU, že všichni „lidé jsou svobodní a rovní v důstojnosti i právech“. To je v příkrém rozporu se svrchovaností čínských institucí, imperiálního ruského „kdo s koho“ i orientálních klanů. Rozdíl y v myšlení přecházejí v obchodní střety, které mohou vyústit i ve skutečné války. Čína, Rusko i Orient začínají na počátku 21. století opět velmi silně zbrojit.

Hlavní údernou silou Západu je přitom myšlenka, či spíše přesvědčení, že „lidé jsou svobodní a rovní v důstojnosti i právech“. S vírou v ní, kodifikovanou a vtělenou v Desateru, byl i Západ roku 511 založen. Obrana proti ní je velmi těžká, ona totiž nezná a nemá hranic – již pronikla na Východ, difundovala do Číny a projevila se i v Orientu. Jedinou možnou obranou je udržet ji vně hranic

a uvnitř její rezidua vymýtit. Vojenskou podobou této strategie je koncept a systémy A2/AD (Anti-Access/Area Denial). Nejprve je tedy třeba zabránit průniku nechtěného a takto chráněný prostor nechtěnému zkrátka odepřít. Proto Rusové pokračovali v rozvoji systémů protivzdušné obrany i řízených protizemních střel, u kterých se soustředili na jejich přesnost (nyní chtějí efektivně využívat i konvenční hlavice). Strategie A2/AD je tak nejen konceptem, má i vlastní zhmotnění – oblast A2/AD. A právě to zaujalo i Číňany. Ti jednotnou Čínu vnímají právě jako svoji oblast A2/AD, pro Rusy je to spíše koncept, musí jej rozšiřovat, jinak je jejich „bludy“ pohl t i podobně, jako se to stalo za sovětské éry. Společné je to, že koncept i oblast A2/AD jsou strategií proti Západu. Co je však správné?

5 780 let civilizace

Praktickou aplikaci ruského konceptu A2/AD je možno ukázat na příkladu Baltského moře a na něj navazující střední Evropy. První je historickou ruskou zájmovou oblastí (asi i tou nejstarší), druhá regionem, kam se ruskému (sovětskému) imperialismu podařilo reálně proniknout. Mluvíme-li o ruském imperialismu je třeba vnímat, že, podobně jako Západ, navazuje i ruský Východ na tradici starověkého Říma, jenž skončil v podobě Byzance až v roce 1453, tedy po 2 229 letech. Nyní má srovnatelnou tradici snad jen Čína (a možná i svět sám pro sebe – Indie), ještě delší historií se ale může pochlubit starověký Egypt (3 761 – 30 př. Kr.). A právě v tomto kontextu musíme vnímat i rozdíl mezi Západem a Východem. Pomoci nám přitom mohou i dějiny „vyvoleného národa“ – Židů.

Mojžíš „svůj lid“ vyvedl ze starověkého Egypta v době Nové říše, tedy asi mezi léty 1550 – 1069 př. Kr., kdy tam sílily velmi nebezpečné tendence uvažující faraóna jako nejvyššího boha. Velmi zjednodušeně řečeno – z funkce zástupce boha na zemi (Stará říše) se přes jeho zbožštění (Střední říše) dopravovali Egypťané až ke snaze vnímat instituci vládce a boha jako totožnou. Nyní se proto hledají ekvivalenty velmi těžko, opět s velkou nadsázkou lze faraóna ve Staré říši vnímat jako osobu zastávající sjednocenou funkci středověkého papeže a císaře, k níž ve Střední říši přibýlo automatické „svatořečení“ v době nástupu do úřadu a v Nové říši plné božství, prakticky zastihující nejen všechny ostatní lidi, ale i bohy na nebi a v podsvětí. Pro stabilitu společnosti to bylo kritické a po klimatických změnách ve 12. století před Kristem již proto nešlo jejímu kolapsu zabránit.

Stále zde bylo ale obrovské egyptské kulturní dědictví (viditelné a hmatatelné je dodnes). Jako první znali nejen písmo, ale i mnohá tajemství přirozeného řádu – číslo π i φ (byť ne v této řecké podobě). Starověcí Řekové si dokonce museli pro pochopení Egypťanů vymyslet specifickou myšlenkovou technologii – filosofii, lásku k moudrosti. Pythagoras slavnou větu nevymyslel, obrazně řečeno si pro ni zašel do Egypta. Není to zlehčování odkazu antického světa, neboť právě jemu vděčíme za potřebné zjednodušení písma i aplikaci a další rozvoj egyptských vědomostí. Úspěchem skončil i jejich experiment transformace společenství ve společenstvo – civilizaci; bez naplnění jejich ideje republiky bychom nemohli ustanovit dnešní státy. A právě správa věcí veřejných se v antice podstatně lišila od té egyptské (ta se asi více blížila současnému čínskému modelu).

Dle klasických řeckých filozofů (Platóna, Aristotela) nabývá republika podoby timokracie (svrchovanosti úřadů), oligarchie (svrchovanosti několika, dnes bychom řekli elity), demokracie („rovného práva v občanském životě i v úřadech“) a tyranie (svrchovanosti jednoho), přičemž se v ní tyto formy opakovaně střídají. Toto „republikánské kolečko“ připomněla ve svém slavném eseji v roce 2018 i americká novinářka Anne Applebaum. Filozofové tedy republiku vnímali jako velmi nestabilní, problematickou, ale pro ně to nebyla jediná státní forma, vedle ní ještě uvažovali monarchii a aristokracii. Civilizačně však Řekové rozvíjeli právě republiku. V době antických impérií (po výbojích Alexandra Velikého) jejich pokračovateli, filozof Polybios ve svých Dějinách víceméně navrhl, aby byla tyranie dále vnímána jen jako ochlokracie (svrchovanost davu, většiny). V imperiálním rozměru se tak tyran změnil ve vůdce, již to nebyla osoba, kterou by každý (nebo alespoň jeho rodinu) znal, ale spíše symbol. A právě takto přejali republiku (timokracii, oligarchii, demokracii, ochlokracii) do svého SPQR (Senatus Populusque

Rozvíjení konceptu A2/AD Ruskou federací v Evropě s důrazem na střední Evropu

- kombinace PVO systému S-400 s EB a ŘS Iskander



2012 – rozmístění dvou baterií PVO systému S-400 v Kaliningradské oblasti; ukončení vývoje a testování nového systému Iskander-M



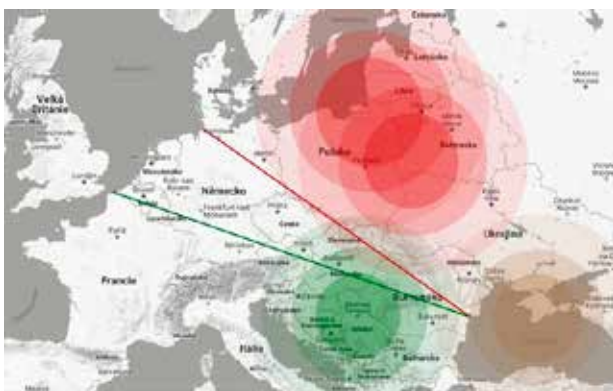
2016 – rozmístění dvou baterií PVO systému S-400 v Bělorusku; rozmístění protizemních řízených střel Iskander-M v Kaliningradské oblasti



2017 – od 2016 Rusko a Turecko definují sféry zájmu, dne 10. 3. 2017 je v Moskvě podepsána rozsáhlá spolupráce; Turecko plánuje nákup S-400



2018 – PVO systém S-400 je rozmístěn na Rusy (od roku 2014) okupovaném poloostrově Krym v rozsahu 6-ti baterií



2019 – Rusko přiváží PVO systém S-400 do Srbska, zatím v rámci cvičení a Srbové uvažují o jeho pořízení v budoucnu, S-400 dodán do Turecka



po 2019 – Rusko v rámci cvičení „Střed 2019“ demonstruje schopnost vytvořit zónu A2/AD v předpolí svých zájmů

Romanus) i starověcí Římané. Senát a lid Říma si cyklické střídání víry, že věci veřejné lze spravovat jen skrze člověka, udrželi až do dob císaře Konstantina Velikého ve 4. století. Zrovnoprávnění křesťanství se staršími formami státního náboženství vedlo i k ukončení užívání označení SPQR; dále již bylo jen císařství. Ale čím? A právě zde se cesty západu a východu impéria rozešly. Východ se jakoby vrátil do klasických řeckých časů s tím, že ono střídání již nemusí být omezeno jen na republikánské formy, ale může být rovnou rozšířeno na opakující se posloupnost republika – aristokracie – monarchie s tím, že v čele státu je vždy císař, stojící nad celým tímto procesem a zastupující zde i Boha, Ježíše Krista. Právě to je základ byzantského centralismu.

Západ se vydal jiným směrem, zde žijící Římané asi Krista většinou nepřijali a zdejší společnost se proto zhroutila; na rozdíl od centralizovaného východu impéria nebyla schopná odolat v době stěhování národů nájezdům barbarů. Zůstala zde ale funkční síť církevních institucí v čele s biskupy a opaty, která hledala vhodný kontakt s nově příchozími. Našla jej až u poměrně malého kmene sálských Franků, nebylo jich asi více než 10 000. Společně pak civilizaci na západě obnovili, a ono společně znamená, že přitom nebyli ve vzájemném nepoměru, každý přispěl něčím a jejich jediným Pánem byl Ježíš Kristus. Jediný, trojjediný, Bůh tak byl nad císařem i papežem, opatem i biskupem, rytířem i měšťanem; museli se zkrátka dohodnout – rozhodcem jim byl Kristus přinášející Desatero a promlouvající k nim skrze evangelium. Nebylo to jednoduché, ale takto se zrodila dualita Západu.

Hlavním rozdílem mezi Východem a Západem je tedy filioque, synovství Ducha Svatého, resp. spojnice (rovnost) mezi Ježíšem Kristem a Duchem Svatým. Praktickým důsledkem je rovnováha – každé číslo má cifru i hodnotu, význam tvoří společně. Podobně je i slovo tvořeno literou (znaky) a obsahem („duchem“), oddělit je nelze. Bavíme-li se na Západě o moci, pak tu zde má jen Ježíš Kristus, lidé i úřady jsou si pod jeho vládou rovni a mezi nimi rozhoduje přirozený zákon (Desatero). Udržet to je těžké (úspěch celku je totiž závislý na každém jednotlivci, i tom posledním), ale prvních tisíc let existence Západu ukazuje, že je to přes všechny těžkosti realizovatelné.

Východ ale filioque nikdy nepřijal, a i proto se Byzance roku 1453 po dobytí Konstantinopole stala minulostí. Mnoho učenců z ní tenkrát také odešlo, s nově příchozími osmanskými Turky vyznávajícími islám se prostě neshodli. Část zamířila na Západ, jiní do ruských stepí stále poplatných Zlaté, resp. Velké hordě, jednomo z pozůstatků kdysi mocné mongolské Čingischánovy říše. Oběma směry putovaly s byzantskými učenici i římské ideje republiky. Na Západě se setkaly se stále živou tradicí obnovenou již námořními republikami během křížových výprav, došlo tak k renesanci, a to nejen republikánství. Na Východě tyto ideje zakořenily v čistě byzantské podobě – vládne zkrátka ten, o kom se to říká, a vždy jím může být někdo jiný. Tyto bludy zde sice nejprve vedly k občanské válce, ale následně i pomohly k „výběru“ rodu Rurikoviců a ustavení Ruska.

Republikánství se na evropský Západ vrátilo v době počínající malé doby ledové, doprovázené opakujícími se smrtonosnými morovými epidemiemi. Udržet stabilitu společnosti bylo v těchto podmínkách složité. Mor si nevybíral, kosil osoby všech věkových kategorií i postavení, nepřímou zpochybňovalo autoritu. Úbytek obyvatel byl tak velký, že i lidská práce byla ve 14. století nedostatkovou a začala být směňována za mzdu, resp. peníze, které tak získaly zcela jiný status než v minulosti. Postupně se staly „produkčním“ prostředkem samy o sobě (právě toto vedlo ke kapitalismu, volné formě trhu). Na rozdíl od minulosti se začalo obchodovat s kde čím. Je-li známé kupčení s odpustky, nelze se pak divit ani kupčení slovy. Napomáhal tomu i neutuchající rozvoj měst, všechna byla vlastně z povahy založení malou republikou a nyní tento „osvobozující“ étos šířili jejich měšťané – občané všemi směry, z každého ale trochu jinak. Na počátku 16. století zde již bylo (i díky knihtisku) tolik názorů, že se společnost Západu definitivně roztěpila. Dne 25. září 1555 to akceptoval i císař Karel V. Habsburský a souhlasil s Augšpurským mírem, pro jehož zásady se později vžilo rčení „cuius regio, eius religio“. Na západě Evropy se roztočilo „republikánské kolečko“.

Další vývoj republik lze v jednotlivých zemích Západu rekonstruovat různě, vždyť se postupovalo v duchu „koho panství, toho náboženství“. Anglický panovník Jindřich VIII. se v roce 1534 rozhodl zbožstit instituci krále a rozešel se s papežstvím. Oliver Cromwell se v polovině 17. století takto pojaté timokracii postavil, svého krále Karla I. nechal popravit a Anglie se zmocnili puritánské oligarchové řešící své spory až do dneška v parlamentu. Zrodila se politika, veřejné chytračení. Mnozí s tím spojené pnutí nevydrželi a z Anglie odešli tam, kde pro ně bylo lepší panství. Roku 1620 tak připlula i galeona Mayflower do zatím takřka nekolonizované Severní Ameriky. Ve stopách Otců poutníků poté odpulili i další, až zde založili třináct rozdílných panství – kolonií, které se časem opět dostaly pod vládu, nyní již britského parlamentu ovládaného konzervativními tory a liberálními whigy. Když chtěli momentálně vládnoucí whigové nařídít americkým koloniím větší daně bez odpovídajícího zastoupení, osadníci povstali a roku 1776 úspěšně vyhlásili svoji nezávislost.

Nyní si potomci poutníků mohli ve třinácti vzájemně odlišných koloniích vládnout sami. Zbývalo vymyslet jak – po Jindřichově anglikánské timokracii a britské parlamentní oligarchii tak přišla ke slovu americká demokracie. V čele si ustavili společnou federální vládu s pravomocemi určenými Ústavou, ale ta po intenzivní diskusi vešla v platnost až poté, co bylo souběžně s ní ratifikováno i jejích prvních deset dodatků, Listina práv. Zrodila se novodobá „rovnost práv v občanském životě i v úřadech“. Americká vláda nemohla a nemůže všechno, podobně se svévoli úřadů bránili od roku 1679 i angličtí/britští puritáni svým parlamentním Habeas Corpus Act. Od antických časů ale vládlo přesvědčení, že demokracii nelze dlouho udržet, že povede ke zmatkům a svrchovanost rovných zákonů nahradí moc davu v čele s jeho vůdcem. Již na počátku 18. století, tedy poměrně krátce po vzniku Spojených států amerických, si ale francouzský myslitel Alexis de Tocqueville všiml, že na rozdíl od minulosti je zde přítomen i zcela nový prvek – společná rovnost před Bohem. Bylo to logické, poutníci přišli ze Západu (nikde jinde, včetně Východu, rovnost před Bohem neexistovala a dosud ani neexistuje). Největšími obhájci této rovnosti pak byli, v USA poněkud překvapivě, zde zcela menšinová katolíci, měli k tomu velmi silný důvod – filioque.

Americké ustanovení rovnosti občanů ovlivnilo i evropský Západ. Proti králi záhy povstali Francouzi vyhlásili Deklaraci práv člověka a občana, evropský derivát Listiny práv. Nyní jen zbývalo říci, kdo jsou to „ti“ občané – tenkrát jimi nebyli děti, dokonce ani ženy; k občanům těchto států nepatřili ani lidé jiného než evropského etnického původu, z nichž mnozí byli (alespoň v USA) i otroky. V dnešních poměrech těžko představitelná situace, která se však udržela více jak století, a to na obou březích Atlantiku. Ve Spojených státech to vedlo i k občanské válce, průmyslový sever trpěl nedostatkem pracovní síly, na jihu bylo stále praktikováno otroctví s malou mobilitou pracujících. Sever sice zvítězil, ale Zákony Jima Crowa jihu ustoupil a umožnil tam pokračování rasové segregace.

Kontinentální evropský Západ v té době tížily rodové oligarchie, zejména ve sjednoceném Německu (1871) a rovněž Habsburské ve s ním kooperujícím Rakousko-Uhersku. Již více jak tři sta let se v té době opět protínaly zájmy Západu a Východu, šlo zejména o střety v přístupu k Baltu a silný Západ využíval stále větší slabosti osmanských Turků, aby diktoval Rusku i podmínky v Černomoří. Ve stínu evropského kolonialismu se tak schylovalo k první světové válce v Evropě. Německo a Rakousko-Uhersko se spojilo, aby své oligarchické cíle prosadilo vůči timokratické Francii a demokratizující Velké Británii, které neváhaly vtáhnout do bojů i početné velmi silnou armádu ruského cara. Německy mluvící oligarchové byli nuceni vést boje na dvou frontách, současně čelili domácímu tlaku liberálů všech možných směrů, a proto se rozhodli využít i takto naladěné ruské emigrace. Rusko mezitím v roce 1917 zachvátily davové nepokoje. Lidé měli hlad a nechápali angažovanost ve střetu Západu. Car odstoupil a pro Němci vyexpedované skupiny anarchistů, sociálních demokratů i komunistů zde bylo ideální revoluční prostředí. Nejlépe jej dokázali využít Leninem vedení bolševici, komunisté. Ke své propagandě využili již mnohde ustavené výbory/sověty a v občanské válce převzali iniciativu. Pro Němce bylo důležité, že boje na východní frontě ustaly a oni se mohli, zabezpečení Brestlitevským mírem, soustředit na frontu západní.

Nepomohlo to. Timokratické Francouze a demokratizující Brity podpořily od roku 1917 demokratické Spojené státy, opírající se již o nejsilnější a nejefektivnější ekonomiku světa. Spor o to, bude-li Západ dále spojen s rodovou oligarchií, byl roku 1918 rozhodnut v její neprospěch. Pro Francouze byly tehdy republikánské instituce takřka vším a přilíhali na to, aby důsledky války dopadly na celé Německo, tedy i jejich timokratické soupeřníky. I proto se Američané stáhli a dále se neúčastnili ani politiky povýšené nyní ve Společnosti národů na světovou úroveň. Počínala poválečná hospodářská konjunktura a ta se zdála důležitější. Tvrdý náraz přišel roku 1929. Hospodářská krize přinesla masivní státní intervence i národní protekcionismus, zejména ve Francii a Německu. Obě timokracie počaly zbrojit, ta německá navíc s vědomím krivdy, neboť Němci byli roku 1918 označeni za poražené, aniž by válka skončila na jejich území. Další střet národů byl nevyhnutelný.

Národní socialismus je jednou z forem timokracie. Němci se v něm shlédli proto, aby se tížením ekonomickou krizí třicátých let dokázali postavit povýšeným francouzským timokratům i chytračím českým národním socialistům v čele s Edvardem Benešem, aby zkrátka dosáhli satisfakce za „nespravedlivé“ vyústění Velké války. Všechny timokratické skupiny ale spojovalo přesvědčení, že úřad je víc než občan. Němečtí nacisté to vzali tak vážně, že z moci úřadů prohlásili některé své spoluobčany, včetně timokraticky konkurenčních sociálních demokratů, za „podlidi“ a neváhali je likvidovat. Čím více svému omylu podléhali, tím byly jejich projevy děsivější. Mnozí se snažili režim ospravedlnit obavami ze sovětského Ruska, resp. roku 1922, po komunisty vyhrané občanské válce, ustaveného Sovětského svazu. Do počátku roku 1924 jej vedl Lenin, poté již jeho otěže svíral stále pevněji protřelý gruzínský kriminálník Josif Stalin. I on ale musel v sovětských republikách stále přitvrzovat.

Roku 1939 napadli krajně timokratičtí Němci Polsko, o rok později vstoupili do timokratické Francie, ta nyní podlehla. Zakrátko okupovalo nacistické Německo většinu západní kontinentální Evropy a nad Anglií bojovalo v letecké bitvě o britské ostrovy. Stíhači z celého Commonwealthu, posíleni neméně statečnými letci z okupovaných zemí, nápor německé Luftwaffe odrazili. Ta se poté začala připravovat na střet, kvůli kterému byla postavena, na souboj s demokratickým centralismem Sovětského svazu rozvíjejícího zejména ochlokracii, což byla na Západě republikánská vláda s asi nejkratším poločasem rozpadu. Mimo některá období Francouzské revoluce v 18. století a Pařížskou komunu v devatenáctém století aplikovaly ochlokracii zejména těsně po Velké válce velmi krátce existující republiky rad (sovětů) v Německu a Uhrách. Koncept svrchovanosti většiny („vlády lidu“) se na Západě (zatím) neujal, důvodem je asi skutečnost, že zdejší monarchie Ježíše Krista byla postavena na přirozenosti, svobodném rozvoji nadání a pili spojených i se vzděláním.

Oligarchické carské Rusko, neznající filioque, ale všeobecné vzdělání neuznávalo a i v této oblasti věnovalo pozornost jen vybrané elitě, k níž patřili i pravoslavní kněží. Touto cestou se vydal pod vlivem matky i mladý Stalin, syn chudého obuvníka. Pravoslavný seminář ale nebyl místem svobodného studia, nebyla to bašta vzdělanosti, nýbrž učení. Vzdělání a učení se od sebe zásadně liší. První je nikdy nekončícím procesem studia, soustředěného zkoumání a bádání zaměřeného na pochopení souvislostí daného řádu. Je to podobná technologie jako filozofie, vzdělání ji prakticky nahradilo. Když ve 13. století spojil sv. Tomáš Akvinský „nejvyšší ideu“ (nedosažitelný cíl filozofů) s Bohem, obrátil se veškeré studium k poznání řádu stvořeného světa; zrodila se věda. Učení je naopak souhrnem určitých zásad, prakticky jde vždy pouze o jeden z myšlenkových směrů. A právě s jedním takovým, opírajícím se o byzantský centralismus, byl seznamován i Stalin.

Lenin, pocházející z učitelské rodiny, velmi dobře věděl, že oním „učit se, učit se, učit se“ neřiká studovat, ale přizpůsobit se konkrétním (revolučním) myšlenkám – derivátu marxismu Západu s leninismem Východu. Výsledkem měla být první skutečná republika Východu. Občané, všichni dospělí muži i ženy, v ní byli nadáni všeobecným volebním právem, ale mohli volit pouze ty, které navrhli vítězní komunisté. Rozhodovala většina, menšina se jí musela (ochlokraticky) přizpůsobit, stejně jako se nižší úřad musel (timokraticky)

poddát vyššímu a na vrcholu pyramidy stál Ústřední výbor Komunistické strany Sovětského svazu (oligarchové), resp. jeho „gensek“ (císař/car), generální tajemník strany. Sovětský svaz byl synkretickou republikou, ve svém demokratickém centralismu spojoval císaře/cara/genseka s republikou, resp. přitom mísil všechny její tradiční prvky – timokratizující úřady, oligarchické ústředí i ochlokratický lid. Jen pro demokracii v něm nebylo místo, a možná i proto bylo k tomuto typu centralismu přidáno adjektivum „demokratický“. Na Východě totiž chybí filioque, a proto nemá znak přímou spojitost s obsahem, ten dodává spojující element – císař ve zdejší aristokracii, car ve zdejší monarchii, gensek ve zdejší republice. Význam slov se tak odvozuje od akutní potřeby, slovníky jsou jen vodítkem pro z toho vyplývající Orwellovo „podvojně myšlení“ (porozuměl mu jako interbrigadista ve španělské občanské válce).

„Lidovou“ demokracii Východu ale nemohly vystát „sociální“ demokracie evropského Západu, zejména ta německá praktikovaná v „národním duchu“. Vzájemný ozbrojený střet započal 22. června 1941 a byl nelítostný. Obětí nebyly tisíce, ani milióny, ale desítky miliónů. Britové již věděli, čeho jsou nacisté schopni, trvalému bombardování byli při Blitzu vystaveni celých 37 týdnů, ve dne i v noci. Více jak sto tisíc lidí utrpělo újmu, 44 000 z nich tu nejvyšší. Bylo to těžké fyzicky i psychicky, ale nezlomilo je to. Od března roku 1941 je začali materiálně podporovat i Američané. Zákon o půjčce a pronájmu (Lend and Lease Act) poté využili i napadení Sověti.

Bylo zřejmé, že kontinentální republikánství opět selhalo, ale rozměr tohoto debaklu snad nikdo nečekal. Průmyslové vyvražďování politických odpůrců a vojenských zajatců, cílené vybíjení postižených (Akce T4), včetně dětí (program dětské eutanazie), likvidace celých národů (Holocaust, Porajmos) i experimentální eugenika. Nakonec přece jen vítězným Američanům a Britům nezbylo, než se pokusit i na evropském kontinentu prosadit demokracii – „rovné právo v občanském životě i v úřadech“. Cílem denacifikace Německa bylo jasné deklarovat, že pro úspěch republiky je nutné odmítnout snahu o svrchovanost úřadů (vedoucí k národnímu socialismu a vyhlazovacím táborům), snahu o svrchovanost elit (vedoucí k fašismu a koncentračním táborům) i snahu o svrchovanost většiny (vedoucí ke komunismu a pracovním táborům). Zapamatovat si to měli nejen Němci, ale i Francouzi, a s využitím Všeobecné deklarace lidských práv nově zřízené OSN všechny státy světa. Ne všechny členské země to 10. prosince 1948 schválily, chyběl mezi nimi nejen Sovětský svaz, ale i Československo.

Sovětská demokratičtí centralisté se německým národním socialistům postavili ve Velké vlastenecké válce, kterou vnímali jako osudový střet Východu se Západem. Dodnes ji Rusové považují za nejvýznamnější událost svých dějin. Neváhali se obětovat, nešetřili ani druhé – v Katyni popravili více jak 20 000 polských důstojníků, při protiútoky se pak neváhali v roce 1944 zastavit před polskou Varšavou a sledovat smrt i vyhnání stovek tisíc lidí. Nešlo jim jen o porážku Německa, ale i o rozšíření jejich území – vlivu demokratického centralismu. Zastavili se až v Berlíně, nyní již „jejich“ Berlíně. Zde je nutno uznat, že bez pomoci Východu by se Západ nacismu těžko zbavil, určitě ne tak rychle. Zaplatil za to ale i velkou cenu, přes 920 000 km² s více než 80 milióny svých obyvatel musel „přepustit“ Sovětům. Byl to důsledek propadnutí národnímu socialismu. Za zabraným územím spadla „železná opona“, nejen proto nemohlo Československo v OSN hlasovat o uznání lidských práv.

Právní systémy evropských republik Západu musely pod americkým a britským vlivem přijmout demokracii. Němci v okupované západní části (Spolkové republiky Německo) se stali odpovědní nejen před sebou samými, ale i před Bohem. Francouzi v období 1946–1958 konečně uznali, že Deklarace práv člověka a občana platí pro všechny a je základem jejich právního systému. Důvod, proč může být demokracie Západu úspěšná, je zřejmý z následné reakce jednoho ze zakladatelů této kultury. Římsko-katolická církev cestou druhého vatikánského koncilu uznala, že demokracie je jako jediný republikánský systém slučitelná s jejím sociálním učením (*Pacem in terris*, 52) a dále postulovala, že každá státní moc musí chránit a podporovat nedotknutelná lidská práva (*Dignitatis humanae*, 6), neboť pokud by kterýkoliv úřad neuznával nebo porušoval lidská

práva, pak nejenže neplní své povinnosti, ale jeho nařízení nemá žádnou závaznou moc. Toto rozvinutí Akvinského nauky se stává pilířem vztahu občana – katolíka a republiky v podobě demokracie. Píše se rok 1965 a v západní Evropě je již dvacet let mír.

Východní Evropa je ale pod kontrolou Sovětů, kteří svůj demokratický centralismus prosazují a hájí i se zbraní v ruce. V obsazených státech Západu (Československu, Estonsku, Litvě, Lotyšsku, Maďarsku, Polsku a ve východním Německu) se lidé učí, že na vzdělání nezáleží, že důležitější je poslušnost komunistické straně. Potlačeno je povstání ve východní části Německa i ozbrojený odpor v Maďarsku, nerozhodné Československo je okupováno a v Polsku vyhlášen výjimečný stav. Všude jsou lidé perzekuováni, největší odpůrci přicházejí o život, nebo jsou vyhnáni. Přesto všechno dokáží válkou stmelit komunisté rozvíjet raketové a jaderné technologie. Jako první vypouští umělou družici do vesmíru, Jurij Gagarin se stává prvním kosmonautem a Valentina Těreškovová první kosmonautkou, Leonov jako první vystupuje do kosmického prostoru. Pro svou věc umí získat Egypt, Kubu i Vietnam, demokratický Západ jakoby ztrácel. Na přelomu šedesátých a sedmdesátých let 20. století ale Sovětům dochází dech. Američané přistávají roku 1969 na Měsíci a roku 1975 je dosažený pat stvrzen na konferenci ve finských Helsinkách. Sověti si zde prosazují neměnnost hranic a nevměšování do vnitřních záležitostí, Západ připomíná existenci lidských práv a základních svobod.

Nedostatkem demokratického centralismu je, že podporuje podprůměrnost. Do vyššího (rozhodujícího) úřadu je vždy vyslán méně schopný soudruh (vysílající jím paradoxně nechtějí být ohroženi), „podvojně myšlení“ ničí občanství, autorita „genseka“ se hroutí. Systém hníje zevnitř. Pro ty, kteří byli chytří nebo měli kontakt s demokraciemi evropského Západu to byl žalostný pohled. Změna byla nezvratná.

Někteří sovětské diplomaty a zpravodajci v sobě našli čest, nešlo o onu „čest“, kterou používali při pozdravech, ale spíše o hrdost, pýchu na to, co se dokázalo, nesouhlasili s takovým úpadkem. Začali si uvědomovat, že problémem je samotný demokratický centralismus. Jeden z nich jej později přirovná k atomové bombě položené pod ruský dům, oním teroristou pro něj nebude nikdo jiný než Lenin. Píše se rok 1985 a tento dosud zdánlivě spolehlivý soudruh Vladimír Putin nastupuje na expozituru sovětské zpravodajské služby KGB ve východoněmeckých Drážďanech. Působí mezi Němci, kteří jeho rodině způsobili tolik utrpení; oba jeho starší bratři zemřeli během blokády Leningradu, přišel při ní i o babičku, nikdy ji tak nepoznal. Vyučený sovětský právník je pragmatikem zoceleným v pouličních rvačkách obnovovaného Leningradu. Nyní je součástí jednoho ze tří sovětských mocenských center, toho, které připravuje odstranění demokratického centralismu a jeho nahrazení „centralismem cti“ (asi se jedná o východní derivát feudální aristokracie Západu).

Žádnou takovou „čest“ ale tito nevidí na jimi ovládaném území Západu, místní „prohnilé“ komunistické strany i bezpečnostní struktury se tak pro ně stávají přítěží. Dávají jim to zřetelně najevo, ty to nechápou – pro jimi dosud ovládané místní komunisty je demokratický centralismus vším, moc dobře cítí, že za jiných společenských podmínek by takového postavení za Západem nedosáhli. Dne 25. října 1989 to zazní naplno. Mluvčí (stále alespoň formálně) sovětského ministerstva zahraničí Gennadij Gerasimov říká na jejich adresu zcela zřetelně: „... o politických strukturách musí rozhodovat lidé, kteří tam žijí.“ Dne 9. listopadu 1989 padá berlínská zeď, 29. listopadu 1989 je zrušena dosud ústavně zaručená vedoucí úloha komunistů v Československu; tzv. východní blok se rozpadá. Místní, dosud podrobení obyvatelé Západu, na rozdíl od svých „vůdců“ pochopili; i jejich tradice je jiná.

Cílem sovětských centralistů nebylo rozložit Sovětský svaz, chtěli se jen zbavit komunistického způsobu vlády – demokratického centralismu. Výše připomenutou doktrínu „My Way“, pojmenovanou dle jedné z písní Franka Sinatry použili, aby odvrhli jimi vychovanému soudruhu „Západu“. Opravdu to pro ně již bylo nepříjemné zatížení, tito lidé jim sloužili, nevážili si vlastní kultury, ani sebe sama, neměli pocit odpovědnosti, tedy ani nyní tolik důležitou znovuoživenou hodnotu – čest (v českém případě šlo spíše o důstojnost). Samotný Sovětský svaz byl ale demokratickým centralismem přímo stvořen,

vedoucí role KSSS byla ukotvena v článku 6 jeho ústavy a byla-li by tato odstraněna, rozpadl by se, resp. by se ke své přirozenosti (a to mnohdy i velmi rozdílně) vrátili jeho jednotlivé části. A tak se i stalo, od 26. prosince 1991 bylo sovětské impérium minulostí. Nezávislost získalo nejen Estonsko, Lotyšsko i Litva, ale i různé asijské „státy“; plných 87 % jeho rozlohy připadlo Rusku, které tak ukončilo další etapu svých dějin a po byzantském carismu a demokratickém centralismu se vydalo cestou „cti“.

Rozpadem Sovětského svazu získali opět nezávislost i jím dosud ovládané státy Západu, mohly se tak vrátit do společenství zemí, ve kterých rozhodovala „svobodná vůle“, nyní ovšem po hrůzách nacismu nutně spojená s demokracií – „rovností práv v občanském životě i v úřadech“. Československo, Estonsko, Litva, Lotyšsko, Maďarsko, Polsko a východní část Německa, ale dosud demokracii nikdy nepoznaly; před zábořem v nich „vládly“ národní úřady. Ty svoji svrchovanost obnovily i po pádu železné opony, ale velmi rychle musely akceptovat kodifikaci lidských práv a základních svobod. Pokud by k ní nepřistoupily, nemohly by se stát členy Rady Evropy a navazujících poválečných integračních organizací, včetně Evropské unie. Hospodářsky by to pro ně byla sebevražda.

Území Československa se poprvé ve svých dějinách stalo demokratickým 8. února 1991, kdy zde byla uvozena „nezadatelná, nezcižitelná, neprohlášená a nezrušitelná“ Listina základních práv a svobod (č. 23/1991 Sb.), se kterou musí být v souladu ústavní zákony, jiné zákony a další právní předpisy, jejich výklad i používání. Tato norma se následně stala 28. prosince 1992 i prvním a hlavním zákonem České republiky.

Doktrína Falina a Kvicinského

Předchozí historický exkurz je pro popis dalšího vývoje nutný. Bez něj nelze pochopit, co se vlastně nyní děje a proč by mohlo být naplnění ruského konceptu A2/AD ve střední Evropě úspěšné. Elitní, původem sovětské – komunistické/ochlokratické zpravodajci a diplomaty prosazující změny totiž nechtěli sovětské impérium rozbit. Usilovali jen o větší návrat k přirozenosti Východu; vždyť komunistická složka systému pocházela ze Západu, byla to pro ně nepřirozená součást oné Leninovy „atomové bomby“ odjištěné na konci Velké války oligarchickými Němci. Ve Spolkové republice Německo působili jako sovětské diplomaty i dva přední teoretikové těchto změn – Valentin Michajlovič Falin (1926–2018) a Julij Alexandrovič Kvicinskij (1936–2010). Oba patřili od sedmdesátých let 20. století k hlavním vyjednavcům se Západem, oba spojovaly velmi silné vazby s politickou scénou SRN, ve které Sovětský svaz zastupovali. Patřili k těm sovětským komunistům, jež velmi dobře věděli, jak se žije nejen na Východě, ale i na Západě.

Falin i Kvicinskij byli absolventi Státního institutu mezinárodních vztahů v Moskvě (MGIMO), elitní školy sovětských a později ruských diplomatů. MGIMO bylo i rozhodujícím poradním orgánem pro zahraniční operace KGB. Stejný vliv si také uchovával v Rusku; rektor školy je přímo součástí vedoucí struktury na KGB, nyní navazující ruské Federální služby bezpečnosti (FSB). Falin byl poradcem Chruščova, a to již během karibské krize, dále pracoval pro dlouholetého ministra zahraničních věcí SSSR (1957–1985) Andreje A. Gromyka; byl autorem většiny jeho významných projevů. V letech 1971–1978 působil Falin jako velvyslanec SSSR v SRN a mj. zde roku 1971 dojednal pro další vývoj stěžejní Moskevskou smlouvu – západní Němci v ní uznali východoněmecké hranice, tedy hranici Odry – Nisa, což následně umožnilo i obdobnou smlouvu s ovládaným Polskem. Prakticky tak bylo uznáno, že Sověti „navždy“ získali na východě Západu zabraná německá území (Královec/Kaliningrad), oblasti na úkor Polska (za tzv. Curzonovou linií) a prakticky i obdobné územní zisky (Litva, Lotyšsko, Estonsko, Podkarpatská Rus) na úkor dalších zemí Západu. Tato dojednání následně umožnila dosažení již zmíněného patu (pro SSSR neměnnost hranic + nezasahování do vnitřních záležitostí: Západ – lidská práva a základní svobody) v Helsinkách.

Falin se na počátku osmdesátých let 20. století neváhal pohádat ani s mocným Andropovem, kterému navrhoval, aby Sověti uznali odpovědnost za masakr v Katyni; Poláci měli být poté vyzváni objasnit osud 120 000 ruských vojáků zajatých polským vojevůdcem

Rozvíjení konceptu A2/AD Ruskou federací v Evropě s důrazem na střední Evropu

- kombinace PVO systému S-400 s EB a ŘS Iskander



shromáždění 210 ks vozidel řady BMD na 4 letištích



nakládka vozidel BMD do 71 letounů Il-76



hromadný výsadek „2220“ v Donguz u Orenburgu



pochodové sestavy BMD přebírají úkoly tvorby A2/AD



Cvičení Střed – 2019

16. – 21. 9. 2019

pohled na ortomapu prostoru Donguz znázorněnou na místě velení během cvičení Střed - 2019



mapa prostoru Donguz u ruského Orenburgu



mapa výsadkové plochy (VP) Křelov – Břuchotín u Olomouce



akviziční jednotka Ironie-M, součást kompletu KRUS během cvičení Střed - 2019



odpálení protizemní řízené střely Iskander-M během cvičení Střed - 2019



rozmístění PVO systémů S-400 / S-300 během cvičení Střed - 2019



cvičení ruské jaderné triády Hrom 2019 (17. 10. 2019)

Piłsudským během polsko-sovětské války (1919–1920). Jeho záměrem bylo dát asi vztahům SSSR – Polsko nový podnět, v komunistickém Polsku byl totiž právě vyhlášen výjimečný stav (1981–1983). Andropov to odmítl a Falin se z vedení sovětské diplomacie stáhl (odpovědnost za Katyň poté na jeho radu přiznal v roce 1990 Gorbačov). Kontakt se sovětským vedením ale neztratil, pracoval nejen jako přední sovětský novinář (fakticky kontroloval sovětskou zahraniční žurnalistiku), ale působil i v Institutu USA a Kanady, který založil a vedl Georgij A. Arbatov (1923–2010) hlavní Andropovův stratég, mentor Georgije Ch. Šachnazarova (1924–2001), hlavního poradce Gorbačova pro mezinárodní vztahy.

Kvicinskij se stal sovětským velvyslancem v SRN až v roce 1986, ale předtím působil jako klíčový vyjednavatel smlouvy INF a v návaznosti na Moskevskou smlouvu připravoval v roce 1971 dohodu o Západním Berlíně. Při pádu železné opony byl hlavním Gorbačovovým kontaktem a expertem na Německo, následně dohlížel za Sovětský svaz na německé znovusjednocení (1990). Z dnešního pohledu byly události let 1989–1991 sovětským debaklem. To je nesporné. Američané dokázali po Andropovově smrti využít mocenského chaosu v sovětském politbyru a s pomocí Saudské Arábie srazili ceny ropy na polovinu. SSSR tím přišel o významnou část příjmů. Sovětští komunisté rovněž přesně nevěděli, jak účinně odpovědět na následné americké zbrojení zahrnující i program „hvězdných válek“. To bylo pro ně něco zcela nového. Byl to i Falin, který věděl, že závody ve zbrojení mohou být i prostředkem k dosažení míru; znal myšlenky i dílo pražské rodačky Berthy von Suttnerové, první ženy, která získala Nobelovu cenu, konkrétně Nobelovu cenu míru v roce 1905.

Gorbačovova Perestrojka byla idea, nikoliv propracovaný plán. Svědčí o tom i zavedení prohibice, (méně kvalitní) alkohol se pálil dál a více v soukromí, státní pokladna přišla o cenné příjmy ze spotřební daně. Alkoholiků, jejich otrav a zdravotních komplikací přitom přibývalo. „Socialistické demokracie“ dosáhnout nešlo, demokracie buď je nebo není a rozhoduje, je-li kodifikována. Toto věděl i papež sv. Jan Pavel II., „tajný“ spojenec amerického prezidenta Regana. Zejména v Polsku, kam svým požadavkem cílil Falin. Vatikán sovětské nerozhodnosti využil, silně podpořil polské římsko-katolické diecéze a jejich informační (včetně zde tištěného českého samizdatového časopisu Svědectví) ofenzívu již nebyli schopni komunisté sekundovat. „Zlepšení rozvinutého socialismu“ se zkrátka nepovedlo.

Ruský pohled je ale jiný, nelze jej zaměňovat se „sovětským“. Nezapomeňme, že již jednou se „sovětské“ Rusko stáhlo. Brestlitevským mírem obětovalo roku 1918 rozsáhlé území (cca 1 000 000 km²), nejen Pobaltí, ale i takřka celou Ukrajinu, včetně černomořského Krymu. Potřebovalo čas, muselo si vyřešit domácí problémy. O třicet let později se ale vrátilo a získalo zpět nejen ztracený „milión“ (Estonsko, Lotyšsko, Ukrajinu), ale další k němu i přidalo – mimo některé oblasti Západu (Československo, Litva, Maďarsko, Polsko a východní Německo) posílilo i na Východě (Bulharsko, Rumunsko) a dále bojovalo o Balkán.

Falin, Arbatov, Šachnazarov i Kvicinskij to věděli, ruskou historií znali velmi dobře. Připomněl ji i tehdejší šéf KGB Vladimír Krjučkov, když říkal, že to již nelze udělat jako předtím. Neměl ale na mysli Brestlitevský mír, nýbrž zásahy ve východním Německu (1953), Maďarsku (1956) a Československu (1968). Jedním z jeho „mnoha důvodů“ byl i demokratický centralismus. Nebylo již možné v něm pokračovat. Další ruskou strategií nepřimmo shrnul Arbatov. Připustil, že SSSR studenou válku prohrál, ale připomněl, že „ztrátou tohoto jediného nepřitele“ budou postiženy i Spojené státy. Koncentrované úsilí, které soustředily na jediného protivníka, budou muset být schopny diverzifikovat vůči mnoha novým; když nyní Západ v čele s USA potřeboval jednoho nepřitele, objeví se dva další.

Doktrína Falina a Kvicinského se zrodila právě z těchto úvah i skutečností. Oba bránili existenci Sovětského svazu do posledních chvil. Nemohli jinak, v sázce byla jejich „čest“ před budoucím pokolením. Nehroutil se totiž SSSR, nýbrž další z impérií Východu. Podstatou jejich odkazu je proto soustava zásad, pouček – doktrína. Nejvýznamnější z nich je, že střet nevyhrají jen rakety, tanky nebo jaderné nálože, strategii je třeba lépe diverzifikovat. Vojenskou sílu je nutno doplnit i o „nestandardní diplomacii/vyjednávání“

a ekonomický aspekt. Na první pohled se zdá, že takto postupoval i SSSR, nicméně jeho politika i hospodářství byly ve skutečnosti podřízeny vojenským cílům, resp. na obsazených a kontrolovaných územích byly jejich důsledky. Sovětskému svazu se zkrátka nikdy nepodařilo dosáhnout vyváženosti mezi (oligarchickou) armádou, (ochlokratickou) politikou a (timokratickým) hospodářstvím. To se mělo nyní změnit a hlavním (již) ruským exportním artiklem byly nerostné suroviny. Export ropy a rostoucí poptávka po zemním plynu měly mít stejnou váhu jako mechanizované divize nebo jaderná triáda. Nyní šlo o jejich vzájemnou podporu, měly být rovnocennými, a to i pomocí „nestandardní diplomacie/vyjednávání“. Roku 1997 obhájil Vladimír Putin na Petrohradském báňském institutu disertaci na téma „Strategické plánování obnovy základny nerostných surovin regionu v podmínkách formování tržních vztahů“. Čerpal nejen ze spisů amerických stratégů, přímo rozvíjel (již) ruskou doktrínu Falina a Kvicinského.

Demokracie

Rusové pochopili, že jejich sovětská republika skončila nezdar. „Správa věcí veřejných“ je s kulturou Východu těžko slučitelná, zvláště akcentuje-li ochlokracii – „vládu většiny/lidu“. Zřejmě je to z názorů předního ruského soudce, který nastalý sociální a ekonomický chaos 90. let 20. století přirovnal k nestabilitě způsobené zrušením nevolnictví v carském Rusku roku 1861. Výsledkem liberální reformy cara Alexandra II. pro něj byla i bolševická revoluce. Nyní se to již nemělo opakovat. I proto se autor těchto myšlenek, Valerij Zorkin stojící od roku 1991 v čele Ústavního soudu Ruské federace, postavil proti prezidentu Jelcinovi snažícímu se na základě referenda rozpuštit Kongres zástupců lidu Ruské federace, ruský parlament. Více jak 69 % voličů tento krok Jelcina schválilo, parlament a Zorkinův ústavní soud se postavili proti. Došlo k ústavní krizi, což v tehdejšímu Rusku znamenalo desetidenní konflikt se 187 mrtvými (byli mezi nimi i dva francouzští, jeden americký a jeden britský novinář). Na straně parlamentu bránili svou „čest“ speciální jednotky KGB, na stranu „lidu“ se postavili elitní ruští výsadkáři generála Lebedě.

Druhá ruská říjnová revoluce skončila Jelcinovým vítězstvím, pragmaticky mu pomohla zejména armáda v čele s generálem Gračovem. Ruští důstojníci během uplynulých dvou let velmi rychle pochopili výhody volného trhu, poptávka po jimi kontrolovaných zbraních rostla napříč celým stále méně stabilním světem. Výsledkem byla nová ruská ústava, převolení a konstituce nového parlamentu i zastavení činnosti ústavního soudu. Rusko obnovující svou „čest“, ale nemohlo zůstat mimo mezinárodní struktury, nezbytně potřebovalo kapitál, aby modernizovalo infrastrukturu a hospodářství, tedy i těžbu strategických surovin. Roku 1995 byla proto činnost ústavního soudu Ruské federace obnovena, následoval vstup (1996) do Rady Evropy a dokonce i ratifikace (1998) evropské Úmluvy o ochraně lidských práv a svobod. „Rovné právo v občanském životě i v úřadech“ tak mělo být zavedeno i v Rusku, zdálo se, že i zde bude přijata demokracie.

„Demokracie tedy, myslím, vzniká, kdykoli chudí zvítězí a z přívrženců druhé strany jedny pobijí, jiné vyženou z obce, zbylým pak dají rovné právo v občanském životě i v úřadech a úřady jsou v ní obsazovány většinou losem.“ Takto demokracii popisuje vůbec nejvyšší filozofická autorita – starověký Platón. Pro něj je ale nestabilním režimem, neboť jak dále dodává: „... choulostívou činí demokracie duši občanů, takže se jítí a nemůže snést nejmenšího omezení svobody, které by někdo přinášel. Neboť nakonec, jak víš, nedbají zákonů ani psaných, ani nepsaných, jen aby vůbec nad sebou neměli žádného pána.“ Dle Platóna se svoboda v demokracii zvrhává ve volnost a tato ji ničí, pak nastupuje tyranie, resp. Polybiova ochlokracie.

Mohli tedy Rusové přejít od sovětského demokratického centralismu k demokracii? A byla vůbec někde demokracie? Odpovědět lze jednoduše – od roku 1776 se rozvíjí v Severní Americe a po roce 1945 zakotvila i na evropském Západě. Proč se zde ale drží? Odpověď můžeme nalézt u dalšího, byť o hodně pozdního, klasického autora. Alexis de Tocqueville ve své Demokracii v Americe píše: „Největší část anglické Ameriky byla osídlena lidmi, kteří poté, co unikli papežské autoritě, se nepodřídili žádné náboženské svrchovanosti;

přinášeli si tedy do Nového světa křesťanství, které bych nemohl určit lépe než tím, že je nazvu demokratickým a republikánským: to bude mít neobyčejně příznivý vliv na ustanovení republiky a zavedení demokracie ve veřejných záležitostech. Politika a náboženství byly od počátku ve shodě a od té doby nikdy ve shodě být nepřestaly.“ Samotného občana Spojených států charakterizuje takto: „Ale zeptejte se ho na jeho zemi a uvidíte, jak se okamžitě rozptýlí mlha, která zahalovala jeho rozum: jeho jazyk je náhle jasný, zřetelný a přesný stejně jako jeho myšlení. Poučí vás, jaká jsou jeho práva a jakých prostředků musí použít, aby je uplatnil, bude vědět, podle jakých zvyklostí se řídí politický svět. Zjistíte, že jsou mu známa pravidla administrativy a že je důvěrně seznámen s mechanismem zákonů. Obyvatel Spojených států nenačerpá tyto praktické znalosti a tyto konkrétní pojmy z knih: jeho knižní vzdělání ho mohlo připravit na to, aby je přijal, ale rozhodně mu je neposkytlo.“ Může toto fungovat v Rusku, na Východě?

Kultura Západu, jejíž jsou USA součástí, byla roku 511 ustanovena lidskou smlouvou pod svrchovaností Boha, Ježíše Krista. Nepominutelným základem tak bylo Desatero. Smluvní vztah západních Římanů a sálských Franků, ke kterému poté přistupovali další, předpokládá rovnovážné partnerství; jinak by nešlo o smlouvu, ale diktát. Podstatou tohoto vztahu je již zmíněné filioque. To ale na Východě chybí. Falin, Arbatov, Šachnazarov, Kvicinskij i Krjučkov byli schopni myslitelé i praktici moci, přesto čekali rozhodnutí od genseka. Oni sami mu jen přinášeli argumenty, čekali na jejich zhodnocení a konečné rozhodnutí. Když jim nakonec Gorbačov v srpnu 1991 řekl, že ho jejich vzájemné hry již nebaví, ať si tedy dělají, co chtějí, Sovětský svaz se zhroutil.

V říjnu roku 1993 již v Rusku žádný gensek nebyl, pravomoci prezidenta Jelcina byly omezené, sdílel je s parlamentem, do klání vstupoval i ústavní soud. Byl to další z pověstných střetů „kdo s koho“ Východu. Nikdo z Rusů nevěřil, že rozhodcem by měl být svrchovaný (přirozený) zákon zaručující „rovné právo v občanském životě i v úřadech“. Paralelně se oživilo i pravoslavné, ortodoxní křesťanství, ale to filioque nezná. Je to víra císařů, a poté carů. Rusko tedy nehledalo demokracii, ale nového cara. Jejich nový „pán“, prezident Jelcin, teď řídil i přerod plánovaného hospodářství na tržní. Rusko zachvátil volný trh, skutečný kapitalismus bez pravidel. Nakonec v něj „věřilo“ snad jen 5 % občanů, ale nezpochybňoval jej nikdo, resp. již zdravotně oslabenému Jelcinovi bylo nabídnuto, že to někdo vezme za něj. Podobně jako mnoho byzantských císařů to přijal. Dne 31. prosince 1999 se úřadujícím prezidentem Ruské federace stal Vladimir Putin, bývalý plukovník KGB i ředitel FSB.

Ústavní doktrína

Prvním úkonem úřadujícího prezidenta Putina byl podpis výnosu O zárukách pro bývalého prezidenta Ruské federace a jeho rodiny. Dne 31. 12. 1999 tak bylo touto „byzantskou“ normou (římské kořeny Západu byly obdobně potvrzeny udělením amnestie prezidentu Nixonovi jeho nástupcem v roce 1973) rozhodnuto, že noví ruští císaři již nebudou zváni cary (a spojení s byzantskou formou monarchie) nebo genseky (a spojení s byzantskou formou republiky – demokratickým centralismem), ale prezidenty, a že budou spojení s byzantskou formou aristokracie. „Čest“ Ruska začínala být obnovována. V prezidentských volbách roku 2000 získal úřadující Putin 53 % hlasů a byl zvolen hned v prvním kole. Jedním z jeho následných aktů bylo přijetí Doktríny informační bezpečnosti Ruské federace (č. Pr-1895, 2000), nástroje pro hledání způsobu, jak se vyvázat z mezinárodní supervize lidských práv a základních svobod. S cílem erodovat Úmluvu o lidských právech a základních svobodách byla následně spuštěna operace Protokol 14.

Členy Rady Evropy se v průběhu devadesátých let staly všechny bývalé sovětské satelity na Západě. Československo proto svůj právní řád poddalo již v roce 1991 svrchovanosti Listiny základních práv a svobod a vznikající samostatná Česká republika na to navázala 28. 12. 1992. Svrchovanost (přirozeného) zákona, tedy ona „rovnost v občanském životě i v úřadech“, resp. touto Listinou zaručená „neporušitelnost přirozených práv člověka, práv občana a svrchovanost zákona“, je založena na třech NIKDY nepominutelných attributech:

1. Ústavní zákony, jiné zákony a další právní předpisy, jejich výklad a používání musí být v souladu s Listinou základních práv a svobod, která je nezadatelná, nezcizitelná, nepromlčitelná a nezrušitelná.
2. Státní moc lze uplatňovat jen v případech a v mezích stanovených zákonem, a to způsobem, který zákon stanoví.
3. Každý může činit, co není zákonem zakázáno, a nikdo nesmí být nucen činit, co zákon neukládá.

Takto je kodifikována demokracie Západu, nejen v českém prostředí. V ruském případě by to znamenalo, že nástupce prezidenta Putina by již nemohl vydat ve prospěch jeho a jeho rodiny žádný výnos O zárukách ...; odporovalo by to prvnímu bodu spojenému s „rovností v občanském životě i v úřadech“. V praxi se tak musí lidé v demokracii, i ti skrývající se v davu, zastávající úřad nebo považující se za elitu, řídit jednotně platným (přirozeným) zákonem. Nemohou jej vykládat dle svého, musí jej číst dle normativního slovníku daného jazyka (v anglosaských zemích takové ale neexistují); ani jeho obsah přitom nesmí být v rozporu s Listinou, kterou již nejde změnit, zrušit nebo nějak předělat. Demokracie je zkrátka pro všechny – monarchisty (i katolíky), aristokraty i republikány – timokraty, oligarchy i ochlokraty. Demokratem asi není nikdo.

Demokratický centralismus je se svou vedoucí úlohou „strany“, úřady, jež mohou dělat vše, co jim není zakázáno i osobami, které mohou činit jen to, co mají povoleno, prakticky opakem demokracie. Demokracie je tak nemilosrdná, že ji timokraté považují za „sociální“, oligarchové (elity peněz i ducha) za „liberální“ a ochlokraté za lidovou. Všichni tak dávají najevo, že jim o demokracii nejde, akcentují ona adjektiva „týkající se úsilí o zlepšení, změnu sociálních poměrů“ (sociální), akcentující „shovívavost, snášenlivost, svobodnost, smířlivost“ (liberální) nebo naopak „určenost pro lid“ (lidový). Nevěří, že svrchovanost (přirozeného) zákona musí být tak striktní, nemilosrdná, nesnášenlivá. Problém je ve vzdělání. Možná jsou učení, ale studiem by zjistili, že bez této striktnosti by to opět vedlo k vyhlazovacím, koncentračním a pracovním táborem.

Co se stane, když svrchovanost (přirozeného) zákona narazí na společnost vzešlou z demokratického centralismu lze demonstrovat na České republice, jejíž první a zcela nepominutelnou normou je právě ona Listina. Dne 9. července 1993 schválila již demokratická Poslanecká sněmovna Parlamentu České republiky zákon č. 198/1993 Sb., o protiprávnosti komunistického režimu a odporu proti němu. Režim panující na území Česka od 25. února 1948 do 17. listopadu 1989 v něm byl označen za „zločinný, nelegitimní“ a „zavrženíhodný“. Komunisté, stále působící v českém Parlamentu, se proti tomu ohradili ústavní stížností na Ústavní soud ČR s tím, že dle Listiny „české právo je založeno na svrchovanosti zákona“, a proto jim není jasné, jak mohl být jejich režim v určeném období protizákonný, neboť byl zcela v souladu se zákony; jejich zákony (zde je nutno dodat, že i k moci se dostali zákonem kodifikovanou cestou; podobně jako němečtí národní socialisté). Soudci ústavního soudu ČR jejich ústavní stížnost odmítli, neboť dle nich „české právo není založeno na svrchovanosti zákona“. Rozpor s Listinou se snažili vysvětlit tím, že svrchovanost zákona by „pomíjela vyšší princip, totiž princip svrchovanosti lidu, který je nositelem nadstátní moci, moci konstitutivní, zatímco zákon je produktem moci uvnitř státu již konstituované a institucionalizované“. Právě zde se projevila absence studia, nekonečného procesu vzdělání, neboť ústavní soudci zavrhlí komunismus přihlášením se ke komunismu.

Čeští ústavní soudci totiž asi nikdy právo nestudovali, učili se jen v národně-socialistickém nebo demokraticko-centralistickém duchu prosazovat vůli „národa“ či „lidu“. Výsledkem je, že ústavní stížnost komunistů zatím nebyla nikdy rozhodnuta, a proto není nález č. 14/1994 Sb. vykonatelný. Ti to však ze stejných důvodů nepochopili, stačilo jim, že nové „centrum“ rozhodlo. To, že byl předmětný nález publikován ve Sbírce zákonů na tom nic nemění, vykonatelná jsou v demokracii jen taková usnesení, která jsou v souladu s Listinou a o tomto souladu nerozhodují jen ústavní soudci, nýbrž dle čl. 23 Listiny každý občan. Nejde totiž o úkon z vůle někoho, ale o aplikaci sedmera svobodných umění, vzdělávací technologie přenesené cestou církve z antiky na Západ. Její zvládnutí bylo kdysi

podmínkou pro filosofování, nyní je rétorika, gramatika, logika, aritmetika, geometrie, astronomie a hudba stále základem vzdělání Západu. Zvládnutí těchto postupů by mělo být ověřováno ve státní závěrečné zkoušce (maturitě).

Komunistický režim byl protizákonný, protože byl v rozporu se svrchovaností přirozeného zákona. Nebyla v něm zkrátka naplněna základní premisa společnosti Západu – „rovné právo v občanském životě i v úřadech“ opírající se na evropském kontinentu do roku 1555 o Desatero a po druhé světové válce o kodifikovaná lidská práva a základní svobody. Nakolik z toho vinit samotné komunisty je otázkou, k narušení této přirozenosti došlo na území Česka již Augšpurským mírem 25. 9. 1555, oni toho jen využili. Tehdejší fatální omyl „koho panství, toho víra“ byl naplno odhalen nacistickými zvěrstvy. Po druhé světové válce se tak Západ po čtyřech stoletích vrátil cestou lidských práv a základních svobod k přirozenosti. Kdo by však chtěl uvažovat v dimenzi čtyř století nebo dokonce 5 780 let civilizace? Co je to však proti věčnosti života. Filozof (milovník moudrosti) i ten, který touží po vzdělání se touto cestou vydat musí.

Československo již ale nebylo v roce 1948 svobodnou společností Západu, kontroloval jej Východ, který nejprve umožnil českým národním socialistům vyhnat své německy mluvící spoluobčany (české Židy a Romy předtím již zlikvidovali jim konkurenční němečtí národní socialisté), a poté jej pomocí komunistů plně ovládl. Osoby spojované s Ústavním soudem ČR tyto souvislosti nechápaly, vždyť se v nich neorientoval ani český římsko-katolický klérus, pro nějž bylo již od roku 1965 (dokumenty druhého vatikánského koncilu), resp. let 1991–1993 (nový Katechismus a sociální nauka církve) závazné nové sociální učení církve. Za komunistických časů postavila kolaborující část církve proti encyklice *Pacem in terris* stejnojmenné hnutí akcentující již zavržené „koho panství, toho náboženství“ a od té doby se mnoho v jejich náhledu na sociální učení církve nezměnilo (dne 22. 2. 2013 se Česká biskupská konference dokonce souhlasnou smlouvou s tiskem č. 428/2012 Sb. přihlásila k národnímu socialismu).

Rozporu mezi kodifikovaným slovem a konáním soudců v bývalých sovětských sateltech si všimli ruští experti MGIMO. Věděli, že zdejšími komunistům chyběla jakákoliv „čest“ a pochopili tak, že jsou tyto osoby nadále „úplně mimo“ realitu. Sami přitom hledali způsob, jak se demokracii vyhnout. Toto jim přišlo zajímavé, zvláště když by byli schopni kdykoliv opřít ruské odmítnutí „rovných práv v občanském životě i v úřadech“ podobnými akty soudů Západu. Tak se zrodila „ústavní doktrína“, postulující, že pro rozhodování je úplně jedno, co je v zákoně skutečně napsáno, důležitější je, aby se postupovalo dle toho, „co si doba žádá“ (E. Kris, 2001), neboli že „soudce smí rozhodnout každý právní případ buď dle svých subjektivních, morálně-politických názorů, nebo dle zákona, přičemž volba je na něm samém“ (P. Holländer, 2011).

Ústavní doktrínu silně prosazoval i Valerij Zorkin, od roku 2003 stojící opět v čele ruského Ústavního soudu. Považoval ji za dobrý nástroj ke kompromitaci a diskreditaci Rusko „svazující“ Úmluvy o ochraně lidských práv a základních svobod Rady Evropy. Ústavní doktrína se tak stala součástí operace Protokol 14, jehož součástí mělo být nahrazení tříčlenného tribunálu Evropského soudu pro lidská práva samosoudci a umožnění odmítnutí stížností bez udání důvodu (řeč je o základních právech). Stejnojmenný protokol měli prosazovat zejména „spřátelení“ soudci ze států nacházejících se v minulosti pod sovětským vlivem. Tyto země nemohly mít z podstaty fungující justice, neboť ji tvořily osoby „vyučené“ v nedemokratickém právu. Těm ústavní doktrína vyhovovala, neboť jejich národní soudnictví bylo po nástupu demokracie zahlceno žalobami snažícími se napravit křivdy minulého režimu a její aplikace jim umožnila tyto případy „neřešit“; vůbec je nenapadlo, že by tím páchali trestnou činnost, vždyť přece byli soudci – „někdo víc“. Podivné je, že se proti tomu nepostavili ani „kmenoví“ soudci a experti Západu. Jedno z možných vysvětlení je, že na evropském kontinentu nebyla vykořeněna touha po timokracii.

Rusko se oficiálně tvářilo, že Protokol 14 odmítá, ve skutečnosti si jej přálo a jeho zavádění podporovalo. Paralelně bylo čím dál více soudců Západu seznamováno s „výhodami“ ústavní doktríny, až se tato stala součástí „nestandardní diplomacie/vyjednávání“, jež získá jméno hybridní válka.

Hybridní válka

V posledním roce Jelcinova prezidentství byly do NATO přijaty Česko, Maďarsko a Polsko. Severoatlantická aliance se tak rozšířila za již zmíněnou a akcentovanou hranici Odra – Nisa. Deset let nato začalo Polsko a Česká republika vyjednávat se Spojenými státy o trvalé přítomnosti amerických jednotek na svém území. Nešlo o nijak velký kontingent – v Polsku měl být umístěn protiraketový systém, v Česku jeho radiolokátor. Dne 10. září 2008 schválila česká vláda návrh smlouvy o podmínkách pobytu amerických vojáků na českém území a chystala se jej předat k hlasování do Parlamentu, který naopak vyslovil jí samé nedůvěru, a ta padla. V souladu s čl. 9 odst. 1 české Ústavy (č. 1/1993 Sb.) byl poté přijat ústavní zákon č. 195/2009 Sb., který ji doplnil s tím, že nové volby by se měly uskutečnit do 15. října 2009; toho dne měla být Poslanecká sněmovna Parlamentu ČR rozpuštěna. Dne 10. září 2009 však zasedlo plénum Ústavního soudu ČR a ústavní zákon č. 195/2009 Sb. „zrušilo“ s odůvodněním, že již dle staršího „nálezu“ českého ústavního soudu „české právo není založeno na svrchovanosti zákona“. Soudci Ústavního soudu ČR tak použili ústavní doktrínu. Léty národního socialismu a demokratického centralismu dezorientovaná česká společnost se nezmohla na reakci. Volby se do 15. října 2009 neuskutečnily. Zdálo se, že ruské přesvědčení o nemožnosti zpochybnění převratu s pomocí ústavní doktríny je reálné.

Dle české Ústavy č. 1/1993 Sb., platné od 1. 1. 1993, se soudci Ústavního soudu musí ústavními zákony řídit (čl. 85 odst. 2) a jsou jimi vázáni (čl. 88 odst. 2). Pokud rozhodnou v rozporu s ústavním pořádkem (čl. 112), který tvoří právě Listina a ústavní zákony, je jejich usnesení nevykonatelné (čl. 89). Osoby identifikující se nadále po 10. 9. 2009 s Ústavním soudem ČR předpokládaly, že toto nebude schopen nikdo dokázat. Byly přesvědčeny, že česká společnost je deklasovaná. Spojené státy za této, pro ně asi nepřehledné situace, od svého záměru na vznik základu v Česku i Polsku, po tomto „rozhodnutí“ Ústavního soudu ČR, ustoupily.

Ruská „nestandardní diplomacie/vyjednávání“ získala nový rozměr. O své připravenosti zasáhnout proti výstavbě základu v Česku i Polsku samozřejmě referovala s předstihem, když k tomu došlo, tvářila se, že s tím nemá nic společného. Její ústavní doktrína byla ostatně uplatněna demoralizovanými a nevzdělanými česko-slovenskými soudci, souhlasu s nevykonatelným nálezem se zdrželi jen dva z patnáctičlenného pléna. Ruským silovým strukturám to ale přinášelo zcela nové možnosti – deformované „právo“ se pro ně od roku 2010 (MGIMO, Mark Entin) stalo novým instrumentem vměšování do vnitřních záležitostí jiných států. V březnu roku 2013 se pak tato technologie stala součástí tzv. hybridní války postulované Valerijem Gerasimovem, náčelníkem generálního štábu ozbrojených sil Ruské federace. O rok později byl koncept použit na ukrajinském Krymu obsazeném nyní ruskými jednotkami. Ty v roce 2014 vstoupily i na území Ukrajiny, aby zde zajistily dvě separatistické republiky. Obě nabyté enklávy byly okamžitě přikryty systémy A2/AD. Propojením ústavní doktríny, hybridní války a konceptu A2/AD došlo nejen k naplnění ale i k dalšímu, již praktickému rozvinutí doktríny Falina a Kvicinského (ta původní tým byla překonána).

„Konec lidských práv a základních svobod“

Ukrajinské aktivity Ruské federace potvrdily, že hranice Odra – Nisa je pro Rusy stále zřetelná a „nepřekročitelná“. Jasně to deklaroval i prezident Vladimír Putin, když 1. 9. 2016 čelil otázce zpravodaje agentury Bloomberg, zda neuvažuje o návratu Kaliningradské oblasti Německu. I když byl ubezpečen, že jde pouze o pokus o vtip, odpověděl (možná si přitom vzpomněl na své blízké z válečného Leningradu, dnes opět Petrohradu): „Všechny vtipy stranou. Pokud chce někdo přehodnotit výsledky druhé světové války, dejme se do toho. Ale poté budeme muset diskutovat nejen o Kaliningradu, ale také o východním Německu, Lvovu, bývalých částech Polska, a tak dále, a tak dále. K diskuzi je také Maďarsko a Rumunsko. Pokud chce někdo tuto Pandorinu skříňku otevřít a dělat v ní pořádek, tak jen do toho.“ Dodejme, že rozhovor proběhl roku 2016, kdy již byly ruské jednotky na ukrajinském Donbase, na Krymu i v Sýrii. Pandorina skříňka již otevřena byla.

Neprobudilo se ale jen Rusko. Sýrie, Krym a prakticky i Donbas byly tradiční zájmovou oblastí nejen Ruska, ale i Osmanské

říše. Dne 24. 11. 2015 se proti ruské účasti v syrské válce postavilo nástupnické Turecko a sestřelilo ruský úderní letoun Su-24. Jeden ze dvou členů osádky byl poté protureckými silami zastřelen. Zdálo se, že hrozí obnovení dávné rusko-turecké konfrontace v Černomoří i východním Středomoří. Turecký prezident Recep T. Erdoğan však projevil lítost (k vymezení vlivu již došlo) a o necelý rok později přijal nabídku ruského prezidenta k diskuzi (... nad Evropou). Při příležitosti úmrtí svého předchůdce a zakladatele moderního Turecka Mustafy Atatürka dne 10. 11. 2016 poznamenal: „Přijedete-li dnes do Sýrie, Iráku a severní Afriky, na Střední východ či Balkán, nikde neuslyšíte nic o tureckém kolonialismu, o pronásledování, fráze o masakrech, místo toho uslyšíte věty o věrnosti k Turecku a děkuji. ... 100 let čekáme ... Turecko je větší než Turecko, vím, že to tak je. Nebudeme zajatci 780 000 kilometrů čtverečných. Naše fyzické hranice a hranice v našich srdcích se liší. V Mosulu, Kirkúku, Hasace, Aleppu, Homsu, Misurátě, ve Skopje, naši bratři na Kavkaze jsou mimo naše fyzické limity, ale i oni jsou v našich srdcích za hranicí, kterou vnímá naše srdce.“ Jasně již byly nejen ruské, ale i turecké cíle.

To, že si Rusko a Turecko „porozuměly“, potvrdila následná schůzka 10. 3. 2017 v Moskvě. Ministři obou opět povstalých mocností zde veřejně podepsali devět smluv, že by ale nedošlo i k podpisu desáté, přímo mezi oběma prezidenty, je málo pravděpodobné. Ony známé dohody končí platnost 31. 12. 2020. Proč? Odpověď se možná skrývá v 96 let staré Moskevské smlouvě uzavřené 16. 3. 1921 mezi tehdy nedávno vzniklým Tureckem a sovětským Ruskem. Byly jí určeny severovýchodní hranice obou států a počala i jejich vojenská spolupráce. I přes následně odlišný vývoj (Turecko bylo roku 1952 přijato do NATO) spolu poté nebojovaly. V roce 2021 to má být již sto let míru. I přesto, že došlo k sestřelu ruského Su-24, byla nyní obnovena vzájemná vojenskoprůmyslová spolupráce. Ještě roku 2017 byla podepsána dohoda o nákupu ruských A2/AD systémů S-400 Tureckem. Člen NATO tak měl být vyzbrojen klíčovou technologií Východu, a to v situaci, kdy byli Turci i partnerem amerického víceúčelového bojového letounu Stealth F-35 (měli obdržet 100 ks). Američané jasně vyhlásili, že oba systémy, navržené přímo proti sobě, mít Turci nemohou. Když pak Turecko v roce 2019 skutečně systém S-400 obdrželo, tak USA svého spojence z programu F-35 vyhodily. Jako by se vše změnilo.

Evropské státy Západu nejsou dosud schopny na emancipaci ruského Východu i tureckého Orientu adekvátně reagovat. V letech 2016–2017 řešila Evropská unie důsledky dosavadního vrcholu migrační krize z roku 2015. Tehdy přešlo z Turecka do Evropy přes 800 000 běženců, další více jak tři milióny zatím zůstaly v Turecku. Někteří lidé takto utíkali před válečnými konflikty na Blízkém a Středním Východě i v Africe, jiní pouze putovali za lepšími životními a ekonomickými podmínkami. Evropané nevěděli, co s tím, přijali je, ale jejich začlenění je čím dál těžší (a další milióny přitom na svoji evropskou šanci dosud čekají). Jakákoliv kritika Turecka je okamžitě odrazena poukazem na další možnou migrační vlnu. Jako by byla Evropská unie bezmocná.

Když v roce 2004 došlo k pátému rozšíření Evropské unie a jejími členy se staly i bývalé státy sovětského bloku (Česko, Estonsko, Litva, Lotyšsko, Maďarsko, Polsko, Slovensko), věřilo se, že tak dojde k podpoře jejich vnitřní stability. Vnější ochranu jim již poskytovalo NATO. Země, kde ještě nedávno vládli Sověty zajištění komunisté, trápila zejména neefektivní justice a státní správa i zaostálá infrastruktura. Dle čl. 6 odst. 1 tehdejší Smlouvy o Evropské unii ve znění smlouvy z Nice byla Unie „založena na zásadách svobody, demokracie, dodržování lidských práv a základních svobod a právního státu, zásadách, které jsou společné členským státům.“ Současně dle čl. 6 odst. 3 platilo, že „Unie ctí národní identitu svých členských států.“ A právě toto se změnilo roku 2009, kdy byla smlouva z Nice nahrazena smlouvou z Lisabonu a nové znění čl. 6 odst. 3 Smlouvy o Evropské unii je následující: „Základní práva, která jsou zaručena Evropskou úmluvou o ochraně lidských práv a základních svobod a která vyplývají z ústavních tradic společných členským státům, tvoří obecné zásady práva Unie.“ Demokracie, „rovnost práv v občanském životě i v úřadech“, tak již měla být v Unii prosazena bez ohledu na národní identitu členských států.

Připomeňme, že právě v roce 2009 se ústavní soudci Ústavního soudu ČR pokusili využít ruskou „ústavní doktrínu“ k odmítnutí ústavního pořádku, nejen Ústavy (č. 1/1993 Sb.), ale zejména jí nadřazené „nezadatelné, nezczizitelné, nepromlčitelné a nezrušitelné“ Listiny (č. 2/1993 Sb.), nyní i jednoho ze základů práva Evropské unie. Ústavní zákon č. 195/2009 Sb. tím ale zrušit nemohli, dosáhli jen toho, že jím určené předčasné volby do Poslanecké sněmovny Parlamentu ČR se neuskutečnily a 15. října 2009 byla rozpuštěna Poslanecká sněmovna (nová může být ustavena až po opětovném uznání Listiny). Proti tomuto kroku byl aktivován čl. 23 Listiny (právě ten byl výslovně a písemně osobami usilujícími o tento převrat „pominut“) a do roku 2013 bylo jasné, že činnost ústavních orgánů a účinné použití zákonných prostředků je v České republice znemožněno. V souladu s čl. 2 odst. 2 Ústavy a především čl. 21 odst. 1 Listiny tak bylo aktivováno právo přímé správy věcí veřejných osobami aktivujícími čl. 23 s tím, že mají obnovit svobodnou soutěž politických sil v demokratické společnosti.

Když byla v roce 2013 o situaci, která v České republice nastala, informována Evropská komise, reagovala o rok později cestou svého Generálního ředitelství pro spravedlnost těmito slovy: „Podle smluv, na nichž je Evropská unie založena, nemá Evropská komise obecnou pravomoc zasahovat do záležitostí členských států v oblasti základních práv. Pravomoc zahájit řízení o porušení Smlouvy vůči některému členskému státu může uplatnit pouze tehdy, jestliže se předmětný problém týká práva Evropské unie.“ Evropské úředníky se tak odkázali na Smlouvu o Evropské unii s tvrzením, že v ní problematika základních práv vůbec nefiguruje. Odmítli tak „rovná práva v občanském životě i v úřadech“. Když byl s touto situací následně konfrontován Evropský soudní dvůr, ani si na Lisabonskou smlouvu nevzpomněl, před ní dal přednost svým judikátům z let 1998 a 2002. Zatímco v České republice opět ožil demokratický centralismus, orgány Evropské unie si tak vzpomněly na neméně nebezpečnou timokracii. Z dějin 20. století víme, že obě cesty vedou do pekel; jejich vzájemný střet zničil desítky miliónů životů.

Ještě před druhou světovou válkou vydal roku 1937 papež Pius XI. dvě encykliky – první proti timokratickému národnímu socialismu (Mit brennender Sorge), druhou proti bezbožnému komunismu (Divini Redemptoris). Z nich poté čerpal papež sv. Jan XXIII., jenž ve své koncilní encyklice Pacem in terris jasně postuloval: „Proto, když kterýkoliv úřad neuznává nebo porušuje lidská práva, pak nejenže neplní své povinnosti, ale jeho nařízení nemá žádnou závaznou moc.“ To se poté stalo ve vztahu k demokratickému právnímu státu i základem sociální nauky církve a součástí Katechismu katolické církve. Právě z toho je zřejmé, proč se konfederace Evropské unie stala bezbrannou, proč se začala roku 2019 rozpadat. Důvodem bylo i úspěšné použití „ústavní doktríny“, jejímiž hlavními nositeli ale nebyli Rusové, nýbrž sami občané Evropské unie. Demokratičtí centralisté z jejího východu se prostě spojili s timokraty jejího západu, cíl měli společný – zničení „rovných práv v občanském životě i v úřadech“. Vzájemné ideologické rozpory čím dál častěji řešili tím, že svým společným vůdcem jmenovali oligarchicky naladěné republikány. Západ se opět ocitl ve smrtelném nebezpečí.

Rok 2019

Paralelně s budováním moderního „aristokratického“ Ruska rozvíjela administrativa prezidenta Putina i koncept A2/AD. Roku 2007 se první systémy protivzdušné obrany S-400 objevily ještě pouze při tradiční obraně Moskvy, ale roku 2012 již byly instalovány v ruské Kaliningradské oblasti „vysunuté“ do Evropské unie. Velká část Polska a celá Litva se tak ocitly pod jeho kontrolou. Současně Rusové dokončili testování nové operačně-taktické řízení střely Iskander-M umožňující v celé oblasti účinně a přesně zasáhnout nejen ve vzduchu, ale i na zemi. První odpalovací zařízení těchto řízených střel se v Kaliningradské oblasti objevila roku 2016. Toho roku byly současně do Běloruska dodány bezplatně dvě střelecké baterie systému S-400, znásobilo to plochu pokrytí v Polsku i na Ukrajině, detekční dosah systému zasahuje až na Slovensko.

Léta 2014–2015 budou navždy spojena s obnovenou rozhodnou ruskou zahraniční vojenskou aktivitou. Přímou se zatím dotkla Ukrajina a Sýrie, nepřímo zejména Turecka (sankce států Západu jsou sice

pro Rusko bolestivé, nikoliv však fatální). Paradoxním výsledkem je prohloubení rusko-tureckého partnerství. Administrativa prezidenta Putina, ve které působí nemálo odborníků na tuto mocnost Orientu, tím řeší dva problémy současně – vráží klín do NATO a získává nové odbytíště pro své zbraňové systémy (mj. S-400). Současně si oba regionální hegemoni vytyčují sféry zájmu v Evropě. Pro Rusy je klíčové vše, co leží severně od spojnice ústí Dunaje s ústím Labe, Turci přímo i nepřímo nárokují zejména to, co leží jižně od obdobné linie mezi ústím Dunaje a pobřežní hranicí Belgie s Francií, resp. u přístavu Calais. Prostor mezi oběma liniemi má být společným operačním prostorem. Leží v něm i podstatná část Německa, nyní již silně dotčená aplikací doktríny Falina a Kvicinského. V letech 2011–2012 je v Baltském moři zprovozněn plynovod Nord Stream končící u německého Greifswaldu. Předsedou dozorčí rady Gazpromem ovládané společnosti Nord Stream se stává Gerhard Schröder, německý kancléř z let 1998–2005.

O pochybné účinnosti sankcí Západu po ruském obsazení Krymu svědčí, že roku 2015 podepsali Rakušané dohodu o výstavbě dalšího plynovodu z Ruska, tzv. Nord Streamu 2. I tato druhá větev je realizována po baltském dně a končí v Německu; do provozu by měla být uvedena na přelomu let 2019 a 2020. Na problematické evropsko-ruské energetické aktivity (nejen plně v souladu s doktrínou Falina a Kvicinského, ale i z ní vycházející disertační práce Vladimíra Putina) již reagovali Američané a roku 2017 zostřili sankce proti Rusku. Samy Spojené státy však přitom stále nenašly adekvátní náhradu za ruské raketové motory RD-180 používané jimi u prvního stupně raket Atlas V při vynášení družic do vesmíru. I to je důsledek měnící se globalizace.

Roku 2018 je již černoomořský poloostrov Krym zabezpečen šesti bateriemi systému S-400. Společně s Kaliningradskou oblastí jde o největší koncentraci ruských systémů A2/AD. O rok později jsou první dvě baterie S-400 jakoby recipročně dodány i do Turecka, kterému je proto Američany zastavena účast v klíčovém leteckém programu Západu – F-35. Turci toho využívají a vstupují do Sýrie, stále jsou přitom členy NATO, spojenci Američanů, kteří jim v tom ale nijak nebrání. Bezpečí, vycházející z popření základních práv, zasažená Evropská unie není schopna adekvátní reakce – řeší britské vystoupení (tzv. brexit) i neschopnost zahájit činnost nové Evropské komise, další své „vlády“. Turecký prezident Erdoğan připomíná v Turecku disponibilní milióny uprchlíků a vyhrožuje, že pokud bude reakce Evropanů neadekvátní, tak opět otevře stavidla neřízené migrace. Jeho ministr obrany přitom na sociálních sítích sdílí mapku „nového Turecka“ v intenci Erdoğanova projevu z roku 2016.

Koncem září 2019 spouští Rusové v centrální oblasti své obrovské země rozsáhlé vojenské cvičení Střed 2019. Zejména za účasti čínských vojáků a pozorovatelů demonstrují reálnou schopnost obrovské výsadkové operace typu „2020“ u města Orenburg. Její průběh, popsáný v úvodním článku tohoto čísla, je ukázkovým příkladem budování oblasti A2/AD v hloubi protivníkovy území. Na společných hranicích jsou nasazeny silné mechanizované jednotky, v hloubce až několik stovek kilometrů je během 20 minut vysazen výsadkový pluk s 200 pásovými obrněnými bojovými vozidly řady BMD a dvěma tisíci výsadkáři. První je kovadlinou, druhé kladivem – protivník má být rozdrcen mezi nimi. Místa odporu a soustředění sil jsou v takto „zabezpečené“ oblasti ničeny přesnými údery protizemními řízenými střelami Iskander-M. Smlouva INF, zajišťující po třicet let i lokální bezpečnost střední Evropy, právě vypršela, a proto mohou být použity i střely Iskander s doletem přes 500 km. Na zajištěná letiště protivníka jsou velkokapacitními letouny AN-124 a Il-76 převáženy části systému S-400. Vzniká nová (zatím cvičná) oblast A2/AD.

Místo shozu výsadku „2020“ u Orenburgu nápadně připomíná výsadkovou plochu Křelov – Břuchotín u moravské Olomouce. Rusové ji důvěrně znají, do roku 1990 zde měli rozmístěn 490. samostatný vrtulníkový pluk; na konci 60. let 20. století zde byl dokonce proveden i reálný výsadek. Jen místo toku Ural je zde řeka Morava, ale dokonce i prostor ohraničující rychlostní silnice má velmi podobné jméno, místo ruské P335 je zde česká R35. Připomíná to situaci z roku 2009, kdy na podobném ruském cvičení Západ

2009 v Kaliningradské oblasti byly překvapeným pozorovatelům ze Západu předány plány simulovaného útoku na Varšavu. Tehdy bylo oficiálně nasazeno 13 000 vojáků, nyní po deseti letech 128 000 ozbrojenců. V obou případech to bylo cvičení, ale ...

Případné použití mechanizované kovadliny a výsadkového kladiva pro rozšíření a vytvoření nové oblasti A2/AD není možné bez zajištění jadernou triádou a souhlasu mezinárodního společenství. Záhy po cvičení Střed 2019 spouští 17. 10. 2019 Rusové za osobní účasti prezidenta Putina cvičení/demonstraci svých jaderných sil Hrom 2019. Jsou při něm vypuštěny mezikontinentální střely ze stacionárních pozemních sil, mobilních vypouštěcích zařízení i ponorek, cvičné verze jaderné munice odhazují strategické bombardéry Tu-95 a vypouštějí menší plavidla i ponorky. Celkem je provedeno šestnáct vypuštění. O týden později se ruská baterie systému S-400 objeví v Srbsku. I cvičení Slovanský štít 2019 probíhá dle plánu. Dne 15. listopadu 2019 se schází velení ruských ozbrojených sil a konstatuje, že cvičení Střed 2019, Hrom 2019 i Slovanský štít 2019 splnily svůj účel. Konstatují, že Rusko je připraveno. Vedle ministra obrany Sergeje Šojgu sedí Valerij Gerasimov, náčelník generálního štábu Ruské federace a autor konceptu hybridních válek.

Stealth proti A2/AD

Hlavní technologií Západu proti ruskému konceptu A2/AD podpořenému hybridní válkou je zejména víceúčelový bojový letoun Stealth F-35, ale i ten musí být při protizemních operacích doplněn pozemní strukturou specialistů JTAC a architekturou C4ISTAR. Společné nasazení F-35 a JTAC, podpořené kvalitně vycvičenými a vybavenými pozemními jednotkami, umožňuje vzdorovat mechanizovaným („kovadlině“), výsadkovým („kladivu“) i paramilitárním („migračním“) formacím, s čím si ale poradit nedokáže, je politická rezignace Západu na „rovná práva v občanském životě i v úřadech“, letargii demokratickému centralismu propadlým spoluobčanům a erozi spolenectví.

Ústavní soud ČR, Nejvyšší správní soud ČR, Nejvyšší soud ČR, Evropská komise, Evropský soudní dvůr a Evropský soud pro lidská práva nerozporovaly, že činnost ústavních orgánů a účinné použití zákonných prostředků jsou v České republice od roku 2009 znemožněny. Politické strany se v roce 2014 pokusily obnovit demokratický centralismus. Členové Evropské unie před jejím rozšířením v roce 2004 se nejen v duchu doktríny Falina a Kvicinského snaží novými produktovody obejít strategickou hranici Odra-Nisa, ale nové členské státy (Česko, Maďarsko, Polsko) ostrakizují i pomocí soudních sporů na úrovni Unie. Využívají přitom jejich soudů, z většiny obsazených demokratickými centralisty neuznávajícími „rovnost práv v občanském životě i v úřadech“. To, co měli pomoci potřit, tak sami nepochoptitelně podporují. I oni ale odmítli základní práva, jsou proto bezmocní.

Za této situace je demonstrativní ruský výsadek u Olomouce logický (není však nutný, obsazení lze provést jednodušeji s využitím „zdvořilých lidí“ a techniky samotné AČR, jim známé z dob Varšavské smlouvy). Ruská federace by se mohla vrátit tam, odkud před třiceti lety odešli Sověti a současně by svými systémy A2/AD (S-400, Iskander, prostředky elektronického boje) přikryla nejen druhou polovinu pro západní liberální elity „odbojného“ Polska, ale i východní část Německa. Případný mezinárodní protest by byl bezzubý – Všeobecná deklarace lidských práv OSN byla již předtím porušena místními státními orgány i samotnou Evropskou unií, stejně jako Úmluva o ochraně lidských práv a základních svobod, Smlouva o Evropské unii a ústavní pořádek ČR v čele s Listinou. Dotčenou oblast by potom bylo možné kontrolovat i digitalizovaným (čínským) systémem sociální kontroly. Ani nejmodernější technologie (F-35), organizace (JTAC v C4ISTAR) a taktika (kombinovaný vzdušně-pozemní boj s plnou spektrální a informační dominancí) by tak bez vědomí smyslu kultury Západu („rovných práv v občanském životě i v úřadech“) nezabránilly další katastrofě lidských dějin.

Proč by to, přý, Východ (nebo jiné ne-Západní kultury) dělal? A proč se všichni ti domini („páni“), nobiles („vznešení“) a potentes („mocní“) Západu opět postavili proti „rovným právům v občanském životě i v úřadech“?

40 let výzkumu technologie přípravy optických vláken v Československu – počátky 1979–1993

Článek připomíná počátky výzkumu technologie křemenných optických vláken v Československu do roku 1993. Mezi jeho úspěchy patřilo vypracování technologií tří typů telekomunikačních vláken – „polymer-clad-silica“, gradientních a jednovidových a dále několika typů speciálních vláken – zachovávajících polarizaci typu „bow-tie“ a dopovaných ionty vzácných zemin. Připravené vzorky dosahovaly parametrů srovnatelných v té době se světem. Technologický výzkum byl chápán nejen jako popis souboru výrobních postupů, ale zejména jako pochopení vědeckých základů. Díky tomu bylo později možné efektivně pokračovat ve výzkumu speciálních vláken pro vláknové sensory, zesilovače a lasery, který v Laboratoři optických vláken Ústavu fotoniky a elektroniky AVČR pokračuje dodnes.

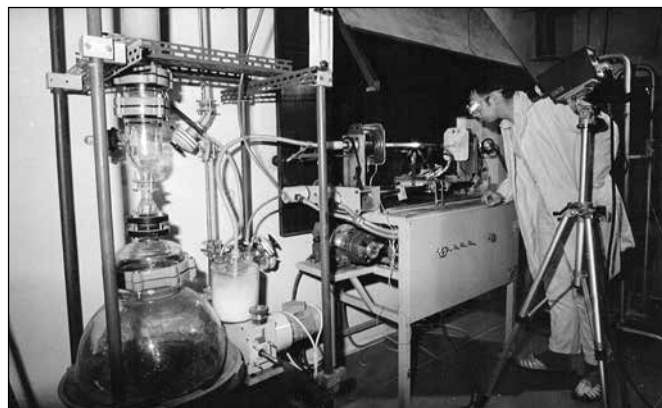
Klíčová slova: výzkum, technologie, optické vlákno, preforma, metoda MCVD, Československo

1. ÚVOD

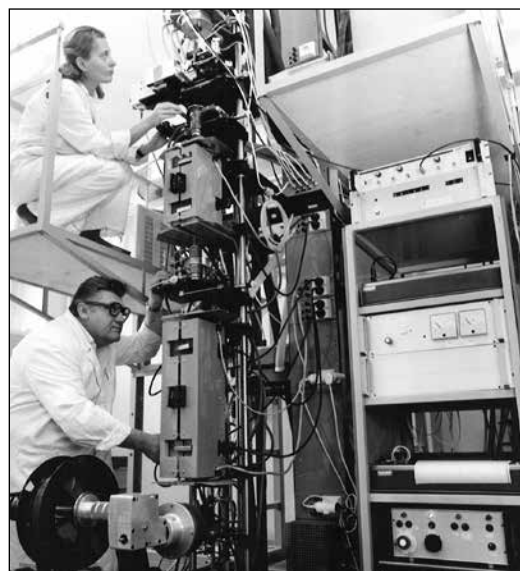
Optická vlákna reprezentují velmi důležitý prostředek pro rozvoj digitální, informační společnosti. Již dnes jsou instalovány stovky tisíc kilometrů optických kabelů na všech kontinentech. Tyto kabely jsou i součástí mobilních sítí [1]. Důležitost optických vláken pro praktické použití i pro vědecký výzkum ve fyzice vyjadřují rovněž i dvě Nobelovy ceny za fyziku. Nobelova cena, respektive její polovina, byla v roce 2009 udělena Charlesi Kuen Kaovi. Ten v roce 1966 uveřejnil analýzu fyzikálních a materiálových předpokladů nízkoztrátového vedení světla optickými vlákny na vzdálenosti až 100 km [2]. Na tomto místě je vhodné připomenout, že optická vlákna pro komunikace zkoumal v téže době rovněž francouzský tým pod vedením Jean-Claude Simona a Ericha Spitze. E. Spitz se narodil v Brně a vystudoval ČVUT v Praze. K výsledkům tohoto týmu patří i příprava prvního jednovidového optického vlákna pro přenos informací [3–4]. Optická vlákna sehrála důležitou roli i v Nobelově ceně za fyziku za rok 2018 pro Gerarda Mouroua a Donnu Stricklandovou za fyzikální myšlenku pro zvýšení intenzit laserových pulsů na úroveň TW/cm^2 , poprvé ověřenou na experimentální sestavě zahrnující jednovidové vlákno [5–6]. Výzkum a poloprovozní výroba různých typů optických vláken probíhaly i v Československu a následně České republice. A právě v tomto roce si můžeme připomenout 40 let od zahájení akademického materiálového výzkumu optických vláken. Zásadní momenty tohoto výzkumu, prováděného v rámci Československé akademie věd (ČSAV) a ČVUT v Praze, shrnuje tento článek.

2. OBDOBÍ 1979–1985

Výzkum technologie přípravy optických vláken byl zahájen v roce 1979 ve Společné laboratoři pro chemii a technologii silikátů (SLS) ČSAV a VŠCHT. Laboratoře, v nichž tento výzkum probíhal, byly situovány v Sokolské 38, Praha 2. V letech 1979 a 1980 byl tento výzkum prováděn v rámci řešení dílčího úkolu státního plánu výzkumu „Sklenné vlnovody-příprava“ skupinou výzkumníků zahrnující Jiřího Götze, Vítězslava Havráňka, Miloše Hayera, Zdeňka Choce, Gabriela Kuncovou, Jaroslava Kynčla, Marii Pospíšilovou a Jaroslava Veselého a techniky Vlastu Janatkovou, Karla Jiráka, Vladimíra Koláře a Rudolfa Vogta. V rámci výzkumu bylo zkonstruováno a ověřeno základní zařízení pro přípravu preforem optických vláken metodou modifikované chemické depozice z plynné fáze (MCVD). Toto zařízení je v článku dále označeno jako MCVD-1 (obr. 1) a bylo plně sestaveno ze součástí vyrobených v Československu. Při metodě MCVD jsou z aerosolu částic oxidu křemičitého,



Obr. 1 Jaroslav Kynčl při práci na zařízení MCVD-1 (1982); v pravé části je sklářský soustruh s rotující křemennou trubicí v níž probíhá oxidace výchozích surovin, v levé části pak absorpční kolona pro likvidaci plynných produktů procesu. Foto: Jiří Plechatý



Obr. 2 Gabriela Kuncová a Rudolf Vogt pracující na těžším zařízení (1982). Foto ČTK

germaničitého a dalších oxidů nanášeny tenké skelné vrstvy na vnitřní stěnu rotující křemenné trubice při teplotách 1500–1700°C [7]. Kolapsem trubice s nanesenými vrstvami při teplotách asi 2000°C se získá preforma optického vlákna. Potřebný aerosol se připravuje oxidací v plynné fázi chloridu křemičitého, germaničitého atd.

Pro tažení křemenných světlovodných vláken bylo v SLS vyvinuto tažící zařízení (obr. 2), na jehož konstrukci se podílela řada vynikajících konstruktérů – Vladimír Čermák, Jiří Staněk, František Trnka. Veškeré součásti zařízení s výjimkou grafitové odporové pece typu Centorr dovezené z USA byly také v Československu vyrobeny, a to dílem ve vlastních vývojových dílnách ústavu. Díky originálnímu konstrukčnímu řešení umožňujícímu pružně měnit jeho konfiguraci bylo možné tažící zařízení využít k výzkumu technologie tažení celého spektra různých typů světlovodných vláken. Zařízení bylo postupně doplňováno novými originálními komponenty (systémem automatického řízení, UV jednotkou pro vytvrzování akrylátových povlaků aj.) a je v modernizovaném uspořádání stále využíváno k tažení vláken v technologickém pavilonu světlovodných vláken v Praze Lysolajích.

Na zařízení MCVD-1 i tažícím zařízení pokračoval výzkum technologie optických vláken v rámci řešení úkolu státního plánu výzkumu „Technologie optických vláken“ v letech 1981–1985. V souvislosti s tímto výzkumem v Československu je vhodné zmínit, jaký byl stav výzkumu optických vláken ve světě. Historii výzkumu optických vláken shrnul detailně a poutavě Jeff Hecht ve své knize „City of Light“ [3]. Českou stopu v tomto výzkumu v polovině 60. let minulého reprezentuje brněnský rodák Erich Spitz (obr. 3) [4], pracující ve Francii.



Obr. 3 Erich Spitz (uprostřed) a Pavel Peterka (vlevo) v diskusi v laboratoři optických vláken na ÚFE, která proběhla v rámci konference Optics and Optoelectronics 2019, jejíž součástí byl i workshop připomínající českou stopu ve výzkumu optických vláken.

Foto: Petra Palečková

Ale ke klíčovým momentům v historii optických vláken patří jistě analýza skelných materiálů, kterou publikoval Charles Kao v roce 1966 [2]. V ní určil příčiny vysokých optických ztrát optických vláken připravovaných v té době a identifikoval křemenné sklo jako vhodný materiál pro snížení těchto ztrát pod 20 dB/km. V roce 1970 Douglas Keck, Robert Maurer a Peter Schultz z Corning Glass, USA, připravili první optická vlákna s útlumem asi 16 dB/km s využitím chemické depozice z plynné fáze [3]. Tato vlákna měla křemenné jádro dopované oxidem titaničitým. Další zlepšení útlumu vláken tato skupina dosáhla v roce 1972, kdy s využitím stejné metody připravila křemenná optická vlákna dopovaná v jádře oxidem germaničitým s útlumy 4 dB/km při 850 nm [3]. Jak je zřejmé z těchto několika dat, měl výzkum vláknově-optické technologie v Československu v roce 1980 asi desetileté zpoždění za světem. Toto zpoždění nebylo ale možné rychle dohnat nákupem ze zahraničí, neboť asi do roku 1985 byly jak zařízení, tak technologie embargoovány.

V letech 1981–1985 byla Milošem Hayerem, Martou Hrabalovou, Gabrielou Kuncovou a Svatoplukem Schätzem v SLS vypracována technologie přípravy PCS vláken, tj. vláken s křemenným jádrem a optickým obalem z tepelně tvrzeného polysiloxanového kaučuku [8]. Taková vlákna byla určena pro přenos na vlnových délkách 820–850 nm, kde měla útlumy asi 10 dB/km. Ty byly dány primárně optickými ztrátami obalu. Vlákna byla tažena z tyček z vysoce čistého křemene Suprasil (Heraeus, Německo), popřípadě z tyček vyrobených ve Sklárnách Svob. v Československu. Ty však měly mnohem více defektů než tyčky Suprasil. V rámci tohoto výzkumu byla technologie ověřena asi na 70 km PCS vláken. V roce 1984 byla telekomunikační linka s PCS vláknem dočasně instalovaná na Karlově mostě a použita pro první československý přenos obrazu a zvuku po optickém vlákně. Tato událost byla prezentována v pořadu Československé televize „Akce Prometheus-Optoelektronika“ dne 4. 7. 1984. Pamětní list z této akce je na obr. 4.



Obr. 4 Pamětní list Antona Kuchára z Akce Prometheus na první veřejný televizní přenos obrazu a zvuku po světlovodných vláknech přes Karlův most

V roce 1985 byla technologie předána ze SLS do Výzkumného ústavu Sklounionu (VÚSU) Teplice, kde byla na jejím základě zahájena poloproduční příprava PCS vláken. Na ní navazovala příprava optických kabelů v Kablo Bratislava a Kablo Děčín a výroba optických konektorů v OPTOKON Jihlava.

Na zařízení MCVD-1 byla v letech 1981–1985 Jiřím Götzem, Vítězslavem Havránkem, Zdeňkem Chocem, Jaroslavem Kynčlem a Vlastimilem Matějcem zkoumána technologie přípravy vláken se skokovými a gradientními profily indexu lomu jádra. V roce 1983 bylo z připravených preforem vytaženo asi 9 km optických vláken. Nejnižší útlum vláken byl v té době asi 5 dB/km při 840 nm. Ale již v roce 1985 byla připravována vlákna se skokovými (SI) a gradientními (GI) profily indexu lomu s útlumy 2,8–3,9 dB/km při 850 nm [9]. GI vlákna byla připravována se šířkami pásma 400–600 MHz·km. Je nutné uvést, že příprava preforem metodou MCVD v SLS těsně souvisela s vývojem původní technologie přípravy velmi čistého chloridu křemičitého (čistota FO Optipur), který je základní surovinou potřebnou pro přípravu preforem křemenných optických vláken. Tuto technologii vypracovali Jiří Doležal, Dimitrij Ležal a Miroslav Pedlík v roce 1983 [10]. Technologie byla předána do Tesly Rožnov, kde se chlorid křemičitý dále vyráběl. Pokrok v technologii optických vláken by byl nemyšlitelný bez vývoje měřících metod vláknové optiky v SLS. Tyto metody, zejména měření útlumu vláken metodou dvou délek, rozvíjeli Marie Pospíšilová a Jaroslav Veselý [11] ve spolupráci s Ústavem radiotechniky a elektroniky ČSAV – ÚRE (nyní Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v. v. i. – ÚFE) a s Fakultou jadernou a fyzikálně inženýrskou ČVUT, Praha.

3. OBDOBÍ 1986–1989

Důležitými mezníky pro vývoj technologie optických vláken v Československu bylo otevření nového pavilonu optických vláken SLS v roce 1986 a transformace SLS do nového Ústavu chemie skelných a keramických materiálů (ÚCHSKM) ČSAV od roku 1987. Laboratoře pavilonu byly umístěny v areálu chemických ústavů v Praze 6-Lysolajích a byly vybaveny komerčním zařízením MCVD od fy. Arnold, Německo a SG Controls, Velká Británie (obr. 5). Byla do nich rovněž převezena tažička z laboratoře v Sokolské ulici. Laboratoře byly postupně vybaveny novou měřicí technikou pro charakterizaci profilů indexu lomu preforem a vláken i pro určování spektrálního útlumu vláken (York Technology, Velká Británie). Toto vybavení značně zlepšilo podmínky pro výzkum technologie optických vláken v Československu. S jeho využitím byl v letech 1987–1990 řešen jeden z vybraných úkolů technického rozvoje zaměřený na výrobu optických vláken pro telekomunikace.



Obr. 5 Zařízení MCVD instalované v Praze 6-Lysolajích.
Foto: Ivan Kašík

Díky novým technologickým a měřicím zařízením pokračoval výzkum technologie optických vláken ve dvou vzájemně se doplňujících směrech. V laboratoři na Sokolské 38, tým pracovníků zahrnující Vlastimila Matějce, Naděždu Novotnou a Stanislavu Polákovou se v letech 1986–1988 s použitím zařízení MCVD-1 zaměřil na přípravu jednovlákenných vláken pro vlnovou délku 1300 nm. Tato vlákna byla připravena s křemennými jádry dopovanými oxidy germaničitým a fosforečným a křemenným obalem dopovaným fluorem nahrazujícího dosud používaný oxid boritý. Byly připraveny vzorky vláken s útlumem asi 0,5 dB/km a disperzí –3,5 ps/(nm·km), což bylo plně srovnatelné s hodnotami udávanými ve světě [12]. Při 1550 nm měla vlákna útlum asi 0,2–0,3 dB/km, disperze byla vysoká asi 21 ps/(nm·km), což byl dán profilem indexu lomu jádra navrženého pro 1300 nm.

Od roku 1988 využíval tento tým zařízení MCVD-1 pro výzkum technologie přípravy vláken dopovaných v jádře speciálními dopanty, jako jsou prvky vzácných zemin, neodym a erbium. K tomuto účelu rozvinuli techniku dopování z roztoku, která byla popsána skupinou Davida Payna ze Southamptonu, Velká Británie [13]. U této techniky byla metodou MCVD z oxidů křemičitého, germaničitého a fosforečného připravena porézní vrstva na vnitřní stěně křemenné trubice. Ta byla sycena vodným roztokem obsahujícím chlorid erbitý nebo neodymitý. Po nasycení byla bílá vrstva sušena a slinuta na skelnou vrstvu. Touto technikou byla připravena vlákna s obsahem oxidů neodymu a erbia asi 0,06 mol. % a základním útlumem asi 60 dB/km při 1300 nm [14]. V rámci zahraniční spolupráce s Akademií věd (AN) SSSR byla v roce 1990 na erbiem dopovaném vlákně naměřena doba života erbia asi 9,5 ms, což odpovídá předpokladům. S využitím stejného vlákna byl v roce 1990 připraven ve spolupráci s ÚŘE ČSAV (nyní ÚFE AV ČR) první erbiový vláknový laser v Československu emitující kolem 1550 nm.

Ve spolupráci s týmem G. A. Ivanova z Institutu Radiotechniky a Elektroniky AN SSSR, Moskva se tým na Sokolské 38 v letech 1987–1990 rovněž zabýval i přípravou optických vláken zachovávajících polarizaci typu motýlek (bow-tie). Dvojloem ve vláknech byl indukován s využitím lokálních napětových prvků nanesených s využitím původního technologického postupu založeného na MCVD metodě a tepelných clonách fixovaných na depoziční trubce [15]. Vlákna měla záznamové délky asi 3–5 mm při vlnových délkách kolem 1 μm srovnatelné s hodnotami publikovanými i zahraničními týmy. V roce 1989 ukončilo zařízení MCVD-1 svoji činnost a bylo rozmontováno. Výzkum přípravy optických vláken pak pokračoval pouze v Praze 6-Lysolajích.

V pavilonu optických vláken v Lysolajích tým pracovníků složený z Miloše Hayera, Zdenka Choce, Ivana Kašíka, Otmara Sysaly, Alešky Spáčilové a Jana Zátorského od roku 1986 využil výsledky získané na zařízení MCVD-1 a zaměřil se na technologii vláken s gradientním profilem indexu lomu pro vlnovou délku 850 nm. Na tento vývoj pak navázala poloprovozní příprava vláken, v jejímž rámci bylo připraveno více jak 300 km těchto vláken v délkách 4–7 km [16]. Ze statistického vyhodnocení výsledků přípravy těchto vláken vyplynulo, že 65 % produkce mělo útlum nižší než 3 dB/km a u 30 % byl útlum v rozmezí 3,0–3,5 dB/km. Z hlediska šířky pásma mělo 46 % produkce vláken hodnoty mezi 200–500 MHz·km, 45 % hodnoty 500–800 MHz·km a u 5 % byla šířka pásma mezi 800–1000 MHz·km. Tyto výsledky jsou podle norem International Commission of Electronics plně srovnatelné s hodnotami světových výrobců. V roce 1988 byla technologie z ÚCHSKM předána do poloprovozní výroby ve VÚSU Teplice a tým v Lysolajích pokračoval výzkumem technologie jednovlákenných vláken pro vlnovou délku 1300 nm.

4. OBDOBÍ 1990–1993

Po společenských změnách koncem roku 1989 byl Sklounion Teplice privatizován. Nový majitel, firma Glavunion, byl zaměřen na výrobu tabulového skla a nepokračoval v rozvoji výroby optických vláken v Teplicích. To byl jeden z důvodů, proč bylo rozhodnuto neinvestovat do výroby optických vláken pro telekomunikace v Československu, ale dovážet vlákna i kabely od světových výrobců. Kablo Děčín a OPTOKON Jihlava v činnosti pokračovaly. Činnost vláknově-optického poloprovozu v Teplicích byla postupně tlumena a v roce 1992 byla zařízení pro výrobu optických vláken i technologie VÚSU prodána firmě Hesfibel, Turecko.

Pracovníci ÚCHSKM ČSAV reagovali na změny po roce 1989 utlumením výzkumu technologie optických vláken pro telekomunikační trasy a zaměřením na technologii speciálních vláken pro vláknové lasery a zesilovače a pro senzory. V letech 1990–1993 byla připravována zejména vlákna dopovaná erbiem pro vláknové lasery. Pro zvýšení účinnosti emise byly vypracovány původní postupy pro dopování jádra takových vláken oxidem hlinitým s využitím roztoků dopantů v organických rozpouštědlech [17]. Ty umožnily snížit základní útlum těchto vláken asi na 20 dB/km, což vedlo i ke snížení laserového prahu. U vláken pro senzory se výzkum soustředil na vlákna zachovávající polarizaci vhodná pro vláknové gyroskopy. V polovině roku 1993 byla veškerá výzkumná činnost ÚCHSKM ČSAV ukončena na základě rozhodnutí Akademického sněmu ČSAV. Zařízení pro přípravu optických vláken a pracovníci Ivan Kašík, Vlastimil Matějka a technik Vladimír Kolář byli převezeni k ÚŘE ČSAV (nyní ÚFE AV ČR).

5. ZÁVĚRY

Základní informace o akademickém výzkumu technologie optických vláken v článku ukazují nejen na historii, ale umožňují učinit některé obecnější závěry. Za prvé, tyto informace ukazují na schopnost československých výzkumníků a techniků zvládnout obtížný výzkum technologie optických vláken nejen jako souboru výrobních postupů, ale zejména jako vědeckých základů. Je potřebné zdůraznit, že výzkumníci pracovali pouze s informacemi

z literatury a s omezeným investicemi ze zahraničí, a i tak se podařilo snížit počáteční desetileté zpoždění a dosáhnout již kolem roku 1986 některých výsledků srovnatelných se světem. Za druhé, lze říci, že připravená optická vlákna umožnila rozvíjet následné technologie kabelování, konektorování i využití vláken v telekomunikačních systémech a senzorech. S jejich pomocí bylo možné si osvojit náročné metody měření. Všechny tyto zkušenosti umožnily rychlý start rozvoje optických sítí v Československu po roce 1989. Konečně, zkušenosti i zařízení z období do roku 1990 vytvořily významný potenciál pro další výzkum speciálních optických vláken pro lasery, zesilovače a senzory v ČR v dalším období.

Poděkování

Autoři by rádi poděkovali Archivu AVČR za souhlas se zveřejněním obr. 1 autora Jiřího Plechatého, dále ČTK-fotobance za souhlas se zveřejněním obr. 2 (ID F201902131005601), dále Petře Palečkové za souhlas se zveřejněním obr. 3 a Dr. Antonu Kuchárovi za zapůjčení Pamětního listu ze soukromého archivu a souhlas s jeho zveřejněním na obr. 4.

Literatura

- [1] P.T. Dat, A. Kanno, N. Yamamoto, T. Kawanishi, Seamless convergence of fiber and wireless systems for 5G and beyond networks, *J. Lightwave Technology* 37, 592–604 (2019).
- [2] K.C. Kao and G.A. Hockham, Dielectric-Fibre Surface Waveguides for optical frequencies, *Proc. IEE*, 113, 1151 (1966).
- [3] J. Heff, *City of Light the Story of Optical Fibres*, Oxford University Press, New York, 2004.
- [4] E. Spitz, Some original ideas and coherent light experiments during the sixties at the central research laboratory of CSF CO (later Thomson-CSF, today Thales), Invited lecture at Workshop Optical Fiber Technology, SPIE Optics Optoelectronics, Praha 2. 4. 2019.
- [5] D. Strickland and G. Mourou, Compression of amplified chirped optical pulses, *Opt. Commun.* 56, 219 (1985).
- [6] G. Mourou, Passion for extreme light, Special lecture. at SPIE Optics and Optoelectronics, Praha 3. 4. 2019.
- [7] I. Kašík, V. Matějec, O. Podrazký, P. Peterka, J. Mrázek, Nové trendy v přípravě preforem metodou MCVD, *Jemná Mech. Optika* 4, 102–106 (2010).
- [8] S. Schätz, M. Hayer, G. Kuncová, V. Matějec, M. Hrabalová, Vliv tažení na pevnost vláken typu PCS, *Sborník semináře Optické komunikace 1984*, Praha Ed. C. Anderle, ČSVTS, str. 33–34.
- [9] J. Götz, M. Hayer, Z. Choc, G. Kuncová, V. Matějec, Laboratorní příprava světlovedných vláken typu SI a GI, *Sborník semináře Optické komunikace 1984*, Praha, Ed. C. Anderle, ČSVTS, str. 30–32.
- [10] D. Ležal, J. Doležal, M. Pedlík, Problematika organosloučenin a hydridů při čištění SiCl_4 pro optická vlákna, *Sborník semináře Optické komunikace 1984*, Praha, Ed. C. Anderle, ČSVTS, str. 28–29.
- [11] M. Pospíšilová, J. Veselý, Měřicí metody vláknové optiky, *Sborník semináře Optické komunikace 1984*, Ed. C. Anderle, ČSVTS, str. 35–36.
- [12] V. Matějec, Vláknová optika v ústavu fotoniky a elektroniky, *Jemná Mech. Optika* 4, 99–101 (2010).
- [13] J.E. Townsend, S.B. Poole, D. Payne, Solution-doping technique for fabrication of rare-earth-doped optical fibres, *RI. Letters* 23, 329–331 (1987).
- [14] V. Matějec, M. Sedlář, S. Poláková, Příprava optických křemenných vláken dopovaných oxidy Nd a Er, *Sborník konference Optické komunikace '90*, Ed. C. Anderle, ČSVTS, str. 73–77.
- [15] V. Matějec, L. Sasek, J. Götz, G.A. Ivanov, N.A. Koreneva, V.V. Grigoryants, New gas/phase etching method for preparations of polarization maintaining fibers, *Proc. SPIE 1513 Glasses for Optoelectronics II*, Ed. G.C. Righini, 174–179 (1991).
- [16] Z. Choc, O. Sysala, K. Matějovič, I. Kašík, M. Hayer, J. Zátorský, M. Pospíšilová, A. Spáčilová, J. Götz, Technologie přípravy gradientních vláken pro telekomunikační systém, *Sborník konference Optické komunikace '90*, Ed. C. Anderle, ČSVTS, str. 68–72.
- [17] I. Kašík, O. Sysala, J. Götz, Dopování křemenných vláken netradičními dopanty, *Ceramics* 36, 169–179 (1992).

Ing. Vlastnislav Matějec, CSc., matejec@ufe.cz, 266 773 511, Dr. Ing. Ivan Kašík, kasik@ufe.cz, 220 922 391, Ing. Miloš Hayer, CSc., hayer@kav.cas.cz

Ústav fotoniky a elektroniky Akademie věd České republiky, v. v. i., Chaberská 57, 182 51 Praha 8 – Kobylisy

Jedná se o vědecký článek

Pokroky v oblasti optických vláken v České republice

Článek se zabývá současnými trendy v oblasti optických vláken, zejména z pohledu jejich technologie, a navazuje na historický přehled uvedený v tomto čísle časopisu Jemná mechanika a optika. Shrnuje výsledky dosažené v Ústavu fotoniky a elektroniky AVČR v oblasti vláknových sensorů a zejména vláknových laserů v poslední době. Mezi nimi lze jmenovat zesilovací moduly, vláknové lasery a ASE zdroje založené na ytterbiových, thuliových a holmiových vláknech klasického nebo dvouplášťového typu vyrobených tradičním způsobem nebo pomocí nanočásticových technologií.

Klíčová slova: optické vlákno, preforma, MCVD, vláknové lasery, vláknové zesilovače, vláknové sensory, dvouplášťové vlákno, erbium, ytterbium, thulium, holmium

1. ÚVOD

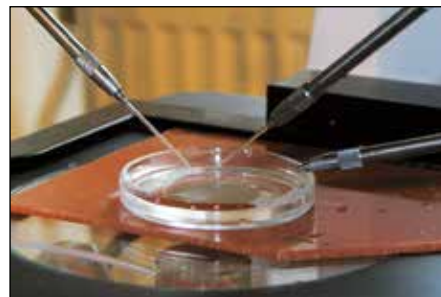
Pracoviště Ústavu fotoniky a elektroniky Akademie věd (ÚFE) je jediným pracovištěm v České republice vybaveným technologií přípravy křemenných optických vláken. Ta se skládá ze zařízení MCVD pro přípravu preforem (tyček), tažicího zařízení (tažičky optických vláken), rozsáhlé infrastruktury a zázemí charakterizačních přístrojů. Tým odborníků, který tuto technologii rozvíjí, se problematikou zabývá již 40 let (viz články Vlastimila Matějce „40 let výzkumu technologie přípravy optických vláken v Československu – počátky 1979–1993“, JMO 2019, nebo Pavla Peterky a Jiřího Zavadila „60 let světla v ÚFE“ [1]) ve spolupráci s dalšími ústavy Akademie věd (Fyzikálním ústavem, Ústavem přístrojové techniky, Ústavem chemických procesů, Ústavem experimentální botaniky), vysokými školami (Fakultou jadernou a fyzikálně inženýrskou ČVUT, Elektrotechnickou fakultou ČVUT, Fakultou biomedicínského inženýrství ČVUT, Vysokou školou chemickotechnologickou Praha aj.) a komerčními subjekty (Safibra, SQS vláknová optika, Optokon, Optovit, Matex PM aj.). Počáteční poznání vědeckých základů metod přípravy, materiálů a vysoké investice do technologie optických vláken pro telekomunikace umožnily pokračovat v tomto výzkumu i v polistopadovém období a dokonce i v období po splasknutí telekomunikační bubliny na přelomu tisíciletí.

2. OPTICKÁ VLÁKNA PRO VLÁKNOVÉ SENSORY

Výzkum se nejprve soustředil na vláknově-optické sensory a vláknové zesilovače. Byla vyvíjena speciální optická vlákna pro sensory fyzikálních veličin, jako je tlak nebo teplota, a také pro detekci chemických látek. Příkladem výsledků takového výzkumu může být evanescentní sensor pro detekci uhlovodíků, jehož komerční implementací se zabývá firma Deno.cz, nebo vláknově-optický reflexní pH-metr (obr. 1) využívající fluorescenční pH indikátor. Sensor byl vyvinut především pro kontinuální detekci pH v biologických vzorcích, a proto je jeho pracovní rozsah od pH 5,5 do pH 7,5. Aby bylo možné sledovat změny pH i ve velmi malých vzorcích, bylo zapotřebí vyvinout technologii taperování optických vláken, kdy z vlákna o obvyklém průměru 125 μm je vyrobena zašpičatělá sonda o průměru špičky okolo 3–20 μm . To pak umožňuje detekci vzorků o nejmenším objemu až okolo 5 mikrolitrů, tj. typicky jednotlivých kapek, případně buněk [2–5]. Pro aplikace *in-vivo* je pak velmi užitečné, je-li vlákno biodegradabilní, což znamená, že se v případě přelomení vláknová sonda uvnitř těla přiměřeně rychle rozloží. To samozřejmě nelze očekávat od křemenných vláken, která jsou velmi odolná, a proto jsou pro takové účely vyvíjena vlákna fosfátová ve spolupráci s Fyzikálním ústavem AVČR a dalšími pracovišti [6].



(a)



(b)

Obr. 1 (a) Vláknová sonda s opto-chemickým fluorescenčním převodníkem taperovaná na průměr špičky 20 μm (b) v sestavě pro měření pomocí mikroskopu

3. OPTICKÁ VLÁKNA PRO VLÁKNOVÉ ZESILOVAČE

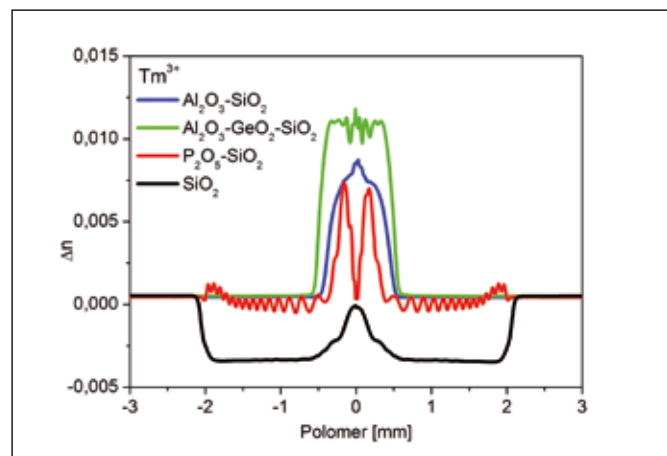
Vláknové zesilovače byly zkoumány nejprve s ohledem na optické zesilování v telekomunikacích v oblasti vlnových délek okolo 1550 nm. K tomuto světovému trendu přispělo pracoviště v roce 1991 svojí prvotní prací založenou na erbiem dopovaných optických vláknech vlastní produkce [7]. Protože pro dopování preforem a vláken ionty prvků vzácných zemin nejsou dostupné výchozí suroviny v plynném nebo kapalném stavu, což je základní podmínkou užívaných metod CVD, bylo nutné pro přípravu erbiem dopovaných vláken vyvíjet nové technologické postupy. Byly vypracovány dvě technologie – metoda dopování z roztoku a metoda odpařování surovin v pevném stavu. Rozvoj optických sítí a požadavků na nárůst přenosové kapacity vedly dále k úvahám o rozšíření emisní vlnové délky zesilovačů i na jiná pásma vlnových délek. Předchozí zkušenosti byly zúročeny při vypracovávání tech-

nologie přípravy thuliem dopovaných vláken, nejprve za účelem dosažení optického zesílení v telekomunikačním pásmu S v oblasti okolo 1470 nm [8] a později pro vláknové zesilovače a lasery ve spektrální oblasti kolem 2 mikrometrů.

4. OPTICKÁ VLÁKNA PRO VLÁKNOVÉ LASERY

Od vláknových zesilovačů je už jen malý krok k vláknovým laserům, které v současné době procházejí obdobím bouřlivého rozvoje. Přestože první erbiový vláknový laser byl demonstrován Charlesem J. Koesterem a Eliase Snitzerem v roce 1964 [9], vynález zůstal dlouhou dobu opomíjen a vláknové lasery se dostaly do centra pozornosti až po přelomu tisíciletí. Vláknové lasery dnes nacházejí široké možnosti uplatnění od delikátních aplikací s nízkým výkonem v metrologii, diagnostice, spektroskopii, telekomunikacích až po poskytování hrubé síly při řezání, tváření či sváření kovů. Aktuálně probíhá jejich intenzivní výzkum zaměřený na rozšíření spektra dostupných vlnových délek, zvýšení účinnosti a výkonu.

Po erbiových vláknových laserech byla pozornost zaměřena na ytterbiové lasery generující záření na vlnové délce okolo 1064 nm a později na thuliové nebo holmiové vláknové lasery s pracovní vlnovou délkou mezi 1900 nm a 2100 nm. Postupně byly hledány vhodné skelné matrice pro zasazení iontů vzácných zemin do struktury skla. Ionty vzácných zemin i při nízké koncentraci v čistém křemenném skle okolo 200 ppm [10] totiž způsobují fázovou separaci, která podstatně zvyšuje útlum materiálu a zcela tak degradují optické vlastnosti vlákna. Takže je nutné najít vhodný oxid, nejlépe sklotvorný, který by zvýšil rozpustnost těchto iontů v křemenném skle (*obr. 2*).

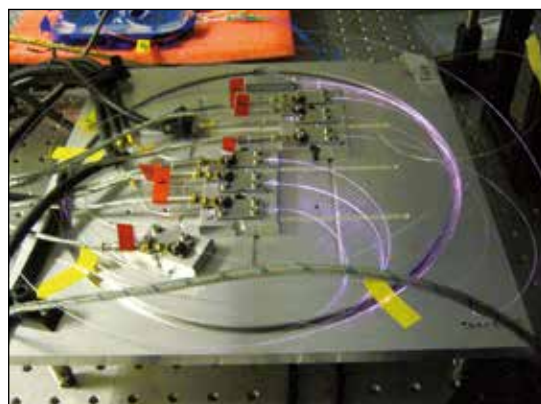


Obr. 2 Profily indexu lomu preforem pro tažení optických vláken dopovaných ionty vzácných zemin s různými skelnými matricemi

Pro ytterbiové vláknové lasery se ukázal jako ideální dopant oxid fosforečný P_2O_5 přítomný ve skle v rozmezí cca 5–10 mol%, který má zároveň příznivý vliv na index lomu optického jádra. Samotná rozpustnost iontů vzácných zemin není však jediným hlediskem. Vlákná dopovaná P_2O_5 se ukázala jako zcela nevhodná pro dopování ionty thulia nebo holmia, kterým významně zkracuje fluorescenční dobu života. Proto jsou thuliová vlákna dopovaná v jádře dále oxidem hlinitým Al_2O_3 , který nejenže zabráňuje fázové separaci, ale také příznivě zvyšuje index lomu skloviny a prodlužuje fluorescenční dobu života thuliových iontů. K dosažení všech těchto materiálů bylo zapotřebí soustavně vyvíjet technologické postupy i teoretické modelování [11].

Jednou z metod originálně vyvinutých v ÚFE je technologický postup dopování preforem (vláken) pomocí nanočástic [12–16]. Tento postup byl světově vůbec poprvé prezentován na konferenci IEEE v roce 2007. Umožňuje dosažení vyšších koncentrací Al_2O_3 , a tedy i iontů vzácných zemin v jádře vlákna, vede k prodloužení jejich fluorescenční doby života, celkově pozitivně

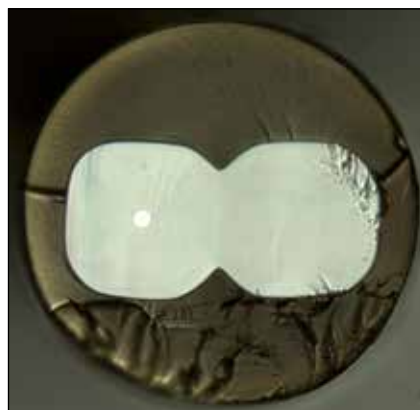
ovlivňuje vlastnosti thuliových a holmiových vláknových laserů a usnadňuje celý postup přípravy vláken. Z thuliem dopovaných vláken byl sestaven např. monolitický thuliový laser pracující na vlnové délce 1951 nm [17]. Thuliový vláknový laser byl dále využíván jako zdroj pro čerpání studovaných holmiových vláknových laserů, které se ukázaly jako vhodný nástroj pro řadu medicínských aplikací od fototerapie po kosmetiku a chirurgii [16, 18–19]. Vlákná dopovaná současně thuliem a holmiem byla využita pro vývoj ASE (Amplified Spontaneous Emission) zdroje s velmi širokou plochou emisí od 1550 nm až po 2050 nm [20]. Vyvinuté zdroje slouží k dalšímu navazujícímu výzkumu, např. efektivity čerpání v závislosti na způsobu navíjení vlákna nebo jeho kroucení v průběhu tažení [21, 23]. Sestavili jsme vláknový laser pracující na vlnové délce 2039 nm s výkonem 60 W, kvalitou svazku $M^2 \leq 1,76$ a účinností 46 %, vhodný pro terapeutické zákroky (*obr. 3*). Přispěli jsme k objevu efektu samovolného rozmítání vlnové délky laseru, což je zvláštní případ módové nestability laseru, poprvé zmíněný v literatuře právě naším týmem [18, 24]. Při podélné módové nestabilitě tohoto typu podélné módy laseru neoscilují nezávisle na sobě jako v režimu volné generace módů (free running regime), ani současně vzájemně koherentně sfázovány jako v pulzním režimu módové synchronizace (mode-locking), ale jsou generovány vzájemně koherentně jeden podélný mód po druhém v daném spektrálním rozsahu, ve kterém zesílení převyšuje ztráty rezonátoru.



Obr. 3 Thuliový vláknový laser o výkonu 60 W sestavený v ÚFE

5. VLÁKNOVĚ-OPTICKÉ KOMPONENTY A DVOUPLÁŠŤOVÁ VLÁKNA

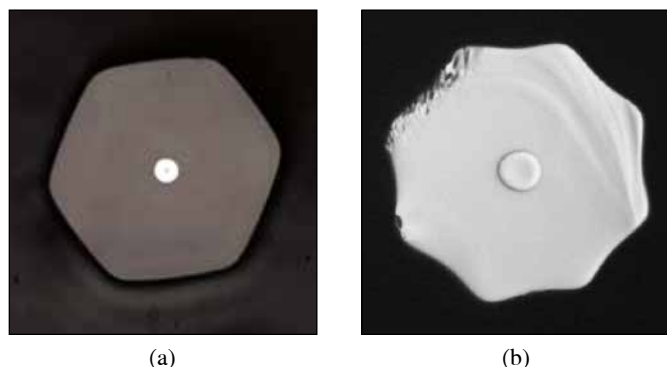
Výzkum nových vláknových laserů se neobejde bez vývoje originálních vláknově-optických komponent, obvykle optimalizovaných pro specifickou vlnovou délku. Prvním takovým prvkem bylo dvoujádrové vlákno, které lze používat k optickému spínání



Obr. 4 Dvouplášťové vlákno typu stadion o rozměrech 120x240 μm^2 aplikované pro efektivní navazování čerpacího výkonu erbium-ytterbiového vláknového laseru

[25]. Inovativnost návrhu, spočívající v umístění jednoho jádra do osy vlnovodu, byla posléze zúročena při návrhu dvouplášťových vláken typu stadion, která nevyžadují další zvláštní komponenty pro navazování čerpání a signálu do aktivního vlákna [26] a současně poskytují velmi efektivní absorpci optického čerpání [27]. Příklad rezu takového dvouplášťového vlákna je na *obr. 4*.

Aktuální trend dosahování vyšších výkonů vláknových laserů vedl v poslední dekádě k výzkumu nových struktur – tzv. dvouplášťových vláken (*obr. 5*). Naší původní teoreticky navrženou strukturou bylo například již zmíněné vlákno typu stadion [28]. Dále byla postupně modelována a experimentálně vyvíjena vlákna hexagonálního, oktagonálního, čtvercového aj. průřezu. Thuliová optická vlákna připravená v ÚFE se osvědčila také při konstrukci ASE zdrojů (*obr. 6*). Vedle vyvíjení nových typů vláken lze dosahovat vyšších výkonů vláknových laserů také koherentní kombinací svazků [29].



Obr. 5 (a) Příklad hexagonálního thuliového vlákna pro čerpání přes plášť vyvinutého v ÚFE. (b) Thuliové vlákno pro čerpání přes plášť, jehož preforma byla opracována to oktagonálního tvaru automatizovaným procesem pomocí CO₂ laseru. Střední průměr vláken je cca 125 μ m



Obr. 6 Širokopásmový thuliový ASE zdroj záření s šířkou pásma (-20 dB) > 240 nm s thuliovým vláknem vyvinutým v ÚFE

Z hlediska dalšího vývoje optických vláken lze očekávat, že další základní výzkum se bude odehrávat v oblasti laserových a ASE zdrojů pro blízkou a střední infračervenou oblast, ve zvyšování jejich účinnosti a výstupního výkonu. Nezbytnou cestou k tomu bude materiálový a technologický výzkum optických silikátových i nesilikátových optických vláken [30]. V oblasti křemenných optických vláken dopovaných prvky vzácných zemin se proto nyní soustředíme na zvyšování účinnosti konverze čerpacího záření do vysoce kvalitního laserového svazku, kde využíváme rovněž původní metody vynalezené v ÚFE. Jednak v oblasti materiálového výzkumu, kde rozvíjíme metodu dopování nanočásticemi, jednak v oblasti návrhu geometrie a uložení aktivních optických vláken a dále v oblasti vysoce stabilních, nízkošumových laserových oscilátorů. Zkušenosti a renomé v oblasti zvyšování účinnosti vláken pro vláknové lasery a zesilovače a v oblasti koherentní kombinace vláknových laserů přispěly k pozvání našeho týmu k práci na projektu TALOS (Tactical Advanced Laser Optical System) Evropské obranné agentury. V rámci projektu TALOS budou vyvinuty a demonstrovány některé z nejdůležitějších technologií obranných systémů se směrovým vyzařováním energie (LDEW,

Laser Directed Energy Weapon), což by mělo vést k vzniku vysoce výkonného laserového efektoru EU, který bude do roku 2025 integrován do vojenských aplikací. Projekt TALOS povede k vývoji laseru s kompaktní konstrukcí, který bude schopen rychle a přesně neutralizovat agilní cíl a současně výrazně minimalizovat kolaterální poškození. Řešení bude možné integrovat do různých platform (námořní, pozemní a vzdušné). Na projektu TALOS se podílí celkem 16 subjektů a 4 třetí strany z 9 evropských zemí.

6. ZÁVĚR

Od doby prvního článku Charlese K. Kaa na téma optických vláken, který vedl k udělení Nobelovy ceny autorovi v roce 2009, uběhlo letos 55 let. I přes občasné skeptické prognózy předpovídající, že téma optických vláken je již vědecky vyčerpané, se pravidelně s periodou cca 10 let objevují stále nové nápady, které posunují oblast optických vláken neustále vpřed, do neprobádaných oblastí nabízejících do té doby netušené a významné aplikace. Kdysi to byla vlákna dopovaná vzácnými zeminami pro vláknové zesilovače, potom mikrostrukturální vlákna, později dvouplášťová vlákna atd. Vynález optických vláken lze tedy právem považovat za myšlenku mimořádně životaschopnou, stále aktuální a perspektivní. Výzkum optických vláken je celosvětově prestižní záležitostí poukazující na vyspělost ekonomiky a je potěšující, že v České republice lze z tohoto pohledu řadit mezi nejvyspělejší země světa.

Poděkování

Autoři prosí čtenáře o pochopení velkého množství autocitací v tomto článku, které souvisejí s letošní připomínkou výročí 40 let výzkumu technologie optických vláken v České republice.

Literatura

- [1] P. Peterka, J. Zavadil, 60 let světla v Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR, *Jemná mechanika a optika* 60 (5–6), 200–203 (2015). Errata – 1. čs. maser, *Jemná mechanika a optika* 62 (1), 35 (2017).
- [2] I. Kašík, J. Mrázek, T. Martan, M. Pospíšilová, O. Podrazký, V. Matějček, K. Hoyerová, M. Kamínek, Fiber-optic pH detection in small volumes of biosamples, *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 398, 1883–1889 (2010).
- [3] I. Kašík, O. Podrazký, J. Mrázek, T. Martan, V. Matějček, K. Hoyerová, M. Kamínek, *In vivo* optical detection of pH in microscopic tissue samples of *Arabidopsis thaliana*, *Materials Science & Engineering C* 33, 4809–4815 (2013).
- [4] O. Podrazký, J. Mrázek, J. Probošťová, I. Kašík, Š. Pitrová, K. Pavlíčková, Sledování pH komorové tekutiny při operaci šedého zákalu (katarakty) pomocí vláknově optického senzoru, *Jemná mechanika a optika* 62, 294–296 (2017).
- [5] O. Podrazký, J. Mrázek, I. Kašík, L. Šašek, R. Schilhart, Optický pH-metr s mikroskopickou sondou, *Užitný vzor* 30867; 2017.
- [6] O. Podrazký, P. Peterka, I. Kašík, S. Vytýkáčová, J. Probošťová, J. Mrázek, M. Kuneš, V. Zavalová, V. Radochová, O. Lyutakov, E. Ceci-Ginistrelli, D. Pugliese, N.G. Boetti, G. Franco, D. Janner, D. Milanese, In-vivo testing and pH-sensing application of a bioresorbable phosphate-based optical fiber, *Journal of Biophotonics*, 12(7), DOI: 10.1002/jbio.201800397 (2019).
- [7] J.T. Lin, J. Kaňka, L. Dong, D. McStay, A.J. Rogers, A simultaneously Q-switched and mode-locked fibre laser, *Tech. Digest of the European Quantum Electronics Conference*, 27.–30.8.1991, Edinburgh.
- [8] P. Peterka, B. Faure, W. Blanc, M. Karasek, and B. Dussardier, Theoretical modelling of S-band thulium-doped silica fibre amplifiers, *Opt. Quant. Electron.* 36, 201–212 (2004). <https://doi.org/10.1023/B:optel.0000015640>.

- [9] C.J. Koester, E. Snitzer, Amplification in a fiber laser, *Applied Optics* 3, 1182–1186 (1964).
- [10] O.V. Mazurin, M.V. Strelcina, T.P. Schvaiko-Schvaikovskaia, *Properties of glasses*, Nauka (1980).
- [11] P. Peterka, I. Kašík, A. Dhar, B. Dussardier, W. Blanc, Theoretical modeling of fiber laser at 810 nm based on thulium-doped silica fibers with enhanced $3H_4$ level lifetime, *Optics Express* 19, 2773–2781 (2011).
- [12] O. Podrazký, I. Kašík, M. Pospíšilová, V. Matějec, Use of alumina nanoparticles for preparation of erbium-doped fibers, 2007 IEEE Leos Annual Meeting Conference Proceedings 1–2, 246–247 (2007).
- [13] O. Podrazký, I. Kašík, M. Pospíšilová, V. Matějec, Use of nanoparticles for preparation of rare-earth doped silica fibers, *Physica Status Solidi C – Current Topics In Solid State Physics* 6, 2228–2230 (2009).
- [14] I. Kašík, O. Podrazký, J. Mrázek, J. Cajzl, J. Aubrecht, J. Proboštová, P. Peterka, P. Honzátko, A. Dhar, Erbium and Al_2O_3 nanocrystals-doped silica optical fibers, *Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Technical Sciences* 62, 641–646 (2014).
- [15] I. Kašík, M. Kamrádek, J. Aubrecht, P. Peterka, O. Podrazký, J. Cajzl, J. Mrázek, P. Honzátko, Thulium-doped optical fibers for fiber lasers operating around 2 μm , *Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Technical Sciences* 67, 981–986 (2019), DOI: 10.24425/bpasts.2019.130883.
- [16] M. Kamrádek, I. Kašík, J. Aubrecht, J. Mrázek, O. Podrazký, J. Cajzl, P. Vařák, V. Kubeček, Ceramic nanoparticle-doping implementation into MCVD method for fabrication of holmium-doped fibers for fiber lasers, *IEEE Photonics Journal* 11 (5), 1–10 (2019) DOI: 10.1109/JPHOT.2019.2940747.
- [17] P. Peterka, P. Honzátko, M. Becker, F. Todorov, M. Písařík, O. Podrazký, I. Kašík, Monolithic Tm-doped fiber laser at 1951 nm with deep-UV femtosecond-laser-induced FBG pair, *IEEE Photonics Technology Letters* 25, 1623–1625 (2013).
- [18] J. Aubrecht, P. Peterka, P. Koška, O. Podrazký, F. Todorov, P. Honzátko, I. Kašík, Self-swept holmium fiber laser near 2100 nm, *Optics Express* 25, 4120–4125 (2017).
- [19] J. Sotor, M. Pawliszewska, G. Sobon, P. Kaczmarek, A. Przewolka, I. Pasternak, J. Cajzl, P. Peterka, P. Honzátko, I. Kašík, W. Strupinski, K. Abramski, All-fiber Ho-doped mode-locked oscillator based on a graphene saturable absorber, *Optics Letters* 41, 2592–259 (2016).
- [20] P. Honzátko, Y. Baravets, I. Kašík, O. Podrazký, Wideband thulium-holmium-doped fiber source with combined forward and backward ASE at 1600–2300 nm spectral band, *Optics Letters* 39, 3650–3653 (2014).
- [21] P. Koška, P. Peterka, J. Aubrecht, O. Podrazký, F. Todorov, M. Becker, Y. Baravets, P. Honzátko, I. Kašík, Enhanced pump absorption efficiency in coiled and twisted double-clad thulium-doped fibers, *Optics Express* 24, 102–107 (2016).
- [22] P. Peterka, P. Koška, O. Podrazký, V. Matějec, I. Kašík, Zesilovací modul, způsob jeho výroby a pláštěm čerpané optické zařízení jej obsahující, CZ Pat. 305888 udělen dne 9. března 2016
- [23] P. Koška, P. Peterka, J. Aubrecht, O. Podrazký, F. Todorov, M. Becker, Y. Baravets, P. Honzátko, I. Kašík, Enhanced pump absorption efficiency in coiled and twisted double-clad thulium-doped fibers, *Opt. Express* 24, 102–107 (2016).
- [24] P. Peterka, P. Koška, J. Čtyroký, Reflectivity of superimposed Bragg gratings induced by longitudinal mode instabilities in fiber lasers, *IEEE J. Selected Topics Quantum Electron.* 24, 0902608 (2018).
- [25] P. Peterka, I. Kašík, J. Kaňka, P. Honzátko, V. Matějec, M. Hayer, Twin-core fiber design and preparation for easy splicing, *IEEE Photonics Technology Letters* 12, 1656–1658 (2000).
- [26] P. Peterka, V. Matějec, I. Kašík, Spojovací prvek a způsob výroby spojovacího prvku pro navázání signálu a čerpání do dvouplášťového optického vlákna, CZ Pat. 301215, udělen 2009.
- [27] P. Peterka, I. Kašík, V. Matějec, V. Kubeček, P. Dvořáček, Experimental demonstration of novel end-pumping method for double-clad fiber devices, *Optics Letters* 31, 3240–3242 (2006).
- [28] A. Novozámský, J. Slánička, P. Peterka, Tomography reconstruction of geometry and refractive index profile of highly asymmetric optical fiber preforms, *Proc. SPIE* 7746, 17th Slovak-Czech-Polish optical conference on wave and quantum aspectsof contemporary optics, 77461O, 2010.
- [29] P. Honzátko, Y. Baravets, F. Todorov, P. Peterka, M. Becker, Coherently combined power of 20 W at 2000 nm from a pair of thulium-doped fiber lasers, *Laser Phys. Lett.* 10, 095104 (2013).
- [30] I. Kašík, V. Matějec, M. Hayer, M. Kamrádek, O. Podrazký, J. Mrázek, P. Peterka, P. Honzátko, Glass materials for optical fibers, *Ceramics-Silikáty* 64, 2020, in print, DOI: 10.13168/cs.2019.0045.

Dr. Ing. Ivan Kašík, kasik@ufe.cz, 220 922 391, Ing. Vlastimil Matějec, CSc., matejec@ufe.cz, 266 773 511, Ing. Ondřej Podrazký, Ph.D., podrazky@ufe.cz, 220 922 391, Ing. Jan Mrázek, Ph.D., mrazek@ufe.cz, 220 922 391, Ing. Michal Kamrádek, kamradek@ufe.cz, 220 922 391, Ing. Pavel Peterka, Ph.D., peterka@ufe.cz, 266 773 527, Ing. Jan Aubrecht, Ph.D., aubrecht@ufe.cz, 266 773 527, Ing. Filip Todorov, Ph.D., todorov@ufe.cz, 266 773 527, Dr. Ing. Pavel Honzátko, honzatko@ufe.cz, 266 773 431
Ústav fotoniky a elektroniky Akademie věd České republiky, v. v. i., Chaberská 57, 182 51 Praha 8 – Kobylisy

Jedná se o vědecký článek

Studium struktury vypěněných geopolymérů s různými typy plniv

Geopolymery jsou jedny z aktuálních materiálů, kterými je možno nahradit portlandský cement. Tyto materiály se vyznačují jak vysokou pevností, tak vysokou žárovou odolností. Tepelnou ochranu poskytují vypěněné geopolymery, které byly zkoumány s výplní z koksového prachu v množství 5 % vzhledem k základnímu geopolyméru (binderu) a dutých korundových mikrokuliček v množství 1 % a 3 % vzhledem k binderu. Bylo zjištěno, že pevnost v tlaku nejvíce ovlivňuje přidání 3 % korundových dutých kuliček. U pevnosti v ohybu toto nelze jednoznačně prokázat, protože vypěněné geopolymery jsou samy o sobě křehké a pevnosti s 5 % koksového prachu a 3 % korundu se odehrávají v rámci statistické nejistoty.

Klíčová slova: geopolymér, koksový prach, duté korundové mikrokuličky, mechanické vlastnosti, struktura

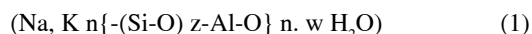
ÚVOD

V současné době se zvyšuje poptávka po betonu, což znamená zvýšenou výrobu portlandského cementu. Výroba 1 tuny portlandského cementu zároveň znamená exhalace 1 tuny CO_2 . Řešení této situace naznačuje stále větší používání tzv. green cementů, při jejichž výrobě vzniká cca polovina těchto exhalací. Základem těchto materiálů jsou alkalicky aktivované aluminosilikáty, definované nejprve Gluchovským jako gruntocementy [1], posléze pak Davidovitsem jako kopolymery [2]. Tyto materiály v závislosti na typu a stupni plnění vykazují vysokou pevnost a zejména vysokou odolnost proti žáru (oproti betonu, který začíná ztrácet svou pevnost asi při 600°C , odolávají geopolymery žáru až 1200°C , a to po dobu 60–20 min.) [3]. Davidovits [2] definoval geopolymery poměrně přísně a vycházel z metakaolinitů, resp. z metakaolinů. Geopolymery se však dají vyrobit z dalších materiálů, zejména odpadových, jako jsou vysokopecní granulovaná struska a elektrárenský popílek. V tomto případě by bylo vhodnější tyto materiály nazývat geosilikáty. V současné době jsou geopolymery podrobovány širokému výzkumu prakticky po celém světě. Výzkum a vývoj se přitom zaměřuje právě na odpadové materiály, zejména na elektrárenský popílek. Dá se očekávat, že geopolymery by mohly v dohledné době částečně nahradit materiály na bázi portlandského cementu.

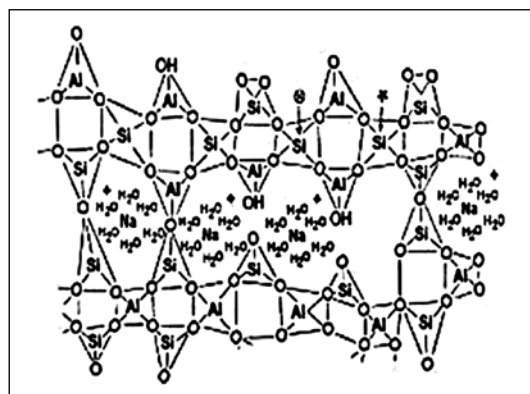
GEOPOLYMERY

Geopolymery vznikají polymerační reakcí aluminosilikátů v silně zásaditém prostředí. Reakce je kopolymeračního typu – uvolňuje se při ní voda, takže ji není nutno k reakci přidávat. Materiál se od portlandského cementu liší hlavně mikrostrukturou. Dochází k rozrušení vazeb O-Si-O a pak v roztoku dochází kopolymerační reakci k vytvoření nové fáze. Dochází k zabudování Al do původní struktury Si-O-Si (1) a vznikají aluminosilikátové gely.

Obecný vzorec geopolyméru je

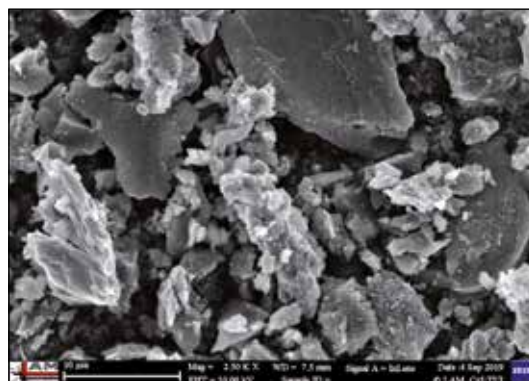


Struktura geopolymérů je podobná přírodním zeolitům, a proto mohou tvořit amorfni až semikrystalické sítě (obr. 1) [3].



Obr. 1 Struktura geopolyméru [3]

Při vytváření geopolymérů je důležitý tzv. silikátový poměr (molární poměr Si/Al). Jak je uvedeno výše, mají geopolymery vysokou pevnost, jsou odolné proti žáru a jsou schopné zakonzervovat toxické a radioaktivní odpady.



Obr. 2 Mikro- a nanočástice koksového prachu

Tab. 1 Zastoupení prvků v koksovém prachu

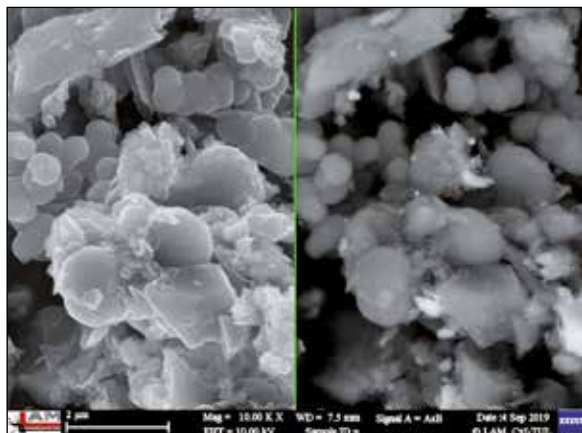
Prvek	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Fe	W	Total
Hmot. %	76,89	7,41	0,11	0,88	1,02	1,02	0,10	1,35	0,53	0,16	0,05	5,16	0,25	100

V literatuře [4, 5] jsou popsány vlastnosti geopolymérů s plnivem z uhlíkových mikrovláken.

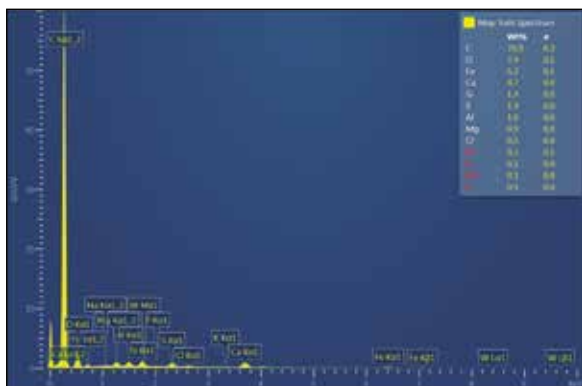
V tomto příspěvku byly použity částice koksového prachu o rozměrech nano- až mikrometrů. [7] a Al_2O_3 mikrokuličky.

KOKSOVÝ PRACH

Na obr. 2 je uveden snímek koksového prachu ze SEM a obr. 3 ukazuje částice použité pro chemický rozbor prachu. Spektrum chemického složení je patrné z obr. 4 a procentuální obsah prvků je uveden v tab. 1.



Obr. 3 Částice koksového prachu pro chemický rozbor



Obr. 4 Chemický rozbor koksového prachu



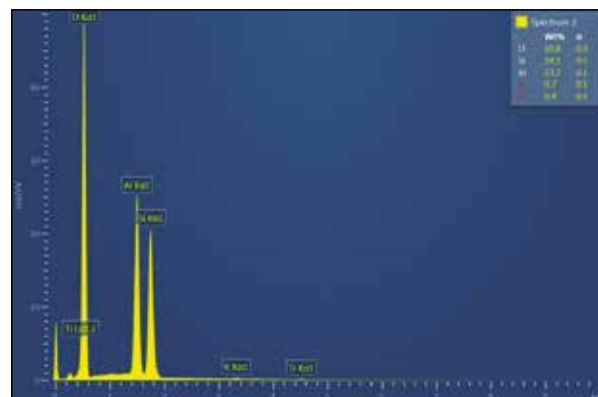
Obr. 5 Vzhled Al_2O_3 dutých nanokuliček

Tab. 2 Chemické složení Al_2O_3 dutých mikrokuliček

Prvek	O	Na	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	Fe	Celkem
Hm. %	46,33	0,28	1,45	16,11	22,21	0,55	2,53	0,34	10,2	100

Al_2O_3 DUTÉ MIKROKULIČKY

Byly použity Al_2O_3 duté mikrokuličky, obchodní název Cenospheres, dodavatel AG Chemigroup Praha. Vzhled a chemické složení jsou uvedeny na obr. 5 a 6 a v tab. 2.



Obr. 6 Spektrum chemického složení Al_2O_3 mikrokuliček

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Cílem této práce je srovnání mechanických vlastností vypěněných geopolymérů, které jsou vyvíjeny pro aplikace s řízenými termickými vlastnostmi. Znalost jejich pevnostních charakteristik přispívá k jejich praktickému použití.

Jako základní materiál byl použit komerčně dostupný geopolymér Baucis Lk vyráběný v Českých lupkových závodech Nové Strašecí. Geopolymér sestává ze dvou složek – pevné složky (cementu) a kapalně složky (alkalického aktivátoru), které spolu tvoří základní matici, nazvanou zde jako binder. Vzhledem k množství binderu (viz tab. 3) byly přidávány další příměsi, konkrétně koksový prach a duté korundové mikrokuličky (microspheres). Geopolymér byl vypěněn přidáním 1,6 % práškového Al, opět vzhledem k binderu.

OZNAČENÍ VZORKŮ

5KF – vypěněný geopolymér s přídavkem 5 % koksového prachu

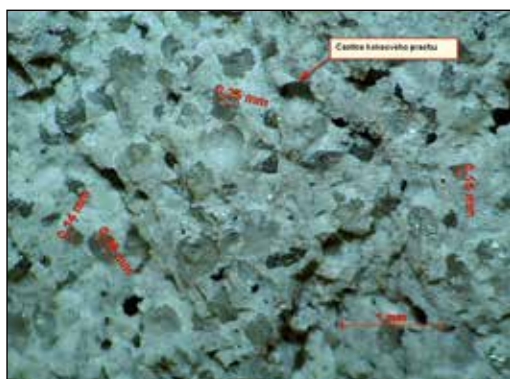
1MF – vypěněný geopolymér s přídavkem 1 % mikrokuliček

3MF – vypěněný geopolymér s přídavkem 3 % mikrokuliček

Tab. 3 Složení vzorků

Složka hmot. díly [kg]	Vzorek 5KF	Vzorek 1MF	Vzorek 3MF
Cement	1	1	1
Aktivátor	0,9	0,9	0,9
Binder	1,9	1,9	1,9
Písek	1	1	1
Koks. prach	0,05	–	–
mikrokuličky	–	0,01	0,03
Al	0,016	0,016	0,016
Poznámka	vypěněný	vypěněný	vypěněný

Na obr. 7 a 8 jsou znázorněny struktury vypěněného geopolyméru s 5 % koksového prachu a 3 % dutých korundových kuliček.



Obr. 7 Struktura vzorku 5KF

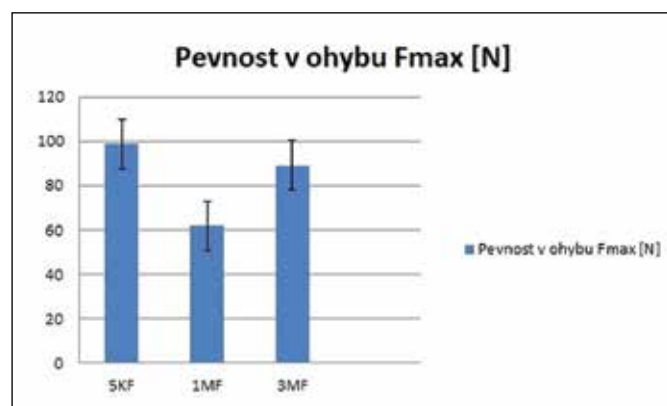


Obr. 8 Struktura vzorku 3MF

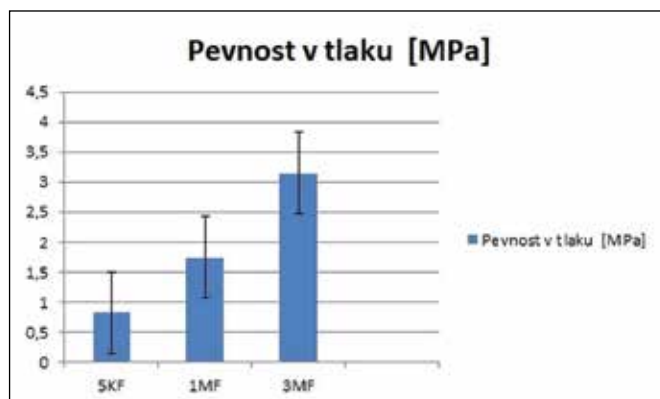
MECHANICKÉ ZKOUŠKY

Rozměry vzorků pro zkoušení pevnosti v tříbodovém ohybu byly $40 \times 40 \times 160 \text{ mm}^3$, pro každý materiál byly testovány 3 vzorky.

Pro zkoušku pevnosti v tlaku byly použity zlomené části, které zbyly ze vzorků použitých při stanovení pevnosti v ohybu. Pro experiment byly použity ocelové příložky $40 \times 40 \times 3 \text{ mm}^3$, dle normy EN 196-1 a ČSN EN 1015-11 Stanovení pevnosti ztvrdlých malt v tahu za ohybu a v tlaku [4] (obr. 9 a 10).



Obr. 9 Srovnání pevnosti v ohybu



Obr. 10 Srovnání pevnosti v tlaku

ZÁVĚR

Byly porovnány mechanické vlastnosti geopolymerních kompozitních materiálů s výplní z koksového prachu v množství 5 % a dutých korundových mikrokuliček v množství 1 % a 3 %. Bylo zjištěno, že pevnost v tlaku nejvíce ovlivňuje přidání 3 % korundových dutých kuliček. U pevnosti v ohybu toto nelze jednoznačně prokázat, protože vypěněné geopolymery jsou samy o sobě křehké a pevnosti s 5 % koksového prachu a 3 % korundu se odehrávají v rámci statistické nejistoty.

Literatura

- [1] Gluchovskij V. D.: patent SSSR 245627. Gruntocement na základě dispersních základů a hydroxidů alkalických kovů (rusky). Moskva. 22. 10. 1969
- [2] DAVIDOVITS, J.: Geopolymer chemistry and applications. 2nd ed. Saint-Quentin: Institut Géopolymere, 2008. ISBN 978-2-9514820-1-2
- [3] Provis J. L.: Do Geopolymers Actually Contain Nanocrystalline Zeolites? A Reexamination of Existing Results. Chemistry of materials, 2005
- [4] ČSN EN 1015-11 Stanovení pevnosti ztvrdlých malt v tahu za ohybu a v tlaku
- [5] Khater, H. M., et al: Characterization of alkali activated geopolymer mortar doped with MWCNT. Construction and Building Materials 2016, vol. 102 pp. 329–337
- [6] PROMODA BEHERA et al.: Microstructure and mechanical properties of carbon microfiber reinforced geopolymers at elevated temperatures. Construction and Building Materials 2018. vol. 160 pp.733–743
- [7] Dufková I., Kovačič V., Kejzlar P.: MECHANICAL PROPERTIES OF GEOPOLYMER FILLED WITH FROM COKE PRODUCTION. Nanocon 2019. Brno 16.–18. 10. 2019

Poděkování

Výsledky projektu „Aplikace geopolymerních kompozitů jako protipožární bariéry, AGK“, registrační číslo VI20172019055, byly získány prostřednictvím finanční podpory Ministerstva vnitra v rámci programu „Bezpečnostní výzkum České republiky“ 2015–2020 (BV III/1-VS).

Ing. Iva Dufková, e-mail: ivcacek@centrum.cz, tel.: 773 065 393, Ing. Pavel Kejzlar, Ph.D., e-mail: pavel.kejzlar@tul.cz, tel.: 775 947 418, Ing. Lukáš Voleský, Ph.D., e-mail: lukas.volesky@tul.cz, tel.: 734 872 422, Ing. Su Le Van, e-mail: longsuvp90@gmail.com, tel.: 608 194 005, Ing. Vladimír Kovačič, e-mail: vladimir.kovacic@tul.cz, tel.: 604 543 577, prof. Ing. Petr Louda, CSc., e-mail: petr.louda@tul.cz, tel.: 777 140 831

Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní, Katedra materiálů, Studentská 1402/2, 461 17 Liberec

Jedná se o vědecký článek

Zlepšení vlastností brýlových čoček pomocí diamantu podobného uhlíku

Diamantu podobné uhlíkové (DLC) vrstvy mají vynikající biokompatibilní vlastnosti a díky své vysoké tvrdosti a vysoké propustnosti ve viditelné i IR oblasti spektra je lze použít i v aplikacích oční optiky. V tomto článku byla studována propustnost a odolnost proti opotřebení různých komerčních brýlových čoček s povrchovou úpravou a čoček potažených DLC vrstvou.

Propustnost čoček je závislá na základním materiálu čočky a na její povrchové úpravě. Všechny komerčně vyráběné čočky měly propustnost $90 \pm 5\%$, zatímco propustnost čoček potažených DLC byla asi o 15 % nižší. Odolnost proti poškození je hodně závislá na povrchové úpravě. Zde bylo dosaženo pro DLC vrstvy podobných nebo lepších výsledků jako pro nejlepší komerčně vyráběné čočky.

Klíčová slova: diamantu podobný uhlík, brýlová čočka, povrchová úprava, transmitance, otěruvzdornost

ÚVOD

V dnešní době existují různé možnosti korekce zraku – nejvíce rozšířené jsou korekce pomocí dioptrických brýlí, kontaktních čoček a laserové operace oka. První dvě jsou neinvazivní, a proto i nejvíce používané, proto se jimi a jejich modifikací pro zkvalitnění jejich vlastností bude zabývat i tento článek [1–7].

Čočky lze dělit do několika skupin – například podle materiálu, z kterého je čočka vyrobena, povrchové úpravy i podle počtu ohnisek. Materiály použité na brýlové čočky lze rozdělit na anorganické látky (minerální sklo) a organické látky, které tvoří převážně polymery – jako například polymethylmetakrylát (PMMA), akryláty, silikony a další. Kontaktní čočky jsou vyrobeny převážně z hydrogelů a silikon-hydrogelů. Pro zlepšení vlastností a pro prodloužení životnosti těchto základních materiálů se začaly používat povrchové úpravy. Mezi základní a nejčastěji používané povrchové úpravy patří tvrzení, antireflexní úprava, hydrofobní vrstva a antistatická úprava nebo polarizační filtr [1, 5, 6, 7].

Jeden z intenzivně zkoumaných materiálů poslední doby, díky svým jedinečným vlastnostem, je diamantu podobný uhlík (DLC). Je to metastabilní forma amorfního uhlíku obsahujícího spojení atomů uhlíku za pomoci sp^2 a sp^3 hybridizovaných orbitalů („vazeb“). DLC vrstvy jsou polovodiče s vysokou mechanickou tvrdostí, chemickou netečností, nízkým koeficientem tření (tedy i vysokou otěruvzdorností), biokompatibilitou a optickou průhledností ve VIS a IR oblasti spektra. [4, 8, 9–14]. DLC vrstva nanesená na brýlovou čočku může sloužit jako ochranná nebo antireflexní vrstva. DLC vrstva s příměsí stříbra nanesená na kontaktní čočku vykazuje antibakteriální efekt. Vrstva slouží i proti vzniku kalcifikace, čímž se prodlouží životnost/použitelnost čočky [4, 13, 14].

Tento článek se věnuje dnes používaným vrstvám na brýlových čočkách a jejich porovnání s vyrobenými vrstvami diamantu podobného uhlíku (DLC). Zaměříme se na základní parametr čoček, tj. transmitanci, a parametry ochranné vrstvy, jako jsou koeficient opotřebení a otěruvzdornost. Tyto parametry jsou důležité jak pro komfort uživatele, tak i pro prodloužení životnosti (kvality) čoček.

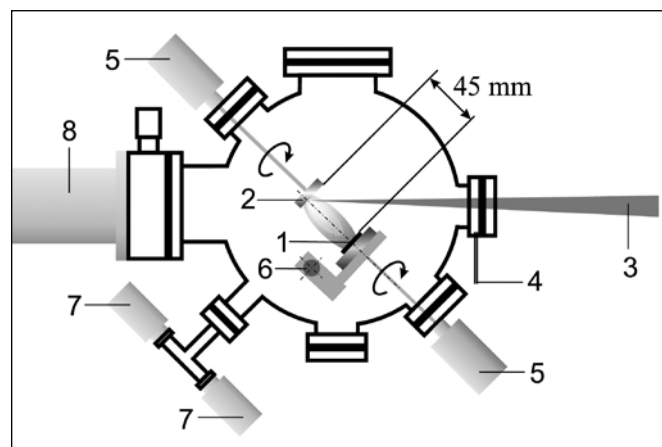
1. DEPOZICE VRSTEV

Jako substráty pro depozici DLC vrstev byly použity brýlové čočky z materiálu CR39, které byly před vložením do vakuové komory čištěny ultrazvukem v etanolu a sušeny na vzduchu. DLC filmy byly připraveny pulzní laserovou depozicí za použití grafi-

tového terče a KrF excimerového laseru ($\lambda = 248$ nm, $\tau = 20$ ns) [11, 12]. Laserový paprsek byl zaostřen na vysoce čistý grafitový terč s hustotou energie laserového záření 6, 10 a 12 J·cm⁻² a opakovací frekvencí 10 Hz. Čočky byly ve vzdálenosti 45 mm od terče. DLC filmy byly vytvořeny při pokojové teplotě. Základní vakuum depozičního systému bylo 5×10^{-4} Pa. Filmy byly deponovány v argonovém prostředí (0,25 Pa). Parametry depozice jsou shrnuty v tab. 1 a schéma uspořádání je na obr. 1.

Tabulka 1 Depoziční podmínky DLC vrstev

Vzorek	DLC-1	DLC-2	DLC-3
Počet pulzů laseru n [-]	7 000	3 500	1 000
Hustota energie laserového záření E [J·cm ⁻²]	6	12	10
Předpokládaná tloušťka vrstvy t [nm]	130	150	50



Obr. 1 Depoziční komora pro pulzní laserovou depozici: 1 – substrát, 2 – grafitický terč, 3 – laserový svazek, 4 – průtok plynu (Ar), 5 – rotace, 6 – RF elektroda, 7 – vakuová měrka, 8 – turbomolekulární pumpa

2. CHARAKTERIZACE VLASTNOSTÍ ČOČEK

2. 1. Optická transmittance

Transmittance byla zkoumána optickým spektrometrem Ocean Optics USB2000+ od 300 nm do 750 nm. Porovnání parametrů byla průměrná transmittance ve viditelné oblasti spektra, bod, kdy čočka začíná propouštět světlo a rychlost změny z nulové do nejvyšší transmittance.

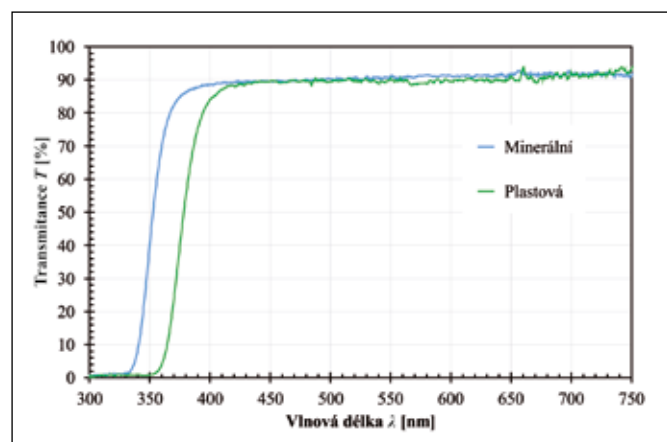
2. 2 Otěruvzdornost a koeficient tření

Test otěruvzdornosti a frikce byl proveden pomocí Tribometru Pin-on-Disk (TRBI – Anton Paar) s lineárním pohybem – trajektorie posunu byla dlouhá 8 mm. Byla použita testovací kulička s chromové oceli (typ Ac 100 Cr6) o průměru 6 mm. Rychlost pohybu kuličky byla nastavena na $5,03 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$, celková zkušební dráha 10 m, použitá zatěžující síla během testů byla 0,25 N a 1 N. Testy byly prováděny bez mazací kapaliny. Tření bylo určeno ze záznamu testů podobně jako v [10].

3. VÝSLEDKY A DISKUZE

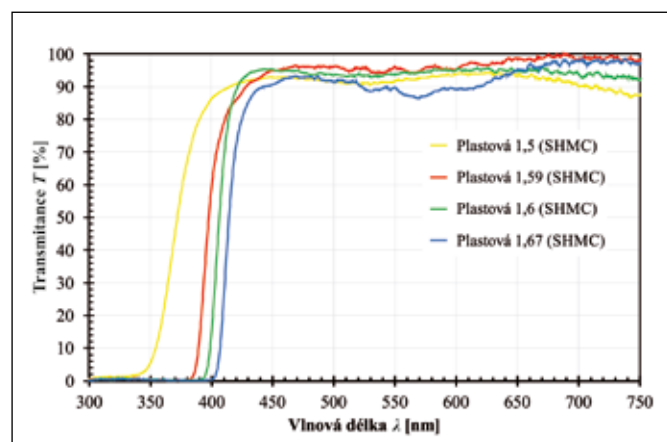
3. 1 Optická transmittance

Transmittance čoček s povrchovou úpravou i bez ní je hodně závislá na základním materiálu, z kterého je čočka vyrobena. Základní rozdíl je viditelný mezi minerální a plastovou čočkou (obě mají index lomu 1,5), ale liší se v bodě, od kterého začínají propouštět světlo (obr. 2). Minerální čočka začíná propouštět dříve kolem 335 nm a plastová až kolem 360 nm. Poté je propustnost již stejná kolem 90 %.



Obr. 2 Spektra transmittance minerální a plastové čočky

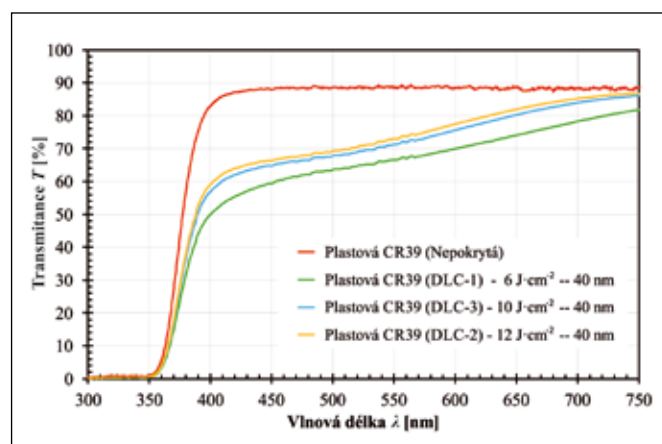
Další rozdíly jsou viditelné u plastových čoček se stejnou antireflexní úpravou, ale různými indexy lomu (1,5; 1,59; 1,6 a 1,67) – obr. 3. Opět zde je vidět posun místa odkud začíná čočka propouštět. Se zvyšujícím se indexem lomu se vlnová délka tohoto



Obr. 3 Spektra transmittance plastových čoček s různým indexem lomu

místa zvyšuje od 350 nm do 405 nm. Čím větší hodnota, tím je větší ochrana proti UV a modrému světlu. Poté je propustnost již téměř neměnná a díky antireflexní úpravě většinou přes 90 %.

Transmittance připravených čoček s DLC vrstvou je vynesena na obr. 4. Vrstvy DLC-1 a DLC-2 díky své vysoké tloušťce popraskaly, zatímco DLC-3 zůstala nepoškozená. Z tohoto důvodu byla data DLC-1 a DLC-2 přepočítána na stejnou tloušťku jako DLC-3 (cca 40 nm). Transmittance DLC vrstev je závislá na sp^3 procentu vazeb, jak ukazuje článek [9]. Čím vyšší je sp^3 procento, tím je vyšší transmittance. Čočky CR39 s DLC vrstvou mají podobný průběh transmittance jako CR39. Na 400 nm je transmittance čoček s DLC vrstvou asi o 25 % nižší a postupně se zvyšuje až do podobných hodnot jako nepotažená čočka CR39 pro 750 nm. S rostoucí hustotou energie laserového záření roste i zastoupení sp^3 vazeb ve vrstvě [9]. Na základě předchozích zkušeností [9] je obsah sp^3 vazeb ve vrstvě DLC pro 6 $\text{J} \cdot \text{cm}^{-2}$ asi 59 %, 10 $\text{J} \cdot \text{cm}^{-2}$ asi 64 %, a 12 $\text{J} \cdot \text{cm}^{-2}$ asi 67 %. To odpovídá zvyšující se transmittanci vrstev v pořadí DLC-1, DLC-2 a DLC-3.

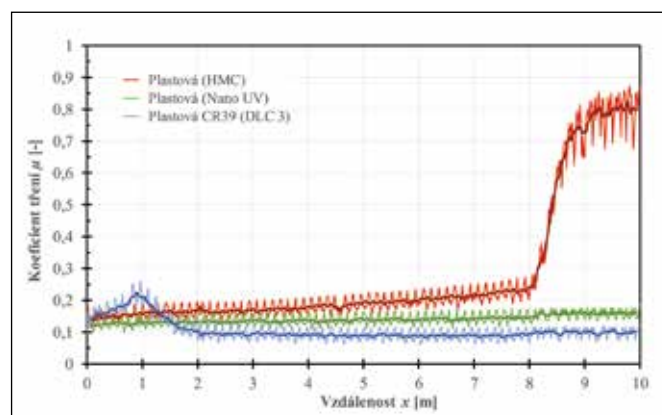


Obr. 4 Spektra transmittance plastové čočky CR39 a čoček CR39 s vrstvou DLC

3. 2 Otěruvzdornost a koeficient tření

Při měření otěruvzdornosti a koeficientu tření byly použity dvě zatěžovací síly 0,25 N a 1 N. Pro vyhodnocení byla použita síla 1 N, protože se u ní projevovaly dříve nežádoucí účinky, než u síly 0,25 N. Na obr. 5 jsou pozorovány tři základní případy chování funkčních vrstev:

a) Koeficient tření byl nízký a po určitém časovém intervalu prudce vzrostl (došlo k prodření vrstvy a byl měřen koeficient tření samotného materiálu čočky). Na obr. 5 červená křivka (plastová čočka, index lomu 1,5, vrstva HMC).



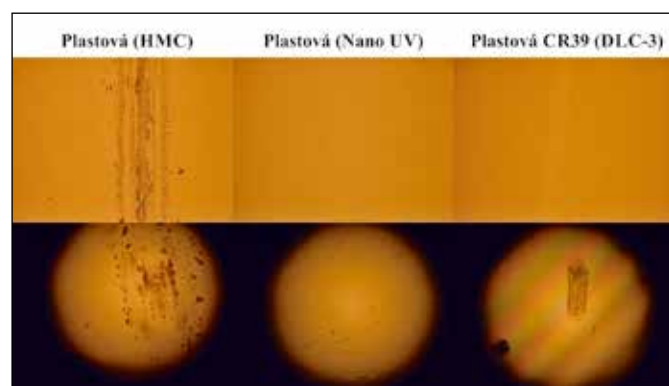
Obr. 5 Průběh hodnoty koeficientu tření v průběhu tribologického testu

b) Koeficient tření se pozvolna zvětšoval s rostoucí vzdáleností, kterou urazila kulička, ale nedošlo k výrazné změně (prodření vrstvy). Na obr. 5 zelená křivka (plastová čočka, index lomu 1,5, vrstva Nano UV).

c) Koeficient tření byl z počátku vyšší a po určitém časovém intervalu klesl. Na obr. 5 modrá křivka (DLC-3). Snížení tření je připisováno vytvoření grafitového filmu na povrchu DLC vrstvy [15].

Podrobné výsledky jsou popsány v tab. 2. Zde je vidět koeficient tření na začátku měření a těsně před změnou v závorce, místo x , kde ke změně došlo v rámci 10metrové dráhy kuličky, a koeficient tření po změně uprostřed a na konci měření v závorce. Pokud k výrazné změně nedošlo, je v tabulce vidět pouze koeficient tření na začátku měření a v závorce na jeho konci.

Poškození čočky a kuličky po skončení měření bylo sledováno pod mikroskopem při zvětšení 100 $\times$. Ukázky poškození jsou vidět na obr. 6 a výsledky shrnuty v tab. 3. Měřena byla i šířka vrypu, která odpovídala hodnotě poškození, respektive hloubce vrypu. Pokud došlo k prodření vrstvy, je zde uvedena šířka vrypu vnější pro vrstvu a vnitřní pro samotný materiál čočky.



Obr. 6 Ukázka povrchu čoček a kuliček po tribologických testech

Největší odolnost proti opotřebení byla prokázána u čoček s nejmenším koeficientem tření a povrchovou úpravou Nano UV a DLC-3. U ostatních čoček došlo k poškození povrchu. Vrstva DLC-3 měla dokonce tak vysokou tvrdost, že došlo k obroušení vrchlíku kuličky. Tribologické chování DLC vrstev je stanoveno mezipovrchovou transferovou vrstvou, která se vytváří během tření, a tím dochází i k poklesu koeficientu tření v průběhu měření.

SHRNUTÍ

Jak ukázaly předchozí studie [4, 8–14], DLC vrstvy mají vynikající biokompatibilní vlastnosti a díky své vysoké tvrdosti a vysoké transmitanci ve viditelné a IR oblasti spektra je lze použít i v aplikacích oční optiky pro brýlové čočky, kontaktní čočky a nitrooční čočky. Navíc povrch DLC vrstev má pozitivní vliv na čistotu brýlových skel, protože je nanohladký (hrubost povrchu je kolem 1 nm), a proto na něm špatně ulpívají nečistoty. V tomto článku byla studována transmitance a odolnost proti opotřebení brýlových čoček s povrchovou úpravou a čoček potažených DLC vrstvou připravených metodou PLD.

Transmitance čoček je hodně ovlivněna základním materiálem čočky a také i ochrana oka před UV zářením:

- minerální materiály, ve srovnání s plastovými, propouštějí světlo od kratších vlnových délek,
- materiály s vyšším indexem lomu, ve srovnání s materiály s nižším indexem lomu, propouštějí světlo od vyšších vlnových délek,
- propustnost čoček s DLC úpravou je ve viditelné oblasti v průměru přibližně o 15 % nižší.

Odolnost proti poškození je hodně závislá na povrchové úpravě. Nejlépe dopadly materiály s nízkým koeficientem tření, u kterých nebylo pozorováno poškození samotné vrstvy, a tím nedošlo k znehodnocení propustnosti. Podobných výsledků jako u nejlepších komerčních vrstev bylo dosaženo také u vrstev připravených s DLC.

Tyto výsledky naznačují, že DLC vrstvy jsou vhodné jako ochranné vrstvy brýlových čoček, i když z důvodu nižší propustnosti použitelné spíše pro sluneční brýle.

Tabulka 2 Zhodnocení koeficientu tření jednotlivých čoček

Materiál (povrchová úprava)	Koeficient tření μ_1 [–] na začátku měření (před změnou)	Místo, kdy došlo ke změně – vzdálenost x [m]	Koeficient tření μ_2 [–] po změně – uprostřed (na konci měření)
Minerální (Bez)	0,143	1–2	0,660 (0,750)
Plastová (Bez)	0,194 (0,285)		
Plastová (HC)	0,150	0–1	0,699 (0,744)
Plastová (HMC)	0,191	8–9	0,805
Plastová (Nano UV)	0,128 (0,159)		
Plastová CR39 (Nepokrytá)	0,119 (0,199)		
Plastová CR39 (DLC 3)	0,130 (0,200)	0–2	0,100

Tabulka 3 Zhodnocení opotřebení jednotlivých čoček a kuliček použitých pro měření

Materiál (povrchová úprava)	Zhodnocení vrypu – šířka vnější (vnitřní) d [μ m]	Zhodnocení kuličky
Minerální (Bez)	Viditelné poškození – 236	Viditelné poškození
Plastová (Bez)	Viditelné poškození – 59	Bez viditelného poškození
Plastová (HC)	Viditelné poškození – 318 (151)	Viditelné poškození
Plastová (HMC)	Viditelné poškození – 299 (159)	Viditelné poškození
Plastová (Nano UV)	Bez viditelného poškození	Nanesen film materiálu
Plastová CR39 (Bez)	Téměř nezatelné poškození	Bez viditelného poškození
Plastová CR39 (DLC-3)	Bez viditelného poškození	Viditelné poškození

Poděkování

Tato práce byla podporována studentskou grantovou soutěží ČVUT v Praze (grant číslo SGS19/134/OHK4/2T/17) a Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky (projekt číslo LO1409).

Literatura

- [1] L. Werner, J. Ludlow, J. Nguyen, et al. Biocompatibility of intraocular lens power adjustment using a femtosecond laser in a rabbit model. *Journal of Cataract & Refractive Surgery* **43**(8), 1100–1106, 2017, doi: 10.1016/j.jcrs.2017.05.040.
- [2] P. Ozyol, E. Özyol, F. Karel. Biocompatibility of Intraocular Lenses. *Turkish journal of ophthalmology* **47**(4), 221–225, 2017. doi: 10.4274/tjo.10437.
- [3] Y. Han, X. Xu, J. Tang, et al. Bottom-up fabrication of zwitterionic polymer brushes on intraocular lens for improved biocompatibility. *International journal of nanomedicine* **12**, 127–135, 2017. doi: 10.2147/IJN.S107491.
- [4] R. J. Narayan. *Functionally gradient hard carbon composites for improved adhesion and wear*. Ph.D. thesis, North Carolina State University, 2002.
- [5] P. Kuchynka et al. *Oční lékařství*. Praha: Grada Publishing, 2007. 768 s. ISBN 978-80-247-1163-8.
- [6] P. Masek, J. Pasta and M. Brestak. *60 let nitrooční čočky*. 1st ed. Hradec Králové: Nucleus HK, 2010. 130 s. ISBN 978-80-87009-73-4.
- [7] J. Novak. *Nitrooční čočka – cizí těleso v oku*. 1st ed. Praha: Galén, 1999. 133 s. ISBN 80-85824-97-3.
- [8] J. ROBERTSON. Diamond-like Amorphous Carbon. *Materials Science and Engineering* **37**(4-6), 129–282, 2002, doi: 10.1016/S0927-796X(02)00005-0.
- [9] P. Pisarik, M. Jelinek, K. Smetana, et al. Study of optical properties and biokompatibility of DLC films characterized by sp³ bonds. *Applied Physics a* **112**(1), 143–148, 2013. doi: 10.1007/s00339-012-7216-8.
- [10] J. Mikšovský, M. Jelinek, P. Pisarik, et al. DLC/Ti thin films properties prepared by hybrid laser technologies. *Acta Polytechnica CTU Proceedings* **8**, 11–13, 2017. doi: 10.14311/APP.2017.8.0011.
- [11] P. Pisarik, M. Jelinek, T. Kocourek, et al. Chromium-doped diamond-like carbon films deposited by dual-pulsed laser deposition. *Applied Physics a* **117**, 83–88, 2014. doi: 10.1007/s00339-013-8206-1.
- [12] M. Jelinek, P. Pisarik, T. Kocourek, et al. Influence of ion bombardment on growth and properties of PLD created DLC films. *Applied Physics a* **110**, 943–947, 2013. doi: 10.1007/s00339-012-7215-9.
- [13] P. Pisarik, M. Jelinek, J. Remsa, et al. Antibacterial, mechanical and surface properties of Ag-DLC films prepared by dual PLD for medical applications. *Materials Science and Engineering C* **77**, 955–962, 2017. doi: 10.1016/j.msec.2017.04.005.
- [14] P. Pisarik, M. Jelinek, J. Remsa, et al. Antibacterial coatings for biomedical applications. *NATO Science for Peace and Security Series B Part F2*, 467–476. doi: 10.1007/978-94-024-1298-7_46.
- [15] M. Sosnová, A. Kříž: *Kluzné vrstvy a metody hodnocení adhezivně-kohezivního a tribologického chování*. Západočeská univerzita v Plzni, 2006, s. 68.

Ing. Petr Písařík, Ph.D. Fyzikální ústav AV ČR v. v. i., Na Slovance 1999/2, 182 21 Praha 8, tel.: 266 052 469, e-mail: pisarik@fzu.cz a České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, Nám. Sítná 3105, 272 01 Kladno, tel.: 224 358 798, e-mail: pisarpet@fbmi.cvut.cz

Ing. Jan Remsa, Ph.D. Fyzikální ústav AV ČR v. v. i., Na Slovance 1999/2, 182 21 Praha 8, tel.: 266 052 469, e-mail: remsa@fzu.cz

Ing. Jan Mikšovský, Ph.D. Fyzikální ústav AV ČR v. v. i., Na Slovance 1999/2, 182 21 Praha 8, tel.: 266 052 683, e-mail: miksov@fzu.cz

Jedná se o vědecký článek



Redakce

Jemné mechaniky a optiky

přeje

***svým čtenářům a spolupracovníkům
příjemné prožití vánočních svátků
a hodně profesionálních
a osobních úspěchů
v novém roce 2020.***

The word and light (V. Chlup).....	291
---	-----

A2/AD zone establishing and its radio coverage (V. Chlup)	292
The year of 2019 will enter history as a relatively sharp end of the West's attempt to globalize the world. Nevertheless, the endeavor to connect the mankind into one big society linked by mutual communication, information, economic, cultural and ecological bonds has not come to an end; it is just that the democracy of the West will no longer be employed to achieve that. The other civilization circles have not accepted it yet and to "civilize" others they will make use of their power approaches that are not only of a social character but also of a physical one. The most developed concept is the A2/AD (Anti Access/Area Denial) zones establishing focused also on the Western countries including the Czech Republic. It is being developed mainly by the Russian Federation and China.	

F-35 fighter multi-sensor system (V. Chlup).....	312
For the current Western military, the A2/AD (Anti Access/Area Denial) zones establishing and securing is a major challenge. For many this is an overestimated threat of democracy – "an equal right in civic life as well as in offices", whereas others perceive the threat absolutely, even uncritically. An actual reaction of the West is, among others, a manufacturing and implementation of F-35 JSF (Joint Strike Fighter). Its activity is linked directly to some of the fundamental scientific programs like the atomic bomb development (The Manhattan Project), B-29 to carry the bombs, ballistic missiles (V-2), landing on the Moon (Project Apollo) or SLAC and CERN accelerators. Economically the F-35 program surpasses all of them; the financial intensity of the program is even higher than the total sum of the above-mentioned projects costs at the current real prices, even after the exponentiation. With the current 2 trillion US dollars, the F-35 is the most expensive technical project in human history...	

Interoperability of F-35 fighters and JTACs in A2/AD zones (V. Chlup).....	344
Stealth F-35 multi-role fighters are high-performance weapon and sensory systems allowing for a penetration into an A2/AD enemy zone guarded by radars and guided missiles. The Czech Republic's closest zone affected by the A2 / AD concept is Poland largely covered by A2/AD systems from the Russian Kaliningrad region. Following the INF Treaty termination in 2019, it has partially expanded into the Czech Republic, using particularly 9M729 (SSC-8) long-range ground-based guided missiles of Iskander system. Thus, the technical equipment of mechanized (7 th MB Hranice) and motorized (4 th RFB Žatec) units of the Czech Armed Forces concentrated in the vehicle fleets can be put out of action in a single precise strike. That is one of the reasons why in September 2019 Poland, respecting the North Atlantic Treaty (NATO) commitments, decided to procure 32 F-35A fighters. Also, other NATO members can deploy fighters of this type in the area and therefore appropriate measures shall be implemented in the Czech Armed Forces as well to support and fully develop the tactics of the NATO combined air-ground operations.	

Establishing A2/AD zone in and over the Czech Republic (V. Chlup).....	365
Active radio technologies associated with the A2/AD concept of the East as well as passive Stealth and opto-electronic systems of the competing West have become a direct successor of missile and nuclear technology related to the elimination of the intermediate-range and shorter-range missiles treaty (INF Treaty) from 1987. Guided missiles and nuclear charges (employing ionizing radiation) developed in the laboratories of the Nazi Germany and the democratic United States during the World War II were setting the world events through the whole generation – since the Cuban Missile Crisis (1962) to the collapse of the Soviet Union (1991). The INF Treaty reduced nuclear weapons significance at the global level and thus increased a role of local/regional interests and allowed for a development of information technologies leading to globalization. Now, after thirty years of internet and mobile networks development the situation has been changing slowly again. The INF Treaty has been abandoned and missiles are coming back on the scene, the nuclear alpha radiation, however, is being replaced by the	

electromagnetic radiation with a higher military usage potential. Though we do not know what we can expect in the next thirty years, still it is good to describe the starting point.

40 years of technology research of optical fibers in Czechoslovakia – early stage 1979–1993

(V. Matějčec, I. Kašík, M. Hayer).....	377
The paper deals with the commemoration of early stages of technology research of silica optical fibers in Czechoslovakia till 1993. Technology of three types of telecommunication fibers – polymer-clad-silica, graded-index and single-mode ones and that of several types of specialty optical fibers like polarization maintaining bow-tie fibers or rare-earth doped fibers belong to the most important achievements of this period. The prepared samples exhibited parameters comparable to world-class top production. The technology research was understood not only as a description of a set of receipts but mainly as scientific understanding of process fundamentals. Thanks to this approach, in later period it was possible to continue in the research of specialty optical fibers for fiber sensors, fiber amplifiers and fiber lasers. Such research is performed in the Laboratory of Optical Fibers of the Institute of Photonics and Electronics of the Czech Academy of Sciences to date.	
Keywords: research, technology, optical fiber, preform, MCVD method, Czechoslovakia	

Latest advances in optical fibers in the Czech Republic

(I. Kašík, V. Matějčec, O. Podrážký, J. Mrázek, M. Kamrádek, P. Peterka, J. Aubrecht, F. Todorov, P. Honzátko).....	381
The paper deals with latest trends in the field of optical fibers namely from point of view of technology and follows the overview of history published elsewhere in this issue of Fine mechanics and optics. It summarizes results recently achieved in the Institute of photonics and electronics ASCR in the field of fiber sensors and namely of fiber lasers. Amplification modules, fiber lasers and ASE sources based on ytterbium, thulium or holmium optical fibers of conventional or double-clad structures produced conventionally or using nanotechnologies can be named among others	
Keywords: optical fiber, preform, MCVD, fiber lasers, fiber amplifiers, fiber sensors, double-clad fiber, erbium, ytterbium, thulium, holmium	

The study of structure of foam geopolymers with various fillers

(I. Dufková, P. Kejzlar, L. Voleský, Su Le Van, V. Kovačič, P. Louda).....	385
Geopolymers are one of the modern materials that can replace Portland cement. These materials are characterized by both high strength and high heat resistance. Foam geopolymers provide thermal protection. Foamed geopolymers with coke dust fill at 3 % relative to the base geopolymer (binder) and hollow corundum microspheres at 1 % and 3 % relative to the binder were examined. Compressive strength was found to be most affected by the addition of 3 % corundum hollow spheres. For flexural strength, this cannot be unequivocally demonstrated, as foamed geopolymers are themselves brittle and strengths with 5 % coke dust and 3 % corundum take place within statistical uncertainty.	
Keywords: geopolymer, coke dust, hollow corundum microspheres, mechanical properties, structure	

Improving the properties of spectacle lenses with a diamond-like carbon (P. Písařík, J. Remsa, J. Mikšovský)

388
Diamond like carbon (DLC) layers exhibit excellent biocompatible properties and because of high hardness and transmittance in VIS-IR range it is possible to utilize this material in ophthalmic optics field. In this paper, we present our study on transmittance and wear resistance of different commercial spectacle lenses with surface coatings and lenses with newly fabricated DLC layer.
The lens transmittance is dependent on lens material and its surface coating. All commercially manufactured lenses exhibit transmittance $90 \pm 5 \%$, while the transmittance of DLC coated lenses was 15 % lower. Wear resistance is extremely dependant on the coating. We were able to reach same or better results than the best commercially manufactured lenses.
Keywords: diamond like carbon, spectacle lenses, surface modification, transmittance, wear-resistance



„Základní práva, která jsou zaručena Evropskou úmluvou o ochraně lidských práv a základních svobod a která vyplývají z ústavních tradic společných členským státům, tvoří obecné zásady práva Unie.“

čl. 6 odst. 3 Smlouvy o Evropské unii
(Lisabonská smlouva platná od 1. 12. 2009)

„Slovní“ ztráta obrany Západu proti A2/AD

1. „Zákony a jiné právní předpisy musí být uvedeny do souladu s Listinou základních práv a svobod nejpozději do 31. prosince 1991. Tímto dnem pozbývají účinnosti ustanovení, která s Listinou základních práv a svobod nejsou v souladu.“ § 6 odst. 1 č. 23/1991 Sb. vyhlášený dne 8. 2. 1991
2. „Proto když kterýkoli úřad neuznává nebo porušuje lidská práva, pak nejenže neplní své povinnosti, ale jeho nařízení nemá žádnou závaznou moc.“ (encyklika Pacem in terris, 61 ze dne 11. 4. 1963)



EVROPSKÁ KOMISE
GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ PRO SPRÁVEDLNOST

Ředitelství C: Základní práva a občanství Unie
Oddělení C1: Základní práva a práva dítěte
Vedoucí oddělení

V Bruselu dne
JUST/C1/LK/vh/ 3686364s

Pan Vladimír Chlup
1. Máje 4
779 00 Olomouc
Česká republika

ARÈ (2014) 13818

30 AVR. 2014

Věc: CHAP (2013)03125

Vážený pane Chlupe,

děkuji Vám za Váš dopis, který jsme obdrželi dne 10. října 2010 a ve kterém vyjadřujete své znepokojení ohledně dodržování právních norem v České republice. Odkazujete zejména na rozhodnutí Ústavního soudu o zrušení ústavního zákona o zkrácení pátého volebního období Poslanecké sněmovny (zákon o předčasných volbách). Uvádíte také, že soudní systém České republiky neposkytl dostačující odůvodnění v odpovědi na Vaše stížnosti týkající se zrušení tohoto zákona. Žádáte Evropskou komisi o zásah.

Podle smluv, na nichž je Evropská unie založena¹, nemá Evropská komise obecnou pravomoc zasahovat do záležitostí členských států v oblasti základních práv. Pravomoc zahájit řízení o porušení Smlouvy vůči některému členskému státu může uplatnit pouze tehdy, jestliže se předmětný problém týká práva Evropské unie.

Informace ve Vašem dopise však nenasvědčují tomu, že by Vámi popisované skutečnosti souvisely s prováděním právních předpisů Evropské unie. Konkrétněji řečeno, organizace voleb do vnitrostátních parlamentů nespadá do oblasti působnosti právních předpisů EU, ale je v pravomoci každého členského státu.

Z tohoto důvodu Vám musím sdělit, že Evropská komise se touto záležitostí nemůže dále zabývat.

¹ Smlouva o Evropské unii a Smlouva o fungování Evropské unie.

Commission européenne/Europese Commissie, 1049 Bruxelles/Brussel, BELGIQUE/BELGIË – Tel. +32 22991111
Kancelář: MO 59 - 5/97 – Tel. přímá linka +32 229-81340



ORDONNANCE DU PRÉSIDENT DU TRIBUNAL
16 septembre 2014

« Aide judiciaire »
– 638293 –
Dans l'affaire T-551/14 AJ,
HK, demeurant à Olomouc (République tchèque),
partie requérante,
contre
Commission européenne,
partie défenderesse,
ayant pour objet une demande d'aide judiciaire au titre de l'article 95 du règlement de procédure,
LE PRÉSIDENT DU TRIBUNAL
rend la présente

Ordonnance
vu l'article 94, paragraphe 3, du règlement de procédure,
vu l'article 96, paragraphe 1, du règlement de procédure,
vu la demande d'aide judiciaire déposée au greffe du Tribunal le 25 juillet 2014,
vu l'action pour laquelle l'aide judiciaire est sollicitée, telle que décrite dans le formulaire de demande d'aide judiciaire,
* Langue de procédure: le français.

FR

ORDONNANCE DU 16.9.2014 – AFFAIRE T-551/14 AJ

vu que, d'une part, la Commission n'est pas tenue d'engager une procédure au titre de l'article 258 TFUE, mais dispose d'un pouvoir d'appréciation discrétionnaire excluant le droit pour les particuliers d'exiger qu'elle prenne position dans un sens déterminé et que, d'autre part, les personnes ayant déposé une plainte n'ont pas, en l'absence de droits procéduraux prévus par des dispositions de droit de l'Union leur permettant d'exiger que la Commission les informe et les entende, la possibilité de saisir le juge de l'Union d'un recours contre une éventuelle décision de classer leur plainte (voir, en ce sens, ordonnance du 17 juillet 1998, Sateba/Commission, C-422/97 P, Rec. EU:C:1998:395, point 42, et ordonnance du 14 janvier 2004, Makedoniko Metro et Michaniki/Commission, T-202/02, Rec. EU:T:2004:5, point 46),
vu que l'action envisagée apparaît dès lors manifestement irrecevable,

LE PRÉSIDENT DU TRIBUNAL

ordonne :

La demande d'aide judiciaire dans l'affaire T-551/14 AJ est rejetée.

Fait à Luxembourg, le 16 septembre 2014.

Le greffier Le président

E. Coulon M. Jaeger

2



ČESKÝ
OPTICKÝ
KLASTR

POJĎTE S NÁMI TVOŘIT BUDOUCNOST OPTIKY V ČESKÉ REPUBLICE

Český optický klastr od roku 2017 reprezentuje zájmy svých členů a formuje budoucí směry optiky, optomechatroniky, fotoniky a jemné mechaniky.

Klastr podporuje společné vývojové projekty, sdílení know-how, budování dodavatelsko-odběratelských vztahů a propagaci svých členů zejména v oblastech:

- ZOBRAZOVACÍ A SPOTŘEBNÍ TECHNIKA
- VOJENSKÁ OPTIKA
- SVĚTELNÁ TECHNIKA



ZJISTĚTE, JAKÉ PŘÍNOSY VÁM MŮŽE ČLENSTVÍ
V ČESKÉM OPTICKÉM KLASTRU NEBO SPOLUPRÁCE
S NÍM PŘINÉST.

www.optickyklastr.cz • info@optickyklastr.cz

