

# **TECHNOLOGICKÝ VÝVOJ 2018**

**IMPLIKACE PRO SCHOPNOSTI OZBROJENÝCH SIL ČR**

**JAKUB FUČÍK A KOL.**

**Brno 2018**

## AUTORSKÝ KOLEKTIV

Mgr. et Mgr. Jakub Fučík, Ph.D.

Ing. Josef Procházka, Ph.D.

PhDr. Libor Frank, Ph.D.

RNDr. Dalibor Procházka, CSc.

Ing. Fabian Baxa

Tato odborná studie je dílčím výsledkem projektu *STRATAL - Strategické alternativy*, řešeného na Univerzitě obrany.

Studie „*Technologický vývoj 2018: Implikace pro schopnosti ozbrojených sil ČR*“ prošla recenzním řízením Ředitelství speciálních sil AČR a Odboru vojskového průzkumu a elektronického boje, na kterém se podíleli plk. gšt. Ing. Miroslav Feix, M.S. a plk. Ing. Vladimír Lang.

## Centrum bezpečnostních a vojenskostrategických studií (CBVSS)

CBVSS je součástí Univerzity obrany a je dle zákona č. 111/1998 Sb., § 22 odst. 1, písm. c), vymezeno jako jiné pracoviště pro vzdělávání a tvůrčí činnost. Jeho posláním je zejména:

- Vědeckovýzkumná činnost v oblastech bezpečnostních studií, strategického leadershipu, vojenského umění, strategického řízení a obranného plánování, která je uskutečňována pro potřeby strategické úrovně rozhodování, řízení obrany státu a výstavby ozbrojených sil ČR.
- Příprava vojenských a civilních odborníků resortu ministerstva obrany a ozbrojených sil v odborných a karierových kurzech (KGŠ, KVD).
- Expertní, publikační a popularizační činnost (mj. garantuje vydávání časopisů *Vojenské rozhledy* a *Obrana a strategie*).

ISBN 978-80-7582-055-6

## Úvod

Cílem analytické studie je zhodnocení trendů technologického vývoje a jejich implikací pro ozbrojené síly České republiky. Ambicí *Centra bezpečnostních a vojenskostrategických studií Univerzity obrany (CBVSS)* je poskytnout alternativní pohled do diskuze o důsledcích technologického vývoje pro formulování a realizaci účinné obranné politiky České republiky, respektive výstavbu jejích ozbrojených sil. Dokument má sloužit jako prvotní zhodnocení dotčené problematiky a poskytnout tak základy pro další výzkum. Studie vychází z analýzy a komparace otevřených primárních a sekundárních zdrojů, které se vztahují k charakteru současných trendů technologického vývoje a jeho relevantních příkladů. Časově je orientována na trendy, které mohou bezprostředně ovlivňovat ozbrojené síly, se zohledněním zejména událostí za roky 2017 a 2018. Verifikace výstupů byla provedena v rámci expertních jednání za účasti příslušníků MO ČR, AČR a představitelů bezpečnostní komunity.

## NAVYŠOVÁNÍ VÝZNAMU „NOVÝCH“ STRATEGICKÝCH DOMÉN

Vedle tradičních dimenzí strategického uvažování a vedení války (ozbrojeného konfliktu) - pozemní, námořní a vzdušné, dochází k navyšování významu vesmírného prostoru a kyberprostoru.

## Vesmírný prostor

S ohledem na obecnou úroveň technologického rozvoje lidstva, která by umožnila nejen krátkodobé a ekonomické překonávání obrovských vzdáleností mezi planetami, ale též provozování permanentního osídlení např. za účelem těžby nerostných surovin, nelze pravděpodobně v blízké budoucnosti předpokládat konflikty srovnatelné (použijeme-li určitou míru analogie) s bojem o nadvládu nad námořními trasami, popř. zámořskými koloniemi. Na druhou stranu, již od počátků americko-sovětského soupeření si jednotlivé státy „uvědomují“ další implikaci této charakteristiky. Kterékoliv místo na povrchu Země je přímo dosažitelné z její oběžné dráhy, přičemž nezáleží na členitosti terénu, nadmořské výšce či jeho odlehlosti (nejen od zbytku "civilizace", ale též pevniny samotné). Disponování relevantními kapacitami ve vesmírném prostoru tedy sehrává poměrně zásadní roli ve schopnosti jednotlivých aktérů projektovat svoji moc, respektive vojenskou sílu, v globálním měřítku. Na tuto problematiku upozorňuje mj. *Národní vesmírná bezpečnostní strategie (National Security Space Strategy) USA* z roku 2011, u které momentálně probíhají přípravy na její novelizaci. Představitelé Číny, Ruska i Spojených států amerických, tj. předních států, které se zaměřují na rozvoj vojenských programů a projektů aplikujících teze současné revoluce ve vojenských záležitostech, se shodují, že vesmírný prostor sehrává klíčovou roli pro etablování vojenské revoluce (transformace).<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Srov. např. NEARY, Michael. Space: The Next Revolution in Military Affairs? *Journal of International Service*. 2008, 18(1), 101 - 123.

U vesmíru je toto konstatování podloženo mj. rozvojem vesmírných politik fakticky všech významných aktérů mezinárodního systému (USA, Rusko, Čína, Francie, Indie, Írán, Izrael, Japonsko, Velká Británie aj.). Obdobně např. soupeření o prvenství v dosažení Marsu lidskou posádkou je někdy označováno jako „nový vesmírný závod“ v analogii na americko-sovětské soupeření v této oblasti v průběhu studené války. Přínos vesmírného prostoru lze prvotně spatřovat v jeho situování a faktické rozloze, respektive nekonečnosti. Reprezentuje prostor, ve kterém se nacházejí kromě Země i další planety, hvězdy aj. Z bezpečnostního hlediska ovšem není v současnosti pro jednotlivé aktéry mezinárodního prostředí (natolik) důležité, že právě on musí být překonán k dosažení jiných vesmírných těles.

V obecné rovině lze potenciál, který představuje vesmírný prostor a relevantní technologie, rozdělit do dvou skupin - civilní a vojenské - přičemž dělícím kritériem je povaha (určení) aktivit, respektive reálných umělých těles (družice, stanice apod.), ve vesmíru provozovaných nebo umístěných. Do civilní skupiny řadíme např. zřizování a využívání satelitních sítí určených k monitorování počasí nebo přenosu televizního signálu aj. Vojenská skupina zahrnuje např. špionážní satelitní sítě, satelitní navigaci bojových jednotek nebo zbraňové platformy určené k intercepci balistických střel apod. V souladu s uvedenou definicí dále nelze opomenout tzv. *anti-satelitní zbraně* (anti-satellite weapons, ASAT), které sice mohou být umístěny na zemském povrchu (příklad systémů USA, Ruska, Číny), ale jejich užití je přímo situováno do vesmírného prostoru.

Současně je nezbytné konstatovat, že hranice mezi oběma kategoriemi je velmi nejasná, respektive obě skupiny se ve svých prvcích často překrývají a jejich odlišení v praxi je poměrně problematické. Setkáváme se tak s fenoménem tzv. „dual-use“ (dvojího užití/určení) příslušných technologií, popř. aktivit. Satelitní navigační síť může být kupříkladu využita nejen pro určení pozice civilních subjektů, ale též koordinace postupu bojových uskupení nebo navádění řízených střel či bezpilotních letounů (odkaz na americký systém GPS nebo rozdílné druhy služeb, které budou poskytovány prostřednictvím budovaného systému Galileo).

*Vesmírný prostor nabývá na významu pro schopnost projektovat (vojenskou) moc státu a sehrává svoji roli v oblasti zajišťování národní bezpečnosti. Jeho využívání je velmi úzce provázáno s fenoménem tzv. dvojího užití, kdy dochází ke stírání hranic mezi civilním a vojenským sektorem.*

## Kyberprostor

Posilování strategického významu kyberprostoru je přímo navázáno na rozvoj informačních technologií a jejich využívání v současné době fakticky ve všech oblastech lidského života. Vzájemné propojení takřka veškerého zemského povrchu skrze informační sítě umožňuje jakémukoliv aktérovi (státnímu i nestátnímu) takřka okamžitý a neomezený přístup k obrovskému množství dat a jejich následné zpracování a využití pro vlastní potřeby. Z informací, respektive „surových“ dat, se v tomto smyslu postupně stává strategická surovina využitelná jak pro utváření pozice v této dimenzi, tak ovlivňující fungování reálného prostředí. Z pohledu státních

a nestátních aktérů je zajištění stabilního přístupu k této doméně fakticky prvotním předpokladem pro efektivní naplňování vlastních zájmů. V rámci (ozbrojeného) konfliktu tak schopnost odepření přístupu protivníkovi reprezentuje významný nástroj pro dosažení stanovených cílů.<sup>2</sup>

Důležitým prvkem se stává rozvoj tzv. *internetu věcí* (Internet of Things, IoT), který nejen umožňuje mnohem efektivněji využívat výhody spojené s komplexním informačním propojením (např. zajistit monitorování a rozhodování v reálném čase), ale taktéž prohlubuje celkovou závislost na stabilním a efektivním fungování tohoto prostoru. Zajišťování bezpečnosti v současné době, zejména kritické informační infrastruktury, musí nezbytně tento trend zohlednit. Zvláště je-li zohledněno potenciální zneužití velkého množství diskutovaných zařízení v rámci tzv. *botnetů* k provádění cílených útoků proti informačním systémům jak relevantních státních, tak nestátních subjektů (např. z roku 2016 Mirai botnet<sup>3</sup>, v roce 2017 Reaper botnet<sup>4</sup> aj.).

Současně se zintenzivněním propojení lidstva v rámci tohoto prostoru dochází k nárůstu počtu sítí, které jsou vytvářeny a užívány na distributivním principu, tj. bez existence centrálního kontrolního či řídicího „uzlu“. Výslednou podobou tohoto trendu je nárůst důležitosti tzv. *deep webu*, respektive v užším pojetí *dark webu* a *darknetu*.<sup>5</sup> Zejména dark web/darknet je přímo spojen s kriminálními aktivitami napříč všemi oblastmi (od nelegálního získávání informací po obchod se zbraněmi, návykovými látkami nebo lidmi). Navíc kromě organizovaného zločinu jsou obdobné prostředky/možnosti využívány např. teroristickými organizacemi a v zásadě i samotnými státy. Fakticky zde dochází k dalšímu oslabování státní moci, což je mj. spojeno se střetem mezi ochranou národních zájmů (v širokém pojetí) na jedné straně a užžitnou hodnotou takových sítí na straně druhé.

Provázanost všech oblastí lidské společnosti s kyberprostorem dále rozvíjí i vzájemnou závislost ve smyslu dostupnosti samotných informací. Internet umožňuje navýšení transparentnosti takřka všech činností v reálném prostředí. Zejména sociální média typu Facebook, Twitter, YouTube apod. umožňují takřka neustálý dohled a monitorování aktivit jednotlivých subjektů. Současně slouží jako ideální nástroj a platforma pro vedení informačních operací ze strany jak státních, tak nestátních aktérů.

*Informační technologie jsou již v současnosti provázány se všemi oblastmi lidského života. Na významu nabývá tzv. Internet věcí, s čímž je spojeno i jejich zneužívání k provádění např. velkých DDoS útoků proti státním i nestátním subjektům. Současně dochází k dalšímu oslabování státní moci prostřednictvím ilegálních aktivit v rámci darwebu/darknetu. Z pohledu informačních operací (šíření dezinformací apod.) mohou zajímavou úlohu sehrávat sociální média/sítě.*

---

<sup>2</sup> Srov. např. NATO. *Strategic Foresight Analyses*. 2017.

<sup>3</sup> ANTONAKIS, Manos et al. *Understanding the Mirai Botnet* [online]. 2017. Dostupné z: <https://goo.gl/XkBp4T>

<sup>4</sup> GOODIN, Dan. *Assesing the Threat the Reaper Botnet Poses to The Internet - What We Know Now* [online]. ArsTechnica, 2017. Dostupné z: <https://goo.gl/M1HjLz>

<sup>5</sup> Podrobněji o uvedených pojmech např. SUI, Daniel - CAVERLEE, James - RUDESILL, Dakota. *The Deep Web and Darknet: A Look Inside the Internet's Massive Black Box* [online]. Wilson Center, 2015. Dostupné z: <https://goo.gl/AztPdM>

## ROZVOJ A ŠÍŘENÍ DÁLKOVĚ OVLÁDANÝCH PROSTŘEDKŮ A AUTONOMNÍCH SYSTÉMŮ

V současné době jsou v rámci ozbrojených sil více než šedesátí států světa využívány bezpilotní systémy - *Unmanned Aerial Systems*, UAS - pro potřeby průzkumu, sledování či monitorování. Postupně taktéž dochází k rozšiřování okruhu států, které disponují útočnými bezpilotními prostředky. Lze předpokládat, že tento obecný trend, tj. navyšování počtu států, které disponují jednotlivými kategoriemi bezpilotních prostředků, bude jen nabývat na intenzitě. Obdobně lze zejména u hlavních velmocí mezinárodního systému identifikovat jak citelné navyšování počtu jednotlivých druhů bezpilotních prostředků, tak rozšiřování okruhu úkolů, pro které jsou využívány. Tento trend lze velmi dobře demonstrovat na příkladu Spojených států amerických, kdy ještě v roce 2000 jejich ozbrojené síly disponovaly pouze dvěma typy UAS.<sup>6</sup> V současnosti je jich již minimálně jedenáct.<sup>7</sup> Od funkčních období Obamových administrativ lze identifikovat přetrvávající trend jejich intenzivního využívání pro úder v úder vůči příslušníkům teroristických organizací (tzv. *cílené zabíjení - targeted killings*)<sup>8</sup>, kdy jsou proti pilotovaným letadlům upřednostňovány nižší akviziční i provozní náklady a absence přímého ohrožení lidské „posádky“ (operátorů). Obdobně Ruská federace velmi intenzivně rozvíjí projekty bojových bezpilotních letounů, které se momentálně nacházejí ve fázi testování jednotlivých prototypů (např. *Altius-M*).<sup>9</sup>

Bezposádkové pozemní systémy (*Unmanned Ground Systems*, UGS) jsou oproti UAS prozatím v rámci ozbrojených sil jednotlivých států zastoupena v menším počtu i variabilitě. Jejich role je často směřována do oblasti zneškodňování nástražných zařízení a nevybuchlé munice, nakládání s nebezpečnými látkami nebo průzkumu na krátkou vzdálenost (např. v urbanizovaných oblastech). Izraelská armáda využívá tyto prostředky (projekt *Guardium*) i ke strážní činnosti v hraničních oblastech a ochraně základen. Vozidla disponují kromě senzorů určených k detekci protivníka (narušitele) i zbraňovými systémy založenými jak na letálním, tak neletálním principu.<sup>10</sup> Obdobně by se měla ve fázi vývoje nacházet dálkově řízená modifikace nejnovějšího ruského obrněného vozidla na platformě *Armata* nebo jednotlivé projekty USA pod záštitou organizace DARPA, které přímo navazují na potřeby/předpoklady zakotvené v tzv. *třetí offsetové strategii*.<sup>11</sup>

V návaznosti na ovládání jednotlivých prostředků je velká pozornost věnována rozvoji kapacit, které by umožňovaly simultánní nasazení velkého množství jednotlivých typů diskutovaných (zbraňových) systémů. Zejména u bezpilotních systémů je tento přístup

<sup>6</sup> Office of the Secretary of Defense. *Unmanned Aircraft Systems Roadmap: 2005 - 2030* [online], s. 3. Washington, D. C., 2005. Dostupné z: <https://goo.gl/RBfrij>

<sup>7</sup> SICARD, Sarah. 11 Military Drone Names, Ranked [online]. *Task & Purpose*, 2017. Dostupné z: <https://goo.gl/Z3ExN7>

<sup>8</sup> PURKISS, Jessica. - SERLE, Jack. Obama's covert drone war in numbers: ten times more strikes than Bush. The Bureau of Investigative Journalism, 2017. Dostupné z: <https://goo.gl/cfsqnU>

<sup>9</sup> DEAGEL.COM. *Altius-M*. 2017. Dostupné z: <https://goo.gl/2KEUJB>

<sup>10</sup> ARMY-TECHNOLOGY.COM. *AvantGuard Unmanned Groud Combat Vehicle, Israel* [online]. 2016. Dostupné z: <https://goo.gl/knZqWb>

<sup>11</sup> LOUTH, John - MOELLING, Christian. *Technological Innovation: The US Third Offset Strategy and the Future Transatlantic Defense* [online]. Armament Industry European Research Group, 2016. Dostupné z: <https://goo.gl/pvEHAc>

spojován se schopností ovládat tzv. *roje* (swarms), tj. vysoký počet (malých) prostředků, které umožní zahlcení protivníkovy (protivzdušné) obrany. Intenzivní testování těchto technologií probíhá např. v Číně, která je momentálně označována minimálně za jednu z vedoucích zemí.<sup>12</sup> Jejich využití je předpokládáno jak pro plnění samostatných úkolů (např. i zničení stanovených cílů), tak na podporu ostatních jednotek, respektive letadel s lidskou posádkou. Fakticky tak dochází i k rozvoji a posilování funkčních vazeb mezi jednotlivými prostředky navzájem pro získání synergického efektu.

Oproti dálkově ovládaným prostředkům autonomní systémy předpokládají buď žádné, nebo jen minimální „vměšování“ ze strany lidského operátora. Jednotlivé systémy by měly být schopny samostatně nejen získávat informace o okolním prostředí, ale i je zpracovávat (vyhodnocovat) a učinit odpovídající rozhodnutí. Motivace k etablování těchto systémů přímo vyplývá z navýšení bojové efektivity. Obdobně jako u dálkově ovládaných prostředků je zde totiž zastoupena myšlenka minimalizace lidských ztrát na straně vlastních ozbrojených sil.<sup>13</sup>

Systémy založené na prvcích AI navíc ještě více odstraňují limity vyplývající z lidské fyziologie (např. potřeba spánku a vliv únavy, a to i u lidských operátorů, nebo vliv stresu). Na druhou stranu zde vyvstávají závažné otázky dříve známé spíše z vědecko-fantastické literatury, tj. mj. jaká míra autonomie by měla být těmto systémům poskytnuta a zda lze minimálně z etického hlediska přijmout rozhodnutí o zabití lidské bytosti uskutečněné ryze těmito prostředky.

Právě tento aspekt je stále častěji diskutován napříč odbornou komunitou a stává se motivací pro snahy o ustanovení a prosazování kontrolního režimu na mezinárodní úrovni (např. pod záštitou OSN).<sup>14</sup> Na druhou stranu je nezbytné kriticky podotknout, že v návaznosti na historické příklady (např. kazetová munice, protipěchotní miny apod.), bude takový proces minimálně problematický.

Určité prvky těchto technologií můžeme identifikovat již v současnosti, kdy jsou např. právě vozidla *Guardium* schopny operovat i v plně automatizovaném (autonomním) módu.<sup>15</sup> Obdobně je těchto prvků využíváno u bezpilotních letounů při dlouhých přeletech, kdy lidský operátor přebírá ovládání až v prostoru stanovené mise nebo u systémů protivzdušné obrany (např. zbraňový systém blízké - objektové - obrany *Phalanx*).<sup>16</sup>

*Velká pozornost je obecně věnována jak rozvoji bezpilotních, tak autonomních systémů. Ve výzbroji jednotlivých států jsou prozatím nejvíce zastoupeny průzkumné UAS, ale z jednotlivých projektů at' bojových UAS nebo UGS lze usuzovat postupné rozšiřování tohoto okruhu. Velká pozornost je věnována schopnosti simultánně nasadit a ovládat velké množství zejména UAS. Rozvoj autonomních systémů je přímo*

---

<sup>12</sup> Např. srov. TATE, Andrew. China Launches Record-breaking UAV Swarm. *Jane's* 360, 2017. Dostupné z: <https://goo.gl/WCHry6>

<sup>13</sup> Mj. i STOJAR, Richard. Bepilottní prostředky a problematika jejich nasazení v soudobých konfliktech. *Obrana a strategie*. 2016, 16(2). Dostupné z: <https://goo.gl/dYJsZ2>

<sup>14</sup> Např. Autonomous Weapons: An Open Letter from AI & Robotics Researchers [online]. *Future of Life Institute*, 2017. Dostupné z: <https://goo.gl/X2N6CA>

<sup>15</sup> ARMY-TECHNOLOGY.COM, ref. 10.

<sup>16</sup> RAYTHEON. *Phalanx Close-in Weapon System: Last Line of Defense for Air, Land and Sea* [online]. Dostupné z: <https://goo.gl/Ky3RD1>

*podmíněn úrovní rozvoje prvků AI. Současně ale dochází k intenzivní debatě nad morálními/etickými aspekty využívání (nejen) tohoto typu technologií pro vojenské účely.*

## ROZVOJ PROPOJENÍ ČLOVĚK-STROJ

Kromě výše uvedeného trendu „robotizace bojiště“ dochází k rozvoji projektů, které umožňují dosáhnout efektivnějšího propojení člověka se strojovou složkou. Tímto by obecně mělo být umožněno navýšení výkonnosti lidského potenciálu, a to ať ve vztahu k ovládání jiných systémů nebo samostatných schopností/aktivit člověka.

V prvním případě lze identifikovat snahu o poskytnutí veškerých informací od senzorů lidskému operátorovi v reálném čase, odstranění prodlevy mezi reakcí člověka a ovládaného systému a současně zajistit provedení jednotlivých příkazů jakoby člověk sám byl dotčeným systémem. Právě touto cestou se ubírá vývoj a testování senzorových a ovládacích prvků amerického stíhacího letadla páté generace F-35, které by např. měly přímo do pilotovy helmy přenášet ucelený obraz z šesti infračervených kamer a poskytovat informace o celém okolním prostředí a pozici protivníka<sup>17</sup>. Tato oblast je velmi úzce propojena s technologiemi umožňujícími vytvoření tzv. posílené nebo přímo virtuální reality a pokud možno plného zapojení člověka do interakcí s ní.

Opětovně je v tomto smyslu akcentován význam informačních technologií a kyberprostoru, které jsou využitelné nejen při výše popsáných (bojových) aktivitách, ale i při plánování bojových operací a výcviku bojových jednotek. Rozvoj virtuální reality totiž umožňuje velmi věrně simulovat v našem případě bojové situace a prostředí, ve kterých budou jednotky operovat, a to včetně možného chování protivníka.

V rámci druhého tématu (navýšení výkonnosti schopností/aktivit člověka) nelze především opomenout projekty, které směřují k vytvoření robotických bojových obleků (tzv. exoskeletů). Přínos lze spatřovat nejen v navýšení síly, výdrže či rychlosti osoby (vojáka), která je tímto prostředkem vybavena, ale i další posun v ochraně např. před nepřátelskou palbou. Hydraulické systémy totiž mj. navyšují nosnost a výrazně zjednodušují manipulaci s „brněním“ (pokud použijeme analogii na středověké válečnictví), které by jinak člověk samotný nebyl schopen unést, pohybovat se v něm apod. Současné stádium vývoje lze demonstrovat na prvotních zkouškách exoskeletů společnosti Lockheed Martin nebo Raytheon, které mají nejen přebrat za bojovníka hmotnost nesené výzbroje a výstroje a umožnit případně nést/manipulovat i s větší zátěží, ale i navýšit rychlost pohybu a vzdálenosti, které je schopen zdolat<sup>18</sup>. Oproti tomu funkční model „brnění“ prozatím představen nebyl, byť lze očekávat, že v průběhu nadcházejících let se tato situace změní.

<sup>17</sup> LOCKHEAD MARTIN CORPORATION. *The F-35 Helmet: Unprecedented Situational Awareness* [online]. 2016. Dostupné z: <https://goo.gl/MD6gDK>

<sup>18</sup> Např. ARMY-TECHNOLOGY.COM. *Raytheon XOS 2 Exoskeleton, Second-Generation Robotics Suit, United States of America* [online]. 2016. Dostupné z: <https://goo.gl/p9VcB2>; MARINOV, Bobby. *19 Military Exoskeletons into 5 Categories* [online]. 2016. Dostupné z: <https://goo.gl/6wW1q9>



Kromě projektů exoskeletů ovšem taktéž nelze opomenout technologie, které se přímo propojují s lidským organismem a stávají se tak jeho (nedílnou) součástí. V úvahu zejména přichází robotické náhrady končetin, které mají/mohly by umožnit až dokonale kompenzovat takovéto druhy (bojových) zranění nebo třeba i náhrady zraku či sluchu.

Na druhou stranu ovšem nelze potenciál těchto technologií omezit pouze na tyto situace a lze velmi dobře předpokládat, že s pokrokem v oblasti kybernetiky, neurobiologie aj., bude stále „lukrativnější“ navyšování schopností člověka prostřednictvím nejrůznějších svalových, sensorových aj. implantátů nebo možnost náhrady zdravého orgánu či končetiny s cílem dosáhnout výše popsaných výhod.

*Rozvoj propojení člověk-stroj je velmi úzce navázán na aspekty informačních technologií. V první řadě se jedná o zefektivnění ovládnutí jiných systémů - např. UAS - a rozvoj prvků posílené a virtuální reality. Druhým tématem je samotné navýšení lidského potenciálu skrze jeho samotné „posílení“. Kromě rozvoje exoskeletů se jedná i o možnost náhrad jednotlivých částí lidského těla, a to nejen v případě potřeby kompenzovat následky (devastujících) zranění.*

## ROZVOJ ENERGETICKÝCH TECHNOLOGIÍ

Zásadním trendem se postupně stává i rozvoj energetických technologií, které by umožnily nejen získání stabilního a efektivního zdroje energie jako alternativy zejména pro fosilní paliva, ale též samotnou weaponizaci a využití v dedikovaných zbraňových systémech. První kategorie je přímo navázána na nároky např. výše uvedených robotických exoskeletů, jejichž využití je momentálně tímto aspektem citelně limitováno (co do výkonu nebo doby provozu). Právě snaha o nalezení efektivní náhrady za fosilní paliva je v tomto smyslu motivována (kromě obecného přístupu státních a nestátních aktérů k problematice klimatických změn) potřebou disponovat mobilními či jednoduše přepravitelnými zdroji energie a decentralizací samotné produkce.<sup>19</sup> Mj. je zde přítomna i logika snižování závislosti na externích aktérech a navyšování soběstačnosti.

Weaponizaci energetických technologií lze rozdělit do tří hlavních kategorií v návaznosti na podobu jejich využití, a to jak s letálním, tak neletálním účinkem. Jedná se o zbraně využívající přímo směřovanou energii (Directed Energy Weapons, DEW), zbraně využívající energetické pulzy (oblast elektromagnetického záření) a elektromagnetické zbraně. Obecně je rozvoj orientován na všechny tyto kategorie, přičemž u první a druhé je identifikován potenciál nahradit „tradiční“ palné zbraně. Druhá kategorie - EMP - oproti tomu směřuje vůči elektronickým systémům protivníka a dosažení jejich vyřazení/zničení. Ústřední pozornost je věnována rozvoji nejaderných prostředků, které by byly nasaditelné bez potřeby eskalace konfliktu nebo právě disponováním jadernou zbraní.

U DEW a elektromagnetických zbraní dochází v současnosti zejména k rozvoji projektů zaměřených na využití těchto prostředků v rámci vzdušného a námořního boje, případně jako alternativy k prvkům protiraketové obrany. Příkladem je rozmístování

---

<sup>19</sup> Srov. např. FUTURE ASSESSMENT DIVISION. *Notes from the Edge: Insights into Evolving Future*, s. 1 - 2. 2017.

izraelského protiraketového systému *Iron Beam*<sup>20</sup> nebo završení pozemních testů elektromagnetického děla ze strany USA s předpokladem zahájení testování na dedikovaném plavidle.<sup>21</sup> Tato orientace je dána faktickými limity souvisejícími se získáním efektivního zdroje energie a jeho využitím k plnění požadovaných úkolů (zničení plavidla, přilétající střely apod.). Z tohoto důvodu je citelně omezena využitelnost i v oblasti ručních palných zbraní, kde právě energetické nároky neumožňují oproti „tradičním“ zbraním dosažení vyšší efektivity (např. kvůli hmotnosti, mobilitě či destruktivnímu účinku).

Současně ale nelze opomenout využitelnost těchto technologií ve formě neletálních zbraní, tj. prostředků, které mají za úkol protivníka „pouze“ dočasně paralyzovat či zneškodnit. Výhodou je obecná minimalizace ztrát na životech civilního obyvatelstva, což nabývá na relevanci zejména v případech bojů v zastavěných oblastech nebo i při plnění úkolů, které přímo s bojovou činností nesouvisí (např. v případech zajišťování veřejného pořádku).<sup>22</sup>

*Rozvoj energetických technologií se zaměřuje jak na hledání/získání alternativního zdroje energie, tak na jejich weaponizaci a využití ve zbraňových systémech. U weaponizace lze identifikovat tři základní oblasti - zbraně využívající přímo směřovanou energii, zbraně využívající energetické pulzy (zejména problematika elektromagnetického záření) a elektromagnetické zbraně. U DEW a elektromagnetických zbraní dochází v současnosti k rozvoji zejména projektů v rámci vzdušného a námořního boje, případně protiraketové obrany. Zásadním limitem je právě získání stabilního a efektivního zdroje energie, který by současně splňoval nároky na výkon či mobilitu.*

## ADITIVNÍ VÝROBA

Aditivní výroba (zejména „3D tisk“) představuje velmi rychle rozvíjející se průmyslovou oblast. Například v USA přibližně dvě třetiny výrobců využívá 3D tisk v některé z fází vývoje a produkce.<sup>23</sup> Na druhou stranu celospolečenské rozšíření a využívání této metody výroby se předpokládá až v následujících deseti letech. Již nyní ale lze jeho prostřednictvím velmi flexibilně a ve srovnání s tradičním způsobem výroby i poměrně jednoduše vytvořit např. náhradní díly zbraňových systémů a snížit nároky na skladovací a transportní kapacity. Byť uvedený příklad poukazuje na význam pro logistiku, tak samotná využitelnost do mnohem širší oblasti projekce ozbrojené síly nebo výroby požadovaných (zbraňových) systémů.<sup>24</sup> Nanotechnologie v tomto kontextu reprezentují kvalitativní posun v možnostech aditivní výroby. Jedná se o oblast, která zásadně ovlivňuje rozvoj nejen energetických technologií, ale i např. technologií robotických. Schopnost vytvářet a ovlivňovat strukturu jednotlivých materiálů a objektů na úrovni miliardtiny metru s sebou přináší nové možnosti jak pro

<sup>20</sup> RAFAEL. *Iron Beam* [online]. Dostupné z: <https://goo.gl/NGYa6N>

<sup>21</sup> OSBORN, Kris. U. S. Navy Rail Gun to Test Rapid Fire and Move Closer to Combat [online]. *The National Interest*, 2017. Dostupné z: <https://goo.gl/n8GeEK>

<sup>22</sup> Podrobněji např. ARTICLE36. *Directed Energy Weapons* [online]. Discussion paper for the Convention on Certain Conventional Weapons, 2017. Dostupné z: <https://goo.gl/fiV7AW>

<sup>23</sup> NATO STO Sensors & Electronics Technology (SET) Panel. *Flexible Displays Technology Watch Card*. 2016.

<sup>24</sup> BAKER, Berenice. Made to Measure: The Next Generation of Military 3D Printing [online]. *Army-Technology.com*, 2018. Dostupné z: <https://goo.gl/jFKaRY>

odolnost a ochranu ozbrojených sil (např. i ve formě aktivního maskování), tak prostředků neutralizace protivníka.<sup>25</sup>

*Aditivní výroba umožňuje velmi flexibilní produkci takřka libovolného objektu, což souvisí se značným potenciálem zefektivnění nejen oblasti logistiky. Nanotechnologie v tomto smyslu představují kvalitativní posun, který je dán schopností vytvářet a ovlivňovat strukturu jednotlivých materiálů a objektů na úrovni miliardtiny metru.*

## IMPLIKACE PRO OZBROJENÉ SÍLY ČESKÉ REPUBLIKY

Tempo rozvoje jednotlivých výše uvedených i dalších technologických oblastí lze předvídat jen velmi obtížně. Na druhou stranu minimálně již známé projekty disponují poměrně značnými vojenskými implikacemi, které by ani ozbrojené síly České republiky neměly přehlížet. Samozřejmě nelze předpokládat, že by se bylo možné zaměřit na komplexní sadu schopností, tak jak jsme toho svědky u hlavních světových mocností - zejména USA. Přesto je nezbytné, aby nedocházelo k opomíjení ani těch oblastí, které mohou na první pohled vypadat jako irelevantní a vzdálené cílům a možnostem zejména Armády České republiky, co by nástroje k naplňování národních zájmů. Dopady na OS ČR budou následně hodnoceny pomocí tzv. hlavních oblastí schopností (main capability areas, MAC) definovaných prostřednictvím metodiky NATO.<sup>26</sup> U každého trendu budou identifikovány oblasti schopností, které jsou jeho rozvojem přímo ovlivněny (shrnutí viz závěrečná tabulka).

Narůstající vliv **vesmírného prostoru**, co by operační dimenze, klade nové požadavky na oblast *Prepare/training* ozbrojených sil, které musí zohledňovat specifika této domény. Byť na první pohled může přístup k této dimenzi působit „exoticky“ a vzdálený cílům a možnostem zejména Armády České republiky, tak nelze opomenout širší kontext jak Evropské unie, tak NATO. Právě členství v těchto institucích představuje potenciál pro získání přístupu k jednotlivým druhům vesmírných systémů (ať již navigačním, komunikačním či monitorovacím) a jejich využití pro rozvoj relevantních schopností. V návaznosti na charakter České republiky, respektive jejích ozbrojených sil, by hlavní pozornost měla být zaměřena na projekty posilující oblasti *Project; Consult, Command and Control (C3); Protect; a Inform*.

Z pohledu páté operační dimenze klade **kyberprostor** taktéž zvýšené nároky na *výcvik a přípravu*, a to jak pro maximalizaci jeho přínosu, tak alespoň snížení negativních dopadů závislosti na odpovídajících technologiích. Jejich význam lze pro OS ČR dále identifikovat v oblastech *Project; Engage; C3; Protect; a Inform*. Rozvoj schopností v uvedených oblastech bude mj. navázán jak na systémy umožňující zpracovávání velkého množství dat, tak systémy podporující operativní změny úrovně centralizace a decentralizace velení a řízení. Současně, především v kontextu *Protect* by zvýšený důraz měl být kladen právě na zajišťování kybernetické obrany a bezpečnosti. Toto doručení je ovšem nezbytné vztáhnout nejen vůči dnes již tradičním platformám, ale právě i na oblast Internetu věcí. V návaznosti na zkušenosti např. z USA lze totiž předpokládat, že tato zařízení budou v blízké budoucnosti využívány nejen jako cíle

<sup>25</sup> Podrobněji např. WONG, Wilson W. S. *Emerging Military Technologies: A Guide to the Issues*. Oxford: Praeger, 2013.

<sup>26</sup> MC 400/3, *MC Guidance for Military Implementation of Alliance Strategy*. 2012.

kybernetických útoků, ale i jako samotné prostředky pro jejich realizaci. I pro ozbrojené síly malého státu, jakým je ČR, je proto nezbytné zajistit schopnosti A2/AD, které by umožnily stabilní využívání tohoto prostředí a naopak protivníkovi přístup odepřely.

**Rozvoj dálkově ovládaných prostředků a autonomních systémů** bude v prvé řadě ovlivňovat oblast *Prepare/training*; a *Protect* nejen ve smyslu jejich používání, ale i schopnosti reagovat na jejich nasazení ze strany protivníka (bez ohledu na jeho povahu). V návaznosti na charakter OS ČR je nezbytné zdůraznit v oblastech *Project*; *Engage*; *Sustain*; a *Inform* potenciál „rojů“ bezpilotní prostředků, které by umožnily kompenzovat velikost OS a obsáhnout široké spektrum úkolů (od průzkumu až po přímý střet s protivníkem). Na druhou stranu, je jednoznačně nezbytné zodpovědět i výše naznačené právní a etické otázky spojené s využíváním zejména autonomních systémů, a to v ideálním případě ještě před jejich potenciální akvizicí.

Trendy v rozvoji **propojení člověk-stroj** umožňují v oblasti *Prepare/training* prostřednictvím rozšíření a virtuální reality navýšit efektivitu výcvikových programů a vytvořit pro potřeby přípravy příslušníků OS ČR podmínky, které se např. velmi přibližují reálnému bojovému nasazení. Obdobné implikace vyplývají i pro oblast *C3* a *Inform* mj. prostřednictvím vytvoření komplexního obrazu o bojišti a jeho zprostředkování relevantním subjektům. Zefektivnění ovládaní jiných systémů - např. UAS - a zlepšování vlastností člověka jak prostřednictvím exoskeletů, tak samotné náhrady lidských končetin a orgánů reprezentují významný potenciál pro oblasti *Project*; *Engage*; *Protect*, přičemž zejména první zmíněné téma (ovládání jiných systémů) dále podporuje rozvoj předchozího trendu.

Z pohledu **energetických technologií** lze pro OS ČR v současnosti za relevantní považovat především rozvoj (nových) alternativních zdrojů energie. V oblastech *Project*; *Engage*; *Sustain*; *Protect* totiž přímo naplňují obecné snahy o zabezpečení soběstačnosti a nezávislosti ozbrojených sil nejen během jejich nasazení. Současně dochází i ke snižování tzv. stopy na bojišti, tj. zátěže např. na logistiku OS, což dále umožní zefektivnit vynakládané (finanční aj.) zdroje. V rámci oblasti *Protect* je ovšem taktéž nezbytné poukázat na hrozbu využití elektromagnetického pulzu ze strany protivníka. V tomto smyslu je potřebné zajistit odolnost jednotlivých systémů a podobně jako pro reakci na rozsáhlé kybernetické útoky připravit jejich alternativy (zálohy) pro případ jejich vyřazení.

Rozvoj **aditivní výroby** podobně jako předchozí trendy v oblasti alternativních zdrojů energie reflektuje snahy o zabezpečení soběstačnosti a nezávislosti ozbrojených sil nejen během jejich nasazení. AČR může profitovat ze snížení nároků kladených na logistiku nebo projekci sil prostřednictvím využívání „3D tisku“ (oblasti schopností *Project*; *Sustain*). Z dlouhodobějšího hlediska je následně patrný význam miniaturizace prostřednictvím nanotechnologií, které z popsaných ovlivňují zejména další rozvoj trendů dálkově ovládaných/autonomních systémů; propojení člověk-stroj; a energetické technologie (navazující oblasti *Engage*; *Protect*).

Souhrnně nelze opomenout potřebu zajistit vzájemnou kompatibilitu zaváděných systémů (nejen v rámci kyberprostoru) nejen se spojenci zejména v rámci NATO/EU, ale taktéž napříč jejich jednotlivými generacemi. Výhody, které jsou spojeny se schopností flexibilně centralizovat a decentralizovat strukturu velení a řízení a vytvořit vzájemné propojení mezi jednotlivými složkami ozbrojených sil, lze v tomto

smyslu získat pouze při naplnění výše uvedeného požadavku. Současně vzájemná kompatibilita posiluje i odolnost celé struktury (robustnost, redundance) a navyšuje efektivitu jednotlivých prvků.

Stírání hranice mezi vojenskou a civilní dimenzí lze předpokládat, že i AČR (zejména z titulu zahraničních operací) bude konfrontována s použitím např. bezpilotního letounu i ze strany nestátního aktéra. Z tohoto titulu je jednoznačně žádoucí alokace prostředků na projekty, které se zaměřují na komplexní obranu proti takovým systémům a případně zhodnocení, zda např. současný výcvik zohledňuje i takovou eventualitu. Obdobně lze předpokládat, že tento vývoj bude ovlivňovat např. povahu dodavatelů, a to nejen domácích, ale i zahraničních. Samozřejmě tak ale dochází k vytváření určité závislosti na těchto subjektech, což se může projevit negativními jevy jako je hrozba špionáže nebo nedostupností služeb v případě vzniku rozporu mezi zájmy ozbrojených sil, respektive ČR obecně, a těmito subjekty.

## VYBRANÉ POUŽITÉ ZDROJE

- JOINT CHIEFS OF STAFF. *Joint Operating Environment 2035*. 2016.
- MARINOV, Bobby. *19 Military Exoskeletons into 5 Categories* [online]. 2016. Dostupné z: <https://goo.gl/7isNKt>
- MOWTHORPE, Matthew. The United States Requirements for an AntiSattelite (ASAT) Capability. *The Journal of Social, Political and Economic Studies*. 2002, 27(2), 131-149.
- NEARY, Michael. Space: The Next Revolution in Military Affairs? *Journal of International Service*. 2008, 18(1), 101 - 123.
- STOJAR, Richard. Bezpilotní prostředky a problematika jejich nasazení v soudobých konfliktech. *Obrana a strategie*. 2016, 16(2). Dostupné z: <https://goo.gl/dYJsZ2>
- STOJAR, Richard; FUČÍK, Jakub; DYČKA, Lukáš; PROCHÁZKA, Josef; KRAUS, Josef; FRANK, Libor; PROCHÁZKA, Dalibor; NOVOTNÝ, Antonín. *Vybrané trendy vývoje bezpečnostního prostředí a možné implikace pro ozbrojené síly*. (2017). Brno: Univerzita obrany.
- NATO. Strategic Foresight Analyses. 2017.
- STRATFOR. *The Unstoppable Spread of Armed Drones* [online]. 2016. Dostupné z: <https://goo.gl/TwikFv>
- WONG, Wilson W. S. *Emerging Military Technologies: A Guide to the Issues*. Oxford: Praeger, 2013.

## Dopady technologických trendů na hlavní oblasti schopností OS ČR

Trendy/MCA	Vesmírný prostor	Kyberprostor	Rozvoj dálkově ovládaných prostředků a autonomních systémů	Propojení člověk-stroj	Energetické technologie	Aditivní výroba
Prepare-Training	X	X	X	X		
Project	X	X	X	X	X	X
Engage		X	X	X	X	X
C3	X	X		X		
Sustain			X		X	X
Protect	X	X	X	X	X	X
Inform	X	X	X	X		

**Název:** Technologický vývoj 2018: Implikace pro schopnosti ozbrojených sil ČR

**Autoři:** Mgr. et Mgr. Jakub Fučík, Ph.D., Ing. Josef Procházka, Ph.D., PhDr. Libor Frank, Ph.D., RNDr. Dalibor Procházka, CSc., Ing. Fabian Baxa, Ph.D.

**Grafická úprava:** Miroslava Pavlíková

**Vydavatel:** Univerzita obrany

**Tisk:** Oddělení vydavatelství a správy studijních fondů OU, Brno

**Náklad:** 50 ks

**Rok vydání:** 2018

**Vydání:** první