

Profesor Ing. Miloš Štěpánek, DrSc.

Trendové analýzy pro stanovení klíčových směrů rozvoje obranného výzkumu

Článek se týká analýz obranného výzkumu z hlediska jeho efektivnosti a určování klíčových směrů jeho rozvoje. Jsou uvedeny hlavní trendy vývoje vojenské techniky v ČR, jsou posouzena kritéria pro určení efektivnosti obranného výzkumu a krátce je pojednáno o rozhodovacích procesech v této oblasti.

1. Úvod

Intenzifikace inovačních procesů ve vojenské technice vyžaduje důsledné uplatňování výsledků vědy a technického rozvoje při současném zabezpečování jakosti výrobků a jejich vysoké technologické úrovně.

Věda a vědecko-technický pokrok jako určující činitel intenzifikace se může efektivně uplatnit pouze v rámci koncepčně řízené vědecko-výzkumné základny s náročnými a konkrétními úkoly společenské objednávky a v rámci koncentrace výzkumných a vývojových kapacit a prostředků v zájmu účelné integrace. Toto se plně týká i vojenské a speciální techniky jako zvláštní části národního hospodářství. Po začlenění ČR do NATO se mohou v zájmu rychlejšího a efektivnějšího rozvoje plně uplatnit integrační procesy a mezinárodní dělba práce. Základním přístupem musí být zaměření na cílové programy, nepřetržitost rozhodovacích procesů, průběžná kontrola úkolů a efektivnost naplňování stanovených záměrů.

Efektivnost zabezpečování plánovaných cílů a záměrů vystupuje do popředí. Je tedy pochopitelné, že dobře fungující systém efektivnosti ve stadiu prognóz a koncepcí před započatím vývoje nové vojenské techniky může sehrát významnou úlohu a ušetřit značné prostředky.

Vědecko-technickým rozvojem v armádě budeme chápat zvýraznění záměrnosti využívání objevů vědy a techniky v konkrétních oblastech s cílem udržet úroveň technického vybavení armády v souladu se soudobými požadavky a dopady vědecko-technického pokroku do vojenství. Samozřejmě musí jít o úkol celospolečenský a celého národního hospodářství.

Jen velmi obtížně lze postihnout vývoj nové techniky bez základních prognostických podkladů. A protože vývoj neustále pokračuje i ve státech, s nimiž se chceme srovnávat, půjde o procesy se značnou neurčitostí. Prognózování vědecko-technického rozvoje umožňuje racionálně stanovit konkrétní cíle vědeckého výzkumu a příslušných aplikací, ale upozorňuje i na možná úskalí a umožňuje s předstihem přijímat organizační i jiná opatření k zabezpečení plynulého rozvoje výzkumných prací i jejich uplatňování v praxi. Význam prognózování vědecko-technického rozvoje v podmínkách jeho zrychlujícího se charakteru dokumentuje činnost zdrcující většiny velkých světových firem - vytvářejí

prognózy na nejbližších 3-5 let, řada z nich zpracovává dlouhodobé prognózy a na prognózy vyčleňují až 10 % z prostředků na vědu a výzkum.

K rozvoji prognózování přispělo významnou měrou vojenství:

- intuitivní rozhodování je nahrazováno rozhodováním na základě důkladné analýzy věcných a časových souvislostí problémů a úkolů,
- je zdůrazňován vliv potenciálních možností i omezení,
- posuzuje se řada variant s cílem zvolit optimální,
- prosazuje se dlouhodobá koncepčnost.

Základním kritériem posuzování způsobilosti vojenské techniky je její bojová efektivnost. I v rámci největších států nejsou prostředky vyčleněné na obranu neomezené, a proto již ve stadiu započetí výzkumně vývojových prací se posuzují předpokládané náklady a korelují s předpokládanými účinky. Kritérium náklady-efektivnost je jedním ze základních kritérií rozhodovacího procesu o zařazení nových úkolů do výzkumu a vývoje. Nejde však o kritérium absolutní - určující jsou parametry bojové efektivnosti, důležitý je i faktor času.

Určení bojové efektivnosti je samo o sobě složitým problémem technickým i teoretickým. Zpravidla se neobejdeme bez modelování a statistického vyhodnocování náročných experimentů.

Analogicky je třeba přistupovat i k bojové činnosti dvou protivníků, které by měla předcházet fáze simulace a modelování na počítačích.

Zrovna tak složitá je i otázka ekonomické efektivnosti a vyhodnocování nákladů při uvažování všech fází životního cyklu výrobků a systémů vojenské techniky. I když to nemusí být zásadou, za určitých podmínek lze najít společné optimum bojové a ekonomické efektivnosti. Protože ve fázi započetí výzkumně vývojových prací pracujeme s hypotetickými údaji, bude kvalita zjištěných závěrů přímo závislá na kvalitě prognóz. Je prokázáno, že kvalitu prognóz ovlivňují použité metody jen málo. I s pomocí jednoduchých metod lze získat použitelné výsledky - mnohem důležitější je odhalení podstaty budoucích jevů, vzájemných vazeb a faktorů ovlivňujících tyto jevy a určení citlivosti řešení na změny vstupních údajů.

Prognóza bude samoučelnou fantazií, nebude-li podepřena potřebami rozhodovacího procesu. Nás bude v dalším zajímat především multikriteriální rozhodování, schopné postihnout procesy spojené s nově vyvíjenou vojenskou technikou.

2. Hlavní trendy vývoje vojenské techniky v ČR

Nejnovější prací v této oblasti v podmínkách AČR je **Průběžná zpráva o řešení projektu KLÍČ**, zpracovaná na základě případových studií autorů z civilní a vojenské vědecko-výzkumné základny, z vojenských vysokých škol, civilních vysokých škol, civilních organizací a z ministerstva obrany.

Z „Průběžné zprávy“ vyplývá, že většinu složitých systémů bude řešit a vyvíjet Aliance. Zpravidla půjde o modernizaci stávajících systémů výzbroje. Do zcela nových kategorií zbraní lze zařadit neletalné zbraně a zbraně s inteligentním řízením, kde i v ČSR existuje určité spektrum pracovišť s možností se těmito zbraněmi zabývat.

Základem českého průmyslu je strojírenství, čemuž odpovídá i perspektivní zbrojní výroba. Půjde o cvičná letadla, podzvuková bitevní letadla, malá dopravní letadla včetně příslušných trenažérů, letecké motory, některé typy letecké výzbroje, radiolokátory pro řízení letů v okresech, radiolokační pátrače, průzkumné radiotechnické prostředky a některé spojovací prostředky a prostředky automatizace velení, o některé typy ženíjní techniky, speciální kolovou a pásovou obrněnou techniku a o další typy výzbroje. Určitých úspěchů se dosáhlo v konstrukci bezpilotních průzkumných prostředků.

Současný trend hlubšího využití simulátorů a trenažérů skýtá konstruktérům i průmyslu celou řadu možností. Dlouhodobou tradici mají malorážové automatické zbraně, krátké kulové zbraně a munice, i když existuje obrovská konkurence. Možnosti existují i v oblasti materiálů a technologií.

Stručné anotace výzkumných směrů, rozvíjených v ČR, jsou uvedeny ve zvláštním čísle Vojenských rozhledů v r. 1999.

3. Efektivnost obranného výzkumu

Všeobecně vzato, určení efektivnosti vědecko-výzkumné práce je velmi složitou, a přitom nejednoznačnou úlohou v důsledku vlivu řady faktorů, z nichž můžeme například uvést:

- vědecko-výzkumná práce jako i každá jiná duševní a tvůrčí práce se obtížně kvantifikuje,
- vědecko-výzkumná práce, zvláště v kategorii základního výzkumu, je neopakovatelná a lze ji normovat jen přibližně s využitím zkušeností, analogie a pravděpodobnosti,
- základní výzkum mnohdy není vyzván konkrétní a bezprostřední potřebou praxe a výsledky tohoto výzkumu se uplatňují v podobě rozvoje daného vědního oboru, nových teorií a poznatků, a tím ve zvyšování znalostí a v možnosti je aplikovat při řešení zadaného problému,
- vědecko-výzkumná práce je dynamickým procesem, kde riziko neúspěchu je větší než v jiných lidských činnostech.

Vědecko-výzkumná práce v armádě jednoznačně musí vycházet z potřeb armády a do aplikovaného výzkumu je třeba zařazovat jen ty úkoly, které se uplatní v praxi. Vlastní vědecko-výzkumná základna je účelovým zařízením armády a její stav, rozvoj a úkoly jsou mnohem těsněji spjaty s výstavbou armády a na ní závislé než civilní ústavy na příslušných odvětvích společenské činnosti. Tato skutečnost spolu s vysokou organizovaností armády řadu problémů zjednodušuje. Na druhé straně výzkum ve vojensko-vědní oblasti má své specifické rysy, které problematiku efektivnosti činí složitější.

Jakým způsobem tedy hodnotit efektivnost? Že jde o jev složitý se značným stupněm neurčitosti neznámá současně, že se těmito otázkami nemusíme zabývat. Vzhledem k množství vynakládaných prostředků, rozsahu armádní vědecko-výzkumné základny zapojené do vojenského výzkumu a velikosti využívaných pracovních kapacit, jde o problém zcela nutný a je na místě, že se jím armádní velení zabývá.

Domníváme se, že nevystačíme s univerzálními kritérii efektivnosti vědecké práce pro posouzení celé škály činností od zpracování koncepce, určení vědecko-výzkumných směrů a nosných úkolů přes anotace a zadání úkolů, vlastní tvůrčí a vědeckou práci a její materiálně-technické zabezpečení až po oponentní řízení a zavádění výsledků do praxe. V jedné rovině mohou být například rozhodující ekonomické faktory a předpokládané opatření bude z těchto hledisek efektivní, v druhé rovině mohou být náklady ve srovnání s významem výsledku podružné. Podívejme se blíže na jednotlivé úseky činnosti v oblasti vědecko-výzkumné práce v armádních podmínkách a pokusme se stanovit vztahy, které ovlivňují efektivnost.

Zpracování dlouhodobé koncepce vědecko-výzkumné práce v armádě, určení výzkumných směrů a budování tomu odpovídající základny můžeme přirovnat ke strategii vědy. Domníváme se, že jde o nesmírně důležité opatření, že koncepce sama nese i klíč k efektivnosti - rozhoduje se o využívání značných prostředků na dlouhá léta bez možnosti radikálních změn, které vždy přinášejí veliké ztráty.

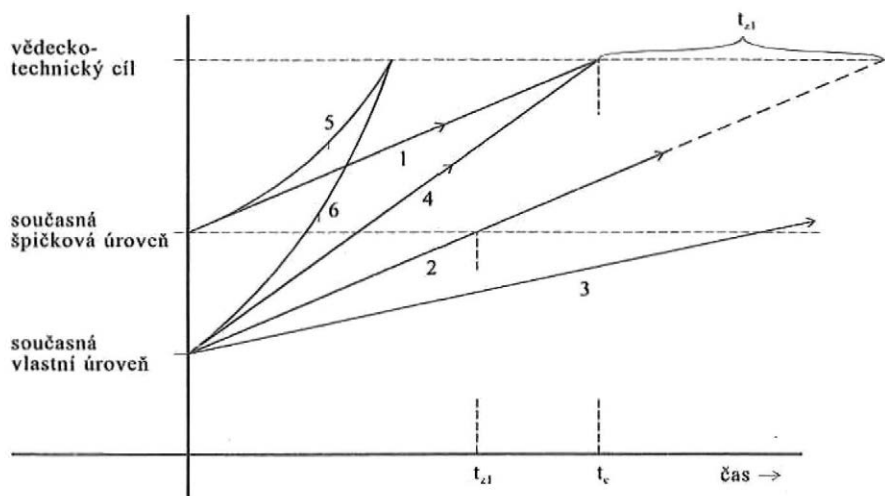
Mezi hlavní faktory, které by měly především ovlivnit dlouhodobou koncepci, můžeme zařadit:

- předpokládanou vědecko-technickou úroveň výsledků řešení a stupeň kvalitativních změn armády či druhu vojska, bojové činnosti atd.,
- časový faktor,
- stupeň naléhavosti v souladu s praktickými potřebami i předpokládaným vývojem,
- náklady na řešení.

Lze říci, že výsledná efektivnost přijatých zásadních opatření bude značně závislá na intuici a na pravděpodobnostních hypotézách. Proto cílem přípravné práce před přijetím dlouhodobé koncepce musí být pečlivá analýza současného stavu, objektivní prognózy trendu, posouzení výhod a nevýhod variantních opatření atp. Vlastní zpracování koncepce musí vycházet ze zkušeností Aliance a musí být v souladu s jejími zájmy a k posouzení návrhů je třeba využít kvalifikovaných poradních orgánů. Stanovení předpokládané vědecko-technické úrovně, dosažené realizací dlouhodobého plánu, by se nemělo obejít bez srovnání se světovou špičkou, bez vyhodnocení stupně novosti a bez předpokládaného efektu v praxi.

Neméně důležité závěry je možné učinit z časového rozboru. Vědecko-technický cíl v daném oboru je dosahován státem představujícím špičkovou úroveň za t_c let (**obr. 1**). Tempo vývoje, určené sklonem čáry 1, je dáno současným stavem, ekonomickými možnostmi, stavem základny, tj. kvalifikací a počtem pracovníků, vybavením a jinými činiteli. Je-li vlastní stav v daném oboru nižší než špička, pak při stejném tempu vývoje (čára 2), která odpovídá stejným okamžitým možnostem jako má stát se špičkovou úrovní, se této výchozí úrovně dosáhne za t_{z1} let, což bude doba zaostávání. Při nižším tempu rozvoje (čára 3) se bude zaostávání zvětšovat. Vyrovnat se světové špičce znamená zvýšit tempo rozvoje (čára 4).

Toto samozřejmě platí pro lineární tempo rozvoje. Vědecko-technický pokrok má však zrychlující se charakter a dosíhnutí světové špičky vyžaduje mnohem vyšších temp rozvoje než při lineárním vývoji (čáry 5, 6); nerespektování tohoto zákona znamená prohloubení zaostávání.



Obr. 1

Je zcela zřejmé, že při omezených materiálních a lidských kapacitách je možné zvýšit tempo vývoje jen **k o n c e n t r a c í** sil a finančních a materiálních zdrojů. Výzkum, jehož současný stav bude pod špičkovou úrovní, měl by být zahájen jen výjimečně, v přísně stanovených a perspektivních směrech a v ostatních takových případech využít možností, které nám dává příslušnost k Alianci a převzít výsledky partnerů formou licencí nebo nákupů techniky, nebo se podílet na jejich výzkumu formou spolupráce v rámci mezinárodní hospodářské a vědecko-technické integrace.

V literatuře se můžeme setkat s definicí některých autorů, že vědecko-výzkumná práce bude tehdy efektivní, když doba výzkumu plus doba zavádění výsledků do praxe bude menší než doba používání výsledků výzkumu v praxi (obr. 2).

$$t_2 - t_0 < t_3 - t_2 \quad (1)$$

Akceptujeme-li toto dílčí kritérium efektivnosti, které nemůžeme považovat za univerzální, je zřejmé, že zkracování doby použití objektivním vlivem vědecko-technického pokroku nás bude nutit ke zkracování doby řešení i doby zavádění do praxe. Ve svém důsledku to budou opět zvýšené požadavky na počet pracovníků a jejich kvalifikaci, vybavení základny, technicko-organizační opatření, plánování, účinné přemiování apod.



Obr. 2

Poněkud odlišné hledisko pro stanovení kritérií efektivnosti vědecko-výzkumné práce musíme uplatnit v období práce na konkrétním vědecko-výzkumném úkolu. Efektivnost úkolu „ve velkém“ je již dána přijetím příslušného výzkumného směru nebo komplexu úkolů a není možné v této fázi zkoumat, zda úkol je či není nutný, zda je či není efektivní, je možné posuzovat jen jeho vnitřní efektivnost (efektivnost „v malém“).

Faktory, které mohou podstatně ovlivnit tuto efektivnost „v malém“ vidíme v důsledném provedení etapy prognózování, výzkumu a vývoje, v důsledném plánování a operativním řízení a koordinaci, ve využití všech kapacit a v náročném oponentním řízení. Účast uživatelů výsledků je ve fázi konkrétního zadání úkolu a jeho řešení rovněž zcela nutná.

4. Rozhodovací procesy v oblasti obranného výzkumu

Vojenská technika, pomineme-li možnosti vývozu a licencí, má zpravidla mimoekonomický charakter své užitné hodnoty, kterou je bojová efektivnost. Nicméně ekonomická stránka rozvoje je nesmírně důležitá. Musí nás zajímat, s jakými náklady se vojenská technika realizuje, za jakých podmínek a v jakých časových termínech. V tomto ohledu je vojenská technika plně srovnatelná s technikou civilní. Je nezbytné, aby se analýza ekonomické a bojové efektivnosti stala nedílnou součástí rozhodovacího procesu o zařazení výzkumu a vývoje komponent a systémů vojenské techniky do plánů rozvoje. Současně je nutné koncipovat analýzu tak, aby bylo možné strojové zpracování podkladů a vytváření potřebných sestav pro jednotlivé varianty řešení.

Předpokládá se, že analýza se bude provádět za úkol jako celek, za dílčí úkoly jen v případě, kdy je jejich výsledek samostatně realizovatelný. Je-li úkol řešen v rámci vnitrostátní či mezinárodní spolupráce, je třeba řešit rovněž efektivnost této spolupráce.

Příčemž:

▲ **Ekonomickou efektivností** vědecko-technického rozvoje budeme rozumět výsledné charakteristiky vztahů mezi účinky danými realizací výstupů řešených úkolů a náklady, kterými je vznik daných účinků podmíněn.

▲ **Bojovou efektivností** rozumíme vlastnost vojenské techniky přispívající k úspěchu při plnění bojových úkolů.

▲ **Účinkem** chápeme dopady vyvolané řešením úkolu. Projevují se změnou ukazatelů v hmotném i hodnotovém vyjádření.

▲ **Mírou bojové efektivnosti** (kritériem míry) mohou být nejrůznější ukazatelé a parametry vyjádřitelné hodnotově. Volba ukazatelů a parametrů a jejich počet závisí na charakteru konkrétního objektu vojenské techniky a musí být detailním popisem bojových (užitných) vlastností, jejichž dosažení je měřitelné a je předmětem technického rozvoje.

Univerzální míra (kritérium míry) bojové efektivnosti neexistuje. Jako míra mohou sloužit:

- a) pravděpodobnostní ukazatelé bojové efektivnosti jako je pravděpodobnost úspěšného splnění daného bojového úkolu nebo střední hodnota ztrát způsobených protivníky,

b) bojové, konstrukční a provozní parametry.

Pokrok je vyjádřen buď větší hodnotou parametru (např. dostřel, výkon, rychlost), nebo menší hodnotou parametru, např. spotřeba paliva, měrná hmotnost atd.

Základním údajem pro analýzu ekonomické efektivity jsou celkové náklady na řešení, výrobu a užití pro předpokládaný počet objektů vojenské techniky.

$$N = N_{Vr} + N_V + N_U \quad (2)$$

kde jsou:

N – celkové náklady v Kč

N_{Vr} – náklady na výzkumné vývojové práce v Kč

N_V – náklady na výrobu Kč

N_U – náklady na zavedení u uživatele v Kč.

Pro rozhodující parametry bojové efektivity se propočítávají účinky v podobě vztažných nákladů připadajících na jednotku přírůstku parametrů bojové efektivity. Výpočet se provádí dle vzorce (3)

$$n_i = \frac{N}{\Delta P_i C} \quad \text{pro } \Delta P_i > 0 \quad (3)$$

kde jsou:

n_i – vztažné náklady pro i -tý parametr v Kč na kus a jednotku přírůstku parametru

ΔP_i – očekávaný přírůstek i -tého parametru

C – celková očekávaná produkce daného objektu vojenské techniky v kusech.

a) Je-li pokrok dán vyšší hodnotou parametru

$$\Delta P_i = P_{Ni} - P_{Si} \quad (4)$$

b) Je-li pokrok dán nižší hodnotou parametru

$$\Delta P_i = P_{Si} - P_{Ni} \quad (5)$$

kde je

P_{Ni} – očekávaná hodnota i -tého parametru

P_{Si} – současná hodnota i -tého parametru.

Je-li $\Delta P_i \leq 0$ vzorce (3) nelze použít.

V rámci analýzy se provede porovnání očekávaného parametru P_{Ni} se současnou hodnotou parametru ve světě P_{Sis}

a) Je-li pokrok dán vyšší hodnotou parametru

$$a_i = \frac{P_{Ni}}{P_{Sis}} \quad (6)$$

b) je-li pokrok dán nižší hodnotou parametru

$$a_i = \frac{P_{SiS}}{P_{Ni}} \quad (7)$$

Okamžitou morální zastaralost navrhovaného výrobku indikuje $a_i < 1$.

Teorie rozhodování je v současné době samostatnou vědeckou disciplínou s vlastními exaktními metodami s možnostmi využití výpočetní techniky. Ve všech případech však podklady mají alespoň částečně subjektivní charakter - přidělování priorit, vah, stanovení hodnot, stupnice hodnot atd. K tomu, aby se rozhodování nestalo spekulací s čísly, zdůvodňující cokoliv, je nutné zabezpečit určitá opatření; vše, co má subjektivní charakter, je nutné objektivizovat větším počtem kompetentních a nezávislých expertů vyjadřujících se k údajům a údaje pak stanovit některou z metod expertního hodnocení.

Posuzovaných charakteristik v rámci rozhodovacího procesu je mnoho. Užité vlastnosti lze zařadit do kategorií vojenskotechnických, provozně technických, ekonomických, ergonomických i ekologických. Každé z nich se dělí na dílčí charakteristiky, takže u složitých systémů může jít i o 50 ÷ 100 a více charakteristik. Rozhodování bude v každém případě multikriteriální.

Je-li možné všechny charakteristiky kvantitativně vyjádřit, pak efektivnost i-té varianty popisuje vektor

$$A_i = \{a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im}\} \quad (8)$$

kde je a_{ij} - intenzita j-té charakteristiky pro i-tou variantu v době realizace

$$i \in l, n$$

$$j \in l, m.$$

Tyto údaje můžeme uspořádat do matice $A = [a_{ij}]$.

Matice charakteristik však neumožňuje přímo hodnotit užitečnost. Jednou z možností je porovnat údaj dílčí charakteristiky s etalonem, což by měla být současná špičková úroveň ve světě. Je-li výsledkem relativní údaj Z_{ij} , pak komplexní ocenění užitečnosti i-té varianty je dáno vztahem

$$Z_i = \sum_{j=1}^m r_j Z_{ij}, \quad (9)$$

kde r_j je relativní důležitost (váha, významnost) j-té charakteristiky, přičemž obvykle

$$\sum_{j=1}^m r_j = 1 \text{ nebo } \sum_{j=1}^m r_j = 100.$$

Hodnoty r_j by měly být výsledkem expertního hodnocení. Optimální variantou bude ta, která má Z_i maximální.

Existuje celá řada metod multikriteriálního rozhodování od nejjednodušších až po nejsložitější s počítačovou podporou. Ukazuje se, že některé z jednoduchých metod dávají rychlé výsledky a jsou-li váhy a charakteristiky objektivizovány expertním

hodnocením i srovnatelné s výsledky mnohem složitějších metod. Nedojde-li k objektivizaci, půjde o pouhou manipulaci s čísly s možností dokázat cokoliv.

Závěr

Ukazuje se, že dosažení efektivnosti výzkumu obecně a obranného výzkumu zvláště je velice složitým a mnohotvárným procesem. Stanovení cílů, zahájení výzkumu, jeho zabezpečení a využití výsledků je doprovázeno řadou neurčitostí plynoucích z turbulentnosti prostředí, vnitropolitických i mezinárodních vztahů a ekonomických podmínek. Hlavními kritérii musí být včasné dosažení parametrů srovnatelných se světem při pokud možno minimálních nákladech. Znamená to zaměřit se na projekty z tohoto hlediska nadějně, soustředit úsilí a využít možností expertního hodnocení v rámci rozhodování, prognózování a věnovat pozornost efektivnosti a reálnosti plánovacích prací.

Použitá literatura:

- Štěpánek, M.: Propočty efektivnosti a rozhodovací procesy nově vyvíjené vojenské techniky, In: Projekt „KLÍČ MO“, VA v Brně, 1999.
- Klaban, V., Štěpánek, M.: Trendové analýzy pro stanovení směrů rozvoje obranného výzkumu. Průběžná výzkumná zpráva o řešení projektu KLÍČ, VA v Brně, 1999.
- Zvláštní číslo časopisu Vojenské rozhledy, r. 1999.
- Štěpánek, M.: Multicriterial Decision-Making in Control of New Materiel Development, In: Sborník příspěvků CATE 93, Brno 1993.

Nikdo do roku 2003 neočekává žádné zázraky. Aby však evropská iniciativa byla věrohodná, vyžaduje alespoň měřitelný nárůst vojenských intervenčních schopností, doprovázený odpovídajícími fondy. Ve svých příslibech pro budoucí síly rychlé reakce vycházely země EU převážně ze stávajících společných sil. Je třeba, aby ještě zvýšily počet operativních vojáků a vynaložily reálné finance na zlepšení vojenské mobility. Pokud tak neučiní v následujících dvou letech, jejich věrohodnost ve Spojených státech i v Evropě bude zcela jistě silně poškozena.

*Christoph Bertram
(ředitel Stiftung Wissenschaft und Politik, Berlín)
„Opět nový začátek“, NATO Revue, jaro 2001*