

SCIENCE & MILITARY

V E D A A V O J E N S T V O

No 1 | Volume 1 | 2006

Milí čitatelia,

s radosťou Vám predstavujem prvé číslo periodika *SCIENCE & MILITARY*. I napriek tomu, že je to nový časopis, nevzniká na "zelenej lúke". Nadväzuje na 30 ročnú históriu zborníkov, ktoré pravidelne vychádzali na pôde našej školy od roku 1976. Pôvodný Zborník Vysokej vojenskej technickej školy vznikol z potreby existencie časopisu, ktorý by bol platformou na prezentáciu vedeckých a odborných článkov učiteľov, vedeckých pracovníkov a doktorandov predovšetkým Vysokej vojenskej technickej školy.

Zmena prostredia, ale i zmeny, ktorými prešla škola v posledných rokoch prirodzene vyvolali požiadavku inovácie tohto časopisu. Nový názov a forma však nie je jedinou inováciou. Naším zámerom je vydávanie atraktívneho, kvalitného vedeckého časopisu z oblasti vojenstva, ktorý bude prístupný širokej odbornej verejnosti doma i v zahraničí. Cesta k jeho realizácii je uverejňovanie kvalitných vedeckých a odborných článkov predovšetkým v anglickom jazyku. *SCIENCE & MILITARY* chce vytvoriť priestor na publikovanie príspevkov slovenských a zahraničných autorov, ktorí sa zaoberajú základným a aplikovaným výskumom v oblasti výzbroje a techniky ozbrojených síl, komunikačných a informačných systémov, vojenskej logistiky, ekonomiky a manažmentu obranných zdrojov, manažmentu ľudských zdrojov, národnej a medzinárodnej bezpečnosti, ale i ďalších oblastí, ktoré priamo alebo nepriamo súvisia s vojenstvom. Zámerná tematická rôznorodosť prvého čísla je dôkazom toho, že táto sféra je naozaj rozsiahla. V časopise chceme tiež uverejňovať oznámenia o významných konferenciách a seminároch z oblastí, ktoré súvisia so zameraním tohto periodika. Plánujeme vydávanie i monotematických čísel, v ktorých budú prezentované vedecké výstupy z takýchto podujatí.

V tomto úvodnom čísle sme vytvorili špeciálny priestor pre dve osobnosti v oblasti vedy. Jednou z nich je dlhoročný člen doterajšej redakčnej rady a bývalý rektor Vysokej vojenskej technickej školy Dr. h. c. prof. Ing. Vladimír Janeček, DrSc. Druhou je prof. RNDr. Anatolij Dvurečenskij, DrSc., člen novovzniknutej redakčnej rady tohto časopisu a riaditeľ Matematického ústavu SAV, ktorý v tomto roku dostal ocenenie „Vedec roka Slovenskej republiky 2005“.

V mene redakčnej rady chcem zaželať časopisu *SCIENCE & MILITARY* kvalitné príspevky, čitateľský záujem a pozitívny ohlas u odbornej verejnosti.

Dear readers,

it is a pleasure for me to introduce the first issue of our periodical *SCIENCE & MILITARY* to you. Although it is a new journal, it was not „built on a green meadow“. It follows up more than 30 years of history of proceedings that have been regularly published on our academic field since 1976. The original Anthology of Military Technical University in Liptovský Mikuláš originated from the necessity to create the journal that would be the platform for presentation science and specialized articles of teachers, science workers and postgraduates above all from Military Technical University.

The changes of the social and political environment and also the transition that our school went through in past years rose the request for the modification of this periodical. However, the brand new name and form is not the only important innovation. Our aim is to publish attractive and high-class science articles dealing with military topics that would be available for broad professional public here and also abroad. The way of realization of this aim goes through publication of high-quality articles in English. *SCIENCE & MILITARY* wants to create the space for Slovak and foreign authors dealing with basic and applied research in the armament and equipment of the armed forces, communications and information systems, military logistics, economy and management of defense sources and management of human sources, national and international security, but also in others areas, that directly or off line cohere with the warfare. Intentional thematic heterogeneity of the first issue proves that this area is really widespread. Our journal will also publish announcements of major conferences and seminars from areas, that cohere with geared hereof periodic. We intend to publish also monothematic issues, that will present scientific outcomes from these events.

In this introductory issue we granted special space for two personalities of science. One of them is long-time member of previous editorial board and former rector of Military Technical University Dr.h.c. prof. Ing. Vladimír Janeček, DrSc. Another one is prof. RNDr. Anatolij Dvurečenskij, DrSc., member of the new editorial board, head of the Mathematical Institute of the Slovak Academy of Sciences who was awarded the prestigious prize "The Scientist of the Year 2005" in the Slovak Republic.

In the name of editorial board I would like to wish *SCIENCE & MILITARY* great contributions, readers' interest and favourable response.

assoc. prof. RNDr. Mária Jurečková, Ph.D.
Chairman of the Editorial Board

Recenzenti / Reviewers:

prof. Ing. Ján **BAJTOŠ**, CSc., PhD.

doc. Ing. Ján **BÁLINT**, CSc.

prof. PhDr. Ján **BUZALKA**, CSc.

doc. Ing. Ján **ČUCHRAN**, CSc.

Ing. František **GUBÁŠ**, PhD.

Ing. Ladislav **HLUCHÝ**, CSc.

doc. Ing. Slavomír **KIŠ**, CSc.

doc. Ing. Jana **KOTULIAKOVÁ**, PhD.

doc. RNDr. Ondrej **KOVÁČIK**, CSc.

doc. RSDr. Ladislav **LAŠČEK**, CSc.

prof. Ing. Miroslav **LÍŠKA**, CSc.

doc. Ing. Dušan **MACHÁČIK**, CSc.

RNDr. Róbert **MENKYNA**, CSc.

prof. Ing. Ján **MIHALÍK**, PhD.

prof. PhDr. Jaroslav **OBERUČ**, CSc.

prof. Ing. Ivan **PLANDER**, DrSc.

doc. Ing. Jaroslav **POLEC**, PhD.

prof. RSDr. Dušan **POLONSKÝ**, CSc.

prof. Ing. Ladislav **ŠIMÁK**, PhD.

doc. PhDr. František **ŠKVRNDA**, CSc.

prof. Ing. Jozef **ŠTULRAJTER**, CSc.

prof. Ing. Miroslav **ŽÁK**, DrSc.

doc. Ing. Václav **ŽALUD**, CSc.

doc. Ing. František **ŽÍDEK**, PhD.

UPJŠ Košice, SK

TU Košice, SK

APZ Bratislava, SK

STU Bratislava, SK

VÚ 1081 Liptovský Mikuláš, SK

Ústav informatiky SAV Bratislava, SK

TU Košice, SK

STU Bratislava, SK

ŽU Žilina, SK

AOS Liptovský Mikuláš, SK

AOS Liptovský Mikuláš, SK

ŽU Žilina, SK,

ŽU Žilina, SK

TU Košice, SK

ŽU Žilina, SK

TnU Trenčín, SK

STU Bratislava, SK

ŽU Žilina, SK

ŽU Žilina, SK

EU Bratislava, SK

AOS Liptovský Mikuláš, SK

AOS Liptovský Mikuláš, SK

ČVUT Praha, CZ

Bratislava, SK

VOJENSKÉ VZDELÁVANIE A VEDA

MILITARY EDUCATION AND SCIENCE

Vladimír JANEČEK

Abstract: Military education and science. Global problems in the changing world require a revaluation of the content of education and also the scientific research in the military field. University graduates must be prepared both for the practice at their posts and for their influence on the development in new technologies, and development of natural sciences and humanities. Such a readiness demands not only a good quality educational activity of pedagogues but also their activities in military research, science and works published in this sphere. Therefore it is the right decision to change the title and the content of the new science journal „Science & Military“ published by the Academy of the Armed Forces of General M. R. Štefánik in Liptovský Mikuláš.

Keywords: quality of education, military science.

Úroveň vzdelanosti v modernej spoločnosti nie je problémom novým. Funkcii vzdelávania sa vo svete aj u nás venoval rad disciplín – od filozofie vzdelávania, cez prizmu ekonomiky, sociológie, pedagogiky, psychológie až po kvalitu a efektívnosť vzdelávania odborného. Nové globálne problémy v transformujúcich sa spoločnostiach prinášajú do oblasti vzdelávania ďalšie nové úlohy. Nejde pri tom len o zvládnutie nebývalého rozvoja nových technológií ale do popredia sa dostáva najmä problematika zvládnutia exponenciálne narastajúceho množstva informácií, ktoré sú sprievodným javom napredujúceho rozvoja každej modernej spoločnosti. Tento rozvoj nie je v súčasnosti mysliteľný bez rozvoja vedy, ako špecifickej domény ľudskej činnosti, ktorá bola ešte v nedávnej dobe často vyčleňovaná z rámca bežných pracovných činností. V súčasnosti je uznávaný nielen jej bezprostredný podiel na technickom rozvoji, ale tiež jej vplyv na efektívnosť ľudských činností, bez ktorých žiaden pokrok nie je mysliteľný.

Nie je tomu inak ani v oblasti vojenstva. Možno práve tieto úvahy sú aj sprievodným javom v transformujúcom sa systéme vojenského školstva pri príprave vysokoškolsky vzdelávaných dôstojníkov Ozbrojených síl Slovenskej republiky (OS SR), ktorá sa v podstatnej miere realizuje v Akadémii ozbrojených síl generála Milana Rastislava Štefánika v Liptovskom Mikuláši (ďalej len AOS). Okrem tradičného vzdelávania v novo koncipovaných odboroch elektronické systémy, dopravné stroje a zariadenia, sa vzdelávanie orientuje aj na manažérsku profesiu vojenského profesionála, ktorý bude v horizonte najbližšej budúcnosti ovplyvňovať aj vojensko-politický vývoj našej republiky, ako členského štátu demokratickej aliancie vyspelých krajín. Bude totiž riešiť okrem bežných úloh výcviku a „novodobého trainingu“ príslušníkov plne profesionálnych OS SR aj úlohy, späté s bezpečnostnou a obrannou stratégiou SR, operačného umenia, taktiky, možností vytvárania prostriedkov obrany

a ich efektívneho využívania. To všetko sú oblasti a rozhodujúce úlohy ďalšej výstavby OS SR, ale aj problémy vojenskej vedy, pred ktorou stoja tiež vecné otázky, akou je súčinnosť jednotlivých zložiek OS SR a zvládnutie obsluhy nových zbraňových systémov, ak nechceme vidieť ich perspektívu len z pohľadu „policajných a dohliadacích misií“.

Je pochopiteľné, že väčšie armády ako sú OS SR sa orientujú na širšie využívanie výsledkov vedeckého výskumu renomovaných výskumných pracovísk, v tom aj univerzít, vojenských vzdelávacích a výskumných centier i civilných priemyselných podnikov. Aký prínos môže vložiť AOS do riešenia úloh, ktoré sú stanovené v cieľových modeloch výstavby a rozvoja OS SR? Ak uvážime možnosti vedecko-pedagogického potenciálu, ktorý za vzdelávanie dôstojníckeho zboru OS SR zodpovedá, musíme ho spájať so zásadou, že kvalita vysokoškolského vzdelávania (a to aj na jeho prvom bakalárskom stupni) je neodmysliteľná od vedeckej erudície pedagóga. Je preto potrebné vidieť a posudzovať úlohy každej vzdelávacej inštitúcie tak z hľadiska kvality edukačného procesu, ako aj výsledkov, ktoré sa dosahujú na pedagogických pracoviskách pri riešení aktuálnych a pre potreby OS SR potrebných vedeckých úloh. Len takáto dvojediná činnosť je zárukou žiaducej kvality vzdelávania a naplňovania princípu vedeckosti vzdelávacieho procesu, ktorý je pre edukačnú činnosť prioritný. Diskusia o predmete, obsahu a štruktúre samotnej vojenskej vedy nebola v doterajšom transformačnom procese uzavretá. V súčasných podmienkach existencie SR vystúpil celý rad nových cieľov a požiadaviek tak na organizačnú štruktúru OS SR, ako aj na úlohy, ktoré si vyžadujú prehodnotenie a prispôbenie vojenského výskumu a vedy novým trendom a potrebám „globalizujúcej“ sa celosvetovej spoločnosti. Za súčasných podmienok hrozby a nebezpečenstva zo strany medzinárodného terorizmu je potrebné predmet vojenskej vedy ponímať ako systém interdisciplinárnych poznatkov

zo spoločenských, prírodných a technických vied, orientovaných na oblasť fenoménov vojenstva a obrannej politiky štátu, vrátanie poznatkov o objektívne verifikovateľných súvislostiach medzi nimi a politickými, ekonomickými i sociálnymi faktormi. Na podklade základných koncepčných dokumentov je potrebné vypracovať dlhodobé plány a jednotlivé programy rozvoja vedy a techniky a v súlade so zásadami obranného plánovania navrhnuť a postupne riešiť na jednotlivých katedrách konkrétne výskumné a vývojové projekty. Pri tom je na jednej strane nutné zohľadňovať možnosti ich ľudského potenciálu, jeho odbornosť, materiálne, finančné a technické podmienky a na strane druhej je žiaduce očakávať vhodnú a možnú publicitu dosahovaných výsledkov, čo je v oblasti vedy bežné a považuje sa za rovnocenné s vlastnými výskumnými aktivitami.

Je preto správne, že došlo k prehodnoteniu aj stávajúceho systému publikovania v doteraz editovanom Zborníku vedeckých prác, ktorý mal dlhú tradíciu a zameranie odvodzované od štrukturalizácie našej vysokoškolskej vzdelávacej inštitúcie, no na nové trendy v oblasti vojenského výskumu a vedy už celkom nevyhovoval. Na podnet nového vedenia vedeckého úseku AOS a redakčnej rady bola vypracovaná základná orientácia a zásady publikovania v novom vedeckom časopise „Science & Military“, ktorého redakcia je v súčasnosti predkladaná akademickej komunite. Nejde zďaleka len o nový názov vedeckého časopisu. Je potrebné si uvedomiť, že snaha o sprístupnenie možnosti publikovať čo najširšiemu okruhu príslušníkov pedagogického zboru, najmä v súvislosti s doktorandským štúdiom, mala za následok aj svoju negatívnu stránku v tom zmysle, že vedecko-odborná kvalita príspevkov bola niekedy poplatná len potrebe dosiahnutia potrebnej kvantity publikácií. Tento trend bol v rozpore s požadovanou klasifikáciou znalostí a znalostnej stratégie. Tie sa v súčasnosti stávajú prioritnými nielen v oblasti technických a prírodných vied, ale tiež v oblasti sociálnej, ľudského faktoru a interdisciplinárneho prepojenia spoločenských a prírodných vied. Ide o prístupy v zmysle fraktálových organizačných princípov pri fungovaní rozhodovacích procesov v rozličných oblastiach riadenia, v tom najmä aj v oblasti vojenstva.

Ako dlhoročný člen doterajšej redakčnej rady prajem preto novému časopisu a tým najširšiemu okruhu prispievateľov uznanie v čo najširšom okruhu vedeckej komunity nielen u nás, ale aj v zahraničí a tým aj predpoklad jeho možnej „currentovej“ evidencie.

Dr. h. c. prof. Ing. Vladimír JANEČEK, DrSc.
Katedra humanitných a sociálnych vied
Akadémia ozbrojených síl generála M. R. Štefánika
Demänová 393
031 01 Liptovský Mikuláš
Slovenská republika
E-mail: janecek@aoslm.sk

Dr. h. c. prof. Ing. Vladimír JANEČEK, DrSc. pôsobí vo vojenskom školstve od roku 1952. Začínal ako učiteľ predmetu rádiolokačná technika, neskôr sa vypracoval na popredného odborníka v oblasti pedagogiky a didaktiky.

V rokoch 1987 – 1990 bol rektorom Vysokej vojenskej technickej školy. S jeho menom je spojené obdobie výstavby uzavretých televíznych okruhov a ich využívania v procese výučby vo vtedajšej Vysokej vojenskej technickej škole.

Je autorom alebo spoluautorom 7 vysokoškolských učebníc, 46 monografií pôvodných vedeckých a odborných publikácií a množstva vedeckých a odborných článkov. V oblasti pedagogiky a didaktiky má realizovaných 9 projektov a zlepšovacích návrhov a je riešiteľom 4 vedeckých úloh.

Pôsobí alebo pôsobil vo vedeckých radách štyroch vysokých škôl a univerzít, je členom viacerých domácich a medzinárodných vedeckých komisií, odborových alebo spoločných odborových komisií.

V oblasti pedagogiky a andragogiky je vo vedeckej komunite uznávanou osobnosťou.

Quantum Structures, Hilbert Problems, and Military Academy in Liptovský Mikuláš

Anatolij DVUREČENSKIJ

1. Hilbert Problems and a New Challenge for the 21st Century

Recently we have commemorated 100 years since the Second International Mathematical Congress in Paris, where on Aug. 8, 1900, D. Hilbert¹ presented his famous program for mathematics of the 20th century, and where he formulated 23 open mathematical problems. The list contained problems that Hilbert found as important questions that at the end of the twentieth century were open. These "Hilbert problems" as they were called, profoundly influenced the development in mathematics. Some of the problems were easier than Hilbert supposed, and they were solved very quickly. Some of them were formulated unambiguously so the answer had more possible solutions, but the most of the problems were very hard. Each mathematician who solved one of these genuine Hilbert problems became an immediately world-known expert whose glory was comparable with the glory of Nobel Prize carriers. We recall that there is no Nobel Prize for mathematics. Only if it is applied to Nobel Prize branches. For example, John Nash, known from the movie *Beautiful Mind*, was awarded by Nobel Prize for his mathematical discovery of equilibrium in economy. The Hilbert's program was extremely important for mathematics and it was a fruitful source of very deep and fundamental ideas. During the whole 20th century, mathematicians and specialists in other fields have been solving problems which can be traced back to Hilbert's program, and today there are many basic results stimulated by this program.

The Year 2000 was acclaimed by UNESCO as the World Year of Mathematics. In that time practically all Hilbert's problems were solved up to Problem 16, Riemann Hypothesis. Therefore, the Clay Institute of Mathematics,² Cambridge,

Massachusetts, USA, was looking for new seven greatest open problems in mathematics. These seven hardest problems were chosen by a special committee of internationally recognized mathematicians over several months. A member of this commission was for example Sir Andrew Wiles who couple years ago solved the famous Great Theorem of Fermat saying that the generalized theorem of Pythagoras $c^n = a^n + b^n$ has a nonzero integer solutions $a, b, c > 0$ only if $n = 2$ (classical Pythagoras theorem) or $n = 1$.

On May 24, 2000, Prof. M. Atiyah and Prof. J. Tate again in Paris presented a new challenge for the 21st century: 7 greatest open problems in mathematics. The solution of each of the problems is awarded by 1 000 000 USD.

These problems are called now the hardest problems of the millennium [Dev]. There are problems of number theory, for example the Riemann Hypothesis on prime numbers distribution in the complex plane which is a unique puzzle that remained open from the original Hilbert problems. Then there are problems inspired from quantum mechanics, Yang-Mills theory and hypothesis of mass differences, solution to Navier-Stokes equations describing the gas and liquid flow, Poincaré's hypothesis on smoothness, problem P versus NP from information theory, the Birch-Swinnerton-Dyer hypothesis how to recognize that an equation has no solution, and the Hodge conjecture on geometry and algebraic varieties.

of mathematics. Therefore, he is supporting at his Alma Mater the position professor of mathematics, and granted the Clay Institute of Mathematics (the budget of the Institute is nowadays about 90 000 000 USD). The reason why he is supporting maths is the fact that such an important branch of sciences, as mathematics is, is financially supported by the state and by community very poorly. He has found in 1999 the Clay Institute of Mathematics, a non-profit organization focused for institutional advertising and supporting mathematics.

It is worth recalling, in February 2006, the American president Mr. G. Bush decided to give 20 milliards USD from the resources assigned primarily for experimental biology to development of mathematics and physics. This unexpected decision indicates that American mathematicians and physicists assured Mr. G. Bush that without serious development of both these branches it is not possible to expect serious results and development in other scientific branches. This convinces that mathematical and physical education is useful for any country, not only for USA.

¹David Hilbert, born 1862, Königsberg, today Kaliningrad, Russian Federation, passed away on 1943, Göttingen. Since 1895 was a professor of mathematics at University of Göttingen. He deeply influenced many branches of mathematics, one of the greatest mathematician of the 20th century.

²Mr. London Clay, studied English at Harvard, and is no mathematician, but he is a very rich American gentleman, an owner of investing funds, and a great admirer

As we see also in the new list there are problems connected with quantum mechanics, Yang-Mills theory and hypothesis on mass differences, so again we have a deep physical motivation for maths going back to quantum mechanics, as it was with the Sixth Hilbert's problem that will be mentioned in the next Section.

Thus if a reader is assuming that he could be a millionaire, he has a nice opportunity to try solve one of the problems. It is supposed the problem P vs NP could be solved as the first one, and probably a tricky ideas is enough to solve it. I am recalling that at the end of the eighties, a young student from the Comenius University, R. Szelepcsényi, Bratislava, today our colleague from the Institute of Mathematics, solved one of open problems of theoretical informatics thanks to a tricky idea and he became a world recognized expert.

One of the above mentioned open problems may be already solved. In November 2002, a Russian mathematician V. Perelman from St. Petersburg presented at his website a preprint of the solution to the Poincaré hypothesis. Many of mathematicians are trying now to verify his proof, but not even over three years it is not clear whether his solution is correct. This indicates to enormous effort with that mathematicians have to meet solving problems of mathematics.

2. Hilbert's Sixth Problem and Quantum Structures

We are now going back to D. Hilbert. One of the most interesting problems suggested by D. Hilbert, lying between mathematics and physics, and that is in the center of our consideration, is his Sixth Problem:

Find a few physical axioms that, similar to the axioms of geometry, can describe a theory for a class of physical events that is as large as possible.

It is sure that the Sixth Problem motivated and will motivate the research in quantum structures also at the beginning of the third millennium.

We try to present some ideas inspired by Hilbert's Sixth Problem and give some new directions which are used today in quantum structures.

G. Boole [Boo] was probably the first who realized that the laws of thought describe the situation from the classical world using a two-valued thinking. Therefore, at the end of the nineteenth century and at the beginning of the twentieth century, measurements in classical physics were using the model of Boolean algebras.

In the Thirties the situation in both physics and mathematics was very interesting. A.N. Kolmogorov published his fundamental work [Kol] in which he, for the first time, axiomatized mod-

ern probability theory, and he used Boolean algebras for a model of measurement for example in physics.

However the Kolmogorov model is very important, but it does not describe the situation that has arisen in those days called new physics and which we know nowadays as quantum mechanics as it follows from the Heisenberg uncertainty principle [Hei] which asserts that the position x and the momentum p of an elementary particle cannot be measured simultaneously with arbitrarily prescribed accuracy. If $\Delta_m p$ and $\Delta_m x$ denote the inaccuracies of the measurement of the momentum p and position x in a state m , then

$$(\Delta_m p)^2 \cdot (\Delta_m x)^2 \geq \frac{1}{4} \hbar^2 > 0, \quad (1.1)$$

where $\hbar = h/2\pi$ and h is Planck's constant.

A similar relation holds for the energy-life time

$$(\Delta_m E)^2 \cdot (\Delta_m t)^2 \geq \frac{1}{4} \hbar^2 > 0.$$

It is interesting to notify that similar uncertainty relations is possible to find also in other scientific areas, for example social sciences, psychology, the activity of the human brain, automata. In psychology it is known that when we examine a patient through questions, the patient's psychological stress and the accuracy of his answers are roughly speaking connected via (1.1).

J. von Neumann [vNeu] made the first fundamental step towards a rigorous mathematical apparatus, as well as an interpretational logic of the new mechanics on the basis of a complex separable Hilbert space.

In 1936, G. Birkhoff and J. von Neumann published their paper [BiNe] where they showed that the set of assertions of quantum mechanics has a different algebraic property from a Boolean algebra, and they suggested the structure of a projective geometry.

The physical system is described through a measuring process that is described by a *state* which is a probability measure (in many case countably additive) on the physical system.

From this, we have that the system $L(H)$ of all closed subspaces of a real, complex, or quaternion Hilbert space is of particular interest. G. Mackey [Mack] in his investigation of the mathematical foundations of quantum mechanics posed the following problem: *Describe the set of all states on the quantum logic $L(H)$ for a separable real or complex Hilbert space.* A.M. Gleason [Gle] published the answer to Mackey's problem in 1957, and this result deeply influenced the progress in the Hilbert space quantum mechanics. In addition, Gleason's theorem influenced also mathematical research and the theorem was extended

to many cases and structures, for an overview on Gleason's theorem see [Dvu1].

A turbulent development of quantum theories started in the Sixties, and there appeared many important results which were reflected in numerous monographs, e.g. [BeCa, Bir, Dvu1, DvPu, Gud, Kal, Mae, Pir, PtPu, Var]. There appeared structures like orthomodular posets and orthoalgebras. Today all these structures which were inspired by attempts of describing mathematical foundations of quantum mechanics are called *quantum structures*. In the beginning of the Nineties the International Quantum Structure Association was founded that organizes Biennial Congresses on which mathematicians, physicists, logicians, experts to quantum information, and philosophers interesting in quantum structures can meet.

In the Nineties, Slovak and Italian schools contributed with an important new notion, D-posets (difference posets) – F. Chovanec and F. Kóпка from Military Academy in Liptovský Mikuláš, Slovakia, or equivalently, weak orthoalgebras – R. Giuntini and H. Greuling. Later the American school presented effect algebras – D. Foulis and M.K. Bennett. All these equivalent algebraic partial structures combine algebraic as well as fuzzy set ideas. It was shown that the space of effect operators of a Hilbert space and also very important MV-algebras can be formalized within this frame.

In 1958, C.C. Chang [Cha] presented a new axiomatic structure, MV-algebra, that generalizes the two-valued reasoning, taking only values 0 and 1, to infinitely-valued one taking values from the whole real interval $[0, 1]$. Later in 1986, D. Mundici [Mun] showed that there is a natural equivalence among MV-algebras and Abelian unital lattice-ordered groups with strong unit as the interval $[0, u]$, where u is a strong unit. Today MV-algebras present an important substructure of quantum structures while, for example, a compatible part (i.e. "classical one" of lattice-ordered effect algebras forms an MV-subalgebra. For a nice survey on MV-algebras see [CDM].

Recently in 1999, G. Georgescu and A. Iorgulescu [Geo] introduced pseudo MV-algebras which are a non-commutative generalization of MV-algebras (called now also GMV-algebras) which are a generalization of a two-valued reasoning. A non-commutative generalization of reasoning can be found e.g. in psychological processes: In clinical medicine on behalf of transplantation of human organs, an experiment was performed in which the same two questions have been posed to two groups of interviewed people: (1) Do you agree to dedicate your organs for medical transplantation after your death? (2) Do you agree to

accept organs of a donor in the case of your need? If the order of questions was changed in the second group, the number of positive answers to the first question here was higher than in the first group.

Today there exists even a programming language [Bau] based on a non-commutative logic.

Clearly also quantum mechanical measurements are in general non-commutative; the result of some experiment may depend on the order of the measurements. Consider, for example, a beam of particles which are prepared in a certain state, and which are sent through a sequence of three polarizing filters F_1, F_2, F_3 . It is well-known that the order of the filters makes in general a difference. For example, let the filter be polarizing in planes perpendicular to the particle beam, such that F_1 polarizes vertically, F_2 horizontally and F_3 at a 45° angle. If we place the filters in the order F_1, F_2, F_3 , then no particles are detected, but in the order F_1, F_3, F_2 , particles are detected; the difference is due to quantum interference.

For these pseudo MV-algebras, the author [Dvu3] presented a representation via intervals $[0, u]$, where u is a strong unit in an ℓ -group not necessarily Abelian, generalizing the result of Mundici [Mun] holding for MV-algebras. This was an unexpected join of new trends in mathematics, pseudo MV-algebras, with old well-known mathematical notions, unital ℓ -groups.

In 2001, A. Dvurečenskij and T. Vetterlein presented pseudo effect algebras, and also for them they showed that an analogue of the interval representation holds supposing a special kind of the Riesz decomposition property. In the present paper we concentrate to present these now noncommutative quantum structures.

From the measure-theoretical point of view all above quantum structures present also important algebraic structures where it is possible to build up measure theory as well as probability theory and which will be done below. We will see how nice mathematical constructions it was necessary to study to present new results which make connections between different areas of mathematics, like algebraic structures, lattice ordered and partially ordered groups, probability theory, many valued logic, etc. which nowadays can serve for quantum mechanics, quantum computation, or non-Kolmogorovian probability models, in general.

3. Quantum Logics, Orthomodular Lattices and Orthomodular Posets

After starting the famous paper Birkhoff and von Neumann [BiNe], there appeared a whole hierarchy of quantum structures. They started with *orthomodular posets*. We recall that an *orthomodular poset* (OMP, for short) is a poset L with two

elements $0 \leq 1$ and a unary operation $'$, called an *orthocomplementation* such that, for all $a, b \in L$, we have

- (i) $a'' = a$;
- (ii) $b' \leq a'$ whenever $a \leq b$;
- (iii) $a \vee a' = 1$;
- (iv) $a \vee b \in L$ whenever $a \leq b'$;
- (v) $b = a \vee (b \wedge a')$ whenever $a \leq b$ (orthomodular law).

We write $a \perp b$ whenever $a \leq b'$, and we say that a and b are *orthogonal* or *mutually exclusive*. If an OMP is a lattice, we call it an *orthomodular lattice* (OML for short); if it is a σ -complete lattice, we called it a *quantum logic*; if $\bigvee_{i=1}^{\infty} a_i$ exists in L for any sequence of mutually orthogonal elements $\{a_i\}$ of L , L is said to be an *ortho- σ -complete logic*. See [BeCa, Bir, Dvul, DvPu, Gud, Kal, Mae, Pir, PtPu, Var].

The most important example of quantum logics is the quantum logic $L(H)$ of a real, complex or quaternion Hilbert space H , where $L(H)$ consists of all closed subspaces M of H , and $M^\perp$ denotes its orthogonal complement; the partial order is the set-theoretical inclusion. This example is of basic importance for the so-called Hilbert space quantum mechanics. An equivalent structure is the system $P(H)$ of all orthogonal projectors on H .

We say that two elements a and b of an OMP L are *compatible* if there exist three mutually orthogonal elements a_1, b_1, c in L such that $a = a_1 \vee c$ and $b = b_1 \vee c$. We recall that an OMP L is a Boolean algebra iff all elements of L are compatible. This property shows that a system of mutually compatible elements generates a Boolean subalgebra of L . Compatibility is a very important property, because the maximal sets of mutually compatible elements, called *blocks*, form a Boolean subalgebras, and every OMP can be covered by blocks. So blocks entail a locally classical part of the OMP, where the classical Kolmogorov theorem holds.

Measurements are performed via states, analogues of probability measures. We recall that a *state* on an OMP L is a mapping $m : L \rightarrow [0, 1]$ such that $m(1) = 1$, and $m(a \vee b) = m(a) + m(b)$ whenever $a \perp b$. If m is σ -additive on L , i.e., $m(\bigvee_i a_i) = \sum_i m(a_i)$ for any sequence of mutually orthogonal elements $\{a_i\}$ for which $\bigvee_i a_i$ is defined in L , we called it a σ -additive state. In a similar way we define a completely additive state.

It is well-known that every Boolean algebra admits a state; in fact plenty of states, i.e., they determine elements and the order. For OML this is not a case. We have examples of stateless

OMLs, [Gre1]. An important construction admitting states is due to Greechie [Gre] using a technique of pasting blocks. An overview on the latest development on this topic see [Nav].

D.J. Foulis and C.H. Randall [FoRa] introduced orthoalgebras which are more general than OMPs. We recall that an *orthoalgebra* is a set L with two particular elements $0, 1$, and with a partial binary operation $+ : L \times L \rightarrow L$ such that for all $a, b, c \in L$ we have

- (OAi) if $a + b \in L$, then $b + a \in L$ and $a + b = b + a$ (commutativity);
- (OAii) if $b + c \in L$ and $a + (b + c) \in L$, then $a + b \in L$ and $(a + b) + c \in L$, and $a + (b + c) = (a + b) + c$ (associativity);
- (OAiii) for any $a \in L$ there is a unique $b \in L$ such that $a + b$ is defined, and $a + b = 1$ (orthocomplementation);
- (OAiv) if $a + a$ is defined, then $a = 0$ (consistency).

If the assumptions of (OAii) are satisfied, we write $a + b + c$ for the element $(a + b) + c = a + (b + c)$ in L . We introduce a partial order $\leq$ on L via $a \leq b$ iff $a + c = b$ for some $c \in L$, and we write $a \perp b$ iff $a + b$ exists in L . A *state* is a mapping $m : L \rightarrow [0, 1]$ such that $m(1) = 1$ and $m(a + b) = m(a) + m(b)$.

For example, if we put $a + b := a \vee b$ whenever $a \perp b$ in an OMP, then we see that any OMP is an orthoalgebra.

4. D-posets and Effect Algebras

In the beginning of the Nineties, two my former students, F. Kôpka and F. Chovanec [KoCh] introduced a new structure, *difference poset*, D-poset for short. This structure requires difference of comparable elements as a primary notion. A *D-poset* or a *poset with difference* is a system $(P; \leq, \ominus, 0, 1)$ consisting of a partially ordered set P with a partially defined binary operation $\ominus$ satisfying the following conditions for all $a, b, c \in P$.

- (D1) $b \ominus a$ is defined if and only if $a \leq b$;
- (D2) If $a \leq b$, then $b \ominus a \leq b$ and $b \ominus (b \ominus a) = a$;
- (D3) If $a \leq b \leq c$, then $c \ominus b \leq c \ominus a$ and $(c \ominus a) \ominus (c \ominus b) = b \ominus a$.

If P is a D-poset, then we can define a partial operation, $+$, such that $a + b = c$ iff $c \ominus b = a$, and $(P, +, 0, 1)$ is an effect algebra.

Effect algebras introduced by D. Foulis and M.K. Bennett [FoBe] who were inspired by Kôpka and Chovanec, (see also [GiGr] where they are said to be weak orthoalgebras), with addition as a primary notion, are equivalent structures with D-posets. We recall an effect algebra is a non-empty set E with two particular elements $0, 1$, and with

a partial binary operation $+ : E \times E \rightarrow E$ such that, for all $a, b, c \in E$, we have

- (EAi) if $a + b \in E$, then $b + a \in E$ and $a + b = b + a$ (commutativity);
- (EAii) if $b + c \in E$ and $a + (b + c) \in E$, then $a + b \in E$ and $(a + b) + c \in E$, and $a + (b + c) = (a + b) + c$ (associativity);
- (EAiii) for any $a \in E$ there is a unique $b \in E$ such that $a + b$ is defined, and $a + b = 1$ (orthocomplementation);
- (EAiv) if $1 + a$ is defined, then $a = 0$ (zero-one law).

Let a and b be two elements of an effect algebra E . We say that (i) a is orthogonal to b and write $a \perp b$ iff $a + b$ is defined in E ; (ii) a is less than or equal to b and write $a \leq b$ iff there exists an element $c \in E$ such that $a \perp c$ and $a + c = b$ (in this case we also write $b \geq a$ and $c = b \ominus a$); (iii) b is the orthocomplement of a iff b is a (unique) element of E such that $b \perp a$ and $a + b = 1$ and it is written as a' .

It is clear that if E is an effect algebra, then $(E, \leq, \ominus, 0, 1)$ is a D-poset, and vice versa, that is, both these structures are equivalent. We recall that every orthoalgebra is an effect algebra, and an effect algebra is an orthoalgebra iff $a \perp a$ implies $a = 0$.

A basic example of D-posets is the system $E(H)$ of all Hermitian operators on a Hilbert space H which are between the zero operator and the identity with $A \ominus B = A - B$ if $(A\phi, \phi) \geq (B\phi, \phi)$ for any vector $\phi \in H$. $E(H)$ contains as a proper subset the system of all orthogonal projectors, and $E(H)$ is not a lattice. We recall that $E(H)$ is also a basic tool for the so-called Hilbert space quantum mechanics.

All above defined algebraic structures are nowadays called quantum structures.

Another prototypical example of D-posets is as follows. Let (G, u) be an Abelian unital po-group with a strong unit u ,³ and if

$$\Gamma(G, u) := \{g \in G : 0 \leq g \leq u\}$$

is endowed with the restriction of the group subtraction $-$, then $(\Gamma(G, u); \leq, -, 0, u)$ is a D-poset.

We say that a D-poset P satisfies (i) the *Riesz interpolation property*, (RIP) for short, if, for all x_1, x_2, y_1, y_2 in P , $x_i \leq y_j$ for all i, j implies there exists an element $z \in P$ such that $x_i \leq z \leq y_j$ for all i, j ; (ii) the *Riesz decomposition property*, (RDP) for short, if $x \leq y_1 + y_2$ (where $+$ is derived from $\ominus$, see above) implies that there exist two

elements $x_1, x_2 \in P$ with $x_1 \leq y_1$ and $x_2 \leq y_2$ such that $x = x_1 + x_2$.

We recall that (1) if P is a lattice, then P has trivially (RIP); the converse is not true as we see below. (2) P has (RDP) iff, $x_1 + x_2 = y_1 + y_2$ implies there exist four elements $c_{11}, c_{12}, c_{21}, c_{22} \in P$ such that $x_1 = c_{11} + c_{12}$, $x_2 = c_{21} + c_{22}$, $y_1 = c_{11} + c_{21}$, and $y_2 = c_{12} + c_{22}$, [DvPu, Lemma 1.7.5]. (3) (RDP) implies (RIP), but the converse is not true (e.g. if $P = L(H)$, the system of all closed subspaces of a Hilbert space H , then P is a complete lattice but without (RDP)). On the other hand, every finite poset with (RIP) is a lattice.

A partially ordered Abelian group $(G; +, 0)$ is said to satisfy the *Riesz decomposition property* provided, given x, y_1, y_2 in G^+ such that $x \leq y_1 + y_2$, there exist x_1, x_2 in G^+ such that $x = x_1 + x_2$ and $x_j \leq y_j$ for each $j = 1, 2$. This condition is equivalent by [Goo, Prop 2.1] with the following two equivalent conditions:

- (a) Given x_1, x_2, y_1, y_2 in G such that $x_i \leq y_j$ for all i, j , there exists z in G such that $x_i \leq z \leq y_j$ for all i, j .
- (b) Given x_1, x_2, y_1, y_2 in G^+ such that $x_1 + x_2 = y_1 + y_2$, there exist $z_{11}, z_{12}, z_{21}, z_{22}$ in G^+ such that $x_i = z_{i1} + z_{i2}$ for each i and $y_j = z_{1j} + z_{2j}$ for each j .

According to [Goo], a group G with the Riesz decomposition property is said to be the *interpolation group*.

It is clear that if (G, u) is a unital interpolation group, then $P = \Gamma(G, u)$ has (RDP).

We recall that by a *universal group* for a D-poset P we mean a pair (G, γ) consisting of an additive Abelian group G and a G -valued measure $\gamma : P \rightarrow G$ (i.e., $\gamma(a + b) = \gamma(a) + \gamma(b)$ whenever $a + b$ is defined in P) such that the following conditions hold: (i) $\gamma(P)$ generates G . (ii) If H is an additive Abelian group and $\phi : P \rightarrow H$ is an H -valued measure, then there is a group homomorphism $\phi^* : G \rightarrow H$ such that $\phi = \phi^* \circ \gamma$. According to [FoBe], every D-poset possesses a universal group.

Ravindran [Rav] ([DvPu, Theorem 1.17.17]) proved the following important result.

Theorem 0.1 *Let P be a D-poset with the Riesz decomposition property. Then there exists a unital interpolation group (G, u) with a strong unit u such that $\Gamma(G, u)$ is isomorphic with P , and there is a G -valued injective measure γ such that (G, γ) is a universal group for P .*

It is possible to prove even the categorical equivalence. Let $\mathcal{RDP}$ be the category of the D-posets with the Riesz decomposition property whose objects are D-posets satisfying the Riesz decomposition property and morphisms are homomorphisms

³An element $u \in G^+$ is said to be a *strong unit* for a po-group G , if given an element $g \in G$, there is an integer $n \geq 1$ such that $-nu \leq g \leq nu$.

of D-posets, and let $\mathcal{ULGI}$ be the category of unital Abelian ℓ -groups with interpolation whose morphisms are ℓ -homomorphisms preserving distinguished strong unit. The mapping $\Gamma: \mathcal{ULGI} \rightarrow \mathbf{RDP}$ defined by $(G, u) \mapsto \Gamma(G, u)$, and $\Gamma(h) = h|_{\Gamma(G, u)}$, is a functor.

Theorem 0.2 (Rav1) *The functor Γ defines a categorical equivalence between the category $\mathcal{ULGI}$ of unital Abelian ℓ -groups with interpolation and the category $\mathbf{RDP}$.*

Moreover, if h is a morphism of unital ℓ -groups with interpolation, then h is injective if and only if $\Gamma(h)$ is injective, and h is surjective if and only if $\Gamma(h)$ is surjective.

As a corollary we have that every D-poset with (RDP) has at least one state that is a mapping $s: P \rightarrow [0, 1]$ such that (i) $s(1) = 1$, and (ii) if $a + b$ is defined in P , then $s(a + b) = s(a) + s(b)$. Moreover, every state on $\Gamma(G, u)$ is a restriction of a unique state on (G, u) . We recall that a state on (G, u) is any mapping $s: G \rightarrow [0, 1]$ such that (i) $s(g + h) = s(g) + s(h)$, $g, h \in G$, (ii) $s(g) \geq 0$ whenever $g \geq 0$, and (iii) $s(u) = 1$.

It is important to recall that as it was mentioned earlier, among orthomodular lattices or orthomodular posets there are examples of stateless structures, see [Gre, Gre1]. On the other hand, the notion of states introduced for D-posets, or equivalently for effect algebras, in particular for the most important example of D-posets, MV-algebras, was introduced more earlier by Kôpka and Chovanec [KoCh] than did Mundici for MV-algebras in [Mun1].

We recall that a poset $(P; \leq)$ is an *antilattice* if only comparable elements of P have an infimum or a supremum. It is clear that any linearly ordered poset is an antilattice and every finite D-poset with (RIP) is a lattice. The Ravindran result can be reformulated also in this form:

Theorem 0.3 *Every D-poset P with (RDP) is a subdirect product of antilattice D-posets with (RDP), and all existing meets and joins in P are preserved in the subdirect product.*

The class of *Boolean D-posets* is another very important family of D-posets introduced by F. Chovanec and Kôpka [ChKo2]. It is a D-poset P which is simultaneously a lattice and, for all $a, b \in P$, $(a \vee b) \ominus b = a \ominus (a \wedge b)$. It is important that to say that such elements are said to be *compatible*. We recall that this notion was invented also by M.K. Bennett and D. Foulis [BeFo] under the name Φ symmetric effect algebras. It is interesting to say that Boolean D-posets are algebraically equivalent to MV-algebras, introduced by Chang [Cha]:

Theorem 0.4 *Let (G, u) be a unital ℓ -group with strong unit and let us set $\Gamma(G, u) = \{g \in G : 0 \leq g \leq u\}$. Then $(\Gamma(G, u), \leq, -, 0, u)$ is a Boolean D-poset, where $-$ is a group subtraction of comparable elements. Conversely, if P is a Boolean D-poset, there is a unique (up to isomorphism) unital ℓ -group (G, u) such that $P = \Gamma(G, u)$.*

Recently Z. Riečanová [Rie] proved that every lattice D-poset can be covered by blocks, which are maximal subsets of mutually compatible elements. In addition, these blocks are always Boolean D-posets.

New trends coming from the Military School in Liptovský Mikuláš are connected with a generalization of pasting methods of Greechie for D-posets, see e.g. [ChJul].

5. Conclusion

The Slovak school on quantum structures belongs to a leading group of this theory in the world. It started in late Sixties, and its origin in Slovakia is connected with the names like late Prof. T. Neubrunn, and Prof. B. Riečan. Then this theory was built up at the Institute of Measurement of the Slovak Academy of Sciences around Profs I. Staríček, A. Pázman, S. Pulmannová and A. Dvurečenskij in Bratislava, and the last twenty years the main Slovak center of quantum structures is at the Institute of Mathematics of the Slovak Academy of Sciences where S. Pulmannová and A. Dvurečenskij moved. There was founded a seminar on quantum structures to which joined in the Eighties Prof. Z. Riečanová, V. Palko, V. Janiš, and G. Jenča, etc.

In the middle of the Eighties, Prof. B. Riečan moved at the Military Academy in Liptovský Mikuláš, where he initiated a group of young mathematicians that was concentrated to quantum structures: F. Chovanec, F. Kôpka, M. Jurčková, E. Rybáriková-Drobná, J. Rybárik.

We are very glad that the most important contribution of the School of quantum structures at the Military Academy, D-posets, inspired many experts in quantum structures, and they belong to the most important contributions to this theory in the Nineties. This theory join fuzzy ideas together with algebraic methods and it deeply influenced theory of quantum structures. D-posets were extended to noncommutative pseudo D-posets and pseudo effect algebras by the author and Vetterlein [DvVe, DvVe1], as well for pseudo MV-algebras by Georgescu and Iorgulescu [GeIo], and Rachunek [Rac].

It is worth recalling that in 1988, Kôpka and Chovanec together with Giuntini were awarded by a prestige prize of the International Quantum Structures Association at the Fourth Bien-

nial IQSA Meeting which took part in Liptovský Ján.¹ This was a world wide estimation of the Slovak school of quantum structures, in particular, of the School of quantum structures at the Military Academy.

References

- [Bau] R. Baudot, *Non-commutative logic programming language NoClog*, in: Symposium LICS, (Santa Barbara, 2000, Short Presentation), pp. 3-9.
- [BeCa] E.G. Beltrametti, G. Cassinelli, *"The Logic of Quantum Mechanics"*, Addison-Wesley, Reading, 1981.
- [BeFo] M.K. Bennett, D.J. Foulis, *Phy-symmetric effect algebras*, Found. Phys. **25** (1995), 1699-1722.
- [Bir] G. Birkhoff, *"Lattice Theory"*, Amer. Math. Soc. Coll. Publ., Vol. **25**, Providence, Rhode Island, 1967.
- [BiNe] G. Birkhoff, J. von Neumann, *The logic of quantum mechanics*, Ann. Math. **37** (1936), 823-834.
- [Boo] G. Boole, *"An Investigation of the Laws of Thought"*, Macmillan, 1854, reprinted by Dover Press, New York, 1967.
- [Cha] C.C. Chang, *Algebraic analysis of many-valued logics*, Trans. Amer. Math. Soc. **88** (1958), 467-490.
- [Cho] F. Chovanec, *States and observables on MV-algebras*, Tatra Mt. Math. Publ. **3** (1993), 55-65.
- [ChJu] F. Chovanec, M. Jurečková, *Law of large numbers on D-posets of fuzzy sets*, Tatra Mt. Math. Publ. **1** (1992), 15-18.
- [ChJu1] F. Chovanec, M. Jurečková, *MV-algebra pasting*, Inter. J. Theor. Phys. **42** (2003), 1913-1926.
- [ChKo] F. Chovanec, F. Kôpka, *On a representation of observables in D-posets of fuzzy sets*, Tatra Mt. Math. Publ. **1** (1992), 19-23.
- [ChKo1] F. Chovanec, F. Kôpka, *D-lattices*, Inter. J. Theor. Phys. **34** (1995), 1297-1302.
- [ChKo2] F. Chovanec, F. Kôpka, *Boolean D-posets*, Tatra Mt. Math. Publ. **10** (1997), 183-197.
- [ChKo3] F. Chovanec, F. Kôpka, *On representation of finite Boolean D-posets*, Tatra Mt. Math. Publ. **15** (1998), 107-121.
- [ChKo4] F. Chovanec, F. Kôpka, *Difference posets in the quantum structures background*, Inter. J. Theor. Phys. **39** (2000), 571-583.
- [ChKo5] F. Chovanec, E. Rybáriková, *On observables on finite Boolean D-posets*, In: Proc. 7th IFSA World Congress, Prague, June 26-29, 1997, Eds. M. Mareš et al., Academia, Prague, 1997, vol. I, pp. 141-143.
- [ChRy] F. Chovanec, E. Rybáriková, *Ideals and filters in D-posets*, Inter. J. Theor. Phys. **37** (1998), 17-22.
- [CDM] R. Cignoli, I.M.L. D'Ottaviano, D. Mundici, *"Algebraic Foundations of Many-valued Reasoning"*, Kluwer Academic Publ., Dordrecht, 2000.
- [Dev] K. Devlin, *"The Millenium Problems. The Seven Greatest Unsolved Mathematical Puzzles"*, Nakl. Dokořán and Argo, Praha 2005 (in Czech).
- [Dvu1] A. Dvurečenskij, *"Gleason's Theorem and Its Applications"*, Kluwer Academic Publ., Dordrecht, and Ister Science Press, Bratislava, 1993.
- [Dvu2] A. Dvurečenskij, *Loomis-Sikorski theorem for σ -complete MV-algebras and ℓ -groups*, J. Austral. Math. Soc. Ser. A **68** (2000), 261-277.
- [Dvu3] A. Dvurečenskij, *Pseudo MV-algebras are intervals in ℓ -groups*, J. Austral. Math. Soc. Ser. **72** (2002), 427-445.
- [Dvu4] A. Dvurečenskij, *On effect algebras which can be covered by MV-algebras*, Inter. J. Theor. Phys. **41** (2002), 221-229.
- [Dvu5] A. Dvurečenskij, *Loomis-Sikorski theorem for monotone σ -complete effect algebras*, J. Austral. Math. Soc. **79** (2005), 305-318.
- [DCR] A. Dvurečenskij, F. Chovanec, E. Rybáriková, *D-homomorphisms and atomic σ -complete Boolean D-posets*, Soft Computing **4** (2000), 9-18.
- [DCR1] A. Dvurečenskij, F. Chovanec, E. Rybáriková, *Observables, measures, and atomic Dedekind σ -complete BCK-algebras*, In: Proc. EUROUSE-SC'99 Budapest, Hungary, May 25-28, 1999, Eds B. De Baets et al., pp. 89-94.
- [DvPu] A. Dvurečenskij, S. Pulmannová, *"New Trends in Quantum Structures"*, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, and Ister Science, Bratislava, 2000.
- [DvVe] A. Dvurečenskij, T. Vetterlein, *Pseudo-effect algebras. I. Basic properties*, Inter. J. Theor. Phys. **40** (2001), 685-701.

¹The Biennial IQSA Meetings were held in Castiglione-cello, Italy, 1992. Prague 1994. Berlin 1996. Liptovský Ján, Slovakia, 1988. Cesenatico, Italy, 2001. Vienna 2002, Denver 2004, and Malta 2006.

- [DvVe1] A. Dvurečenskij, T. Vetterlein, *Pseudo-effect algebras. II. Group representation*, **40** (2001), 703–726.
- [FoBe] D.J. Foulis, M.K. Bennett, *Effect algebras and unsharp quantum logics*, *Found. Phys.* **24** (1994), 1325–1346.
- [FoRa] D.J. Foulis, C.H. Randall, *Operational statistics. I. Basic concepts*, *J. Math. Phys.* **13** (1972), 1667–1675.
- [Gelo] G. Georgescu, A. Iorgulescu, *Pseudo-MV algebras*, *Multiple Val. Logic* **6** (2001), 95–135.
- [GiGr] R. Giuntini, H. Greuling, *Toward a formal language for unsharp properties*, *Found. Phys.* **19** (1989), 931–945.
- [Gle] A.M. Gleason, *Measures on the closed subspaces of a Hilbert space*, *J. Math. Mech.* **6** (1957), 885–893.
- [Goo] K.R. Goodearl, *Partially Ordered Abelian Groups with Interpolation*, *Math. Surveys and Monographs* No. 20, Amer. Math. Soc., Providence, Rhode Island, 1986.
- [Gre] R. Greechie, *On the structure of orthomodular lattice satisfying the chain condition*, *J. Comb. Theor.* **4** (1968), 210–218.
- [Gre1] R. Greechie, *Orthomodular lattices admitting no states*, *J. Comb. Theor.* **10** (1971), 119–132.
- [Gud] S. Gudder, *Stochastic Methods in Quantum Mechanics*, Elsevier, North Holland, 1979.
- [JuCh] M. Jurečková, F. Chovanec, *Some remarks on joint observable in D-posets*, *Soft Computing* **4** (2000), 33–35.
- [Hei] W. Heisenberg, *The Physical Principles of Quantum Theory*, Dover, New York, 1930.
- [Kal] G. Kalmbach, *Orthomodular Lattices*, Academic Press, London, New York, 1983.
- [Kol] A.N. Kolmogorov, *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung*, Berlin, 1933.
- [KoCh] F. Kôpka, F. Chovanec, *D-posets*, *Math. Slovaca* **44** (1994), 21–34.
- [Kop] F. Kôpka, *D-posets of fuzzy sets*, *Tatra Mt. Math. Publ.* **1** (1992), 83–87.
- [Kop1] F. Kôpka, *Compatibility in D-posets*, *Inter. J. Theor. Phys.* **34** (1995), 1525–1531.
- [Kop2] F. Kôpka, *Compatibility in D-posets of fuzzy sets*, *Tatra Mt. Math. Publ.* **6** (1995), 95–102.
- [Mack] G.W. Mackey, *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*, Benjamin, New York, 1963.
- [Mae] S. Maeda, *Lattice Theory and Quantum Logic*, Maki-Shoten, Tokyo, 1980 (in Japanese).
- [Mun] D. Mundici, *Interpretation of AF C^* -algebras in Łukasiewicz sentential calculus*, *J. Funct. Anal.* **65** (1986), 15–63.
- [Mun1] D. Mundici, *Averaging the truth-value in Łukasiewicz logic*, *Studia Logica* **55** (1995), 113–127.
- [Nav] M. Navara, *Construction of quantum structures*, *Handbook of Quantum Structures*, Elsevier, to appear.
- [Pir] C. Piron, *Foundations of Quantum Physics*, Addison-Wesley, Reading, Mass., 1976.
- [PtPu] P. Pták, S. Pulmannová, *Orthomodular Structures as Quantum Logics*, VEDA and Kluwer Acad. Publ., Bratislava and Dordrecht, 1991.
- [Rac] J. Rachunek, *A non-commutative generalization of MV-algebras*, *Czechoslovak Math. J.* **52** (2002), 255–273.
- [Rav] K. Ravindran, *On a structure theory of effect algebras*, PhD thesis, Kansas State Univ., Manhattan, Kansas, 1996.
- [RiMu] B. Riečan, D. Mundici, *Probability on MV-algebras*. In: *Handbook of Measure Theory*, E. Pap (Editor), Elsevier Science, Amsterdam, 2002, Vol. II, pp. 869–909.
- [Rie] Z. Riečanová, *A generalization of blocks for lattice effect algebras*, *Inter. J. Theoret. Phys.* **39** (2000), 231–237.
- [Sik] R. Sikorski, *Boolean Algebras*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1964.
- [Var] V.S. Varadarajan, *Geometry of Quantum Theory*, Vol. 1, van Nostrand, Princeton, New Jersey, 1968.
- [vNeu] J. von Neumann, *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik*, Springer-Verlag, Berlin, 1932.

Anatolij DVUREČENSKIJ
 Mathematical Institute
 Slovak Academy of Sciences
 Stefánikova 49, SK-814 73 Bratislava
 Slovakia
 E-mail: dvurecen@mat.savba.sk

Prof. RNDr. Anatolij Dvurečenskij, DrSc. graduated from Comenius University in Bratislava, Faculty of Natural Sciences with specialization in probability and mathematical statistics in 1972. Since 1972 he worked at the Institute of Measurement of the Slovak Academy of Sciences. Since 1979 till 1986 he was at the working stay in the Laboratory of Computing Techniques and Automatization of the Joint Institute for Nuclear Research in Dubna, USSR. Since 1987 he worked at the Institute of Mathematics of the Slovak Academy of Sciences. Since 1991 till 1992 he was as the grantee of Humboldt fellowship at the Institute of Theoretical Physics, Univ. of Cologne, Germany. Since 1999, he has been the Director of the Mathematical Institute of the Slovak Academy of Sciences in Bratislava. Prof. Dvurečenskij is an expert in the Probability theory on Quantum Structures. He published 212 scientific works and 2 monographs written in English in the renowned foreign publishing house. More than 1226 quotations in 500 articles are officially recorded. He is also a president of International Quantum Structures Association. Prof. Dvurečenskij significantly contributed to scientific shape of the Department of Mathematics at the Military Technical University in Liptovský Mikuláš. This year he was awarded the prestigious prize "The Scientist of the Year 2005" in the Slovak Republic for his set of articles concerning quantum structures that were published in prominent world scientific journals.

PROGNOSTICKÁ HODNOTA PRIJÍMACÍCH SKÚŠOK PRE ÚSPEŠNOSŤ ŠTÚDIA NA AOS

PROGNOSTIC VALUE OF ENTRANCE EXAMINATION FOR SUCCESSFUL STUDY AT THE ACADEMY OF ARMED FORCES

Eva DROBNÁ, Ferdinand CHOVANEC, Iveta MOLNÁROVÁ, Emil ONDIS

Abstract: Considering the task of forecasting educational achievement and state of preparation for professional military career authors give the partial analysis of entrance examination, level and abilities of applicants and admitted students, and the mastering of the studies in their first term. This beginning of longitudinal research has an ambition to give a rise to the creating of new study standards and start points for the branch human resources department in projecting staffing.

Keywords: entrance examination, admittance prerequisites, student achievement index, prediction validity.

1. ÚVOD

Nepomer medzi ponukou voľných miest na vysokých školách a rastúcim počtom záujemcov o štúdium spôsobuje zvýšenú pozornosť verejnosti na proces prijímacieho konania na vysoké školy (VŠ). Podľa [1], ako hlavné riziká prijímacieho konania na VŠ, sú verejnosťou najčastejšie vnímané možnosti korupčného správania, kvalita prijímacích skúšok, transparentnosť a rovnosť šancí.

Hlavným cieľom prijímacích skúšok na VŠ je vybrať spomedzi uchádzačov tých, ktorí majú najväčšie predpoklady na úspešné štúdium zvoleného odboru. Čo najobjektívnejšie by sa mali posudzovať predovšetkým tieto tri zložky osobnosti uchádzača (v poradí podľa priority):

1. intelektuálne predpoklady na vysokoškolské štúdium a to jednak všeobecné predpoklady (na štúdium na akejkoľvek VŠ) a jednak špecifické (na zvolený študijný odbor);
2. motivácia na štúdium zvoleného odboru;
3. aktuálna vedomostná výbava potrebná na úspešné zvládnutie štúdia.

Vedomostné testy v prijímacom konaní na Akadémii ozbrojených síl (AOS) sú zamerané len do oblasti tretej zložky. Predpokladá sa, že 1. a 2. zložka by mali byť obsiahnuté v psychodiagnostickom vyšetrení.

V tomto článku chceme priblížiť tvorbu testov z matematiky, urobiť spätné vyhodnotenie ich kvality, poskytnúť štatistickú analýzu prijímacích testov z matematiky a z cudzieho jazyka a zhodnotiť prognostickú hodnotu vedomostnej prijímacej skúšky po ukončení prvého semestra.

2. ANALÝZA PRIJÍMACÍCH TESTOV Z MATEMATIKY

Na základe dlhoročného pedagogického výskumu v rámci riešenia vnútornej vedeckej úlohy

„Optimalizácia modelu prijímacej skúšky z matematiky na Vojenskej akadémii v Liptovskom Mikuláši“ [2] ukončenej v roku 2002 bol vypracovaný model prijímacej skúšky z matematiky použitý na prijímacích skúškach v rokoch 2004 a 2005. Podľa tohto modelu bolo odporúčané vypracovať testy obsahujúce 12 príkladov z 12 tematických oblastí stredoškolskej matematiky s dobou riešenia 60 minút. Navrhovaná forma testov bola v podobe polytomických úloh s piatimi možnými odpoveďami, z ktorých je len jediná správna a k správnej odpovedi je možné dopracovať sa časovo primeranými výpočtovými technikami. Táto forma testu eliminuje subjektívne faktory pri hodnotení úloh a pri vyhodnocovaní testu umožňuje použiť výpočtovú techniku. Príklady z jednotlivých tematických celkov boli rozdelené do troch bodových hladín – 7, 8 a 9 bodových. Testy boli zostavené tak, aby v teste bolo možné získať maximálne 100 bodov. Z organizačných dôvodov bolo pripravených 5 rôznych variantov (na každý deň jeden, pričom každý variant pozostával z dvoch podvariantov lišiacich sa len poradím príkladov). Z príkladov vybraných do testov boli zostavené dva varianty pilotných (t. j. overovacích) testov, ktoré boli otestované na 204 študentoch z gymnázií v Liptovskom Mikuláši, v Liptovskom Hrádku a v Ružomberku, ZSSĽ v Liptovskom Hrádku a SPŠ v Ružomberku. Celková úspešnosť pilotných testov bola 43,62 %. Oproti predchádzajúcemu roku sa pilotných testov zúčastnili žiaci celých tried, bez ohľadu na to, či plánujú ísť na vysokú školu alebo nie, prípadne aj žiaci, ktorí sa hlásili na vysokú školu bez prijímacej skúšky z matematiky. Na základe pilotných testov boli vykonané niektoré korekcie vo výbere príkladov, respektíve ich preskupenie v bodových hladinách.

Pri zisťovaní kvality testov po ukončení prijímacích skúšok sme riešili dve úlohy. V prvej sme sa zaujímali o to, či jednotlivé varianty testov boli

porovnateľné svojou náročnosťou, a teda výsledky dosiahnuté v jednotlivých variantoch môžeme považovať za porovnateľné a v druhej sme zisťovali stupeň obťažnosti jednotlivých testov.

Na zistenie porovnateľnosti variantov sme použili štatistickú metódu testovania hypotéz. Stanovili sme nasledujúce hypotézy:

H_0 : Výsledky testov vo všetkých variantoch pochádzajú z toho istého rozdelenia.

H_1 : Výsledky testov vo všetkých variantoch nepochádzajú z toho istého rozdelenia.

Na overenie platnosti nulovej hypotézy sme použili Kruskalov – Wallisov neparametrický test, ktorý testuje zhodu rozdelení pre viac súborov. Použili sme testovaciu štatistiku

$$K = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^p \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1),$$

kde p je počet výberových súborov, R_i je súčet poradí pre každý výberový súbor rozsahu n_i a $n = n_1 + n_2 + \dots + n_p$. Hypotézu H_0 zamietame, ak pre hodnotu testovacej štatistiky k , ktorá je vypočítaná z výberových súborov, platí: $k \geq \chi^2_{1-\alpha; p-1}$, kde $\chi^2_{1-\alpha; p-1}$ je kvantil χ^2 – rozdelenia.

Na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ sme získali tieto výsledné hodnoty:

$$k = \frac{12}{585 \cdot (586)} (50338792) - 3 \cdot (586) = 4,1$$

$$\chi^2_{0,95;4} = 9,4877$$

Keďže vypočítaná hodnota testovacej štatistiky je menšia ako príslušný kvantil, nie je dôvod zamietnuť nulovú hypotézu a na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ môžeme tvrdiť, že výsledky vo všetkých piatich testoch pochádzajú z rovnakého rozdelenia. Výsledky testov v jednotlivých variantoch boli porovnateľné, t.j. stredné hodnoty získaných bodov i štandardné odchýlky v jednotlivých variantoch boli rovnaké.

Jedným z parametrov hodnotenia obťažnosti testovacích položiek, v našom prípade príkladov, je *úspešnosť testovacej položky* vyjadrená *indexom náročnosti položky* (INP).

$$INP = \frac{PÚR}{n},$$

kde $PÚR$ je počet úspešných riešení a n je celkový počet riešiteľov daného testu. Odporúčaná štandardná úspešnosť (ŠÚ) je 20 – 80 % (INP $\in <0,2; 0,8>$), pričom za optimálnu úspešnosť (OÚ) sa považuje úspešnosť 40 – 60 % (INP $\in <0,4; 0,6>$). Za kritickú sa považuje úspešnosť nad 80% (príliš ľahké položky, nízka náročnosť (NN)) a pod 20% (príliš ťažké položky, vysoká náročnosť (VN)). Príliš ľahká alebo príliš ťažká položka

nepoukazuje na žiadne rozdiely medzi respondentmi.

Mieru schopnosti testovacích položiek rozlíšiť úspešných a menej úspešných respondentov vyjadruje diskriminačný index (DI). Ak respondenti, ktorí dosiahli vysoké celkové skóre, úspešne zodpovedali na danú položku a menej úspešní ju nezodpovedali, vtedy môžeme povedať, že položka je dobrá, lebo odlišuje „dobrých“ od „slabých“. Diskriminačný index je definovaný vzťahom

$$DI = \frac{3(PSOH - PSOD)}{n},$$

kde $PSOH$ je počet správnych odpovedí hornej tretiny respondentov a $PSOD$ je počet správnych odpovedí dolnej tretiny respondentov a n je celkový počet riešiteľov daného testu. DI by mal podľa [3] dosiahnuť hodnotu aspoň 0,3.

Ďalším parametrom je index náročnosti testu (INT), vyjadrený vzťahom

$$INT = \frac{CPÚR}{n},$$

kde $CPÚR$ je celkový počet úspešných riešení v tesáte a n je celkový počet riešiteľov daného testu

V tabuľke 2.1 je uvedený počet príkladov príslušnej úspešnosti, počet príkladov s $DI > 0,3$ a index náročnosti testu.

Tab. 2.1 Porovnanie testov z hľadiska úspešnosti testovacích položiek, diskriminačného indexu a indexu náročnosti testu.

	ŠÚ (OÚ)	NN	VN	DI > 0,3	INT
Test č.1	12 (7)	0	0	12	0,431
Test č.2	12 (6)	0	0	11	0,472
Test č.3	11 (8)	0	1	11	0,481
Test č.4	10 (5)	1	1	10	0,447
Test č.5	11 (7)	0	1	11	0,458

Je nevýhodou, že sa pri prijímacích skúškach musí používať viacej variantov, lebo dodržať rovnorodosť jednotlivých variantov je obťažné, i keď podľa doterajších výsledkov sa to darí na dobrej úrovni.

V nasledujúcom prijímacom konaní odporúčame použiť rovnakú filozofiu konštrukcie testov z matematiky. Testy preukazujú dostatočnú rozlišovaciu schopnosť. Rovnaký typ testov umožňuje overovať zvolenú formu testov počas viacerých rokov a zisťovať prognostickú hodnotu prijímacej skúšky pre ďalšie štúdium študentov v AOS.

3. PRIJÍMACIE SKÚŠKY NA AOS V ROKU 2005 V ČÍSLACH

Na bakalárske štvorročné štúdium v akademickom roku 2005/2006 sa na tri akreditované študijné odbory dopravné stroje a zariadenia (DSZ), elektronické systémy (ES) a manažment (MAN) prihlásilo spolu 1034 uchádzačov, z ktorých sa 585, t.j. 56,58% zúčastnilo na prijímacích skúškach (PSK) (v porovnaní s rokom 2004 z prihlásených 825 to bolo 413 uchádzačov, teda 50%). PSK pozostávali v roku 2005 z vedomostných testov z matematiky a z cudzieho jazyka, ďalej z psychodiagnostického vyšetrenia, ktorého záver mal charakter odporúčania. Nakoniec sa študenti so splnenými kritériami na testoch z matematiky a z cudzieho jazyka podrobili lekárskeho vyšetreniu, ktoré definitívne rozhodlo o ich prijatí resp. neprijatí. Štatistická analýza pre nástupný rok 2005/2006 je urobená na súbore 585 uchádzačov o štúdium, ktorí sa prezentovali a absolvovali prijímacie testy. V tabuľke 3.1 nájdeme triedenie uchádzačov podľa typu absolvovanej strednej školy (SOŠ - stredná odborná škola, SOU - stredné odborné učilište, G - gymnázium, MI - chýbajúce údaje) a pohlavia.

Tab. 3.1 Triedenie uchádzačov podľa typu strednej školy so špecifikáciou vzhľadom na pohlavie

Pohlavie	Údaje	SOŠ	SOU	G	MI	Celkom
Muži	Počet uchádzačov	210	58	137	2	407
	Percentuálne	51,60%	14,25%	33,66%	0,49%	100,00%
Ženy	Počet uchádzačov	99	11	68	0	178
	Percentuálne	55,62%	6,18%	38,20%	0,00%	100,00%
Celkom počet uchádzačov		309	69	205	2	585
Celkom v percentách		52,82%	11,79%	35,04%	0,34%	100,00%

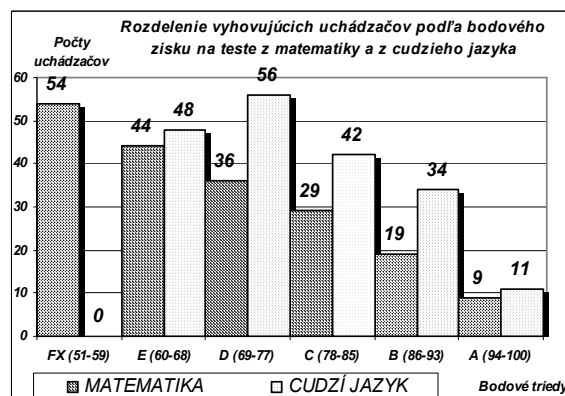
Z uvedenej kontingenčnej tabuľky vyplýva, že približne 35% uchádzačov o bakalárske štúdium bolo z radov gymnazistov, takmer 53% spomedzi študentov stredných odborných škôl a iba necelých 12% z radov učňovskej mládeže, čo je takmer rovnaké rozloženie ako v roku 2004 (33%, 51% a 16%).

Za úspešné zvládnutie prijímacieho testu z matematiky sa považovalo dosiahnutie aspoň 51 bodov zo 100 bodového testu a v cudzom jazyku z rovnako bodovo dotovaného testu dosiahnuť aspoň 60 bodov. Ako splnili uchádzači tieto kritériá ukazuje nasledujúca tabuľka.

Tab. 3.2 Úspešnosť uchádzačov v teste z matematiky a z cudzieho jazyka

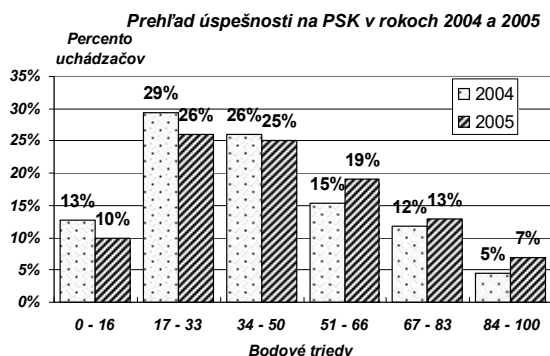
Údaje	Neuspel	Uspel	Celkom
Priemerný bodový zisk z matematiky	33,7	70,8	45,8
Priemerný bodový zisk z cudzieho jazyka	58,2	76,4	64,2
Počet uchádzačov	394	191	585
Percentuálne	67,35%	32,65%	100,00%

V porovnaní s rokom 2004, kedy na PSK uspelo 17,43% uchádzačov s priemerným bodovým ziskom z testu z matematiky 73,51 a z cudzieho jazyka 78,53 bodov, môžeme považovať 32,65% úspešných uchádzačov v roku 2005 za výrazne vyšší podiel študentov spĺňajúcich stanovené kritériá prijatia, ale s mierne nižším priemerným bodovým ziskom v oboch testoch. Podrobnejšie a objektívnejšie je úspešnosť uchádzačov, ktorí splnili v testoch z matematiky a cudzieho jazyka podmienky prijatia, viditeľná v grafe 3.3. Vidíme, že tvar Gaussovej krivky normálneho rozdelenia, ktoré sa pri bodovej škále hodnotenia výkonov študentov očakáva, je výrazne narušený skupinou 54 uchádzačov, ktorí síce podmienky prijatia v teste z matematiky splnili, no nedosiahli v ňom 60% úspešnosť, čo je hranica medzi nedostatočným a dostatočným výkonom na semestrálnej skúške na AOS. Je pozoruhodné, že ide prevažne o študentov, ktorí na štúdium buď neboli vôbec prijatí (z iných dôvodov ako nesplnenie hranice prijatia z matematiky a cudzieho jazyka), odišli z AOS ešte počas septembra (spolu ide o 38 študentov), resp. študenti, ktorí opakujú predmet Matematika 1, teda nedosiahli 60% úspešnosť v hodnotení počas semestra a na semestrálnej skúške (60 bodov) z matematiky (4 študenti). Teda iba 12 uchádzačov, ktorí uspeli na prijímacom teste z matematiky s hodnotením FX (úspešnosť nižšia ako 60%), zvládlo v 1. semestri predmet Matematika 1.



Graf 3.3 Histogram rozdelenia úspešných uchádzačov podľa bodového zisku na teste z matematiky a z cudzieho jazyka

Ak chceme porovnať, napriek nie celkom rovnakým podmienkam prijímacieho konania v rokoch 2004 a 2005, do akej miery uchádzači zvládli test z matematiky, pozrime sa na graf 3.4. Bodovú škálu testu sme rozdělili na 6 bodových tried a vidíme, že na prijímacích skúškach z matematiky zvládli uchádzači testy porovnateľne a v jednotlivých výkonnostných triedach sú rozdiely najviac $\pm 4\%$.



Graf 3.4 Prehľad percentuálneho zastúpenia uchádzačov v danom roku podľa bodového zisku v teste z matematiky

Ak teda vedomostná úroveň uchádzačov z matematiky bola v rokoch 2004 a 2005 porovnateľná, zostáva zodpovedať otázku, prečo zo 148 prijatých v roku 2004 do ukončenia skúškového obdobia 1. semestra odišlo 34 študentov (23%), kým v školskom roku 2005/2006 to bolo zo 120 prijatých len 13 študentov (necelých 11%). Zdá sa, že sa tu naplno prejavila platnosť elementárneho vzorca úspešnosti v štúdiu, ktorá je vždy súčinom schopností študenta a jeho motivácie.

Na dokreslenie nášho tvrdenia, že po oba roky boli uchádzači o štúdium na AOS porovnateľne vedomostne vybavení, ponúkame rozbor výsledkov psychodiagnostického vyšetrenia.

Tab. 3.5 Súvislosť medzi úspešnosťou uchádzačov v psychodiagnostickom teste a teste z matematiky

		Matematika		
PSD vyšetrenie	Udaje	Neuspel	Uspel	Celkom
Neodporúča	Počet uchádzačov	181	43	224
	Percento stĺpca	50,99%	18,70%	38,29%
	Percento riadku	80,80%	19,20%	100,00%
Odporúča	Počet uchádzačov	174	187	361
	Percento stĺpca	49,01%	81,30%	61,71%
	Percento riadku	48,20%	51,80%	100,00%
Celkom počet uchádzačov		355	230	585
Celkom percento stĺpca		100,00%	100,00%	100,00%
Celkom percento riadku		60,68%	39,32%	100,00%

Tabuľka 3.5 vypovedá o úspešnosti uchádzačov v psychodiagnostickom teste (ktorý je zameraný na hodnotenie osobnostných vlastností a predpokladov potrebných pre zvládnutie úloh profesionálneho vojaka) a v teste z matematiky (ktorého výpovedná hodnota je vo vedomostnej sfére, logickom myslení a zručnostiach nadobudnutých na strednej škole a potrebných pre vysokoškolské štúdium). Vidíme, že v 187 prípadoch je zhoda medzi úspešnosťou v oboch zložkách, kým obe kritériá nespĺňa 181 uchádzačov. Iba 43 respondentov, ktorí preukázali požadované vedomosti z matematiky, nebolo odporúčaných PSD vyšetrením. Naopak, v 174

prípadoch bol neúspech v teste z matematiky sprevádzaný potvrdením osobnostných daností vhodných pre kariéru profesionála OS SR.

Rozloženie uchádzačov podľa úspešnosti v teste z matematiky v kategórii neodporúčaných PSD vyšetrením je 80,80% neúspešných a 19,20% úspešných, kým v skupine odporúčaných PSD vyšetrením je 48,20% neúspešných a 51,80% úspešných, čo jasne dokazuje, podobne ako to bolo v roku 2004 (86,09% ku 13,91% a 58,02% ku 41,98%), že v PSD vyšetrení nie sú zahrnuté na relevantnej hladine komponenty testujúce študijné predpoklady respondenta, a že teda hodnotí v prevažnej miere schopnosti zhostiť sa profesionálnej vojenskej dráhy.

4. PRIJÍMACIE SKÚŠKY A ŠTUDIJNÉ VÝSLEDKY PRVÉHO SEMESTRA

Po skončení prvého semestra akademického roka 2005/06 sa môžeme pozrieť na koreláciu výsledkov prijímacích skúšok a dosiahnutých študijných výsledkov u 107 študentov, ktorí skončili 1. semester. Všetci študenti bakalárskeho štúdia mali spoločné dva predmety: matematiku a angličtinu. Tabuľka 4.1 obsahuje korelačnú maticu s korelačnými koeficientmi medzi premennými: prijímacia skúška z matematiky (PSM), prijímacia skúška z cudzieho jazyka (PSCJ), body z matematiky 1 na skúške v riadnom termíne (M1RTB), body z angličtiny na skúške v riadnom termíne (AJRTB).

Tab. 4.1 Korelačná matica

	PSM	PSCJ	M1RTB	AJRTB
PSM	1			
PSCJ	0,11	1		
M1RTB	0,39	0,23	1	
AJRTB	0,22	0,38	0,52	1

Z tabuľky vidíme veľmi slabú koreláciu medzi PSM a M1RTB (0,39) medzi PSCJ a AJRTB (0,38). Študenti študijných programov DSZ, ES mali spoločné ešte dva predmety: základy elektroniky a základy strojárstva. Pri hľadaní korelácií PSM a výsledkami týchto predmetov tiež existuje len veľmi malá štatistická závislosť. Sú to hodnoty menšie ako 0,16. Študenti študijného programu MAN mali predmet informatika, ale korelácia medzi PSM a výsledkami z informatiky je len 0,15. Z malých hodnôt korelačných koeficientov možno očakávať, že prognostická validita prijímacej skúšky z roku 2005 bude nízka. To však treba overiť sledovaním študijných výsledkov týchto študentov v dlhšom časovom období.

5. ZBIERKA PRÍKLADOV A ÚSPEŠNOSŤ ŠTÚDIA V 1. SEMESTRI

V snahe zabezpečiť transparentnosť prijímacej skúšky z matematiky zverejnila katedra Zbierku príkladov na prijímacie skúšky – MATEMATIKA [5] s približne 500 príkladmi, z ktorých boli zostavované testy. Na súbore 107 študentov, ktorí robili skúšku v prvom semestri sme zistili, že korelačný koeficient medzi PSM a M1RTB u 17 študentov, ktorí nepoužili zbierku v príprave je 0,448. U 35 študentov, ktorým zbierka podľa ich vlastného hodnotenia veľmi pomohla v príprave je 0,317 a u 55 študentov, ktorým zbierka pomohla čiastočne je tiež len 0,452. Ďalšiu informáciu o úlohe zbierky vidíme v tabuľke 5.1. Môžeme konštatovať, že preriešenie príkladov zo zbierky malo pozitívny vplyv na úspešné zvládnutie PSM, ale nepredikuje kvalitu študijných výsledkov z matematiky na AOS.

Tab. 5.1 Úloha zbierky v príprave na prijímacie skúšky

zbierka v príprave	počet	priemer PSM	priemer M1RTB
výrazne pomohla	35	81,8	60,2
čiastočne pomohla	55	72,3	60,0
Nepomohla	17	77,2	60,5

V. Burjan [4] zo spoločnosti, ktorá na komerčnom základe vykonáva aj prijímacie skúšky na vysoké školy a pripravila externú časť nových maturít, sa stavia proti zverejňovaniu podobných zbierok, lebo sa tým spochybňuje obsahová validita testu. Test sa v tomto prípade stáva v podstatnej miere testom pamäti, teda testujeme niečo iné, než chceme, t. j. test nie je validný na daný účel.

6. ZÁVER

Vzhľadom na poslanie AOS ako vysokoškolskej vzdelávacej ustanovizne, by mal byť prijímací proces orientovaný na výber takých uchádzačov, ktorí sú schopní zvládnuť nielen univerzitnú náplň štúdia, ale aj odbornú vysoko špecializovanú prípravu dôstojníka OS SR. Je to však úloha niekoľkoročného skúmania a časovej analýzy populácie študentov v jednotlivých nástupných ročníkoch bakalárskeho štúdia, aby sa objektívne vytvoril adekvátny model výberu vhodných adeptov na takto špecificky charakterizované štúdium.

Doterajšie sledovanie prijímacieho konania na AOS i výsledkov štúdia v bakalárskych smeroch po 1. semestri nám umožňuje urobiť tieto predbežné závery:

1. Musíme zdokonaľiť zber údajov, pretože do výskumu sa nedali zaradiť maturitné známky z matematiky a cudzieho jazyka, lebo neboli dostupné v podobe, ktorá umožňuje rozsiahle štatistické skúmanie. Na výslednú známku z anglického jazyka má iste vplyv aj úroveň – náročnosť kurzu, ktorý študent absolvoval. Túto informáciu sme nemali k dispozícii.

2. Ťažisko prijímacej skúšky na AOS je vo vedomostných testoch z matematiky a cudzieho jazyka, ktoré testujú aktuálnu vedomostnú úroveň študentov. Nedávajú však odpoveď na otázku všeobecných študijných predpokladov pre štúdium na akejkoľvek vysokej škole. Testy študijných predpokladov skúmajú, aký má testovaný uchádzač vnútorný potenciál rozvinúť doterajšie vedomosti a zručnosti. Podľa literatúry študijná úspešnosť je v oveľa lepšej korelácii práve k testom študijných predpokladov než k overovacím testom výučby, ktoré sa bežne používajú aj v prijímacom konaní. To by mohla byť jedna z príčin nízkych korelačných koeficientov medzi prijímacími skúškami a študijnými výsledkami.

3. Prognostickú validitu prijímacej skúšky v našich podmienkach budú znižovať aj adaptačné problémy študentov po nastúpení na školu. Tejto problematike sa na AOS nevenuje dostatočná pozornosť.

4. Výkon študenta je určovaný aj jeho motíváciou pre zvolené štúdium a pre výkon zvoleného povolania. Na pracovnom seminári pedagógov AOS a pracovníkov MO SR po prijímacích skúškach v septembri 2004 bolo konštatované, že používané psychodiagnostické vyšetrenie hodnotí uchádzača ako vhodného (nevhodného) pre kariéru profesionálneho vojaka, ale nie dôstojníka. To dáva priestor pre hlbšiu spoluprácu s psychológmi pracujúcimi na psychodiagnostickom hodnotení uchádzačov.

Zoznam bibliografických odkazov

- [1] BURJAN, V., SUCHOMEL, P.: Princípy dobrého prijímacieho konania – Príručka pre vysoké školy. SGI, Bratislava, 2003.
- [2] KÔPKA, F. a kol.: Optimalizácia modelu prijímacej skúšky z matematiky na Vojenskej akadémii v Liptovskom Mikuláši, VA Liptovský Mikuláš, 2002.
- [3] RAFAJLOVIČOVÁ, R., ŠTULRAJTEROVÁ, M.: Skúšanie, testovanie a hodnotenie v edukačnom procese, ŠPÚ Bratislava 2002. ISBN 80-85756-67-6.
- [4] www.vysokaskola.sk/docs.other/Burjan_pre_SGI.pdf. Niektoré problémy súčasného modelu prijímania študentov na vysokoškolské štúdium v SR.

- [5] ONDIS, E. a kol.: Matematika - Zbierka príkladov na prijímacie skúšky, AOS Liptovský Mikuláš 2005, 2. vydanie. ISBN 80-8040-253-1.

Summary: The paper brings the analysis of entrance examination tests on mathematics that were used in 2005. The comparison of difficulty of various assignments was made by non-parametric technique – Kruskal-Wallis test for comparing the populations that requires no assumptions concerning the population probability distributions. Distinguish measure - discriminatory index and difficulty index of each test task was counted to support a reliability of our test database and to optimize its content. Contingency tables of applicants distribution according to secondary school types, sex and their achievement in tests are presented. Comparison of foreign language test and test on mathematics is made and distribution of point levels in mathematics tests in 2004 and 2005 as well. Correlation between psychological-diagnostic tests and tests of knowledge is discussed. Prediction value of entrance examination for student score in mathematics and English in the first term of study is summarized in a correlation table. Some problems in adaptation process are mentioned.

RNDr. Eva DROBNÁ, PhD.
doc. RNDr. Ferdinand CHOVAŇEC, CSc.
RNDr. Iveta MOLNÁROVÁ
RNDr. Emil ONDIS, CSc.
Katedra prírodných vied
Akadémia ozbrojených síl generála M. R. Štefánika
Demänová 393
031 01 Liptovský Mikuláš
Slovenská republika
E-mail.: drobna@aoslm.sk,
 chovanec@aoslm.sk
 imolnar@aoslm.sk
 ondis@aoslm.sk

UTVÁRANIE A ZMENY ŠTÝLOV UČENIA ŠTUDENTOV AKADEMIE OZBROJENÝCH SÍL GENERÁLA M. R. ŠTEFÁNKA V LIPTOVSKOM MIKULÁŠI

FORMING AND CHANGING TEACHING STYLES TO STUDENTS OF THE ACADEMY OF THE ARMED FORCES OF GENERAL M. R. ŠTEFÁNIK IN LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ

Pavol HAMAJ, Miroslav KMOŠENA

Abstract: The paper deals with the theoretical analysis and typology of styles of teaching to university students in general and their application for specific conditions of the educational process at the Academy of the Armed Forces of general M. R. Štefánik in Liptovský Mikuláš. It points to the importance of diagnostics as a starting point for rational interventions to the ways of preparation and teaching styles. It also includes partial suggestions and recommendations based on theoretical and methodological principles and the analysis of empirical data obtained in a survey. The recommendations are oriented to removal of the information deficiency concerning efficient study by means of propedeutics, works published and upgrading methodological preparation of teachers.

Keywords: teaching styles, typology, diagnostics of change, propedeutics.

1. ÚVOD

Študenti Akadémie ozbrojených síl generála M. R. Štefánika (ďalej len AOS) sú už druhý rok denne konfrontovaní s požiadavkami, nárokmi a starosťami svojej vysokoškolskej prípravy. Jedným z mnohých determinujúcich faktorov ich školskej úspešnosti sú aj konkrétne štýly učenia. Cieľom state je analyzovať niektoré problémy spojené s uplatňovaním štýlov učenia v podmienkach vojenskej vysokej školy aj prostredníctvom ich empirického skúmania, načrtnúť možnosti nielen ich diagnostikovania, ale zároveň aj ovplyvňovania štýlov učenia študentov jednak už pri vstupe do školy, ale aj v priebehu štúdia.

2. TEORETICKÉ PRÍSTUPY K ŠTÝLOM UČENIA

Mnohé pramene z oblasti pedagogickej, psychologickkej a sociologickej literatúry prezentujú nielen odlišné prístupy, ale uvádzajú aj viacero definícií a deskripcií štýlov učenia. J. Mareš [1] objasňuje štýly učenia ako subtilne transsituačné prejavy individuality človeka, predstavujúce jeho metakognitívny potenciál¹. Sú to postupy pri učení, ktoré jednotlivec v danom období preferuje, postupy jemu vlastné svojou orientáciou, motiváciou, štruktúrou, postupnosťou, hĺbkou, elaboráciou, flexibilitou. Vyvíjajú sa z vrodeneho základu, ale počas života jednotlivca sa (zámerne ale aj mimovoľne) menia a obohacujú. Človek ich používa

vo väčšine situácií pedagogického typu, relatívne menej závisle na obsahovej stránke učenia. Jednoduchšie povedané – štýly učenia sú individuálne osobitosti učenia sa študentov, charakteristické tým, že:

- vznikajú na vrodennom základe,
- sú to postupy vlastné žiakovi - príprava a plán učenia sa, prispôbovanie si učiva,
- uplatňuje sa pri nich metakognitívne učenie („viem ako sa mám učiť“),
- sú uplatňované v určitom období školskej dochádzky a menia sa,
- sú uplatňované aj v závislosti na charaktere učiva (predmetu, odboru) - napr. učivo konkrétne, abstraktné, teoretické, praktické),
- vedú k istému výsledku (zapamätanie, porozumenie, aplikácia),
- rozvíjajú sa spolupôsobením vnútorných a vonkajších podmienok (vplyvov), do určitej miery ich možno ovplyvňovať a meniť.

A. F. Gregorc [2] teóriu štýlov stavia na dimenzii vnímania a usporiadania. Vnímaním rozumie to, že každý človek má schopnosť prijímať informácie konkrétne (zmyslami) a informácie abstraktné (myšlienky); líšia sa však úrovňou ich spracovania - jeden lepšie ako iný pochopí a aj spracuje konkrétnu informáciu a pochopenie sprevádza i odlišný spôsob usporiadania, utriedenia. Niektorí jednotlivci prijaté informácie usporiadajú sekvenčne, lineárne – „jedno za druhým“, iní náhodne, nelineárne, holisticky – „v logických skokoch“. Z kombinácie vnímania a usporiadania potom možno odvodiť štyri učebné štýly:

1. Konkrétne-sekvenčný štýl – uprednostňuje konkrétne informácie spracované sekvenčným spôsobom. Študent s týmto štýlom sa najradšej učí,

¹ Predponou „meta“ býva označovaný jav vyššieho radu oproti koreňu slova (napríklad metakognitívny znamená „poznávajúci ako prebieha poznanie“, „metaučenie“ znamená „učiť sa, ako sa učiť“).

- keď sú informácie sprostredkované systematicky a keď sú dopĺňané aj praktickou aplikáciou a činnosťou.
2. Abstraktno-sekvenčný štýl - uprednostňuje abstraktné informácie a sekvenčné usporiadanie. Študent s týmto štýlom je schopný logicky uvažovať, zaujímať stanoviská, hodnotiť učivo a podobne.
 3. Abstraktno-nelineárny (náhodný štýl) – preferuje abstraktné informácie, ale spracúva ich paralelným, holistickým spôsobom, medzi informáciami sú rôzne „prepojenia“. Študent s týmto štýlom má značnú predstavivosť, hýri nápadmi, ale chýbajú mu „organizačné schopnosti“ využiť všetko, čo vie.
 4. Konkrétne-nelineárny (náhodný) štýl – konkrétne informácie spracúva celostným spôsobom. Študenti s týmto štýlom učenia s obľubou riešia problémy, intuitívne dospievajú k riešeniu, ktoré niekedy ani nevedia vysvetliť a zdôvodniť.

Pri podobnej diferenciácii J. Mareš [1] typologizuje štýly učenia, ktoré „vychádzajú zo žiaka“, teda predovšetkým z jeho motivácie, z jeho zámerov ale aj výsledkov učenia. Ide o:

1. Štýl vychádzajúci z povrchného prístupu k učeniu – možno ho charakterizovať ako „učenie pre učenie“. Študent sa učí len preto, aby splnil základné požiadavky, ktoré sú na neho kladené. Výsledkom sú povrchné vedomosti, nepreniknutie do podstaty učiva, izolovanosť vedomostí a podobne.
2. Štýl opierajúci sa o utilitaristický (vypočítavý) prístup k učeniu – možno ho charakterizovať ako „učenie pre efekt“ (pre účinok). Študent sa učí nie zo záujmu, ale preto, aby dostal dobré známky, aby sa stal stredobodom pozornosti, aby upútal a podobne. Je to prispôsobivý typ žiaka - u náročnejšieho učiteľa sa učí podrobnejšie, precíznejšie, u benevolentného sa učí povrchnejšie.
3. Štýl založený na „hlbokom“ prístupe k učeniu vychádza zo skutočného záujmu, žiak sa učí preto, aby učivo pochopil, má oň záujem. Študenti pri tomto štýle sa učia týmito postupmi:
 - operačným (postupným) učením - je to systematické učenie „krok za krokom“, so snahou porozumieť učivu a podobne. Študenti venujú pozornosť faktom, ale menej pozornosti venujú všeobecným princípom, problémom pre nich môže byť zovšeobecňovanie;
 - globálnym (súhrnným) učením - snaha o pochopenie všeobecných princípov a o integráciu osvojených poznatkov. Niekedy dochádza k unáhľeným a nesprávnym zovšeobecneniam;
 - pružným učením - žiak si najskôr utvorí plán, akúsi „kostru“, osnovu a potom sa podobne učí, venuje detailom. Toto možno považovať za

správny prístup, pretože vedie k hlbokému osvojeniu si učiva, žiak chápe súvislosti aj v rámci interdisciplinárnych vzťahov, vie učivo aplikovať v rôznych situáciách a podobne.

G. Pike a D. Selby [3] hovoria o štýloch podľa toho, čo študent pri učení preferuje vnímanie zmyslami, alebo rozumovú úvahu a či dáva prednosť aktívnemu experimentovaniu, alebo reflexnému pozorovaniu. Na základe tohto potom diferencujú a typologizujú študentov na nasledujúce typy:

1. novátor – vo všetkom hľadá zmysel, tvorivo sa stavia k riešeniu problémov, učivo ho zaujíma, vyhovuje konkrétne vnímanie skutočnosti;
2. analytik – vo všetkom hľadá zmysel a informácie „vyhodnocuje“ kritikou (čo je dobré, čo je zlé), v učive „hľadá“ fakty, vyhovuje mu abstraktné vnímanie informácií ;
3. praktik – sa zaujíma, ako veci fungujú, ako navzájom súvisia, chce vedieť, ako sa dajú využiť osvojené poznatky a preto rád experimentuje;
4. študent dynamický – obľubuje zmeny, má sklony k improvizovaniu a riskovaniu, je „neposedný“, vyniká pružnosťou rozhodovania a podobne.

Odborné pramene uvádzajú okrem rôznych prístupov ku klasifikácii štýlov učenia aj otázky vzťahu štýlov učenia a ontogenézy človeka, kľúčových zložiek štýlov učenia, učebných stratégií, schopností a ďalších častí štruktúry osobnosti študenta a jeho štýlu učenia.

Vplyv na uplatňovanie konkrétneho typu štýlu učenia majú tiež motivácia a ciele učenia, podmienky učenia, spôsoby skúšania a hodnotenia, konkrétne učebné situácie a mnohé ďalšie faktory. Z toho vyplýva, že štýl učenia študenta sa nemusí zhodovať s názormi, postojmi, či očakávaniami učiteľa, z čoho potom pramenia aj „nehody“ medzi učiteľom a študentom, kritika študentov, že sa neučia, že dostatočne neovládajú učivo a podobne, s čím sa v praxi stretávame pomerne často.

3. EMPIRICKÉ POZNATKY O ŠTÝLOCH UČENIA ŠTUDENTOV AOS

V systéme rezortného školstva sa predmetnej problematike geneticky aj reálne venovala len malá pozornosť. Išlo spravidla viac o ponuku určitých techník samostatného učenia pre študentov na rôznych stupňoch vzdelávania zo strany pedagogického zboru, ako diagnostiku a možnosti ovplyvňovania štýlov učenia. V podmienkach AOS je situácia porovnateľná. Proces diagnostikovania štýlov učenia študentov založený na kombinácii rôznych metód (napríklad pozorovanie, analýzy produktov, rozhovor, dotazníky) nie je komplexne prepracovaný a využívaný.

Vzhľadom na to, že príprava profesionálnych vojakov na bakalárskom stupni je v počiatkoch a skúsenosti pedagógov so študentmi tohto typu štúdia sú zatiaľ skromnejšie, rozhodli sa autori získať komplexnejšie empirické poznatky formou prieskumu. Zúčastnilo sa ho 82 študentov dnešného druhého ročníka pri ukončení 2. semestra (100%). Respondenti výberom ponúknutých možností v desiatich otázkach dotazníka vyjadrili svoje prístupy k učeniu sa z hľadiska času, podmienok aj štýlov.

Pozoruhodné sú aj výsledky v oblasti zámerov a prístupov študentov k učeniu, kde takmer dve tretiny (64,63 %) respondentov udáva „snahu len absolvovať daný predmet, vyhnúť sa neúspechu“, záujem o učivo a jeho dôležitosť pre vojenskú profesiu uviedla viac ako štvrtina opýtaných. Získanie čo najlepších známok uvádza 8,53 % respondentov (Tab. 1).

Tab. 1 Prístupy študentov k učeniu

Prístup študentov k učeniu je založený na:	%
snahe len absolvovať daný predmet, vyhnúť sa neúspechu	64,63
záujme o učivo, jeho dôležitosť pre vojenskú profesiu	26,82
získanie čo najlepších známok	8,53
Spolu	100

Iba približne jedna tretina študentov (34,14 %) sa učí so zámerom skutočne porozumieť učivu, splniť požiadavky učiteľa reprodukováním učiva 13,41 %. Pomerne veľká časť - viac ako polovica študentov (52,43%) sa učí so zámerom uspieť akýmkoľvek spôsobom, len aby prešli do ďalšieho semestra (Tab. 2).

Tab. 2 Zámery študentov v učení

Mojim zámerom v učení je:	%
splniť požiadavky učiteľa reprodukováním učiva	13,41
skutočne porozumieť učivu	34,14
uspieť akýmkoľvek spôsobom, len aby som prešiel	52,43
Spolu	100

Je pozoruhodné, že v oboch tabuľkách položky s najvyšším percentuálnym zastúpením (64,63 % aj 52,43 %) predstavujú aké druhy zámerov a prístupov, ktoré sú pre efektívnosť vzdelávacieho procesu a konečnú spokojnosť subjektu i objektu vzdelávania najmenej prijateľné.

Tab. 3 Spôsob práce s poznámkami

Poznámky z prednášok pri učení:	%
ponechávam v nezmenenej podobe	51,21
upravím pre svoje potreby	25,60
doplním o výpisky z povinnej a odporúčanej literatúry	2,43
získavam informácie od spolužiakov, príp. z konzultácií	20,73
Spolu	100

Obdobné výsledky boli zistené aj v oblasti práce s poznámkami. Viac ako polovica študentov (51,21 %) študentov ponecháva poznámky v podobe, v akej ich zachytili na prednáškach, iba štvrtina ich upravuje podľa svojej potreby, iba jedna pätina využije pre získanie ďalších informácií zdroje od spolužiakov a konzultácie. Len každý štyridsiaty študent (2,43%) si doplní poznámky aj o výpisky z povinnej a odporúčanej literatúry (Tab. 3).

O niečo priaznivejšie výsledky skúmania sme zistili a vyhodnotili v oblasti sústredenia úsilia študentov pri učení na jednotlivé segmenty obsahu učiva. Je pozitívne, ak väčšina opýtaných (54,12 %) sa pri učení sústreďuje na skúmanie dôkazov, hľadanie súvislostí, spájanie myšlienok, čo podľa vyššie uvedenej typologizácie predstavuje istú syntézu typov študenta analytika a praktika [3]. V podmienkach vojenskej vysokej školy práve takáto kombinácia nie je zlou, naviac ak iba 14,63 % respondentov uvádza, že sa pri učení sústreďuje len na izolované úlohy a fakty. Dve pätiny (40,24 %) však uvádzajú, že pri učení využívajú najmä to, čo vedie k najlepším známkam. Toto zistenie môže byť pozitívne iba vtedy, ak systém hodnotenia čo najvernejšie odráža skutočné vedomosti študentov (kriteriálne testy, testy absolútneho alebo relatívneho výkonu).

Tab. 4 Sústredenost' na zložky obsahu učiva

V procese samostatného učenia sa sústreďujem:	%
na izolované úlohy, fakty	14,63
na skúmanie dôkazov, hľadanie súvislostí, spájanie myšlienok	54,12
využívam to, čo vedie k najlepším známkam	40,24
Spolu	100

Dôležitosť samostatnej prípravy študentov pre efektívnosť vzdelávacieho procesu je zrejmá. Študenti však pociťujú deficit informácií o tom, ako efektívne študovať na vysokej škole. Viac ako polovica študentov sa vyjadrila, že o tom, ako účinne a efektívne študovať na tejto škole ich nik neinformoval (51,21 %), takmer štvrtina uvádza, že ich informovali priebežne učitelia počas 1. a 2. semestra, viac ako jedna pätina (21,95 %) prevzala

informácie od starších spolužiakov (zrejme od študentov piateho ročníka dobiehajúceho inžinierskeho štúdia) a 2,43 % uviedlo možnosť „iné zdroje“, kde konkretizovali vlastnú skúsenosť, neúspech iných a média (Tab. 5).

Tab. 5 Informovanosť o účinnom spôsobe štúdia

O tom, ako mám efektívne študovať na tejto škole (spôsoby, techniky, štýly učenia, využívanie podmienok) ma:	%
nikto neinformoval	51,21
informovali priebežne učitelia v 1. a 2. semestri	24,39
som sa dozvedel od starších spolužiakov	21,95
som sa dozvedel z iných zdrojov (uved' akých) - vlastná skúsenosť, neúspech iných, média	2,43
Spolu	100

Získané empirické poznatky - napriek svojmú obmedzeniu čo do zložitosti i rozsahu - nás oprávňujú vyvodiť niektoré čiastkové závery, návrhy aj odporúčania pre zefektívnenie vzdelávacieho procesu v podmienkach AOS.

5. NÁVRHY A ODPORÚČANIA

Aj keď rešpektujeme názor, že štýly učenia sú zložitou vnútornou premennou, teoretické, ale aj nami získané empirické poznatky ukazujú na potrebu určitej vonkajšej regulácie štýlov učenia študentov AOS. Základným východiskom pre cielené, premyslené, individualizované zásahy do priebehu učenia z pozície študenta samotného, ale najmä zo strany jednotlivých učiteľov či vedenia školy je diagnostika štýlov učenia študentov. Ide o uvedenie si toho, čo je v štýle učenia študenta funkčné a čo dysfunkčné.

J. Mareš [1] vymedzuje celý rad predpokladov pre riadené zmeny štýlu učenia študentov a zdôrazňuje, že škola musí svojou koncepciou umožniť študentom, aby sa naučili, ako sa majú učiť. Príkladom môže byť aj zaradenie určitého propedeutického modulu prípravy kadetov v čase, kedy ešte naplno neprebíha vysokoškolské vyučovanie.

Termín „propedeutika“ [4] vznikol spojením gréckych slov (pro = pred, paideutiké téchné = umenie výchovy) a používa sa vo význame úvodného štúdia k vednej disciplíne alebo odboru, potrebného pre ďalšie, hlbšie štúdium tejto vedy (odboru). Najčastejšie zahŕňa vysvetlenie obsahu a rozsahu, základných pojmov a vybraných metodických aj metodologických poznatkov.

V minulosti bola propedeutika vyučovacím predmetom v najvyšších triedach gymnázií a aj v prvých ročníkoch filozofických fakúlt; na gymnáziách bola

prítom do propedeutiky zaradená aj psychológia spolu s logikou.

Určité segmenty propedeutického modulu je možné personálne i časovo realizovať aj v podmienkach AOS. Okrem častí už uvedenej psychológie a logiky to môže byť propedeutická príprava obsahovo zameraná na riešenie otázok typu: ako účinne študovať na vysokej škole, aké sú podstatné rozdiely v štúdiu na stredných školách a vysokých školách, ako pracovať s teoretickými zdrojmi, ako si zostaviť plán učenia, ako prispôbiť prostredie pre samostatné štúdium, aké sú výhody alebo nevýhody niektorých techník samoučenia a podobne. Adaptačný proces so svojimi osobitosťami pre vojenské vysoké školy v prvom semestri štúdia vytvára k tomu ideálne podmienky.

Pozitívnu rolu v tomto procese môže zohrať spracovanie a následné publikovanie série článkov do školského periodika, prípadne vydanie jednorazovej kompaktnej študijnej pomôcky s touto problematikou v tlačenej či elektronickej podobe.

Jednou z možností, ako motivovať študentov k efektívnej príprave, je zvyšovanie záujmu o učivo a odbor na základe posilnenia aplikačnej roviny jednotlivých predmetov do výkonu ich budúcej profesie. V rámci metodických príprav katedier AOS je dôležité sprostredkovať učiteľom poznatky o štýloch učenia [5], možnostiach aj hraniciach vonkajšieho riadenia učenia študentov. Nezabúdať pritom na skutočnosť, že každý intervenčný zásah do štýlu učenia konkrétneho žiaka musí byť koncipovaný tak, aby otváral priestor najmä pre autoreguláciu študenta a znižoval množstvo a intenzitu vonkajších zásahov.

6. ZÁVER

Efektívnosť vzdelávania študentov Akadémie ozbrojených síl generála Milana Rastislava Štefánika v Liptovskom Mikuláši determinuje celý rad externých aj interných činiteľov. Premyslená pedagogická regulácia, vrátane ovplyvňovania všetkých súvislostí procesu utvárania a zmien štýlov učenia študentov, je východiskom pre skvalitňovanie výchovno-vzdelávacieho procesu v AOS.

Zoznam bibliografických odkazov

- [1] MAREŠ, J.: Styly učení žáků a studentů. Praha, Portál, 1998.
- [2] GREGORC, A. F.: Style Delieator Research instrument. Columbia, Gregorc Associates, Inc. 1982.
- [3] PIKE, G., SELBY, D.: Globální výchova. Praha, Grada, 1993.

- [4] Kolektív: *Výchova a vzdelávanie dospelých*. Bratislava: Media Trade s. r. o., 2000. ISBN 80-080281-9.
- [5] MATIS, J.: *Profesionalizácia učiteľa a učiteľské povolanie*. In: *Zborník VVŠ PV Vyškov, 2/2003*, s. 175 -181.

Summary: The paper deals with theoretical analysis and teaching styles to university students in general and their application to specific conditions of educational process at the Academy of the armed forces of general M. R. Štefánik in Liptovský Mikuláš. It discusses the importance of diagnostics as a starting point for rational interventions into ways of training and styles of teaching to students. The third part interprets some of the results based on an empirical research (or just a survey) among 82 students of the current second year after they had finished the second term. The respondents answered ten questions and chose from the offered possibilities so that they expressed their approaches to the study from the standpoint of time, conditions and styles. At the same time, they expressed their opinion on how well they are informed about possibilities of changing the teaching styles and conditions which influence the rate of student's success at a university. The students expressed certain shortage in their knowledge of how to study at the academy efficiently and how to manage the transition from the high school style of studying to a university one. More than a half of students said that nobody had informed them about methods how to study efficiently (51,21 %), a quarter say that teachers had been informing them during the 1st and 2nd terms, more than one fifth (21,95 %) took over the information from older students (apparently from those who finish their engineer study) and 2.43 % answered „other sources“.

On the basis of theoretical and methodological starting points as well as analysis of the empirical data obtained in the research, the fourth part of the paper also contains partial proposals and recommendations. These are aimed at removing the information deficit concerning the efficient method of study by means of propedeutics, works publishing and improving methodological level of teachers. In conclusion, the authors state that the only solution for improving the quality of educational process at the academy of armed forces is a well-thought-out pedagogical regulation, together with influencing all interrelations of forming up and changing styles of instruction.

Pavol HAMAJ, PhD.
PhDr. Miroslav KMOŠENA, PhD.
Katedra humanitných a sociálnych vied
Akadémia ozbrojených síl generála M. R. Štefánika
Demänová 393
031 01 Liptovský Mikuláš
Slovenská republika
E-mail: pavol.hamaj@pobox.sk
kmosena@aoslm.sk

PROGRAM FUNDING IN RELATION TO PROPERTY PROCUREMENT WITHIN THE MINISTRY OF DEFENCE OF THE CZECH REPUBLIC

Petr MAREK, Alena LANGEROVÁ

Abstract: The program funding system in the Czech Republic does not have a long history. The program funding system was developed and implemented in the years 1994 - 2000. Within the Czech Republic defence department it has become one of the main instruments for property procurement. Currently mostly long-term tangible assets and long-term intangible assets are acquired through use of this system.

Keywords: program funding system, specific financial resources, actions, projects, programs.

1. INTRODUCTION

Development of the program funding system (PFS) in the Czech Republic (CR) began in 1994. The program funding system (the pilot version of the system) was implemented in 2000 when Act No 218/2000 Coll. to regulate budgetary rules and the change of interrelated laws was approved and by the issue of its regulation to apply Act No 40/2001 Coll. on the state budget interest in funding programs of property renovation. During the period from 1994 to 2000, the Ministry of Finance of the Czech Republic was preparing the above-mentioned legal regulations and was assessing practical impacts of program funding application in co-operation with particular departments and chapters of the state budget that implemented the program funding system in the Czech Republic.

Program funding is formed by particular programs, i.e. by the programs of property renovation financed from public funds and state guarantee credits. The programs are determined by the budget prospective that is detailed in the program documentation and by the State Budget Act for a particular year in which binding indicators of the program are specified for a given year. The program includes individual actions and projects. An action is a part of a program controlled by a program manager of property renovation¹ to support the accomplishment of program objectives mentioned in the program documentation. A project is an action that conforms to the rules of project management in its preparation and implementation stages as determined by the program manager.

The Program Funding Information System (PFIS) administered by the Ministry of Finance is an

integral, extremely significant part of program funding. The CR Ministry of Defence (MoD) performs administration within its domain, i.e. for chapter 307 of the state budget – the MoD. The Program Funding Information System serves to record the data and information about programs of property renovation and about its particular projects and actions.

2. DEFINITION AND DESCRIPTION OF PROGRAM FUNDING IN RELATION TO PROPERTY PROCUREMENT

Program funding is a specific field of financing aimed at the procurement of property and services using public funds of the CR (chapters of the state budget of the MoD). The primary definition and description of program funding are given in the act² and the regulation³. These legal rules are further developed in internal normative acts (INAs) for use of the MoD of the CR.

The procurement of property and services within program funding is closely related to many other processes which are authorised by legislation and INAs of the MoD. These are e.g. orders issued by the Minister of Defence, guidelines and administrative orders.

Program funding includes the sphere of specific financial resources of the state budget intended for financing property renovation programs. The program documentation is a basis of the program funding system in the CR as well as in the CR MoD.

¹ A program manager of property renovation within the MoD is an authorized officer responsible for the efficient material and financial planning, implementation and evaluation and management of a program; for program prioritising; for the representation of a user when implementing acquisition needs, operating and other expenses and for the management of public funds and other state finances of a particular program.

2.1 Legislative framework of program funding

² Act No 218/2000 Coll. to regulate budgetary rules and the change of interrelated laws.

³ Regulation to apply Act No 40/2001 Coll. on the state budget interest in funding programs of property renovation.

The act and the regulation belong to the primary legislative acts regulating the sphere of program funding in the Czech Republic.

Within the CR MoD, program funding is elaborated using the basic normative acts as follows:

- Administrative order to support the implementation of program funding budgeted expenses within the MoD, file number: 51774-47/2003/DP-8201. Prague: Economic Section, January 12, 2004.
- Complement No 1 of the administrative order to support the implementation of program funding budgeted expenses within the MoD, file number: 5282-22/2004-8201. Prague: Economic Section, September 21, 2004. Further INAs of the CR MoD directly related to property procurement within the framework of program funding are as follows:
 - Administrative order to perform the changes of the budget in the chapter of the MoD in 2004, file number: 51539-25/2003/DP-8201. Prague: Economic Section, January 21, 2004.
 - Administrative order for budgeting within the MoD for 2005 and the development of the medium-term prospective for the state budget of chapter 307 – MoD for 2006 and 2007, file number: 51870-6/2003/DP-8201. Prague: Economic Section, April 29, 2004.
 - Order of the Minister of Defence No 2/2005, Acquisition of property and procurement of construction work and services against payment within the MoD, (MoD Bulletin, chapter 1/2005).
 - Administrative order to create and use finances of the reserve fund and funds received from insurance companies for losses of the MoD, file number 52372-1/2004/DP-8201. Prague: Economic Section, November 30, 2004.
 - Administrative order to develop and submit specifications for the procurement of property and services and for the execution of construction work within the MoD for the sphere of centrally defrayed expenditure, file number 51983-4/2003/DP-8201. Prague: MoD Economic Section, December 7, 2004

2.2 Chronology of procedures used in program funding

The following part of this text describes the chronology of activities and mutual relations of the entities concerned in property procurement for the MoD within the framework of program funding. For

greater clarity the text mentioned below is transformed to chart No 1: Simplified flowchart of program funding within the MoD of the Czech Republic.

The Program Structure of the MoD and the Medium-Term Plan of the MoD Activities and Development (hereinafter Medium-Term Plan) are basic documents for elaborating the documentation of property renovation programs. The Medium-Term Plan is divided into action and development programs and further into action and development subprograms that correspond to the programs and subprograms defined by the Program Structure of the MoD only in part.

The Medium-Term Plan is based on a concept⁴ that re-evaluates political-military ambitions, the intent to use the CR armed forces, the armed forces structure and redefines the tasks of the CR armed forces in the medium-term and long-term horizon.

The User Statement of Acquisition Needs (hereinafter user statement) and the User Study of Acquisition Needs (hereinafter user study) are other basic documents for the inclusion of demands to implement the purchase of property. The planning of property procurement is carried out on all levels of the planning process and from the professional viewpoint it is within the competence of specified property class administrators⁵. The property procurement requirements are prepared in the form of a user statement that serves for the primary identification of the need. The validity of a user statement will be assessed by superior levels (at tactical and operational level of control) which will offer comment and, subsequently, deal with the user statement within their competence or they will hand it over to the superior level.

Valid requirements are submitted to the Directorate of Logistic a Medical Support (Support and Training Force Command) which will satisfy the requirements using its own resources (in its competence) or elaborate a total requirement for particular property classes and hand it over to a particular property class administrator. The property class administrator in cooperation with commodity managers or, if need be, program managers will determine the order of priorities of user statements and develop a user study. Based on the user study the acquisition requirement will be included in the Medium-Term Plan.

⁴ The Concept of the CR Professional Army Build-Up and the Mobilization of the CR Armed Forces redesigned to the changed resource framework, file number V23764/2003-8764, Prague: MoD Defence Planning Section, November 13, 2003.

⁵ Designation of property class administrators is set by the Všeob-P-4 rule called Management of Property within the MoD, Prague: MoD, 2004, article 32.

The Medium-Term Plan is a basic document in the program documentation. Based on the Medium-Term Plan a budget estimate of the MoD chapter for a particular budget year and a medium-term budget prospective of the MoD chapter for next two years are developed. Within the framework of the Medium-Term Plan preparation, the planning of program funding (creating conditions for the program documentation development, investment plans of actions) is also implemented. At the same time, the expenditure survey for funding programs of property renovation and the database design of particular actions and projects are elaborated. The database includes the expected distribution of financial resources in the preparation and subsequent realization of actions (projects).

After the Medium-Term Plan is drawn up and the new programs documentation is developed, the Specification of Procured Property/Service (hereinafter specification) must be developed. The specification includes three parts as follows: general, text and commodity. The general part is elaborated by the program manager. The text and commodity parts are developed by the commodity manager⁶. In developing the specification, the program manager and the commodity manager start from the actual need for the commodities to be procured, the financial amounts and tasks set out in the Medium-Term Plan, the marketing survey, the marketing analysis and the feasibility study (if they have been developed).

Based on the Medium-Term Plan and specifications developed, the program manager elaborates the basic planning documentation of an action (project), i.e. action (project) investment plan including input and other data for the Acquisition Plan of Central Deliveries – a program funding part. The elaborated investment plan is approved by the overall program manager⁷ and sent by the program manager to a particular acquisition unit (a program user) for the next procedures.

After the receipt of the investment plan and specification the acquisition unit will assess the submitted documents in the light of their content and matter-of-factness and especially the feasibility of property procurement. Consequently, it will process the basic data for the issuance of the registration card and the approval of the contracting that it will send to a particular program manager.

The program manager will assess the basic data for the issuance of the registration card and the approval of the contracting. After the assessment of the materials sent he will prepare an application for the issuance of the registration card and the approval of the contracting including other prescribed documents and will send them to the overall program manager.

The overall program manager will assess the application for the issuance of the action registration card and the approval of the project contracting. Based on the presented input data he will make alterations in the PFIS database and will prepare an application for the issuance of the action registration card and the approval of the project contracting. Then he will send it to the Budget Department of the MoD Economic Section that is an accredited program manager of chapter 307 - MoD.

The Budget Department of the MoD Economic Section will assess the application from the viewpoint of the integrity and accuracy of the presented data and will issue the registration card⁸ and the approval of the contracting for the project⁹. The Director of the MoD Economic Section will submit both documents to the Deputy Minister of Defence for Economy to be approved. If the action (project) is financed in the form of an individually considered expenditure, the MoD Economic Section will ask the Ministry of Finance for the approval of the registration card issuance and the approval of project contracting.

After the issuance and approval of the registration card and the approval of the contracting, the MoD Economic Section will hand over the original copies of these documents to the overall program manager. He will hand over the original copies to the program manager and the program manager will hand them over to the acquisition unit.

On the basis of the received registration card and the approval of the project contracting the acquisition unit will initiate the issue of a public contract in conformity with the law¹⁰. After the public contract is let and the most appropriate candidate is selected, the acquisition unit will elaborate the basic data required for decision-making regarding participation, on the basis of

⁶ Commodity manager is an officer of the MoD organizational unit who, in his sphere of action, is responsible for planning the development of the CR armed forces from the viewpoint of operational capabilities required.

⁷ Overall program manager is an officer of the MoD who is responsible for effective, realistic and financial planning, realization, evaluation and efficient administration of an overall program, for overall program prioritizing in conformity with the Medium-Term Plan of the MoD Activities and Development, for the substitution of the program manager when acquisition needs required by the user are modified and for the public funds and other state finances management regarding a given overall program.

⁸ Under the provision § 5 of regulation No 40/2001 Coll.

⁹ Under the provision § 7 par. 2 of regulation No 40/2001 Coll.

¹⁰ Act No 40/2004 Coll. on public contracts.

which it will enter into a contract with a selected candidate. The acquisition unit will send the elaborated basic data (including the application for taking a decision on participation) to the program manager. The program manager will assess the submitted application for taking a decision on participation, will prepare the basic data for his sphere of action and will send it to the overall program manager. The overall program manager will enter the input data into the PFIS database, will prepare the basic data for his sphere of action and will ask the Budget Department of the MoD Economic Section for a decision on participation. The Budget Department of the MoD Economic Section will assess the submitted application for taking a decision on participation from the viewpoint of integrity and accuracy and will take a decision on participation¹¹. Then it will submit it for approval to the Deputy Minister of Defence for Economy. If the action (project) is financed in the form of an individually considered expenditure, the MoD Economic Section will ask the Ministry of Finance for the consent to taking a decision on participation.

Based on the issued decision on participation the acquisition unit will let a public contract with the selected candidate. Consequently, it will complete a form called Notice of public funds expenditure limit for authorizing financial resources to pay invoices received in a given year. The program manager will approve the submitted notice of expenditure limit and will send it to the Budget Department of the MoD Economic Section through the overall program manager. The Budget Department of the MoD Economic Section will approve the submitted notice of expenditure limit and forward it to the Funding and Accounting Department of the MoD Economic Section that will carry out the expenditure of financial resources on a particular delivery account. After completion of the action (project), the acquisition unit will develop the action final evaluation documentation and will submit it to the program manager. He will complete the final evaluation¹² and if he finds no breach of budgetary discipline, he will ask the Budget Department of the MoD Economic Section for the completion of the action final evaluation through the overall program manager. The Budget Department of the MoD Economic Section will assess the final evaluation documentation and, if there has been no breach of budgetary discipline, will conclude the final evaluation. If the action (project) is financed in the form of an individually considered expenditure, the Ministry of Finance will be asked to consent to the completion of the action (project) final evaluation.

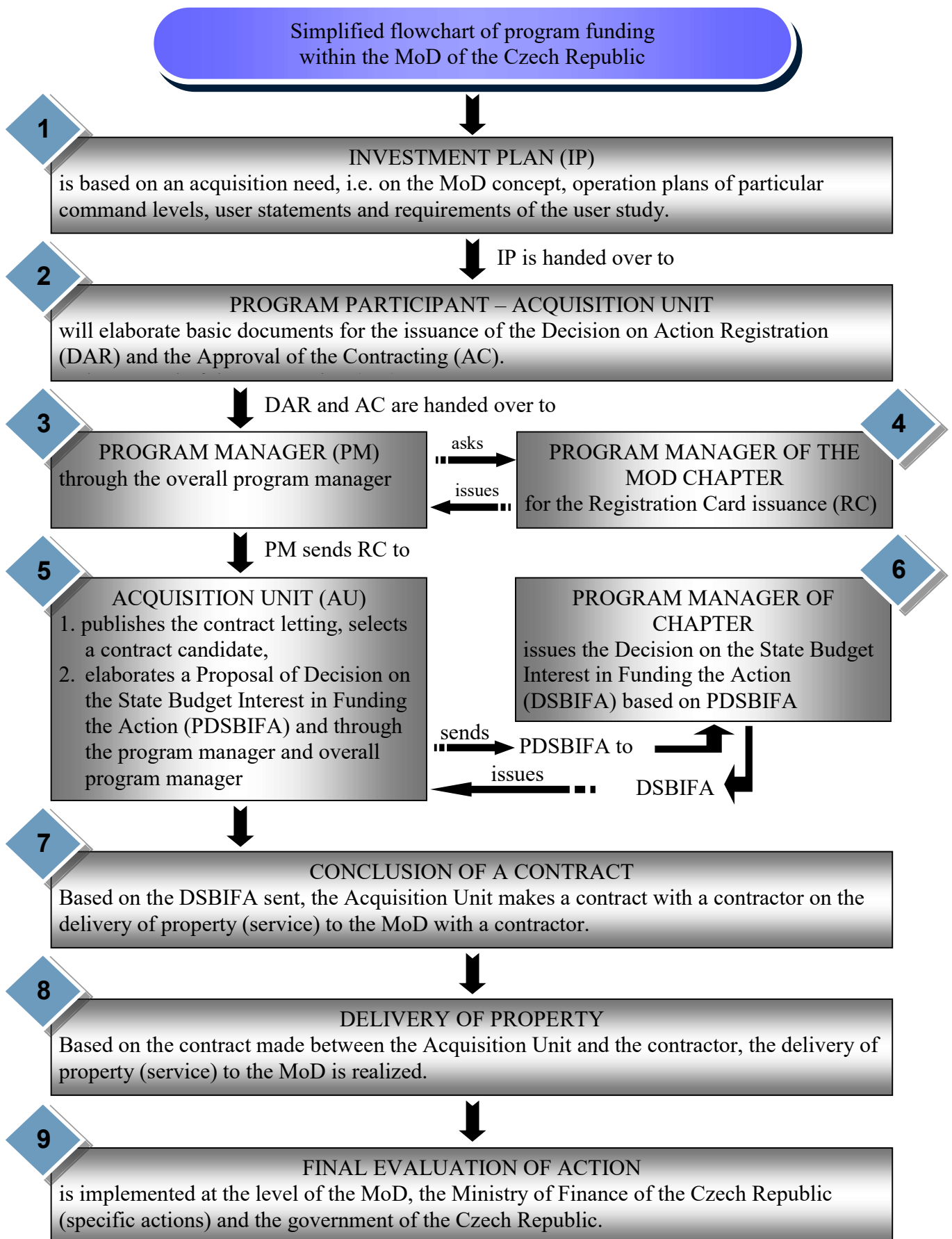
After its completion the program manager will develop a final report on the program¹³ and will send it to the Budget Department of the MoD Economic Section through the overall program manager. The Budget Department of the MoD Economic Section will submit the report on the program completion to the Ministry of Finance. As for the programs where the government approved the amount of participation from the state budget, the Budget Department of the MoD Economic Section will submit the information on the statement of account and the settlement of resources from the state budget to the government.

¹¹ Under the provision § 7 par. 4 of regulation No 40/2001 Coll.

¹² In conformity with § 8 of regulation No 40/2001 Coll.

¹³ In conformity with § 2 par. 4 of regulation No 40/2001 Coll.

Chart No 1: Simplified flowchart of program funding within the MoD of the Czech Republic.



3. CONCLUSION

Program funding in the MoD of the Czech Republic is one of the main instruments for state property procurement. Currently, it is mostly long-term tangible and long-term intangible assets. The future belongs to program funding. Most of expenditures (procurement of property and services) within the MoD will gradually be incorporated in program funding in the form of actions and projects.

The Program Funding Information System being a supra-departmental information system is a basic instrument of the program funding system. In this information system the records of data on the property renovation programs and their individual actions and projects are kept. At the same time, the information system serves as an instrument for financial planning at both the level of the Ministry of Finance and as well as in departments of government in the Czech Republic.

Program funding in the MoD is directly shared by the investor (program participant) as the lowest level, the program manager, the overall program manager and the MoD chapter program manager (the MoD budget chapter manager) as the highest level in the MoD of the Czech Republic.

In the MoD, expenditures on neither the whole program funding process nor its individual parts are kept under review. Only the expenditures on procurement of particular property (i.e. acquisition price, transport costs, costs related to the introduction of use in the MoD, etc.) are observed within the framework of program funding.

The entire program funding system is marked with an inability to respond to changes flexibly. A large number of subjects participating directly in the process is a serious problem of this system - which results in large waste of time of the preparation and completion of property procurement in program funding.

References

- [1] Act No 320/2001 Coll. On financial control in public administration and the change of interrelated laws (financial control in public administration).
- [2] Act No 218/2000 Coll. to regulate budgetary rules and the change of interrelated laws (budgetary rules).
- [3] Act No 40/2004 Coll. On public contracts.
- [4] Ministry of Defence. Administrative order to support the implementation of program funding budgeted expenses within the Ministry of Defence, file number: 51774-47/2003/DP-8201. Prague: MoD Economic Section, 2004.
- [5] Ministry of Defence. Complement No 1 of the administrative order to support the implementation of program funding budgeted expenses within the Ministry of Defence, file number 5282-22/2004-8201. Prague: Economic Section, 2004.
- [6] Ministry of Defence. Administrative order to develop and submit specifications for the procurement of property and services and for the execution of construction work within the MoD for the sphere of centrally defrayed expenditure, file number 51983-4/2003/DP-8201. Prague: MoD Economic Section, 2004.
- [7] Ministry of Defence. Administrative order to implement the Medium-Term Plan of the MoD Activities and Development for 2004 – 2009 to the program funding conditions, file number 50242/1/2003-1203/5. Prague: GS Perspective Planning Section, 2003.
- [8] Regulation of the Ministry of Finance No 40/2001 Coll. on the state budget interest in funding programs of property renovation
- [9] Order of the Minister of Defence No 42/2002, Organizing Financial Support and Management of Financial Resources within the MoD. (MoD Bulletin No 23/2002).
- [10] Order of the Minister of Defence No 2/2005, Acquisition of property and procurement of construction work and services against payment within the Ministry of Defence, (MoD Bulletin chapter 1/2005).
- [11] Všeob-P-4. Management of Property within the MoD. Prague: MoD, 2004.

pplk. Ing. Petr MAREK¹⁾

PhDr. Alena LANGEROVÁ²⁾

¹⁾ Department of Logistics

²⁾ Department of Languages

Faculty of Economics and Management

University of Defence

Kounicova 65

682 01 Brno

Czech republic

E-mail: petr.marek@unob.cz

alena.langerova@unob.cz

CRISIS MANAGEMENT AND SECURITY IN SIMULATION ENVIRONMENT

Pavel NEČAS - Stanislav SZABO - Pavel BUČKA

Abstract: This paper describes the problems of the crises management and security in simulation environment. For collective defense is important to carry out Article 5. Today's military operations in Bosnia, Kosovo, and Macedonia are not strictly NATO or EU-led, but include members of both organizations and partner nations. NATO-EU cooperation starts a revised NATO Strategic Concept, so is a common European-level approach to defense force structures. The Strategic Concept should reflect the realities. The Strategic Concept includes three Strategy Adjustments, which are described in chapters 6-8. A revised Strategic Concept should highlight the points described in chapter 7. By not adopting Combination Warfare into the Alliance's Strategy, NATO members may or may not restrict their ability to conduct successful offensive and defensive operations in the future.

Keywords: NATO, Article 5 missions, NATO-EU Cooperation, European Security, Defense Force Structures, Alliance Transformation, NATO Decision-Making Processes, Formal NATO Strategy, Secretary General, Strategic Concept.

1. INTRODUCTION

NATO must now respond to a broader spectrum of risks and threats than it did before. It needs residual capabilities to carry out Article 5 missions for collective defense, but it also requires expanded expeditionary capabilities to carry out non-Article 5 missions outside of member-state zones.

Alliance's Strategy from 1999 should provide a workable roadmap for what these specific capabilities should be, and what particular threats and risks they most likely will have to deal with. Unfortunately, this document does not provide a genuine threat and risks assessment, and therefore does not provide an adequately prioritized roadmap for expected NATO missions and objectives, and the possible ways of militarily meeting them. In other words, it is a highly generic document; it drifts too far away from discussions of "hard" military power towards largely political discussions of "soft" power. Now this tendency is either good or bad, depending on what you believe the ultimate purpose of the document should be. The argument here is that the Strategy should be a document that better balances its military role with its political role; that it should be specifically strategy-centered; and that it should spell out ways to streamline and improve NATO capabilities, both political and military. Without having this void-filling guidance, NATO members will not transform themselves sufficiently; they will just not be responsive enough to deal effectively, as an Alliance, with a growing number of asymmetric threats.

2. FORMALIZED NATO-EU COOPERATION

Today's military operations in Bosnia, Kosovo, and Macedonia are not strictly NATO or EU-led, but include members of both organizations and partner nations. The operations are therefore, at least to

a partial degree, ad hoc coalitions of the willing. Such coalitions have obvious benefits, including flexibility, but they also have negatives, including needless duplication of effort. NATO and the EU have made good overall progress in dealing with these types of problems, including the formal sharing of capabilities and planning functions. More needs to be done, however. NATO should add a European Security Committee to its organizational structure. This formal link would permit NATO-EU members and their partners to discuss, decide, and act upon transatlantic security issues more effectively. (As a matter of fact, this innovation would merely institutionalize what is already being done informally.) However, the discussants could also rescue themselves from grappling with particular issues if they felt it was politically necessary. Such an arrangement would thus permit closer NATO-EU cooperation, particularly in shaping and supporting each other's strategic visions, while also preserving everyone's freedom of action.

3. A EUROPEAN-LEVEL APPROACH TO DEFENSE FORCE STRUCTURES

If formal and expanded NATO-EU cooperation is a necessary starting point for a revised NATO Strategic Concept, so is a common European-level approach to defense force structures. Reforms in this area already include establishing professional, all-volunteer militaries; the increased out-sourcing of non-military activities; and the possible disbanding of military unions. These reforms, however, only represent half steps towards the ultimate question – Will there ever exist a Composite European Army? Some say "never," given the national sovereignty issues involved, and some say "without a doubt." The latter cite the incremental steps that have either occurred or represently underway, including the European Air Group

(which includes the United Kingdom, France, Germany, Italy, Spain, Belgium and others), a Czech-Slovak-Polish multinational brigade, which is fully operational and has a headquarters located in Slovakia, and a possible joint training school for Tiger helicopter pilots [1]. The next logical step after such functional clustering would be to replace several national armies with pan-European military capabilities, and finally to field a European Army as a key pillar of the North Atlantic Treaty [2]. Again, the political costs of this type of contextual change may seem exorbitant, but the financial and operational costs of not pursuing it may be even worse.

4. ADEQUATELY FUNDED ALLIANCE TRANSFORMATION

The political will in Europe to increase defense spending simply is not there. Most European countries continue to spend under 2% of their GDP on defense, which has led to major capabilities shortfalls over time. To begin rectifying this state of affairs, NATO members need to do three things. First, they need to develop a well-defined and commonly understood end-state for Alliance transformation. Without this particular vision, nations may be tempted to cut antiquated force structures without redirecting resources into needed transformational capabilities. Second, they should understand the true costs of transformation. The savings from cutting in-place forces will not be enough to pay for new (and needed) capabilities. These costs should therefore be identified and articulated up front, thus allowing national governments to plan for them in budgetary terms and to manage their political consequences more effectively. Finally, transformation requires the willing acceptance of risk on a number of fronts. These risks should be defined, articulated and accepted from the beginning, including the drawing down of large land armies that are no longer required for national territorial defense.

5. MODIFY NATO DECISION-MAKING PROCESSES

Finally, if NATO is to develop a Strategic Concept that provides substantive strategy - centered guidance, it needs to reflect a final contextual change – i.e., the Alliance needs to modify its decision-making processes so that they will help minimize the political impasses or outright paralysis brought about by increased member numbers. Basically, deliberately awkward decision-making that willingly sacrifices timeliness for comprehensiveness is not necessarily an advantage now. In a world of asymmetric intra-state conflicts, quick decisions and

actions have become key political and military requirements, especially against terrorists and other fluid, rapid, and flexible sub-state actors. Therefore, a judicious balance needs to be found within NATO between the desire for efficient military action in response to common threats and the need to ensure that all allied members have a chance to exercise consensus. Needed variants to current NATO decision-making could include the following:

- The “Threatened Ally” Rule, whereby any member nation (or combination of nations) has the right to request the preparation of operational planning options – without prior NAC political guidance and direction – if it sees a threat to its territorial integrity, political independence, or security.
- The “SACEUR Discretion” Rule, whereby the NAC delegates broad discretionary authority to SACEUR to prepare and update, as necessary, contingency operational plans for a broad range of possible NATO military missions.
- The “Coalitions within NATO” Rule, which would require unanimous approval for a “Committee of Contributors,” chaired by the Secretary General, to carry out operations on behalf of the Alliance as a whole.
- The “Voting System” Rule, whereby the NAC might break an impasse by authorizing a weighted voting process similar to the EU’s Qualified Majority Vote System (which currently applies only to non-military decision-making).
- And the “Membership Suspension” Rule, whereby members who violate common Alliance values and principles could be suspended, either temporarily or permanently, from the Alliance.

In closing this section, it is important to restate the obvious—context matters. A genuinely utilitarian Strategic Concept should both embody and reflect an improved context, at least in the above four areas. With these contextual changes and improvements properly in place, the Concept might then include the following three adjustments to Alliance strategy (Chapters 6-8), at a minimum.

6. ADOPT PREEMPTION AS A POSSIBLE NATO OPTION

There are four necessary components to winning the fight against terrorism and other asymmetric risks: leadership, persistence, focus and lethality [3]. However, these needed attributes for success require tools – as many tools as possible, including military preemption. The concept of preemption has obvious advantages – it helps define threats, thresholds, and

boundaries; it provides strategic focus; it potentially changes strategic mindsets; and it can coordinate differing approaches less than one galvanized will, among many other things. But to embrace preemption as a possible security option for NATO, member nations will have to ensure:

- It is legally and morally defensible.
- It has clear objectives.
- It has a high probability of success.
- It is proportional.

Most importantly, though, preemption must be part of a larger, more comprehensive strategy that includes all the elements of national and international power. It must support political, financial, information, legal, and law enforcement activities. It should not be an option of first resort or of last resort, but should be used according to well-defined thresholds and criteria. Meeting all the conditions for preemptive action will therefore be difficult for the Alliance; the risk of acting against a direct and imminent threat should always outweigh the risk of doing nothing. However, in the case of terrorist groups willing to use WMD, preemption may be the only option available for Alliance members, and therefore should be a highlighted element in a revised Strategic Concept.

7. REFINE THE NATO RESPONSE FORCE (NRF) CONCEPT

Preemption, prevention, active self-defense, *et al*, will require a wide range of military capabilities if they are to succeed, including a far-reaching NRF. A revised Strategic Concept should highlight the following points the NATO Response Force:

- The overarching goal of the NRF is to provide the common intelligence, targeting, planning, and command and control capabilities that currently distinguish U.S. military capabilities from European capabilities.
- The NRF should be used for shows of force, non-combatant evacuation operations, humanitarian relief/disaster relief functions, initial or even forced entry operations, stand-alone offensive or defensive joint operations, and perhaps “new” missions like theater missile defense, consequence management, and preemption.
- NATO members need to develop niche capabilities to contribute to the NRF. Acquiring these capabilities will be easier for those countries that are building their militaries from the ground up than for those who are trying to adapt inherited Warsaw Pact force structures.
- If the NRF is to succeed, it will require international-level training support (especially

for counter-terrorism operations), new multinational formations, an Alliance-level planning system, and a new system of NATO-level financing.

The answer to “will the NRF work?” is a resounding “maybe.” Many look to the Response Force as a last chance for NATO to transform itself into the relevant organization that keeps both sides of the Atlantic interested in the Alliance. Its success or failure will be determined by the nations that ultimately provide not only the funding for such a force, but also the personnel needed to make the NRF a reality. The Strategic Concept should reflect the above realities.

8. ADOPT COMBINATION WARFARE AS A FORMAL NATO STRATEGY

Finally, there is the question of a formal strategy for NATO itself. There are those who believe that any strategy would be an unneeded encumbrance; it would deprive Alliance leaders of the necessary “wiggle room” they need to improvise their way through assorted crises. This unfortunately is “old think.” It refuses to account for an inconvenient fact – the NATO Alliance will increasingly confront faceless, modular, unpredictable and asymmetric foes. They are borderless and transnational. They prefer to employ hybrid, multi-dimensional means, including Industrial Age or late-Cold War military equipment, ballistic and cruise missiles, weapons of mass destruction (and disruption), limited stocks of precision weapons, growing anti-access capabilities, and an expanding capability to conduct global-level cyber warfare. To combat these troublesome new realities, NATO needs to embed a relevant and overarching security strategy within its Strategic Concept – Combination Warfare [4].

The tools or types of conflict may or may not be already familiar to us, but what is certainly new is the potential ability of NATO commanders, while working in concert with EU and national-level agencies or organizations, to mix and match them in unprecedented ways. In short, Combination Warfare may provide NATO with a viable overarching strategy for the future. As a strategy, it can operate in virtually all significant spheres of human activity, and as just illustrated, it can rely on above-military, military, and non-military means to prevent, localize, or neutralize asymmetric threats. (By above-military forms of war we mean conducting “combat” in broad and militarily unfamiliar domains of human activity. By non-military forms of war we mean more narrowly defined domains where we have conducted “military” operations before, even if in abbreviated ways.)

As the above paragraph hints at, the key to Combination Warfare is bundling – i.e., to defeat or de-fang shadowy foes, those who practice Combination Warfare should mix and match various types of war in modular fashion. These 29 types of war are basically Lego pieces that commanders can use to construct any type of operation that they see fit. (In this sense then, Combination Warfare truly is “Lego Warfare.”) Additionally, the level of emphasis given to each piece could (and should) change over time. A particular combination of pieces may be vital in an anti-terror campaign for X amount of time, but their importance may wane given new intelligence or developments. Therefore, as circumstances change, so should the pieces of the “jigsaw puzzle” or “mosaic” that make up Combination Warfare, and so should the relative weight of the pieces themselves.

9. CONCLUSION

Now all concepts are attractive on paper. It's their actual implementation that makes or breaks them, and Combination Warfare is no exception. If NATO ultimately decides to adopt a flexible strategy that truly reflects the unprecedented interpenetration of civil and military activities in modern conflicts, then it should implement the following reforms, as argued in Combination Warfare: A New NATO Strategy for the Asymmetric Risks and Challenges of the 21st Century:

- Designate an Assistant Secretary General for Combination Warfare. He or she should be directly answerable to the Secretary General for the codification and adaptation of this concept into NATO strategic planning.
- Adjust the focus and mandate of the current Political-Military Integration Group and task it to develop a NATO Combination Warfare strategy that is populated with specific principles and details.
- Integrate at least portion of the International Staff and the Military Committee Staff together so they can seamlessly and holistically guide and support the work being done by the Political-Military Integration Group.
- Modify and update current NATO documents to reflect the seminal importance of Combination Warfare in shaping and directing the development of a comprehensive set of capabilities for future NATO use.
- Create a Combination Warfare Global Strike Task Force manned both by military and civilian personnel. The civilian contributors to this task force would come from foreign and financial ministries, externally and internally-

focused law enforcement organizations, academic institutions and other fields, agencies, and organizations.

- Establish Combination Warfare Operations Centers for specific regions of NATO. Alliance planners could pattern them after current Combined Air Operations Centers, but obviously with a wider population of civilian and military analysts who would conduct significantly broader operations, both vertically and horizontally, than NATO has ever done before.
- Organize, fund, and man a Combination Warfare Development Center that would build generic, pre-existing targeting kits, simulation tools, software programs, etc., needed to conduct a Combination Warfare campaign. Members of this center could also provide initial training for those who join the cadre of Combination Warriors assigned to the new Task Force(s) and Operation Centers.

By not adopting Combination Warfare into the Alliance's Strategy, NATO members may or may not restrict their ability to conduct successful offensive and defensive operations in the future. But there is one thing they can count on – asymmetric adversaries are themselves preparing for this form of warfare at this time.

References

- [1] BASTIEN, D., BECHER, K.: Transforming NATO Forces: Spending More Wisely, in Transforming NATO Force from European Perspectives. The Atlantic Council of the United States, 2003, p. 56.
- [2] MROZIEWICZ, R.: Enlargement and the Capabilities Gap, in Transforming NATO Forces from European Perspectives. The Atlantic Council of the United States, 2003, p. 89.
- [3] CORDESMAN, A., BURKE, A.: Defending America, Redefining the Conceptual Borders of Homeland Defense, Center for Strategic and International Studies, 19 September 2001.
- [4] FABER, P.: A New NATO Strategy for the Asymmetric Risks and Challenges of the 21st Century, Essays by Senior Courses 100 and 101. NATO Defense College Essay Series No. 4, Rome, 2003, p. 13-47.

doc. Ing. Pavel NEČAS, PhD.¹⁾

doc. Ing. Stanislav SZABO, PhD.²⁾

doc. Ing. Pavel BUČKA, CSc.³⁾

¹⁾ NATO Defense College Faculty Advisor in Rome

²⁾ Technical University in Košice

Rampová 7

041 21 Košice

Slovak republic

E-mail: stanislav.szabo@tuke.sk

³⁾ The Academy of the Armed Forces

of general M. R. Štefánik

Demänová 393

031 01 Liptovský Mikuláš

Slovak republic

E-mail: bucka@aoslm.sk

TELESCOPING SERIES

Emil ONDIS, Ľubomír MYDIELKA

Abstract. The paper presents the necessary and sufficient condition of uniform convergence of series of rational functions, that ensures the existence of summation of so called functional telescoping series. In addition, some relations for the sums of telescoping series are proved.

Key words: telescoping decomposition, telescoping series, partial fraction decomposition.

1. INTRODUCTION

The notion "telescoping series" is almost unknown in our scientific literature. However, these series are taught to students at the beginning of courses in mathematical analysis. The above notion is used to denote the series $\sum_{n=1}^{\infty} u_n$ whose terms u_n can be expressed by two terms at least (often two successive ones) of a sequence $\{a_n\}_{n=1}^{\infty}$.

A typical example is the series

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n(n+1)} = \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n+1} \right).$$

The expression u_n by means of terms of sequence $\{a_n\}_{n=1}^{\infty}$ is called "telescoping decomposition". When calculating the partial summation in such a series, we can sometimes discover (and this is the only case when we may call this series a telescoping one) so called „telescoping character" of this summation: thanks to telescoping decomposition of the sequence terms, the majority of summands in partial summation will be deleted, which makes it possible to determine summation of the series ([1], [2]).

We know that the cognizance of certain series summations enables to determine summations of other series, and, in addition, some special summation cases lead to various, combinatorial identities in particular. Hence, these facts motivated us to write this article.

2. MAIN THEOREMS

In order to ensure the existence of summation for so called „functional telescoping series" (Theorem 2), we start with the following theorem which determines the necessary and sufficient condition of uniform convergence of such a series.

Theorem 1. Let $k \geq 2, l \geq 0$ be given integers and $r_1 \leq r_2 \leq \dots \leq r_k$ be arbitrary reals. Let

$$P(y) = \sum_{i=0}^l a_i y^i, a_l \neq 0 \text{ and}$$

$$Q(z) = b_k \prod_{i=1}^k (z + r_i), b_k \neq 0 \text{ be polynomials of}$$

real variables y and z with real coefficients. Let $d \in \mathbb{R}$ be such that $Q(x + n + d) \neq 0$ for every $n \in \mathbb{N}$ and $x \geq 0$. Then the functional series

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{P(x+n)}{Q(x+n+d)} \quad (1)$$

converges absolutely and uniformly on interval $\langle 0, \infty \rangle$ if and only if $k \geq l + 2$.

Proof. The number $d \in \mathbb{R}$ (from theorem) certainly exists. For example $d > -r_1 - 1$. Further, it is evident, that the polynomial $Q(z)$ can be written in the form $Q(z) = \sum_{j=0}^k b_j z^j$.

First, we will prove the sufficient condition. We will consider two cases: $l \geq 1, l = 0$ respectively. Let $k \geq l + 2, l \geq 1$. Then for every $n \in \mathbb{N}$ and $x \geq 0$ it holds

$$\begin{aligned} \left| \frac{P(x+n)}{Q(x+n+d)} \right| &= \frac{(x+n)^l}{|x+n+d|^k} \times \\ &\times \left| a_l + \frac{a_{l-1}}{x+n} + \dots + \frac{a_0}{(x+n)^l} \right| = \\ &\times \left| b_k + \frac{b_{k-1}}{x+n+d} + \dots + \frac{b_0}{(x+n+d)^k} \right| \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{(x+n)^{k-l} \left| 1 + \frac{d}{x+n} \right|^k} \times$$

$$\times \frac{\left| a_l + \frac{a_{l-1}}{x+n} + \dots + \frac{a_0}{(x+n)^l} \right|}{\left| b_k + \frac{b_{k-1}}{x+n+d} + \dots + \frac{b_0}{(x+n+d)^k} \right|}. \quad (2)$$

Since $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{|a_i|}{(x+n)^{l-i}} = 0$ for $x \geq 0$, $i = 0, 1, \dots, l-1$, then there exists $n_0 \in N$ such that for every $n > n_0$, $x \geq 0$, $i = 0, 1, \dots, l-1$ we have

$$0 \leq \frac{|a_i|}{(x+n)^{l-i}} < \frac{|a_l|}{l+1}. \quad (3)$$

Analogically $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{|b_j|}{|x+n+d|^{k-j}} = 0$ for $x \geq 0$, $j = 0, 1, \dots, k-1$ and so there exists $n_1 \in N$ such that for every $n > n_1$, $x \geq 0$, $j = 0, 1, \dots, k-1$ we obtain

$$0 \leq \frac{|b_j|}{|x+n+d|^{k-j}} < \frac{|b_k|}{2k}. \quad (4)$$

Finally, from $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{|d|}{x+n} = 0$ for $x \geq 0$ we get

that there exists $n_2 \in N$ such that for every $n > n_2$, $x \geq 0$ it holds

$$0 \leq \frac{|d|}{x+n} < \frac{1}{2}. \quad (5)$$

Let us denote

$$m = \max\{n_0, n_1, n_2\}. \quad (6)$$

Then from (2), with regard to (3) – (6), it follows that for every $n > m$, $x \geq 0$

$$\left| \frac{P(x+n)}{Q(x+n+d)} \right| \leq \frac{1}{n^{k-l} \left(1 - \frac{|d|}{x+n} \right)^k} \times$$

$$\times \frac{|a_l| + \frac{|a_{l-1}|}{x+n} + \dots + \frac{|a_0|}{(x+n)^l}}{|b_k| - \frac{|b_{k-1}|}{x+n+d} - \dots - \frac{|b_0|}{x+n+d}^k} \leq$$

$$\leq \frac{1}{n^{k-l} \left(\frac{1}{2} \right)^k} \times \frac{|a_l| + l \frac{|a_l|}{l+1}}{|b_k| - k \frac{|b_k|}{2k}} <$$

$$< 2^{k+2} \left| \frac{a_l}{b_k} \right| \frac{1}{n^{k-l}} = \frac{A}{n^{k-l}}, \quad (7)$$

where $A = 2^{k+2} \left| \frac{a_l}{b_k} \right| > 0$.

With regard to the assumption ($k \geq l+2$), the series $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{A}{n^{k-l}}$ converges. Therefore according to the comparison test the series $\sum_{n=1}^{\infty} \left| \frac{P(x+n)}{Q(x+n+d)} \right|$ converges too for $x \geq 0$, hence the series (1) converges absolutely and uniformly on interval $\langle 0, \infty \rangle$.

The principle of proof in the case $l=0$ is identical with the previous one. Therefore we will not present it. Of course, the relation (3) is not valid and the number m in the relation (6) is equal to $m = \max\{n_1, n_2\}$ in this case.

Now we will prove the necessary condition. Let the series (1) converges absolutely and uniformly on interval $\langle 0, \infty \rangle$. Then for every $x \geq 0$ it holds

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{P(x+n)}{Q(x+n+d)} \right| = 0. \quad (8)$$

From (8) and (2) it is evident, that $k-l > 0$, i.e. $k > l$. There are only two alternatives: $k = l+1$ or $k > l+1, l \geq 0$.

Let $k = l+1$. Then from (2) we have

$$\left| \frac{P(x+n)}{Q(x+n+d)} \right| = \frac{1}{(x+n) \left| 1 + \frac{d}{x+n} \right|^{l+1}} \times$$

$$\times \frac{\left| a_l + \frac{a_{l-1}}{x+n} + \dots + \frac{a_0}{(x+n)^l} \right|}{\left| b_{l+1} + \frac{b_l}{x+n+d} + \dots + \frac{b_0}{(x+n+d)^{l+1}} \right|}.$$

From here and with regard to (3) – (6) we get, that for every $n > m$ and $x \geq 0$

$$\left| \frac{P(x+n)}{Q(x+n+d)} \right| \geq \frac{1}{(x+n) \left(1 + \frac{|d|}{x+n} \right)^{l+1}} \times$$

$$\times \frac{|a_l| - \frac{|a_{l-1}|}{x+n} - \dots - \frac{|a_0|}{(x+n)^l}}{|b_{l+1}| + \frac{|b_l|}{|x+n+d|} + \dots + \frac{|b_0|}{|x+n+d|^{l+1}}} >$$

$$> \frac{1}{(x+n) \left(\frac{3}{2} \right)^{l+1}} \times \frac{|a_l| - l \frac{|a_l|}{l+1}}{|b_{l+1}| + (l+1) \frac{|b_{l+1}|}{2(l+1)}} =$$

$$= \left(\frac{2}{3} \right)^{l+2} \times \frac{|a_l|}{(l+1)|b_{l+1}|} \times \frac{1}{x+n} = \frac{B}{x+n}, \quad (9)$$

where $B = \frac{1}{l+1} \left(\frac{2}{3} \right)^{l+2} \left| \frac{a_l}{b_{l+1}} \right| > 0$.

It is evident that for $x \geq 0$ the series $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{B}{x+n}$ diverges. Therefore, according to the comparison test, the series $\sum_{n=1}^{\infty} \left| \frac{P(x+n)}{Q(x+n+d)} \right|$, for $x \geq 0$ diverges too which is a contradiction with assumption. Therefore $k > l+1$, $l \geq 0$, i.e. $k \geq l+2$.

Theorem 2. Let $r_1 < r_2 < \dots < r_k$, ($k \geq 2$) be arbitrary integers. Let $P(y)$, $Q(z)$ and d have the

same meaning as in theorem 1 and $k \geq l+2$. Then for every $x \geq 0$ it holds

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{P(x+n)}{\prod_{i=1}^k (x+n+r_i+d)} =$$

$$= \sum_{j=1}^{k-1} \left(A_j \sum_{t=r_j+1}^{r_k} \frac{1}{x+t+d} \right), \quad (10)$$

where

$$A_j = \frac{P(-r_j-d)}{\prod_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^k (r_i - r_j)}, \quad j = 1, 2, \dots, k. \quad (11)$$

Proof. Let us denote

$$f_n(x) = \frac{P(x+n)}{\prod_{i=1}^k (x+n+r_i+d)}$$

the n -th term of the

series (10) on the left and let $\{s_n(x)\}_{n=1}^{\infty}$ be its sequence of partial sums. Using partial fraction decomposition then $f_n(x) = \sum_{i=1}^k \frac{A_i}{x+n+r_i+d}$,

$A_i \in R$.

From here we get the identity

$$P(x+n) = \sum_{j=1}^k \left(A_j \prod_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^k (x+n+r_i+d) \right), \quad (12)$$

which, clearly, is true for every $x \in R$. From identity (12), as identity of two polynomials, it follows that

$$\sum_{j=1}^k A_j = 0. \quad (13)$$

If we put $x = -n - r_j - d$ ($j = 1, 2, \dots, k$) to the relation (12), we get the relation (11). Then

$$\begin{aligned} s_n(x) &= \sum_{p=1}^n f_p(x) = \\ &= \sum_{p=1}^n \left(\sum_{i=1}^k \frac{A_i}{x+p+r_i+d} \right) = \\ &= \sum_{i=1}^k \left(A_i \sum_{p=1}^n \frac{1}{x+p+r_i+d} \right). \end{aligned}$$

Using the substitution $t = p + r_i$, $i = 1, 2, \dots, k$, we have

$$s_n(x) = \sum_{i=1}^k \left(A_i \sum_{t=r_i+1}^{r_i+n} \frac{1}{x+t+d} \right).$$

By the reduction we obtain

$$\begin{aligned} s_n(x) &= \\ &= A_1 \left(\sum_{t=r_1+1}^{r_1+n} \frac{1}{x+t+d} + \sum_{t=r_k+1}^{r_1+n} \frac{1}{x+t+d} \right) + \dots + \\ &+ A_j \left(\sum_{t=r_j+1}^{r_j+n} \frac{1}{x+t+d} + \sum_{t=r_k+1}^{r_1+n} \frac{1}{x+t+d} + \dots + \right. \\ &\quad \left. + \sum_{t=r_{j-1}+n+1}^{r_j+n} \frac{1}{x+t+d} \right) + \dots + \\ &+ A_k \left(\sum_{t=r_k+1}^{r_k+n} \frac{1}{x+t+d} + \sum_{t=r_1+n+1}^{r_2+n} \frac{1}{x+t+d} + \dots \right. \\ &\quad \left. + \sum_{t=r_{k-1}+n+1}^{r_k+n} \frac{1}{x+t+d} \right). \end{aligned}$$

From here and with regard to (13), we get

$$s_n(x) = \sum_{j=1}^{k-1} \left(A_j \sum_{t=r_j+1}^{r_k} \frac{1}{x+t+d} \right) +$$

$$\begin{aligned} &+ \left(\sum_{j=2}^k A_j \right) \sum_{t=r_1+n+1}^{r_2+n} \frac{1}{x+t+d} + \dots + \\ &+ A_k \sum_{t=r_{k-1}+n+1}^{r_k+n} \frac{1}{x+t+d}. \end{aligned}$$

Clearly, for $n \rightarrow \infty$ it holds

$$\lim_{n \rightarrow \infty} s_n(x) = \sum_{j=1}^{k-1} \left(A_j \sum_{t=r_j+1}^{r_k} \frac{1}{x+t+d} \right).$$

So relation (10) is true.

Theorem 2. can be generalized as follows:

Theorem 3. Let assumptions of the theorem 2 be satisfied. Let f and g be arbitrary functions

define on interval $\langle 0, \infty \rangle$. Then for every $x \geq 0$ it holds

$$\begin{aligned} &\sum_{n=1}^{\infty} \frac{f(x)P(x+n) + g(x)}{\prod_{i=1}^k (x+n+r_i+d)} = \\ &= f(x) \sum_{j=1}^{k-1} \left(A_j \sum_{t=r_j+1}^{r_k} \frac{1}{x+t+d} \right) + \\ &+ g(x) \sum_{j=1}^{k-1} \left(B_j \sum_{t=r_j+1}^{r_k} \frac{1}{x+t+d} \right), \end{aligned} \quad (14)$$

where A_j ($j = 1, 2, \dots, k$) are given by relation (11) and

$$B_j = \frac{1}{\prod_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^k (r_i - r_j)}, \quad j = 1, 2, \dots, k. \quad (15)$$

Proof. Clearly, for every $x \geq 0$ it holds

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{f(x)P(x+n) + g(x)}{\prod_{i=1}^k (x+n+r_i+d)} =$$

$$= f(x) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{P(x+n)}{\prod_{i=1}^k (x+n+r_i+d)} +$$

$$+ g(x) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\prod_{i=1}^k (x+n+r_i+d)}. \quad (16)$$

From here and from theorem 2 it follows that (14) holds and the relation (15) is a special case of relation (11) (for $P(x+n) \equiv 1$).

3. COROLLARIES AND SPECIAL CASES

From theorem 1 it follows clearly

Corollary 1. Let assumptions of the theorem 1 be satisfied. Then numerical series

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{P(n)}{Q(n+d)} \quad (17)$$

converges absolutely if and only if $k \geq l+2$.

For $x=0$ from theorem 2 we get

Corollary 2. Let the assumptions of theorem 2 be satisfied. Then it holds

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{P(n)}{\prod_{i=1}^k (n+r_i+d)} =$$

$$= \sum_{j=1}^{k-1} \left(A_j \sum_{t=r_j+1}^{r_k} \frac{1}{t+d} \right), \quad (18)$$

where A_j ($j=1,2,\dots,k$) are given by the relation (11).

Corollary 3. Let the assumptions of theorem 2 be satisfied, where $0 \leq r_1 < r_2 < \dots < r_k$ and $d=0$.

Then for every $x \geq 0$ it holds

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{P(x+n)}{\prod_{i=1}^k (x+n+r_i)} =$$

$$= \sum_{j=1}^{k-1} \left(A_j \sum_{t=r_j+1}^{r_k} \frac{1}{x+t} \right), \quad (19)$$

where

$$A_j = \frac{P(-r_j)}{\prod_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^k (r_i - r_j)}, \quad j=1,2,\dots,k. \quad (20)$$

3.1. Special cases of the Corollary 3

Case 1. If $x=0$, then

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{P(n)}{\prod_{i=1}^k (n+r_i)} = \sum_{j=1}^{k-1} \left(A_j \sum_{t=r_j+1}^{r_k} \frac{1}{t} \right), \quad (21)$$

where A_j ($j=1,2,\dots,k$) are given by relation (20).

Case 2. If $P(x+n) \equiv 1$, then for every $x \geq 0$ it holds

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\prod_{i=1}^k (x+n+r_i)} = \sum_{j=1}^{k-1} \left(A_j \sum_{t=r_j+1}^{r_k} \frac{1}{x+t} \right), \quad (22)$$

where

$$A_j = \frac{1}{\prod_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^k (r_i - r_j)}, \quad j=1,2,\dots,k. \quad (23)$$

Case 3. If $x=0$, $P(x+n) \equiv 1$ and $r_i = i-1$ ($i=1,2,\dots,k$) then

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\prod_{i=1}^k (n+i-1)} = \sum_{j=1}^{k-1} \left(A_j \sum_{t=j}^{k-1} \frac{1}{t} \right), \quad (24)$$

where

$$A_j = \frac{(-1)^{j-1}}{(j-1)!(k-j)!}, \quad j=1,2,\dots,k \quad (25)$$

and the following identity holds

$$\sum_{j=1}^k (-1)^j \binom{k}{j} j = 0. \quad (26)$$

Case 4. If $P(x+n) = (x+n)^l$, $1 \leq l \leq k-2$, then for every $x \geq 0$ it holds

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x+n)^l}{\prod_{i=1}^k (x+n+r_i)} = \sum_{j=1}^{k-1} \left(A_j \sum_{t=r_j+1}^{r_k} \frac{1}{x+t} \right), \quad (27)$$

where

$$A_j = \frac{(-r_j)^l}{\prod_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^k (r_i - r_j)}, \quad j = 1, 2, \dots, k. \quad (28)$$

Case 5. If $x = 0, P(n) = n^l, 1 \leq l \leq k-2$ and $r_i = i-1$ ($i = 1, 2, \dots, k$), then it holds

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^{l-1}}{\prod_{i=2}^k (n+i-1)} = \sum_{j=2}^{k-1} \left(A_j \sum_{t=j}^{k-1} \frac{1}{t} \right), \quad (29)$$

where

$$A_1 = 0, \quad A_j = \frac{(-1)^{l+j-1} (j-1)^l}{(j-1)! (k-j)!}, \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (30)$$

and the identity

$$\sum_{j=2}^k (-1)^{l+j} \binom{k}{j} j(j-1)^l = 0 \quad (31)$$

is true.

4. REMARKS AND EXAMPLES

Remark 1. The identities (26) respectively (31) follow from the identities (13) and (25) respectively (30).

Example 1. Determine the sum of the series

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(n+1)x-2}{(x+n+1)(x+n+2)(x+n+3)}.$$

Solution: We use the theorem 3 for $d = 0$, $r_1 = 1, r_2 = 2, r_3 = 3, k = 3$. Denoting by $S(x)$, $x \geq 0$, the sum of given series we have

$$\begin{aligned} S(x) &= \\ &= x \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x+n}{(x+n+1)(x+n+2)(x+n+3)} + \\ &+ (-x^2 + x - 2) \times \\ &\times \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(x+n+1)(x+n+2)(x+n+3)}. \end{aligned}$$

Clearly, $P(x+n) = x+n$ ($P(y) = y$),

$$f(x) = x, \quad g(x) = -x^2 + x - 2.$$

From (20) and (15) we get

$$\begin{aligned} A_1 &= -\frac{1}{2}; \quad A_2 = 2; \quad A_3 = -\frac{3}{2}; \quad B_1 = \frac{1}{2}; \\ B_2 &= -1; \quad B_3 = \frac{1}{2}. \end{aligned}$$

Then from (14) it follows

$$\begin{aligned} S(x) &= x \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{1}{x+2} + \frac{1}{x+3} \right) + 2 \frac{1}{x+3} \right] + \\ &+ (-x^2 + x - 2) \times \\ &\times \left[\frac{1}{2} \left(\frac{1}{x+2} + \frac{1}{x+3} \right) - \frac{1}{x+3} \right] = \\ &= \frac{x^2 + 4x - 2}{2(x+2)(x+3)}. \end{aligned}$$

For $x = 0$ is $S(0) = -\frac{1}{6}$.

Example 2. Determine the sum of the series

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3n+2}{(n-2,9)(n-1,9)(n-0,9)(n+1,1)}.$$

Solution: We use the corollary 2, where

$$P(n) = 3n+2, \quad r_1 = -3, r_2 = -2, \quad r_3 = -1, \quad r_4 = 2, \quad d = 0,1; k = 4.$$

From (11) we get

$$A_1 = \frac{10,7}{8}, \quad A_2 = -\frac{7,7}{3}, \quad A_3 = \frac{4,7}{4}, \quad A_4 = \frac{1,3}{24}.$$

Then from (18) it follows

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3n+2}{(n-2,9)(n-1,9)(n-0,9)(n+1,1)} =$$

$$= \frac{10,7}{8} \sum_{t=-2}^1 \frac{1}{t+0,1} - \frac{7,7}{3} \sum_{t=-1}^1 \frac{1}{t+0,1} +$$

$$+ \frac{4,7}{4} \sum_{t=0}^1 \frac{1}{t+0,1} = \frac{7889,8}{5643} = 1,398.$$

Example 3. Determine the sum of the series

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3n^2 + n + 2}{(n+1)(n+3)(n+4)(n+6)}.$$

Solution: We use the case 1 where

$$P(n) = 3n^2 + n + 2, \quad r_1 = 1, r_2 = 3,$$

$$r_3 = 4, r_4 = 6, \quad d = 0, \quad k = 4.$$

From (20) we get

$$A_1 = \frac{2}{15}, A_2 = -\frac{13}{3}, A_3 = \frac{23}{3}, A_4 = -\frac{52}{15}.$$

Then from (21) it follows

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3n^2 + n + 2}{(n+1)(n+3)(n+4)(n+6)} = \frac{299}{900}.$$

RNDr. Emil ONDIS, CSc.

RNDr. Ľubomír MYDIELKA

Department of Natural sciences

The Academy of the Armed Forces

of general M. R. Štefánik

Demänová 393

031 01 Liptovský Mikuláš

Slovak republic

E-mail: ondis@aoslm.sk

Remark 2. It is evident, that the value of product

$$\prod_{i=1}^k (x + n + r_i + d)$$

will not change, if instead of

numbers r_i ($i = 1, 2, \dots, k$) and d in theorem 2 and in theorem 3 respectively we consider numbers $s_i = r_i + c$ and $e = d - c$, where c is an arbitrary integer. Therefore in practical problems we choose e.g. the number r_1 arbitrarily. However number d and the numbers r_i ($i = 2, 3, \dots, k$) depend on this choice. For example, if we choose $r_1 = 2$ in example 2, then we will get $d = -0,9$, $r_2 = -1$, $r_3 = 0$, and we will get the same result as in example 2.

References

- [1] KALMAN, D., MATHEWS, J.: A correspondence on telescoping series, PI MU Epsilon Journal, 1995, 169 - 182.
- [2] LARSON, L. C.: Solving Through Problems, Springer-Verlag, New York, Inc., 1983 (Slovak).

KLASIFIKÁTOR DIGITÁLNÍCH MODULACÍ ZALOŽENÝ NA BÁZI OPTIMÁLNÍCH HODNOT KLÍČOVÝCH PŘÍZNAKŮ

DIGITAL MODULATION RECOGNIZER BASED ON OPTIMUM KEY FEATURES THRESHOLD VALUES

Marie RICHTEROVÁ

Abstract: Communication signals travelling in space with different modulation types and different frequencies fall in a very wide band. Usually, it is required to identify these signals for many applications. Some of these applications are in civilian purposes such as signal confirmation, interference identification and spectrum management. A subsystem used in automatic wireless signal modulation recognition based on the optimum key features threshold values is described in this paper. The choice of maximum value of spectral power density of the normalized-centred amplitude, standard deviation of the absolute value of the centred non-linear component of the instantaneous phase, standard deviation of the absolute value of the normalized-centred instantaneous amplitude, standard deviation of the absolute value of the normalized-centred instantaneous frequency, as key features for the digital modulation recognizer. The results are summarized for real EM signals.

Keywords: modulation recognition, digital modulation recognizer, signal processing, simulation.

1. ÚVOD

Automatické rozpoznávání modulací je rychle se rozvíjející oblast analýzy signálů. Z hlediska tohoto aspektu je věnována velká pozornost výzkumu a vývoji algoritmů pro rozpoznávání modulovaných signálů. Potřeby praxe si postupně vynutily řešit otázku automatické klasifikace vzorků přijatých signálů s využitím počítačů a dostupného software.

Modulované signály nesoucí skutečnou informaci mají charakter náhodných veličin, jejich průběh apriori určit nemůžeme a při jejich zkoumání je lze popsat jen jejich pravděpodobnostními charakteristikami. Reálné signály lze popsat veličinami okamžitá amplituda, okamžitá fáze a okamžitý kmitočet, které u skutečných signálů mají náhodný charakter. Reálný signál lze také popsat pomocí statistických momentů vyšších řádů [1, 2, 4, 5, 6].

Obvykle se k vyhodnocování modulací využívají takové statistické charakteristiky, které mají nejen matematický význam, ale i fyzikální význam. Lze využít např. směrodatnou odchylku náhodné veličiny, která zde bude mít význam efektivní hodnoty změny. Kromě toho je vhodné využít také exces, který vyjadřuje vlastnosti hustoty rozložení pravděpodobnosti náhodné veličiny ve vztahu ke Gaussovu rozložení. Vybrané pravděpodobnostní charakteristiky pak lze využít přímo pro rozpoznání jednotlivých modulací. Článek se zabývá rozpoznáváním digitálních modulací klasifikátorem na bázi statistických charakteristik signálů. Sestavený klasifikátor je schopen rozpoznávat modulační FSK, PSK a ASK.

2. CHARAKTERISTICKÉ PŘÍZNAKY DIGITÁLNÍCH MODULACÍ

Aby bylo možné automatické rozpoznávání digitálně modulovaných signálů, je nutné provést volbu a stanovit způsob výpočtu vhodných klíčových příznaků. Praktické experimenty ukázaly, že v případě řešení této úlohy je vhodné použít analytické vyjádření signálu.

Za analytický signál $\hat{z}(t)$ považujeme takové vyjádření časového průběhu signálu, kde je okamžitá hodnota signálu v daném časovém okamžiku představována komplexním číslem, jehož reálná a imaginární složka jsou spolu svázány Hilbertovou transformací.

$$\hat{z}(t) = x(t) + j \cdot y(t) \quad (1)$$

kde $\hat{z}(t)$ je analytický signál,

$x(t)$ je reálný signál a

$y(t) = \text{hilbert}[x(t)]$ je kvadrurní signál.

Dále předpokládáme, že zkoumaný signál lze považovat za úzkopásmový vzhledem ke kmitočtu nosné a že změny modulačního signálu v čase jsou plynulé. Okamžitou hodnotu analytického signálu $\hat{z}(t)$ pak lze vyjádřit jako komplexní číslo v polárním tvaru a definovat okamžitou amplitudu analytického signálu $a(t)$ a okamžitou fázi analytického signálu $\Phi(t)$. Pokud platí, že časová funkce popisující okamžitou amplitudu $a(t)$ neobsahuje žádnou z nul časové funkce popisující analytický

signál $\dot{z}(t)$, lze určit okamžitý kmitočet

$f(t)$ jako derivaci okamžité fáze $\Phi(t)$ podle času

$$\dot{z}(t) = a(t) \cdot e^{j\Phi(t)} \quad (2)$$

$$f(t) = \frac{d\Phi(t)}{dt} \quad (3)$$

kde $a(t)$ je okamžitá amplituda,

$\Phi(t)$ je okamžitá fáze a

$f(t)$ je okamžitý kmitočet.

V určení příznaků s využitím těchto tří charakteristik spočívá první část procesu rozpoznávání modulací. Pomocí takto získaných charakteristik lze zjistit, kde je ve zkoumaném signálu modulací vložena informace.

Pro rozpoznávání digitálních modulací je možno využít tyto klíčové příznaky:

- maximální hodnota výkonové spektrální hustoty centrované normované okamžité amplitudy signálu γ_{max} ,
- směrodatná odchylka absolutní hodnoty centrované nelineární složky fáze pro časový segment, kde je signál nad šumem σ_{AP} ,
- směrodatná odchylka přímé hodnoty nelineární složky fáze (ne absolutní hodnoty) na intervalu, kde signál vystupuje ze šumu σ_{DP} ,
- směrodatná odchylka absolutní hodnoty normované centrované okamžité amplitudy σ_{AA} , směrodatná odchylka absolutní hodnoty normovaného okamžitého kmitočtu pro signál vystupující ze šumu σ_{AF} .

Uvedené příznaky budou definovány v následujícím textu.

2.1 Maximální hodnota výkonové spektrální hustoty centrované normované okamžité amplitudy γ_{max}

Tento příznak slouží k odlišení modulovaných signálů, kde je informace nesena změnou amplitudy od modulovaných signálů, kde je informace nesena změnou fáze resp. změnou kmitočtu. U úhlově modulovaných signálů nenese amplituda žádnou informaci a proto, když není modulovaný signál příliš zkreslen, je velikost tohoto příznaku malá. U digitálních modulací tak může tento příznak sloužit pro rozlišení skupiny modulací FSK od skupiny ASK a PSK.

Tento příznak se počítá pro sledovaný časový interval daný rozměrem vektoru X , tj. pro vybraný počet vzorků N . Platí

$$\gamma_{max} = \max\{|FFT(a_{CN})|^2\} \quad (4)$$

kde a_{CN} je hodnota centrované normované okamžité amplitudy $a(t)$. Okamžitá amplituda $a(t)$ vypočítá jako absolutní hodnota z analytického signálu $\dot{z}(t)$. Protože reálné signály od různých zdrojů mají různou amplitudu, je třeba pro výpočet klíčových příznaků modulovaných signálů okamžitou amplitudu $a(t)$ normovat a pro některé příznaky i centrovat.

2.2 Směrodatná odchylka centrované nelineární složky fáze σ_{AP}

Tento příznak lze využít u digitálních modulací pro rozlišení mezi modulací 4PSK a modulací ASK a 2PSK. Směrodatnou odchylku centrované nelineární složky fáze σ_{AP} vypočteme ze vztahu

$$\sigma_{AP} = \sqrt{\frac{1}{N} \left(\sum \bar{\Phi}_{NL}^2 \right) - \left(\frac{1}{N} \sum |\bar{\Phi}_{NL}| \right)^2} \quad (5)$$

kde $\bar{\Phi}_{NL}$ je vektor obsahující nelineární složku okamžité fáze pro časový úsek, kde je signál nad prahovou úrovní šumu,

N je počet vzorků.

2.3 Směrodatná odchylka centrované nelineární složky fáze σ_{DP}

U digitálních modulací se tento příznak používá pro rozlišení mezi modulací ASK a modulací 2PSK. U první skupiny není žádná informace nesena změnou fáze, u druhé skupiny se v důsledku modulace projevuje přímá změna okamžité fáze. Směrodatná odchylka centrované nelineární složky fáze σ_{DP} je dána vztahem

$$\sigma_{DP} = \sqrt{\frac{1}{N} \left(\sum \bar{\Phi}_{NL} \right) - \left(\frac{1}{N} \sum \bar{\Phi}_{NL} \right)^2} \quad (6)$$

kde $\bar{\Phi}_{NL}$ je vektor obsahující nelineární složku okamžité fáze pro časový úsek, kde je signál nad prahovou úrovní šumu,

N je počet vzorků.

2.4 Směrodatná odchylka absolutní hodnoty centrovaného normovaného okamžitého kmitočtu pro časový úsek, kdy signál je nad úrovní šumu σ_{AF}

Pomocí tohoto příznaku lze odlišit modulaci FSK2 od modulace FSK4. U modulace FSK2 jsou využívány dvě diskrétní hodnoty kmitočtu, u FSK4 jsou čtyři diskrétní úrovně kmitočtu. Proto je hod-

nota tohoto příznaku pro FSK2 menší jak u FSK4 a lze mezi nimi nalézt potřebnou prahovou úroveň.

Pro výpočet tohoto příznaku lze využít vztah

$$\sigma_{AF} = \sqrt{\frac{1}{N} \left(\sum \bar{f}_{CN}^2 \right) - \left(\frac{1}{N} \sum |\bar{f}_{CN}| \right)^2} \quad (7)$$

kde $\bar{f}_{CN}$ je vektor obsahující centrovaný normovaný okamžitý kmitočet $f(t)$ pro časový úsek, kdy je signál nad prahovou úrovní šumu.

2.5 Směrodatná odchylka absolutní hodnoty centrované normované okamžité amplitudy pro časový úsek, kdy signál je nad úrovní šumu σ_{AA}

Pomocí tohoto příznaku lze odlišit modulaci ASK2 od modulace ASK4. U modulace ASK2 jsou pouze dvě úrovně amplitudy, u ASK4 jsou čtyři úrovně amplitudy. Proto je hodnota tohoto příznaku pro ASK2 menší jak u ASK4 a lze mezi nimi nalézt potřebnou prahovou úroveň. Příznak σ_{AA} lze vypočítat ze vztahu

$$\sigma_{AA} = \sqrt{\frac{1}{N} \left(\sum \bar{a}_{CN}^2 \right) - \left(\frac{1}{N} \sum |\bar{a}_{CN}| \right)^2} \quad (8)$$

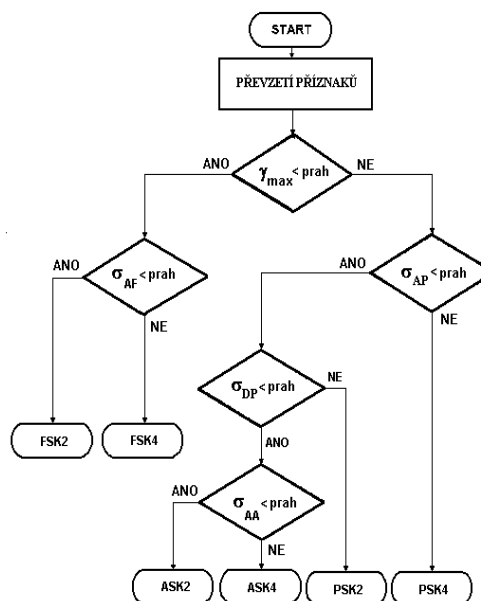
kde $\bar{a}_{CN}$ je vektor obsahující centrovanou normovanou okamžitou amplitudu pro časový úsek, kdy je signál nad prahovou úrovní šumu.

3. KLASIFIKÁTOR MODULACÍ

Pro rozpoznání reálných modulovaných signálů pomocí počítače je tedy třeba vykonat tyto operace:

- převedení reálného signálu $s(t)$ na diskretní formu $x(t_i)$ pomocí vzorkování s vhodným vzorkovacím kmitočtem F_s ,
- transformaci reálného signálu $x(t_i)$ na analytický signál $\hat{z}(t_i)$,
- výpočet okamžité amplitudy zkoumaného signálu $a(t_i) = |\hat{z}(t_i)|$,
- výpočet okamžité fáze signálu $\Phi(t_i) = \arg\{\hat{z}(t_i)\}$,
- výpočet okamžitého kmitočtu signálu $f(t_i)$,
- výpočet vhodných klíčových příznaků,
- vlastní klasifikace.

Vlastní rozpoznávání se provádí srovnáváním vypočtené hodnoty daného příznaku s jeho prahovou hodnotou např. pomocí funkcí if, elseif, else. Prahové hodnoty pro klasifikaci tříd modulací je nutno získat v procesu učení klasifikátoru pomocí trénovací množiny vzorových signálů, jejichž modulační jsou známy. Proces vlastní klasifikace digitálních modulací je uveden na Obr. 1.



Obr. 1 Vývojový diagram klasifikátoru digitálních modulací

4. EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ ČINNOSTI KLASIFIKÁTORU

Sestavený klasifikátor digitálních modulací byl podroben testům pomocí reálných vzorků signálů. Každý reálný vzorek signálu o délce 800 tisíc prvků byl rozdělen náhodným výběrem na 1000 segmentů, kde každý segment obsahoval 4096 prvků. Takto vzniklé segmenty byly podrobeny klasifikaci. Teoretické prahové hodnoty příznaků dle obr. 1 byly stanoveny experimentálně a konkrétní intervaly prahových hodnot příznaků jsou uvedeny v [6].

Bylo klasifikováno 11 reálných vzorků signálů. Výsledky experimentálního ověření činnosti klasifikátoru digitálních modulací na bázi statistických charakteristik signálů jsou uvedeny v Tab. 1.

Tab. 1 Výsledky klasifikace digitálních modulací

	2ASK	4ASK	2FSK	4FSK	2PSK	4PSK
Vzorek 1	74 %	6 %			20 %	
Vzorek 2	100 %					
Vzorek 3		100 %				
Vzorek 4	8 %	90 %			2 %	
Vzorek 5		9 %	71 %	20 %		
Vzorek 6	12 %	8 %	67 %	13 %		
Vzorek 7		14 %	62 %	24 %		
Vzorek 8		25 %	62 %	13 %		
Vzorek 9			65 %	35 %		
Vzorek 10	20 %				78 %	2 %
Vzorek 11					19 %	81 %

V tabulce 1 je procenty vyjádřena míra správné klasifikace zkoumaného vzorku signálu.

5. ZÁVĚR

Rozborem výsledků bylo zjištěno, že správná klasifikace pro reálné vzorky signálů nepřekračuje hodnotu 60 %. Rozdíly ve správné klasifikaci jsou zde způsobeny přesností výpočtu kmitočtu nosné u příznaku σ_{AF} . Tento článek byl věnován metodě klasifikace digitálních modulací, která je založena na bázi statistických charakteristik signálů. Byly provedeny praktické experimenty s reálnými vzorky signálů. Prezentované výsledky ukazují, že v případě klasifikace reálných vzorků modulací se míra správné klasifikace bude pohybovat okolo 60 %, a to i v případě, že jsou vybrány reprezentativní hodnoty teoretických příznaků.

Seznam bibliografických odkazů

- [1] ANDĚL, J.: Matematická statistika. SNTL, Praha, 1978.
- [2] AZZOUZ, E., E. NANDI, A. K.: Automatic Modulation Recognition of Communication Signals. Kluwer Academic Publishers, London, 1996. ISBN 0-7923-7-9796-7.
- [3] KOTEK, Z., MAŘÍK, V. a kol.: Metody rozpoznávání a jejich aplikace. Academia, Praha, 1993.
- [4] RICHTEROVÁ, M.: Signal Modulation Recognizer Based on Method of Artificial Neural

- Networks. Proceeding of Symposium PIERS, Hangzhou, China, 2005. ISBN 1-933077-07-7
- [5] RICHTEROVÁ, M., MAZÁLEK, A., PELIKÁN, K.: Modulation Classifier of Digitally Modulated Signals Based on Method of Artificial Neural Networks. Proceeding of the WSEAS Conferences: 4th WSEAS Int. Conf. on AEE'05, Prague, 2005. ISBN 960-8457-13-0.
- [6] RICHTEROVÁ, M., PILNÝ, P.: Klasifikátor analo-gových a diskrétních modulací na bázi apriorních pravděpodobností. Výzkumná zpráva. Vojenská akademie v Brně, Brno, 2003.
- [7] ŽALUD, V.: Moderní radioelektronika. BEN, Praha, 2000. ISBN 80-86056-47-3.

Summary: This paper describes the modulation recognizer based on the optimum key features threshold values. The modulation recognizer is used for the recognition of ASK, FSK and PSK signals. The key features for the digital modulation recognizer are: maximum value of spectral power density of the normalized-centred amplitude, standard deviation of the absolute value of the centred non-linear component of the instantaneous phase, standard deviation of the absolute value of the normalized-centred instantaneous amplitude, standard deviation of the absolute value of the normalized-centred instantaneous frequency. The experimental results for real EM signals are summarized in the Tab. 1.

Ing. Marie RICHTEROVÁ, PhD.
Katedra komunikačních a informačních systémů
Fakulta vojenských technologií
Univerzita obrany
Kounicova 65
612 00 Brno
Česká republika
E-mail: Marie.Richterova@unob.cz

GRID COMPUTING ARCHITECTURE I

Miroslav LÍŠKA, Ján PELÁN

Abstract: “Grid” computing has emerged as an important new field, distinguished from conventional distributed computing by its focus on medium or large-scale resource sharing, innovative applications and in some cases, also high-performance orientation. We present an open *grid architecture* named ALCHEMI in which services, application programming interfaces - NET and software approach are described according to their roles in enabling resource sharing.

Keywords: Grid Computing, Cluster, Virtual organization, Gridbus, Alchemi, NET framework.

1. INTRODUCTION

Nowadays, there are computers with very high performance on the market, but many people wish the performance of their computers were even higher. Unfortunately, many owners do not use the whole potential of the computers, which is a pity. In the end, some people around the world decided to create a technology, which would better use the potential of the computer, and shorten the period of the computing time that would take many hours even on the computer with the highest performance in the world. It is Grid computing – where „GRID” is a type of parallel and distributed system that enables sharing, selection, and aggregation of geographically distributed resources. This technology was used as a code broker, later it was used in the project SETI (organization for extra-terrestrial research). The age of “Grid computing” started in the 1990’s.

2. VIRTUAL ORGANIZATION

The real and specific problem that underlies the grid concept is coordinated resource sharing and problem solving in dynamic, multi-institutional virtual organizations (VO). What is a VO? It is a set of individuals and/or institutions defined by certain sharing rules. For example: members of an industrial consortium working on a new aircraft; a crisis management team and the databases and simulation systems that they use to plan a response to an emergency situation and/or members of a large, international, long term highenergy physics collaboration team. As these examples show, VOs vary tremendously according to their purpose, scope, size, duration, structure, community, and sociology.

The same resource may be used in different ways, depending on the restrictions placed on the sharing and the goal of the sharing. For example, a computer can be used only to run a specific piece of software in one sharing agreement, while it may provide generic compute cycles in another one. Because of the lack of a priori knowledge about how a resource may be used, performance metrics,

expectations, and limitations (i.e., quality of service) may be part of the conditions placed on resource sharing or their usage. These characteristics and requirements define the term of a virtual organization, a concept that we believe is becoming fundamental for much of modern computing. VOs enable disparate groups of organizations and/or individuals to share resources in a controlled way so that the members can collaborate to achieve a common goal.

3. GRID COMPUTING ARCHITECTURE

The establishment, management, and exploitation of dynamic, cross-organizational VO sparing relationships require new technology. A grid architecture is what identifies fundamental system components, specifies the purpose and function of these components, and indicates how these components interact with one another. Our goal in describing grid architecture is not to provide a complete enumeration of all required protocols, services, APIs, and SDKs, but rather to identify requirements for general classes of components. The result is an extensible, open architectural structure within which solutions to key VO requirements can be placed. The architecture and the subsequent discussion organize components into layers that are depicted in Figure 1.

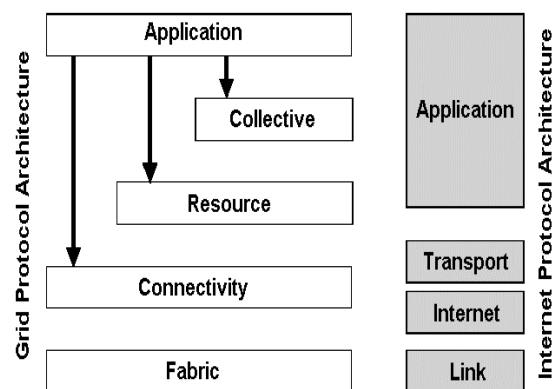


Fig. 1 The layered Grid Protocol Architecture and its relationship to the Internet Protocol Architecture [3]

Layers:

- The Fabric layer provides the resources to which shared access is mediated by grid protocols. For example, computational resources, storage systems, catalogs, network resources, and sensors. A “resource” may be a logical entity, such as a distributed file system, computer cluster, or distributed computer pool.
- The Connectivity layer defines core communication and authentication protocols required for grid-specific network transactions. Communication protocols enable the exchange of data between Fabric layer resources. Authentication protocols build on communication services provide cryptographically secure mechanisms for verifying the identity of users and resources.
- The Resource layer is built on Connectivity layer communication and authentication protocols to define protocols for the secure negotiation, initiation, monitoring, control, accounting, and payment of sharing operations on individual resources. Resource layer protocols are concerned entirely with individual resources.
- The Collective layer – while the Resource layer is focused on interactions with a single resource, the Collective layer contains protocols, services, APIs and SDKs that are not associated with a specific resource but rather are global in nature and capture interactions across collections of resources.
- The Application layer is a final layer of Grid architecture and it comprises of user applications that operate within the VO environment.

4. GRIDBUS AND ALCHEMI

The Gridbus Project has developed a Windows/.NET-based desktop clustering software and grid web services which support the integration of both Windows and Unix-class resources for grid computing. A layered architecture for realization of low-level and high-level grid technologies is shown in Figure 2. Some of the Gridbus technologies discussed below have been developed by making use of web service technologies and services provided by low-level grid middleware, particularly Globus Toolkit and Alchemi [1].

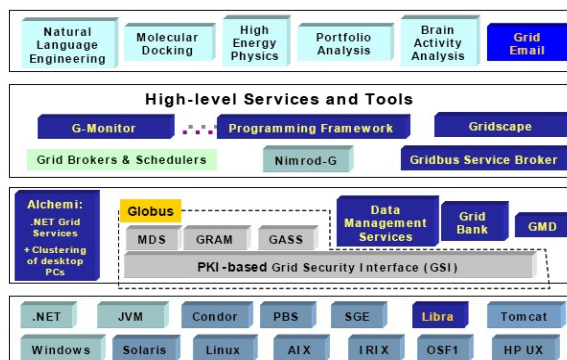


Fig. 2 A grid technology stack (items in the dark blue box are pursued by the Gridbus project) [2]

As an example of grid we used Alchemi [1], which is a Microsoft .NET-based Grid computing framework that provides the runtime machinery and programming environment required to construct desktop Grids and develop Grid applications. It allows flexible application composition by supporting an object-oriented Grid application programming model in addition to a Grid job model.

A scenario for the creation of a layered architecture-based Grid computing environment using Alchemi and other Grid technologies such as Globus Toolkit is shown in Figure 3. The Gridbus Grid Service Broker (GSB), originally designed to operate with grid-enabled resources using Globus, has been extended to operate with grid-enabled resources using Alchemi via Alchemi's cross-platform web services interface. In such an environment, grid applications can be created using either the grid thread model supported by Alchemi or parameter-sweep programming model supported by the Gridbus broker. Applications designed using Alchemi's object-oriented Grid thread model (written in a .NET-supported language) run on Alchemi nodes, whereas applications formulated as parameter-sweep applications can be deployed on either Alchemi or Globus nodes as long as there exist executables for all target platforms.

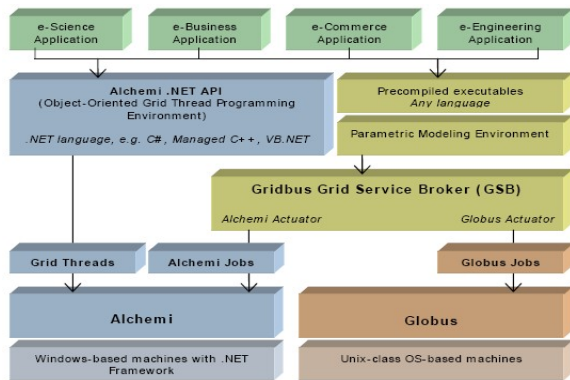


Fig. 3 A layered architecture for integration of distributed Windows and Unix-class resources [1]

5. ALCHEMI

Alchemi follows the master-worker parallel programming paradigm in which a central component (kernel) dispatches independent units of parallel execution to workers and manages them. This smallest unit of parallel execution is a grid thread, which is conceptually and programmatically similar to a thread object (in the object-oriented sense) that wraps a "normal" multitasking operating system thread. A grid application is defined simply as an application that is to be executed on a grid and that consists of a number of grid threads. Grid applications and grid threads are exposed to the grid application developer via the object-oriented Alchemi .NET API.

This technology offers four distributed components (Figure 4):

- The Manager: manages the execution of grid applications and provides services associated with managing thread execution.
- The Executor: accepts threads from the Manager and executes them. An Executor can be configured to be dedicated, meaning the resource is centrally managed by the Manager, or non-dedicated, meaning that the resource is managed on a volunteer basis via a screen saver or by the user.
- The Owner: provides an interface with respect to grid applications between the application developer and the grid.
- The Cross – Platform Manager: (an optional sub-component of the Manager) is a generic web services interface that exposes a portion of the functionality of the Manager in order to enable Alchemi to manage the execution of platform independent grid jobs (as opposed to grid applications utilizing the Alchemi grid thread model).

The components discussed above allow Alchemi to be utilized to create different grid configurations:

- Cluster (Desktop Grid): The basic deployment scenario (Figure 4a) and consists of a single Manager and multiple Executors.
- Multi – Cluster: Is created by connecting Managers in a hierarchical fashion.
- Cross – Platform: Can be used to construct a grid conforming to the classical global grid model (Figure 5). A grid middleware component such as a broker can use the Cross-Platform Manager web service to execute cross-platform applications (jobs within tasks) on an Alchemi node (cluster or multi-cluster) as well as grid – enabled resources using other technologies such as Globus (discussed in the next part of the paper).

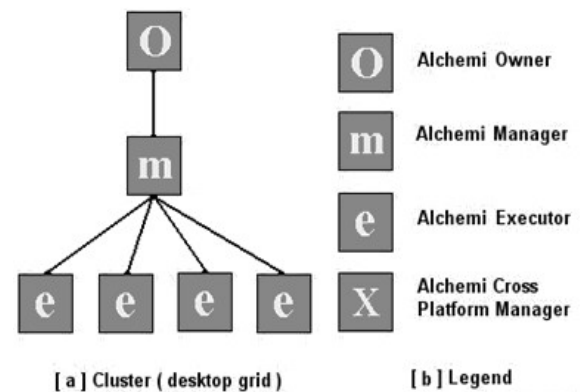


Fig. 4 Cluster (desktop grid) deployment [1]

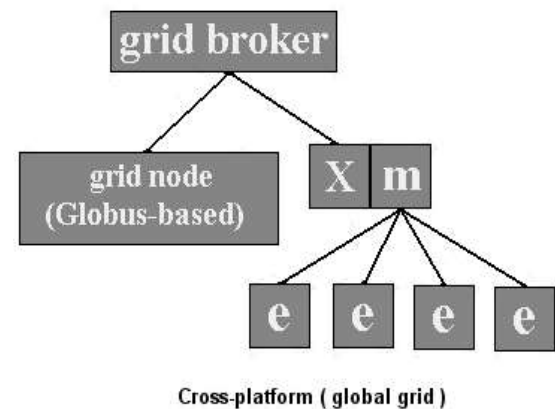


Fig. 5 Alchemi deployment in global grid environment [1]

6. ALCHEMI GRID TEST

As an example for testing an Alchemi grid we used one of our PC labs. We tested changes of execution time of the application in dependence on the number of computers connected into the local

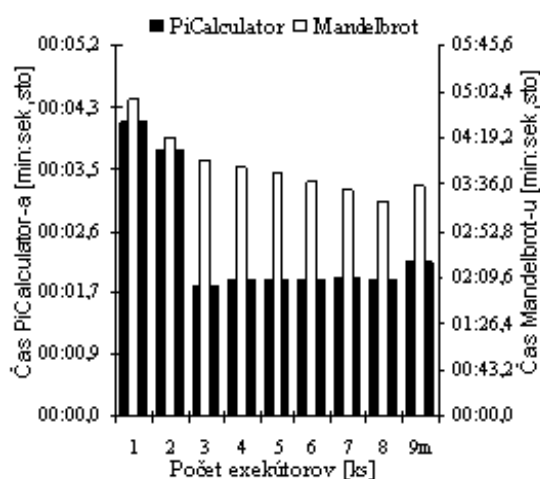
grid. As an application we used PiCalculator, which computes the Pi value for 100 decimal digits.

Another application, which was used as an example, was „Mandelbrot“. After starting the application it was necessary to adjust input parameters, which would affect the results.

As our main results we can consider: with the increasing number of executors (pc), the time necessary for the execution of the application was decreasing. The execution time of PiCalculator application is almost the same for three and more executors, because this application is too much simple for this environment. But the decreased time in the case of Mandelbrot example is evident. However, when the executor and the manager were running on the same computer, the time increased, which is inappropriate (Graph 1).

useful mainly for time-consuming applications. This technology should be used in mathematics, physics, chemistry, research, and so on.

prof. Ing. Miroslav LÍŠKA, PhD.
Ing. Ján PELÁN
Department of Informatics
The Academy of the Armed Forces
of General M. R. Štefánik
Demánová 393
031 01 Liptovský Mikuláš
Slovak republic
E-mail: liska@aoslm.sk
pelan@aoslm.sk



Graph 1 Graph of alternation of the time depending on the number of executors

References

- [1] Alchemi – Plug & Play Grid Computing, http://www.alchemi.net/files/alchemi_techreport.pdf
- [2] Global Grid Forum, <http://www.ggf.org>
- [3] The Globus Alliance – The Anatomy of the Grid, <http://www.globus.org/alliance/publications/papers/anatomy.pdf>
- [4] OKROUHLÍK, T.: Co je grid computing, Magazine CHIP 7/2003, page 144.

Summary: The goal of our contribution was to describe architecture of grid computing and its utilisation. As we can see from the example of the Alchemi grid, this technology decreases the total time of execution. It is

STROMOVÉ ŠTRUKTÚRY BÁNK IIR FILTROV V SUBPÁSMOVOM KÓDOVANÍ OBRAZOV

TREE STRUCTURE IIR FILTER BANKS IN THE IMAGE SUBBAND CODING

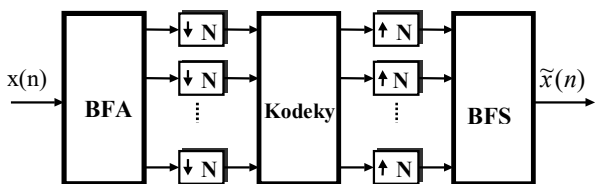
Jozef ŠTULRAJTER, Milan LEHOTSKÝ, Ľuboš AUGUSTÍN

Abstract: The subband coding of images by IIR (Infinite Impulse Response) filter banks is discussed in the contribution. Various suitable structures of IIR filter banks are treated. Especially the tree and parallel structures are described. The analysis of the properties of these filters in image subband coding is realised and the comparison with the properties of the FIR filter banks is made.

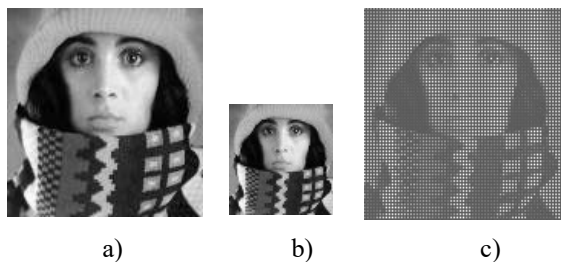
Keywords: filters, subband coding, filter banks.

1. ÚVOD

Subpásmové kódovanie (SubBand Coding -SBC) patrí v súčasnosti k najefektívnejším metódam spracovania obrazu s možnosťou dosiahnutia vysokej kompresie dát [1]. Pri subpásmovom kódovaní obrazu sa najprv realizuje predspracovanie vstupného obrazu $x(n)$ pomocou bánk filtrov analýzy (BFA), čím vznikne reprezentácia obrazu pomocou podobrazov, ktoré sú decimované faktorom N rovným počtu subpásiem. Kódovanie je realizované s vysokou účinnosťou. Na prijímacej strane sú podobrazy dekódované a interpolované faktorom N a zložené bankou filtrov syntézy (BFS) do výsledného obrazu požadovanej kvality, vid'. Obr. 2. Jedná sa o zložitý systém kódovania, ktorý pripúšťa rôzne modifikácie, ktoré sa od seba líšia účinnosťou kódovania a zložitosťou technickej realizácie [4].



Obr. 1 Systémový diagram N-kanálového subpásmového kódovacieho systému



Obr. 2 Príklad decimácie a interpolácie obrazu faktorom $N = 2$, a) originál, b) decimovaný obraz, c) interpolovaný obraz

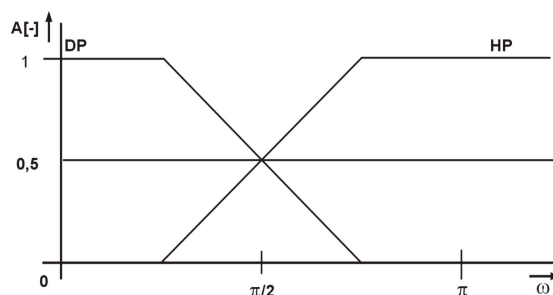
Pre názornosť je na Obr. 2 uvedený príklad decimácie a interpolácie obrazu.

2. ZÁKLADNÉ BLOKY STROMOVÝCH ŠTRUKTÚR BANKY FILTROV IIR

Proces filtrácie je v zmysle návrhu a implementácie BFA a BFS pomerne náročný v SBC systéme, ukazuje sa ako kľúčový v celom reťazci subpásmového kódovacieho systému.

Pri návrhu BF IIR v SBC je aplikovaná analógia dvojkanálových FIR QMF (Quadrature Mirror Filters) štruktúr. Ich amplitúdová frekvenčná charakteristika $A = f(\omega)$ je na Obr. 3. Jediný rozdiel je v tom, že filtre sú typu IIR.

Digitálne celopriepustné filtre budú hrať prvoradú úlohu pri odvodení BF IIR. Také filtre sú charakterizované amplitúdovou frekvenčnou charakteristikou s prenosom $A=1$ pre všetky frekvencie, t. j.



Obr. 3 Amplitúdová frekvenčná charakteristika dvojice QMF filtrov

$$|A(e^{j\omega})| = 1, \text{ pre všetky } \omega. \quad (1)$$

Ak sa obmedzíme na filtre s reálnymi koeficientmi, prenosová funkcia filtra K – rádu je vyjadrená pomocou z - transformácie vzťahom

$$A(z) = z^{-C} \frac{a_K + a_{K-1}z^{-1} + \dots + a_1z^{-(K-1)} + z^{-K}}{1 + a_1z^{-1} + \dots + a_Kz^{-K}}, \quad (2)$$

kde C je nezáporné celé číslo (predstavuje oneskorenie systému) a mnohočleny v čitateli a menovateli sú vzájomnými zrkadlovými obrazmi. Nevyhnutnou a postačujúcou podmienkou, aby filter s racionálnou prenosovou funkciou bol celo-priepustný, je

$$A(z)A(z^{-1}) = 1. \quad (3)$$

Prototypový dolnopriepustný filter (DP) s prenosovou funkciou H_0 a zrkadlový hornopriepustný filter (HP) s prenosovou funkciou H_1 je výhodné vyjadriť pomocou polyfázových komponentov, t. j. ako súčty približne celopriepustných členov [2]. Potom dvojica QMF IIR filtrov analýzy má tvar

$$\begin{aligned} H_0(z) &= A_0(z^2) + z^{-1}A_1(z^2), \\ H_1(z) &= A_0(z^2) - z^{-1}A_1(z^2). \end{aligned} \quad (4)$$

Polyfázové komponenty teraz musia byť skutočne celopriepustné filtre a nie iba aproximované. Ľahko sa overí, že

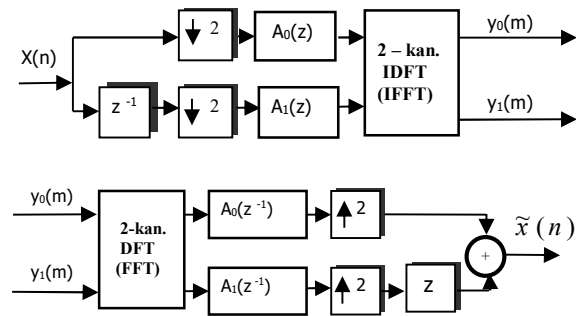
$$H_0(z) = H_1(-z), \quad H_1(z) = -H_0(-z), \quad (5)$$

t. j. že je splnená podmienka QMF a eliminované prekrývajúce (aliasingové) aj fázové skreslenie.

Pretože filtre IIR pre BFA sú tvarom podobné filtrom BFA FIR (Finite Impulse Response), je prirodzené aplikovať také isté vzťahy medzi analyzujúcimi a syntetizujúcimi filtermi, celkovú prenosovú funkciu vyjadríme

$$T(z) = 2z^{-1}A_0(z^2)A_1(z^2). \quad (6)$$

Použitím vety o sieťovej transpozícii, rešpektovaním podmienok eliminujúcich skreslenia je možné pri BFA použiť dvojkanalovú inverznú diskretnú Fourierovu transformáciu (IDFT). Ak sa využije sieťová transpozícia tejto BFA, je získaný duálny obvod, o ktorom je známe, že je BFS, čo je ukázané na Obr. 4 a predstavuje systém s dokonalou rekonštrukciou BFA/BFS [5].



Obr. 4 Zapojenie s dokonalou rekonštrukciou BFA/BFS QMF IIR

Jeden z problémov tohto zapojenia je ne-kauzalita celopriepustných filtrov $A_0(z)$ a $A_1(z^{-1})$. To znamená, že ich impulzové odozvy sú nenulové iba pre časové indexy ≤ 0 .

Ich nekauzality sú priamymi dôsledkami implicitného predpokladu, že $A_0(z)$ a $A_1(z)$ sú kauzálné filtre. Vzťah medzi impulzovou odozvou

$$\begin{aligned} A_i(z) &\rightarrow a_i(n) \text{ a } A_i(z^{-1}) \rightarrow a_i^{(nc)}(n), \text{ pre } i = 0, 1 \text{ je daný} \\ a_i^{(nc)}(n) &= a_i(-n). \end{aligned} \quad (7)$$

Pri riešení tohto problému sa musí brať do úvahy, že vstupným signálom v BF sú obrazy, ktoré sú svojou podstatou signály konečného rozsahu. Je potrebné urobiť takú úvahu, aby vstupy a výstupy všetkých filtračných operácií v subpásmovom kódéri mali konečné dĺžky L dokonca aj vtedy, ak použité filtre majú nekonečnú impulzovú odozvu. Vstupné a výstupné signály sú preto definované pre rozsah časových indexov 0 až $(L-1)$.

Výstup nekauzálnych filtrov $A_i(z^{-1})$ môže byť zapísaný

$$u_i(m) = \sum_{k=-\infty}^0 a_i^{(nc)}(k) v_i(m-k), \quad i = 0, 1, \quad (8)$$

kde $u_i(m)$, $v_i(m)$ je výstupný a vstupný signál. Keď sa urobí jednoduché zmeny v indexoch, môže sa táto rovnica zapísať takto

$$u_i(-m) = \sum_{k=0}^{\infty} a_i^{(nc)}(-k) v_i[-(m-k)], \quad i = 0, 1. \quad (9)$$

Tento výraz je odozvou kauzálného filtra $A_i(z)$ na nekauzálnu, ale konečnú postupnosť $v_i(-m)$. Rovnica (9) môže byť teraz zapísaná (úplne kauzálna)

$$\begin{aligned} u_i(L-1-m) &= \sum_{k=0}^{\infty} a_i(k) v_i[L-1-(m-k)], \\ i &= 0, 1. \end{aligned} \quad (10)$$

Problém filtrácie bol definovaný pomocou lineárnych konvolúcií. V tomto prípade musí byť pri implementácii rovnice (10) k dispozícii vhodný súbor počiatočných podmienok, ak má systém vykazovať dokonalú rekonštrukciu.

Zhrnutie nekauzálny filtrácie vo vetvách SBF môže byť vykonané v troch nasledujúcich krokoch:

1. Príprava vstupného signálu invertovaním času, t.j. že vstupný signál k filtračnej operácii je $v_i(L-1-m)$.
2. Filtrácia tohto signálu kauzálnym filtrom $A_i(z)$. Výsledok tejto operácie je už definovaný v intervale 0 až $(L-1)$.
3. Výsledný výstupný signál sa získa obrátením času výstupu predchádzajúceho kroku, t. j. $u_i = r(L-1-m)$.

Doteraz navrhnuté dvojkanálové zapojenia s dokonalou rekonštrukciou môžu byť použité ako základné stavebné bloky v stromových štruktúrach BF IIR. Takto sa získa široká paleta konfigurácií širokopásmových rozvetvení, ktoré sú využiteľné v SBC obrazov.

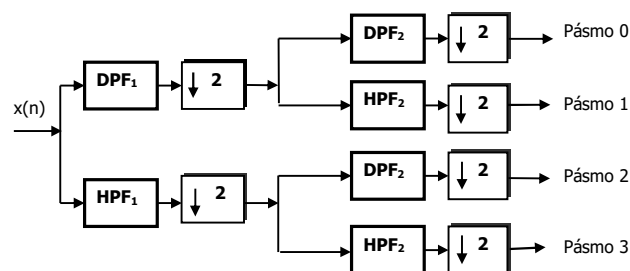
4. STROMOVÉ ŠTRUKTÚRY BF IIR A ROZKLAD OBRAZU

Základné stavebné bloky BF IIR je výhodné a už pomerne jednoduché aplikovať na stromové štruktúry systému SBC. Typickými a najčastejšie používanými stromovými štruktúrami sú:

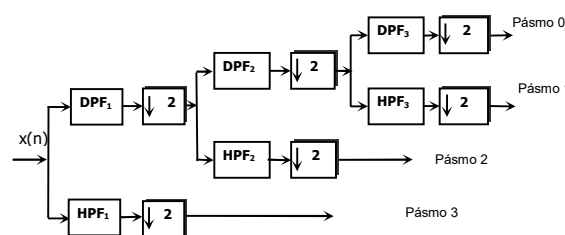
- symetrický strom – viacúrovňový,
 - nesymetrický strom – viacúrovňový,
- kde dvojice DPF – dolnopriepustný filter, HPF – hornopriepustný filter tvoria blok podľa Obr. 4, teda QMF s dokonalou rekonštrukciou.

Príklad symetrického dvojúrovňového stromu je na Obr. 5, príklad asymetrického trojúrovňového stromu na Obr. 6. V oboch prípadoch je naznačená stromová štruktúra BFA, pričom BFS je podľa vety o sieťovej transpozícii zrkadlovým obrazom BFA.

Týmto spôsobom je možné navrhovať štruktúry BF s požadovaným počtom subpásmom podľa konkrétnej aplikácie a požiadaviek na spracúvaný a prenášaný obraz.



Obr. 5 Príklad symetrického dvojúrovňového stromu



Obr. 6 Príklad asymetrického trojúrovňového stromu

Typ stromu a počet jeho úrovní je určený konkrétnou aplikáciou. V SBC sa pracuje s frekvenčnými subpásmami, ktoré reprezentujú určité frekvenčné pásma a nie transformačné koeficienty [3]. To znamená, že jednotlivé subpásma predstavujú tomu zodpovedajúcu mieru a charakter informácií o obraze. V najnižšom frekvenčnom pásme (reprezentované DPF₁) sú obsiahnuté a prenášané hrubé kontúry obrazu, vyššie frekvenčné pásma (reprezentované HPF₁,...) prenášajú detaily obrazu. Hlavnou výhodou subpásmového kódovania obrazov je, že vstupný obraz sa rozloží do viacerých kanálov. To umožňuje paralelne prenášať a spracovávať jednotlivé podobrazy. Tieto sú v kanáloch prenášané s mnohonásobne nižšou prenosovou rýchlosťou ako celý obraz. Teda pri spracovaní a prenose podobrazov sa môžu použiť menej zložité kodeky a prenosové cesty s menšou šírkou frekvenčného pásma ako v prípade spracovania a prenosu celého obrazu pri zachovaní rovnakej resp. porovnateľnej kvality výstupného obrazu. To má vplyv na nižšiu cenu použitých kodekov a prenosových ciest. Zároveň to umožňuje jednoduchšiu realizáciu kódovania, prenosu a záznamu obrazu v reálnom čase, čo má veľký aplikačný význam v rôznych oblastiach, oblasť vojenstva nevinímajúc.

4. 1 Rozšírenie na dvojrozmernú (2-D) oblasť

Poznatky z 1-D oblasti je možné jednoduchým spôsobom rozšíriť na 2-D signály, pretože 2-D QMF sú separovateľné filtre. Pre 2-D separovateľný filter, ktorý je možné vytvoriť pomocou 1-D BF platí:

$$H_{i,j}(z_0, z_1) = H_i(z_0)H_j(z_1), \quad i = 0, 1, \quad (11)$$

$H_i(z_0)$ a $H_j(z_1)$ – sú prenosové funkcie 1-D filtrov vyjadrené v z -oblasti.

Výsledná 2-D prenosová funkcia bude mať tvar :

$$T(z_0, z_1) = \frac{1}{4} [H_0^2(z_0) - H_0^2(-z_0)] [H_0^2(z_1) - H_0^2(-z_1)]. \quad (12)$$

Pre impulzové odozvy filtrov FIR platí :

$$H_{i,j}(z_0, z_1) = \sum_{n_1=0}^{L_1-1} \sum_{n_2=0}^{L_2-1} h_i(n_1) z_0^{-n_1} h_j(n_2) z_1^{-n_2}, \quad (13)$$

pričom $h_{i,j}(n_1, n_2) = h_i(n_1) h_j(n_2)$ kde $n_1 = 0, 1, \dots, L_1-1$ v horizontálnom smere a $n_2 = 0, 1, \dots, L_2-1$ vo vertikálnom smere,

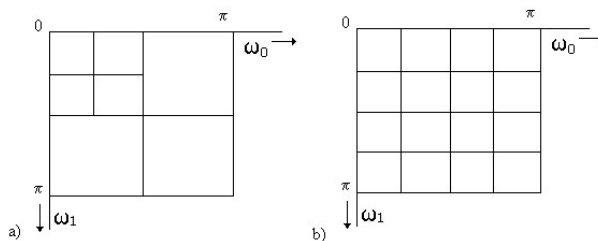
L_1 – dĺžka impulzovej odozvy 2-D filtra v horizontálnom smere,

L_2 – dĺžka impulzovej odozvy 2-D filtra vo vertikálnom smere, pri rešpektovaní nekauzality IIR filtrov (vzťahy 7 až 10 a odpovedajúce závery).

Pre názornosť nech má 2-D BF dvojúrovňovú stromovú štruktúru podľa Obr. 5.

Vstupný obraz $x(n_1, n_2)$ je v BFA na prvej úrovni filtrovaný po riadkoch (n_1) a decimovaný faktorom $N = 2$, t.j. je vynechaný každý druhý obrazový prvok (op) v riadku (každý druhý stĺpec). Na ďalšej úrovni sú podobrazy filtrované a decimované po stĺpcoch. Výstup BFA je tvorený podobrazmi pásma 0 - $y_{00}(n_1, n_2)$, pásma 1 - $y_{01}(n_1, n_2)$, pásma 2 - $y_{10}(n_1, n_2)$, pásma 3 - $y_{11}(n_1, n_2)$. Na strane BFS je zasa spätne každý podobraz najprv interpolovaný $N = 2$, t.j. medzi každý druhý op je vložený op s nulovou hodnotou. Po čiastkových súčtoch sú takto získané obrazy interpolované po riadkoch, filtrované a sčítané vo výsledný rekonštruovaný obraz $\tilde{x}(n_1, n_2)$.

Pri implementácii 2-D systému založeného na separovateľných filtroch je možné vykonať najprv 1-D filtráciu pozdĺž riadkov 2-D signálu, po ktorej nasleduje 1-D filtrácia pozdĺž stĺpcov výsledku prvej 1-D filtrácie. Z toho vyplýva, že problém návrhu filtra a implementácie bol prevedený do oblasti 1-D signálov. Pri spracovaní obrazov s nízkymi bitovými rýchlosťami sa najčastejšie používa rozdelenie frekvenčnej oblasti na 7, 16, 28 a 64 subpásiem v rôznej konfigurácii.



Obr. 7 Rozdelenie 2-D frekvenčného pásma do a) 7 subpásiem, b) 16 subpásiem

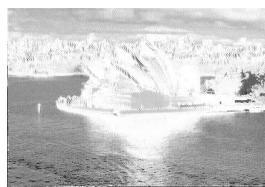
Pre názornosť je na Obr. 8 uvedené niekoľko príkladov rozkladu obrazu na vybraných výstupoch symetrického dvojúrovňového stromu podľa Obr. 5 a vyššie popísaných výstupoch BFA, ku ktorým sa zrkadlovlo vzťahujú výstupy na strane BFS.



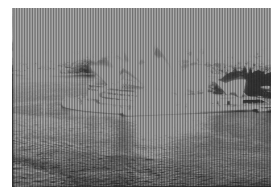
originál



analýza 0
(prvá úroveň stromu)



analýza 01
(druhá úroveň stromu)



syntéza 0
(prvá úroveň stromu)



syntéza 00 (druhá
úroveň stromu)



rekonštruovaný obraz

Obr. 8 Príklad rozkladu obrazu na vybraných výstupoch

5. ZÁVER

Použitie filtrov IIR v systéme SBC je výhodné z hľadiska podstatne nižšej výpočtovej náročnosti a nižšieho rádu použitých filtrov oproti filtrom FIR, avšak je potrebné dôsledne rešpektovať podmienky fázového skreslenia a stability IIR filtrov.

Zoznam bibliografických odkazov

- [1] AASE, S. O.: Image Subband Coding Artifacts. Analysis and Remedies.: In.: PhD Thesis, Norwegian Institute of Technology, 1993.
- [2] ESTEBAN,D., GALAND,C.: Application of Quadrature Mirror Filters to Split Voice Coding Schemes.: In Proc. ICAASP, 1997, pp. 191-195.
- [3] ŠTULRAJTER, J., LEHOTSKÝ, M., CHMÚRNY, J.: Subpásmové kódovanie obrazov pomocou bánk filtrov. In.: Zborník vedeckých prác VA, 4, č.3, Liptovský Mikuláš, 1997, s. 96-100.
- [4] ŽÁRA, J., BENEŠ, B., FELKEL, P.: Re-rezentace obrazu, Spracování obrazu, Filtrace obrazu. In.: Moderní počítačová grafika. Computer Press 1998, s. 3 -136.
- [5] ŠTULRAJTER, J.: Subpásmové kódovanie obrazov. In.: Habilitačná práca, VA Liptovský Mikuláš, marec 1999, Liptovský Mikuláš, 129 s.

prof. Ing. Jozef ŠTULRAJTER, CSc.¹⁾

doc. RNDr. Milan LEHOTSKÝ, CSc.²⁾

Ing. Ľuboš AUGUSTÍN³⁾

¹⁾Katedra informatiky,
Akadémia ozbrojených síl generála M. R. Štefánika
Liptovský Mikuláš,
Demänová 393

031 01 Liptovský Mikuláš

Slovenská republika

E-mail: stulrajter@aoslm.sk

²⁾Katedra informatiky

Pedagogická fakulta

Katolícka univerzita v Ružomberku

Námestie A. Hlinku 56

034 01 Ružomberok

E-mail: Milan.Lehotsky@fedu.ku.sk

³⁾Metrologický a skúšobný ústav logistiky

Rajecká cesta 18

010 01 Žilina

E-mail: lubos.augustin@mil.sk

IMAGE THRESHOLDING BASED ON SPATIAL INFORMATION OF OBJECT AND BACKGROUND PIXELS

Ľuboš AUGUSTÍN, Milan LEHOTSKÝ, Jozef ŠTULRAJTER

Abstract: Image thresholding is an important technique in image processing. Its goal is image segmentation into two parts – foreground and background. Many techniques use only intensity value in order to separate object from background. Finding the correct threshold is often very difficult. The computer cannot see the image therefore we search suitable technique for threshold determination depending on image characteristics. There are many ways to specify the optimal threshold. In the article we describe and compare two spatial methods for optimal threshold determination.

Keywords: image thresholding, object separation, image histogram, two-dimensional histogram, two-dimensional entropy.

1. INTRODUCTION

There are many image thresholding methods. They have been developed in the last two decades. Global thresholding methods are widely applied because they are independent of the image size and also they are very effective[1]. However, thresholding techniques can be categorized into following six groups, according to information they are exploiting:

- histogram-shape based methods,
- clustering-based methods,
- entropy-based methods,
- object attribute-based methods,
- spatial methods,
- local methods.

The methods of the first group exploit information in the form of histogram shape. The valleys, peaks and curvatures of the smoothed histogram are analyzed.

Clustering-based methods utilize the clustering algorithms where the grey level samples are clustered into two parts – background and foreground.

Entropy-based methods result in algorithms exploiting joint, local and relative entropies of original and binarized image.

Object attribute-based methods try to search some similarities between grey-level and thresholded images.

Spatial methods utilize spatial information in the form of context probabilities, correlation functions, co-occurrence probabilities, two-dimensional entropy etc.

In the local methods threshold value is calculated at each pixel, thus the value is dependent on pixel neighbourhood [4].

This paper describes two spatial methods. We will concentrate on methods theory and next practical results will be shown.

2. THEORY

Many thresholding methods are based on image histogram analysis. It is clear that two different images can have identical histograms. So we define two-dimensional histogram to consider spatial relationship between grey-level values.

Consider source grey-level image, $\mathbf{a} \in \mathbf{N}^{\mathbf{Z}_{m \times n}}$, where $\mathbf{N} = \{0..255\}$ denotes the set of the intensities and $\mathbf{Z}_{m \times n}$ is the spatial domain of the image. Normalized two-dimensional image histogram is given by following equations:

$$p_{ij} = \frac{t_{ij}}{\sum_{i=0}^{255} \sum_{j=0}^{255} t_{ij}}, \quad (1)$$

$$t_{ij} = \sum_{k=0}^m \sum_{l=0}^n \partial(k, l), \quad (2)$$

$$\partial(k, l) = 1, \text{ if } \begin{cases} \mathbf{a}(k, l) = i \text{ and } \mathbf{a}(k, l+1) = j \text{ or} \\ \mathbf{a}(k, l) = i \text{ and } \mathbf{a}(k+1, l) = j, \end{cases} \quad (3)$$

$$= 0, \text{ otherwise.}$$

Use of the two-dimensional histogram has the advantage. It reflects co-occurrence probabilities over horizontal and vertical neighbours of the reference pixel. For optimal threshold determination, we can use similar approach as is in one-dimensional case where foreground and background entropies are calculated. When the sum of these entropies reaches maximum the image is said to be optimally thresholded. However, using two dimensional histogram makes the situation more difficult. It needs to compute four entropies. Fig. 1 illustrates the situation.

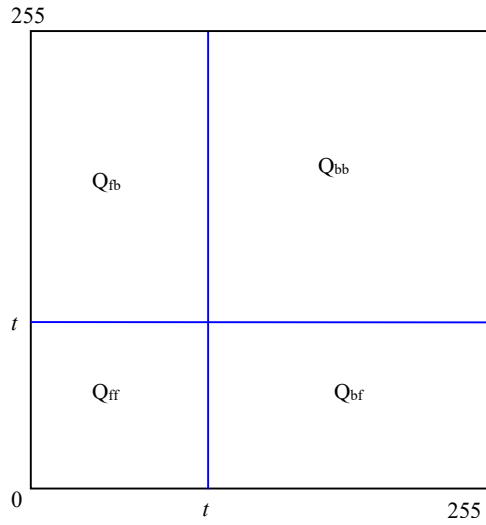


Fig. 1 Quadrants of 2D-histogram

The variable t divides two-dimensional histogram into four regions. They contain information about image in sense of transitions. The quadrant Q_{ff} contains foreground-to-foreground transitions, Q_{bb} background-to-background transitions, etc.

The entropies needed for optimal threshold determination are given by following equations:

$$H_{ff}(t) = - \sum_{i=0}^t \sum_{j=0}^t p'_{ij} \log p'_{ij}, \quad (4)$$

$$H_{bb}(t) = - \sum_{i=t+1}^{255} \sum_{j=t+1}^{255} p'_{ij} \log p'_{ij}, \quad (5)$$

$$H_{fb}(t) = - \sum_{i=0}^t \sum_{j=t+1}^{255} p'_{ij} \log p'_{ij}, \quad (6)$$

$$H_{bf}(t) = - \sum_{i=t+1}^{255} \sum_{j=0}^t p'_{ij} \log p'_{ij}, \quad (7)$$

where p'_{ij} is the co-occurrence probability over horizontal and vertical neighbour, normalized by the size of the actual quadrant.

3. METHODS

There are two thresholding methods based on two-dimensional entropies. In the first method binarized image is forced to have as many background-to-background and foreground-to-foreground transitions as possible. In the second approach the converse is true in that the probability the neighbouring pixels staying in the same class is rewarded.

The optimal threshold values according to mentioned methods are given by

$$T_{opt} = \arg_T \max [H_{ff}(T) + H_{bb}(T)] \quad (8)$$

and

$$T_{opt} = \arg_T \max [H_{fb}(T) + H_{bf}(T)], \quad (9)$$

respectively [2],[3].

4. EXPERIMENTAL RESULTS

For investigation of effectiveness of proposed methods we chose four different images:

- “Bacteria1” image,
- “Song” image
- “Bacteria2” image
- “Coin” image.

Images differ in sizes, histograms, object-sizes. Object boundaries are difficult to recognize, except “Coin” image. “Song” image is a mixture of text, notes, lines and dots. “Coin” image has a bi-level histogram.

Four considered images together with their histograms are displayed in Fig. 2 – Fig. 5.

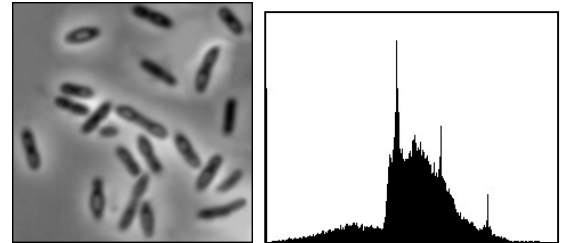


Fig. 2 “Bacteria1” image

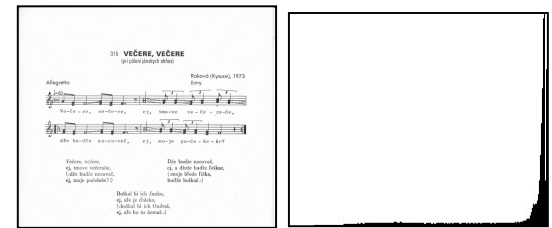


Fig. 3 “Song” image

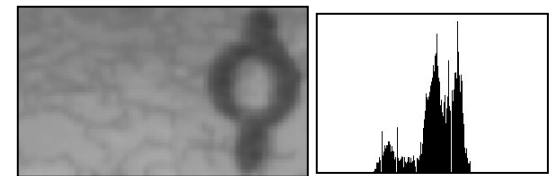


Fig. 4 “Bacteria2” image

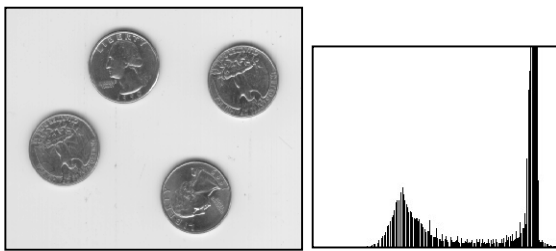


Fig. 5 “Coin” image

The figures Fig. 6 – Fig. 9 illustrate the results of application mentioned methods. Figures are organized as follows: result of application of method exploiting foreground-to-foreground and background-to-background transitions is shown on the left. The result of the second spatial method is on the right.

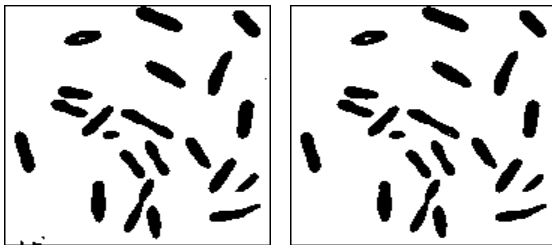


Fig. 6 Thresholded “Bacteria1” image

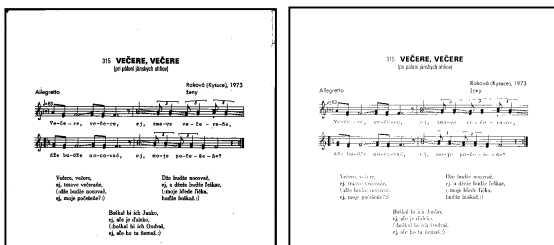


Fig. 7 Thresholded “Song” image

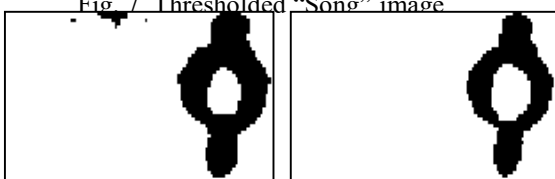


Fig. 8 Thresholded “Bacteria2” image

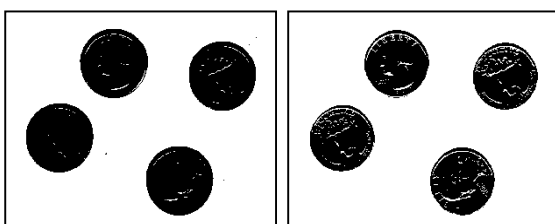


Fig. 9 – Thresholded “Coin” image

Threshold values obtained by mentioned methods are shown in Tab. 1.

Tab. 1 Threshold values

Image	Method 1	Method 2
“Bacteria”	102	104
“Song”	126	228
“Bacteria2”	103	117
“Coin”	143	195

These methods are suitable namely for images containing man’s face on the light background. The histogram has usually three main peaks. This is depicted in Fig. 10.



Fig. 10 “Face” image and its histogram

The first peak on the left side of the histogram meets the low intensities of the image. It reflects dark parts of the image, for example hair, clothing, etc. The middle peak is significant for main face features – eyes, eyebrow, nose, mouth. The right peak corresponds to light background.

Fig. 11 illustrates result of proposed methods applied to image in Fig. 10.



Fig. 11 Thresholded “Face” image

Note that result image on the right side is better for next image processing. Main significant features are very well recognized and emphasized.

5. CONCLUSION

Although proposed methods have many common features, we get two different results. Threshold values acquired via Method 1 are lower than using Method 2. However, thresholded images are good and suitable for following image processing in both cases. The benefit of the methods rests in obtaining really good results at images having more difficult histogram than bi-level one.

References

- [1] GONZALEZ, R. C., WOODS, R. E.: Digital Image Processing. Addison-Wesley, 1993, 716.
- [2] KAPUR, J. N., SAHOO, P. K., WONG, A. K. C.: A New Method for Gray-Level Picture Thresholding Using the Entropy of the Histogram," Graphical Models and Image Processing, 29 (1985), 273-285.
- [3] PAL, N. R., PAL, S. K., Entropic Thresholding, Signal Processing, 16 (1998), 97-108,
- [4] SANKUR, B., SEZGIN, M.: Image Thresholding Techniques: A Survey over Categories, Pattern Recognition, 2001, 35..
- [5] http://www.busim.ee.boun.edu.tr/~sankur/SankurFolder/MVA_21.doc

Ing. Ľuboš AUGUSTÍN¹⁾

doc. RNDr. Milan LEHOTSKÝ, CSc.²⁾

prof. Ing. Jozef ŠTULRAJTER, CSc.³⁾

¹⁾Metrologický a skúšobný ústav logistiky

Rajecká cesta 18

010 01 Žilina

E-mail: lubos.augustin@mil.sk

²⁾Katedra informatiky

Pedagogická fakulta

Katolícka univerzita v Ružomberku

Námestie A. Hlinku 56

034 01 Ružomberok

E-mail: Milan.Lehotsky@fedu.ku.sk

³⁾Katedra informatiky,

Akadémia ozbrojených síl generála M. R. Štefánika Liptovský Mikuláš,

Demänová 393

031 01 Liptovský Mikuláš

Slovenská republika

E-mail: stulrajter@aoslm.sk

GLOBÁLNE PRINCÍPY A KRITÉRIÁ SITUAČNÉHO RIADENIA INTEGROVANEJ LETOVEJ PRÍPRAVY A VÝCVIKU PILOTOV

GLOBAL PRINCIPLES AND CRITERIA OF SITUATIONAL CONTROL OF INTEGRATED FLIGHT PREPARATION AND PILOT'S TRAINING

Miroslav KELEMEN

Abstract: The model of Integrated flight preparation and training of pilots, based on the modern methodology of situational control, would be used for improving of our general system of present preparation and training, within the framework of The Model of the Armed Forces of the Slovak Republic 2010 (2015). The article presents the contribution to the Conception of situational control of integrated flight preparation and pilot's training in the field of general methodology of management, within the scientific research SIRIAD No. 129.

Keywords: situational control, integrated flight preparation and pilot's training, global methodology of control.

1. ÚVOD

Integrovanú letovú prípravu a výcvik pilotov (ILPaV) vnímame ako zložitý systém ľudských a technických elementov. Plní svoju funkciu profesionálnej prípravy pilotov, ako cyklicky sa opakujúci (technologický) proces vzdelávania a výcviku, v stanovených obdobiach [1].

Globálnym cieľom situačného riadenia systému integrovanej letovej prípravy a výcviku je plnenie a realizácia jej funkcií a foriem pre dosiahnutie stanovených cieľov. Priorite individuálnych výcvikových cieľov, v súlade s požadovaným stupňom operačnej pripravenosti leteckej jednotky pre určené a odvodené bojové úlohy, najmä pri poruchových zmenách systému.

Prístup k riadeniu elementov (ktoré v podstate tiež tvoria samostatný zložitý systém), s využitím metodiky situačného riadenia je založený predovšetkým na situačnom rozpoznávaní a odhade aktuálneho stavu (situácii) elementu. Nasleduje klasifikácia situácie do vzorových tried situácií podľa stanovených hodnotiacich kritérií, ktorým sú vopred predurčené stratégie riadenia (priradené príslušné režimy riadenia), pre obnovu stavu elementu (systému) do podmienok bez obmedzení, v súlade s cieľom a funkciou elementu (systému).

Stratégiu riadenia pritom predstavuje súbor alternatív, ktorý je výsledkom rozhodovacích procesov. Od zvolenej stratégie, vplyvu vonkajších podmienok na systém (prvok systému), činnosti rozhodovateľa (alebo tímu rozhodovateľov) a vplyvu neurčitého faktora (nepredvídateľných okolností) v danom prostredí, závisí samotný výsledok procesu riadenia. Určovanie cieľa procesu a voľba súboru

hodnotiacich kritérií na posudzovanie systému je a zostane podľa odborníkov výhradnou oblasťou ľudskej činnosti.

Situačné riadenie je chápané ako riadenie v reálnom čase, v rámci ktorého sa z identifikovanej aktuálnej situácie systému dostaneme do požadovaného stavu po vyriešení odchýlky od plánov, na základe informačných príkazov pre vykonanie opravných úkonov.

2. SYSTÉMOVÝ PRÍSTUP K RIADENIU ILPaV PILOTOV

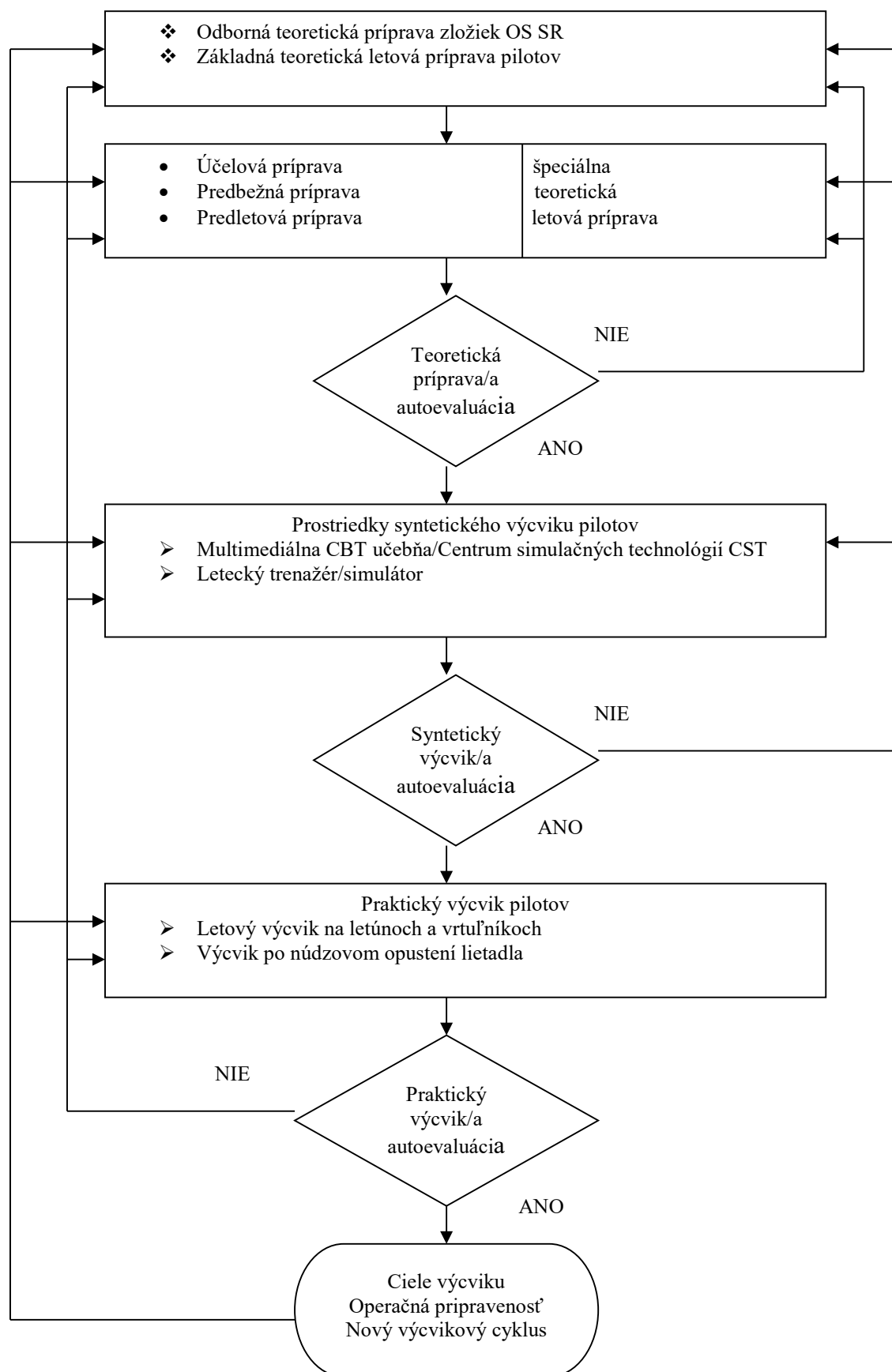
Metodika podsystémov (prvkov) a všeobecný informačný tok v rámci systému ILPaV pilotov determinuje aplikáciu metodiky situačného riadenia Integrovanej letovej prípravy a výcviku pilotov v rámci modulov:

- teoretickej letovej prípravy,
- syntetického výcviku pilotov,
- praktického letového výcviku a výcviku po núdzovom opustení lietadla,

v ich vnútorných a vonkajších vzťahoch a väzbách.

Uvedené tri rozhodujúce podsystémy Integrovanej letovej prípravy a výcviku pilotov [X], sú založené na báze pedagogických a psychologických aspektov vzdelávania a výcviku pilotov, využitia dostupných informačných technológií, vyspelej leteckej techniky, materiálu a finančných zdrojov. Forma a obsah prípravy a výcviku pilotov, musí spĺňať požiadavky odbornej spôsobilosti pre výkon funkcie leteckého personálu (Obr. 1), s dôrazom na:

- ❖ Teoretickú letovú prípravu pilotov (1. situačnú triedu):



Obr. 1 Bloková schéma štruktúry a informačného toku v rámci Integrovanjej letovej prípravy a výcviku pilotov

- ✓ odbornú teoretickú prípravu zložiek Ozbrojených síl Slovenskej republiky,
 - ✓ základnú teoretickú letovú prípravu pilota, v súlade s požiadavkami európskych Spoločných leteckých predpisov (JAR-FCL),
 - ✓ základnú teoretickú prípravu vojenského pilota, v súlade s požiadavkami operačnej pripravenosti pilotov Vzdušných síl OS SR a štandardmi NATO, v rámci špecializovanej teoretickej nadstavby,
 - ✓ prípravu z materiálnej časti leteckej techniky použitej pre letový výcvik.
- ❖ Prostriedky syntetického výcviku pilotov (2. situačnú triedu):
 - ✓ pre počítačom podporovaný výcvik pilotov (CBT, CST a pod.),
 - ✓ leteckých trénerov pre nácvik prevádzkových postupov počas letu,
 - ✓ leteckých simulátorov pre plnenie letových úloh, so zameraním na techniku pilotovania podľa prístrojov a nácvik úloh bojového použitia.
- ❖ Praktický výcvik (letový výcvik a výcvik po núdzovom opustení lietadla – 3. situačnú triedu):
 - ✓ selektívny a výberový letový výcvik pilotov letúnov a vrtuľníkov,
 - ✓ základný letový výcvik pilotov letúnov a vrtuľníkov,
 - ✓ zdokonaľovací letový výcvik pilotov letúnov a vrtuľníkov,
 - ✓ bojový výcvik pilotov letúnov a vrtuľníkov,
 - ✓ výcvik v núdzovom opustení lietadla – NOL (v rôznych podmienkach).

Komplexné a systémové ponímanie Integrovannej letovej prípravy a výcviku pilotov je kľúčovým východiskom metodiky pre riadenie a reguláciu systému. Uvedené skutočnosti boli pedagógmi zovšeobecnené do štyroch základných požiadaviek, platných pre systémové ponímanie reality [2]:

- a) prvý princíp požaduje prístup k systémom v ich ucelenej celistvosti a jednoty s prostredím;
- b) druhý princíp požaduje orientáciu na základné, tzv. systémovotvorné prvky daného systému;
- c) tretí princíp požaduje orientáciu na systémovotvorné vonkajšie a vnútorné vzťahy systému;
- d) štvrtý princíp požaduje orientáciu na základné vývojové zákonitosti daného celku (osobnosti), na príčiny, faktory a hybné sily jeho zmien, na jeho dynamiku, výsledky a vývojové tendencie.

V leteckej praxi sa menované princípy musia realizovať v rámci centralizovaného systému

vojenského vzdelávania a základného odborného výcviku, a decentralizovaného ďalšieho odborného vzdelávania a výcviku v jednotlivých druhoch síl Ozbrojených síl Slovenskej republiky.

Prvý princíp, sa javí ako najcitlivejší bod z inštitucionálneho a procesného hľadiska. Parciálne úlohy letovej prípravy a výcviku sa budú realizovať v rámci centralizovaného systému vzdelávania a výcviku riadené Ministerstvom obrany SR a ďalšie úlohy v rámci decentralizovaného systému vzdelávania a výcviku vo Vzdušných silách OS SR. Praktický výkon a plnenie úloh sa následne decentralizuje na taktickú úroveň leteckých základní (jednotiek) podľa druhov letectva VzS OS SR.

Pre zachovanie efektívnosti a funkčnosti systému prípravy a výcviku vojenských pilotov, jeho celistvosti a jednoty s prostredím VzS OS SR, bude perspektívne žiadúca aktívna účasť príslušníkov vzdušných síl už v rámci centralizovaného vzdelávania a základného výcviku. V súlade s názormi leteckých odborníkov v oblasti edukácie leteckých špecialistov [3] musíme okrem osobnosti študenta – pilota premietnuť a aplikovať do všetkých zložiek systému aviatckej výučby a výcviku aj osobnosť jeho inštruktora leteckého výcviku:

- do cieľového programu výučby a výcviku;
- do východiska na vstupe systému;
- do priebehu procesu výučby a výcviku;
- do výstupu systému výučby a výcviku;
- do kontextu výučbového a výcvikového prostredia.

Pre splnenie uvedeného zámeru realizácie prvého princípu systémového ponímania reality predpokladáme pripravovať vybraných pilotov – inštruktrov VzS OS SR v rámci dopĺňajúceho pedagogického štúdia, pre plnenie lektorskej činnosti v procese výučby a funkcie učiteľov lietania (inštruktrov) v procese (výberového) základného výcviku pilotov.

Druhý princíp, bude v permanentnej pozornosti ústredných orgánov rezortu, velenia VzS OS SR a leteckých základní. Samotný proces výučby a výcviku, forma a obsah letovej prípravy a výcviku bude:

- na strategickej úrovni plánovaný, riadený a analyzovaný v súlade s dlhodobým plánom rozvoja Ozbrojených síl Slovenskej republiky; s dôrazom na tendencie vývoja systému vojenského vzdelávania a výcviku;
- na operačnej úrovni Vzdušných síl Ozbrojených síl Slovenskej republiky plánovaný, riadený a analyzovaný v súlade s koncepciou rozvoja VzS OS SR; všeobecnými požiadavkami vzdelávania

a výcviku leteckého personálu (Spoločné letecké predpisy JAR) a špecifickými požiadavkami na prípravu a výcvik vojenského pilota;

- na taktickej úrovni leteckej základne (samostatnej dopravnej letky ...) plánovaný, riadený, zabezpečovaný a analyzovaný v súlade s poslaním a úlohami bojového leteckého útvaru, ako súčasť ozbrojených síl.

Pre realizáciu tretieho princípu, sa musia:

- na strategickej úrovni, vytvárať inštitucionálne a legislatívne podmienky pre vzdelávanie a výcvik, v súlade s výcvikovými podmienkami a prostredím v rámci integrovaného systému výcviku ozbrojených síl;
- na operačnej úrovni Vzdušných síl Ozbrojených síl Slovenskej republiky plánovať a riadiť Integrovanú letovú prípravu a výcvik pilotov, v rámci komplexnej odbornej prípravy a vojenského výcviku príslušníkov VzS OS SR;
- na taktickej úrovni leteckej základne (samostatného leteckého krídla ...) plánovať, riadiť, vykonávať a využívať jednotlivé prvky Integrovanej letovej prípravy a výcviku pilotov, ako prioritnú úlohu bojového leteckého útvaru, podľa stupňa operačnej pripravenosti jednotiek pre plnenie definovaných a odvodených bojových úloh;

Štvrtý princíp, úzko súvisí s realizáciou druhého princípu vo vzťahu k procesu výučby a výcviku, ako aj formám a obsahu letovej prípravy a výcviku pilotov. Je preto neoddeliteľnou súčasťou predikčnej, plánovacej a rozhodovacej činnosti príslušných orgánov riadenia rezortu MO SR a velenia OS SR, prioritne v procese optimalizácie systému vzdelávania a výcviku.

Proces tvorby a následne aj optimalizácie Integrovanej letovej prípravy a výcviku pilotov je a bude podmienený požiadavkami leteckej praxe, ich analýzou, zovšeobecnením poznatkov z procesu výučby v rámci aviatickej edukácie leteckého personálu (odbornej prípravy a výcviku) a aplikácie výsledkov výskumu v relevantných oblastiach prípravy a výcviku personálu, alebo leteckej prevádzky.

Metodika podsystémov a prvkov Integrovanej letovej prípravy a výcviku pilotov, na báze modulov teórie a výcviku, predstavuje model optimálneho postupu a riešení požadovanej prípravy a následného výcviku pilotov, za účelom dosiahnutia stanovených výcvikových cieľov.

Významnou súčasťou Integrovanej letovej prípravy a výcviku pilotov je analýza a vyhodnotenie dosiahnutých výsledkov, súčasne s autoevaluáciou pilotov v rámci jednotlivých režimov riadenia systému (Režim 1 – 5), s dôrazom na:

- ✓ analýzu a vyhodnotenie výsledkov teoretickej letovej prípravy pilotov,
- ✓ analýzu a vyhodnotenie výsledkov syntetického výcviku pilotov,
- ✓ analýzu a vyhodnotenie výsledkov praktického letového výcviku a výcviku po núdzovom opustení lietadla,

s priebežným rozhodovaním o ďalšom postupe (prijatí opatrení a riadení systému) a záverečnou analýzou a vyhodnotením splnenia cieľov výcviku pilotov/jednotiek.

Praktické uplatnenie modelu Integrovanej letovej prípravy a výcviku pilotov je závislé od jeho implementácie do systému vojenského vzdelávania a výcviku:

- ❖ variant A – v rámci vysokoškolskej prípravy a odborného výcviku pilotov, alebo
- ❖ variant B – v rámci postgraduálnej prípravy a odborného výcviku pilotov.

Významnou súčasťou prípravy personálu je následné celoživotné vzdelávanie a vojenský výcvik počas štátnej služby pilotov vo vzdušných silách. Základné požiadavky na teoretické vedomosti pilotov sú formulované v európskych Spoločných leteckých predpisoch JAR-FCL a špecifické požiadavky Vzdušných síl Ozbrojených síl Slovenskej republiky prezentujú spracované profily absolventov škôl (kurzov).

3 RIADENIE SYSTÉMU INTEGROVANEJ LETOVEJ PRÍPRAVY A VÝCVIKU PILOTOV

Celková stratégia situačného riadenia integrovanej teoretickej letovej prípravy a výcviku pilotov, je založená na multikriteriálnom princípe: kritériu skúšania, minimálnych výsledkov (dostupných ľudských, materiálnych, technických a finančných zdrojov prípravy a výcviku), autoritatívnom kritériu a doplnkovom kritériu autoevaluácie „ľudských elementov“ systému, ktoré sú rozhodujúce pre prechod z jedného režimu riadenia do druhého režimu. Pritom rešpektujeme globálny cieľ a priority funkcie riadenia systému.

Pre výber alternatívnej metodiky riadenia procesu obnovy stavu zo súboru riešení v rámci stratégie riadenia, využijeme spravidla nasledovné základné kritériá:

- kritérium skúšania,
 - kritérium minimálnych výsledkov (minimálneho zabezpečenia systému z vonkajšieho prostredia, v rámci podsystemov, alebo prvkov systému pre splnenie cieľa),
 - autoritatívne kritérium, a
- doplňkové kritérium:
- autoevaluáciu.

Kritérium skúšania uplatníme formou vstupných, priebežných, kontrolných a výstupných didaktických testov a ústnych komisionálnych skúšaní s hodnotením na základe konsenzu. Nie len pri identifikácii situácie, ale aj pri parametrizácii stratégie pre presnenie situácie a voľbu (spresnenie) „optimálneho algoritmu riadenia po trajektórii k parciálnemu (globálnemu cieľu)“.

Získané výsledky podrobíme analýze a hodnoteniu podľa kritéria minimálneho výsledku (v teoretickej príprave, v syntetickom výcviku a v praktickom výcviku), ktoré rozhoduje aj o následnom zaradení do stupňa poruchy stavu (1 – 5) a tomu zodpovedajúcemu priradeniu režimu riadenia celého ďalšieho procesu obnovy stavu systému (podsystemu, prvku). V prípade riešenia príčin poruchy stavu vplyvom vonkajšieho prostredia, spolupráce a koordinácie s ostatnými podsystemami, prvkami systému, alebo ich kombinácie poruchy stavu, hodnotíme aktuálny stav kritériom minimálnych potrebných ľudských, materiálnych, technických a finančných zdrojov v prospech plnenia funkcie systému integrovanej letovej prípravy a výcviku pilotov. Predmetom hodnotenia je stav dostupných zdrojov pre prípravu a výcvik pilotov v percentuálnom vyjadrení z počtov síl a prostriedkov, požadovaného množstva zásob relevantného materiálu (vybraných materiálových tried), alebo financií pre prípravu a výcvik. Hodnotenie situácie vykonávame minimálne v oblasti:

- početného stavu personálu (leteckej, zabezpečovacej a podpornej jednotky, alebo služby), tzv. skutočný počet verzus plánovaný počet v tabuľkách počtov personálu a techniky,
- početného stavu prevádzkyschopnej leteckej techniky, tzv. skutočný počet verzus plánovaný počet v tabuľkách počtov personálu a techniky,
- čerpania technického života leteckej techniky (rezurzu letových hodín a doby do vykonania predpísaných prác a generálnej opravy, prípadne ukončenia prevádzky),
- početného stavu prevádzkyschopnej zabezpečujúcej pozemnej techniky a systémov zabezpečenia leteckej

prevádzky, tzv. skutočný počet verzus plánovaný počet v tabuľkách počtov personálu a techniky,

- stavu prevádzkyschopných prostriedkov syntetického výcviku (multimediálna učebňa teoretickej prípravy, letecký tréner/simulátor),
- stavu zásob materiálu z vybraných materiálových tried (letecké a automobilové pohonné hmoty a mazivá, náhradné dielce, výstroj personálu, výzbroj, munícia, potraviny, prevádzkové médiá – voda, elektrika, plyn a pod.),
- stavu čerpania vyčlenených finančných zdrojov pre prípravu a výcvik.

Aktuálna situácia je na základe výsledkov hodnotenia zaradená do vzorovej triedy situácií. Je priradená do určitého stupňa poruchy stavu systému (podsystemu, prvku) a následne v rámci parametrizácie stratégie slúžia spresňujúce výsledky k výberu metodiky riadenia procesu obnovy stavu.

Reálny život vytvára podmienky pre selekciu ľudských, alebo materiálnych zdrojov zo systému, ktoré sú nad požiadavky (kapacity) systému ILPaV pilotov, alebo sa dosahujú neakceptovateľné výsledky. V uvedených situáciách sa v konečnom dôsledku uplatňuje spravidla autoritatívne kritérium, v súlade s nedeliteľnou veliteľskou právomocou. Autoritatívne kritérium sa realizuje v prípade rozhodnutia o:

- pokračovaní v príprave a výcviku pilota (pilotov; využívaní relevantných zdrojov prípravy a výcviku),
- dočasnom (čiasťom, alebo komplexnom) zastavení v postupe prípravy a výcviku pilota (pilotov; zastavení využívania relevantných zdrojov prípravy a výcviku), v rámci určitého podsystemu (prvku), alebo ich kombinácií, alebo
- ukončení prípravy a výcviku pilota (pilotov; ukončení využívania relevantných zdrojov prípravy a výcviku), v rámci celého systému, podsystemu (podsystemov), alebo prvku (prvkov) a ich kombinácií.

Realizácia autoritatívneho kritéria v praxi je determinovaná určenými právami, služobnými povinnosťami a osobnou zodpovednosťou veliaceho a riadiaceho pracovníka, zodpovedného za plnenie funkcie systému, v rámci komplexu prípravy a výcviku príslušníkov VzS OS SR.

Významným doplnkovým kritériom by sa malo stať uplatňovanie kritéria autoevaluácie (sebahodnotenia) pilota v jednotlivých prvkoch

a podsystémoch teoretickej letovej prípravy a výcviku. Praktická realizácia uplatňovania uvedeného subjektívneho hodnotenia samého seba (svojich výsledkov) v jednotlivých formách prípravy a výcviku, predstavuje dlhodobý a náročný proces vytvárania „pozitívnej firemnej klímy“ pre konštruktívnu kritiku, osobnú zodpovednosť, sebadisciplínu a vzájomnú dôveru.

4 ZÁVER

Štrukturálne zmeny Ozbrojených síl Slovenskej republiky spôsobili zásadný obrat aj vo filozofii systému riadenia prípravy a výcviku pilotov, ktorý umožní veliteľom dosiahnuť a udržať taký stupeň operačnej pripravenosti a vycvičenosti podriadených jednotiek, v ktorej si zachovajú schopnosť plniť stanovené úlohy a určenia.

Autorom pripravovaný nový model Integrovanvej letovej prípravy a výcviku pilotov, na základe aplikácie metodiky situačného riadenia systému [4], môže byť využitý, ako súčasť komplexného systému prípravy a výcviku personálu Vzdušných síl OS SR.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] MADARÁSZ, L.: Metodika situačného riadenia a jej aplikácie. Košice: ELFA, TU KE, 2003, 198 s.
- [2] LAZAR, T. et al.: Priebežná výskumná správa plnenia vedeckej úlohy SIRIAD. Košice: VLA GMRŠ, 2004
- [3] KLECUN, R.: Nové trendy vo vzdelávaní Leteckých odborníkov. Košice: VLA GMRŠ, 2003, 115 s.
- [4] NEČAS, P., OLEJNÍK, F., SZABO, S.: Information warfare and security. Krakow, 2000, s. 75 – 80. ISBN 83-7230-040-2
- [5] KELEMEN, M.: Koncepcia situačného riadenia systému ILPaV pilotov (pripravovaná štúdia).

Miroslav KELEMEN
Kurz národnej bezpečnosti
Centrum kariérneho rozvoja
Národná akadémia obrany maršala Andreja Hádika
Demänová 393
031 01 Liptovský Mikuláš
Slovenská republika
E-mail: Miroslav.KELEMEN@mil.sk

CONCEPT AND NECESSITY OF ADAPTIVE INTEROPERABILITY IN CASE OF MILITARY IT SYSTEMS

Sandor MUNK

Abstract: Practically all existing, and planned IT systems' interoperability solutions of our days are built on the same theoretical base, and methodology, using a single standardized intermediary representation. Efficient implementation of a solution based on elementary interoperability model requires existence of specific conditions, and circumstances. Nowadays only theoretical researches discuss the problems of, and solutions for a more complex interoperability environment, but changes in the application environment already require answering questions raising in a dynamic interoperability environment

Keywords: military informatics, information interoperability, interoperability of IT systems, interoperability environments, adaptive interoperability.

1. INTRODUCTION

Prior to the NATO Prague Summit NATO defence ministers, as a preparation of Prague Capability Commitment, identified four key operational capability areas. These included the improvements in interoperability of deployed forces.¹ Operational interoperability is a mutual capability of actors to ensure a successful and efficient cooperation that requires appropriate level of interoperability on different functional areas (such as command and control, intelligence, logistics, etc.). All functional area interoperabilities are based on information interoperability, and technical interoperability.²

An essential condition of ensuring all the interoperability types mentioned above is interoperability of military IT systems. According to the basic NATO document on this topic "Common-funded NATO C3 systems must be fully interoperable and must inter-operate with national systems. Likewise, national systems of members and Partners must inter-operate to enable forces to operate together effectively. NATO, therefore, needs considerably improved interoperability across all levels of the NATO C3 System for the support of functions ranging from political consultation to tactical battlefield operations."³

In practice, interoperability between/among military IT systems first appeared in case of actors working on similar functional or professional areas, and being in a permanent and close cooperation. Traditional IT systems' interoperability solutions, based on standardized protocols and intermediary

representations (bit- and character-oriented message formats, common data models), were developed in support of these kind of cooperation. In the changing international security environment, and as a consequence of changes in nature of military operations, and structure of forces, the traditional interoperability solution is less and less appropriate. Military IT systems must be interoperable no longer only in a limited cooperation area, but in a dynamically changing environment. This requires new capabilities, new interoperability solutions.

This publication introduces the concept of elementary interoperability model, summarizes basic characteristics, and limitations of nowadays traditional interoperability solutions based on a single intermediary representation, then discusses the possibilities of a complex interoperability model based on multiple intermediary representations, presents the concepts of internal, and external interoperability, finally defines concept of adaptive interoperability, and identifies some of its main additional research topics.

2. LIMITATIONS OF TRADITIONAL INTEROPERABILITY SOLUTIONS

Practically all existing, and planned IT systems' interoperability solutions of our days are built on the same theoretical base, and methodology, that can be described with the help of the so called elementary interoperability model. The essential characteristics of this model are a well-defined community of interest, and a single, common intermediary representation. To this class belong the interoperability solutions developed so far by NATO, and their member states, such as NATO Corporate Data Model, Army Tactical Command and Control System (ATCCIS), ACCS Wide Common Information Exchange Standard (AWCIES), Multilateral Interoperability Program (MIP), with its previous

¹ The Prague Summit and NATO's Transformation. A Readers Guide. 2003. [p 27]

² See: MUNK: An analysis of basic interoperability related terms, system of interoperability types. In Academic and Applied Research in Military Sciences, 2002/1. [pp 117-132]

³ Draft NATO Policy for C3 Systems Interoperability. 2003. [p 5]

versions⁴, and the different character, and bit-oriented message standards⁵.

Implementation of the traditional solution based on the elementary interoperability model on application (semantical) level requires the following:

- specification of information exchange requirements of the given community of interest;
- comparison, and harmonization of content (interpretation), and format of information exchanged, used by different cooperating partners;
- development, and formalization of the intermediary representation, and its agreed interpretation, used for information exchange;
- finally implementation of necessary transformations between own (inner) representations of individual actors, and the intermediary representation.

Of course in case of changes in information exchange requirements, or appearance of new requirements, to maintain interoperability, all the above mentioned tasks should be cyclically carried out.

Elementary interoperability model is essentially a centralized solution, with a fundamental component: a single common intermediary representation. This model, and its implementations, in fact doesn't deal with the questions, problems, solutions, and possibilities of transformations between intermediary representation, and the inner representations used by the individual actors. They support this task only with the suitable specification of the intermediary representation, although this can be a very significant contribution, because an appropriate selection of common conceptual, semantical foundations makes also very easy the implementation of actor-side transformations.

Efficient implementation of a solution based on elementary interoperability model requires existence of specific conditions, and circumstances. From the point of view of community of interest it means first of all well-definedness, functional similarity, and closeness, and permanence of cooperation. Thus solution based on elementary interoperability model appropriate basically for implementation of interoperability between actors of a given functional area, being in a relatively close and permanent cooperation. This is justified by the realized results, and practical experiences, among others in military informatics.

Functional sameness, or similarity of actors, and their activities have as a consequence the sameness, or similarity of the extent, and content of information handled by them. Therefore heterogeneity of information arises much rather in representational (syntactical), than in conceptional (semantical) questions. This makes significantly easier to develop a common intermediary representation, and to implement the meaning-preserving transformations between intermediary, and inner representations.

Without a well-defined community of interest, or close, and permanent cooperation, for procedural reasons, and for lack of practical experiences it is very hard to efficiently specify real information exchange requirements, and develop an agreed common intermediary representation. Lack, or low level of functional similarity, and close, permanent cooperation involves significant differences, heterogeneity in extent, and content of information handled. In this case – keeping the autonomy of individual actors – in a lot of areas it is hard, or even impossible to find such an intermediary representation, that ensures a full level and meaning-preserving information exchange between any two actors.

An additional characteristic of elementary interoperability model is that with the growth of the community of interest, and with the widening of cooperation (growth the extent of information exchanged), the possibilities of implementation – even in case of well-defined community of interest, and close cooperation – gradually decrease. In case of wide community of interest, and extensive, differentiated information exchange in most areas there is no real possibility to harmonize the individual application-area specific versions of information. As a consequence instead of a single intermediary representation more, complementary, or existing parallel to each other intermediary representations needed. The so called complex interoperability model based on more intermediary representations has different versions, implementations.

In data-model based approaches of our days the different intermediary representations are different submodels (views) that form a hierarchical system. The central element of the system is a data-model that contains the information common to the whole cooperation (application) area, used and exchanged by all, or by the majority of actors. Intermediary representations linked to individual subfunctional areas appear in form of submodels, that have a common part with the central data-model (overlap it, or can be mapped into it), and an other part, that is area-specific.

⁴ Battlefield Interoperability Program (BIP), and Quadrilateral Interoperability Program (QIP).

⁵ NATO Message Text Formatting System (FORMETS), and Link-1, Link-11, Link-11B, Link-14, Link-16, Link-22 tactical data links.

An example of the hierarchical system mentioned is the metaphor used in military information exchange data models⁶, the 'generic hub', where the subfunctional area data-models, by means of basic (common) information are connected to the central model as spokes of the wheel to the hub of the wheel. However this example is simplified, because overlapping parts of subfunctional area and central data models, are not necessarily independent each other, on the other hand system of data models can be multilevel. In some subfunctional areas there could be other subsubfunctional data models, that may have common part with the central data model, other part common with the subfunctional area model, and parts, that are subsubfunctional area specific.

In military application the hierarchical structure is determined mainly by the service, and functional area structure of military forces. Therefore the central data model includes basic, mainly joint level information. On the second level there are data models of service (army, air force, navy, etc.) specific information, and on the third, and additional levels there can be data models of different functional, or application areas (artillery, engineer, logistics, etc., or anti-armor artillery, countermining activities, fuel supply, etc.)

In NATO Corporate Data Model, and in the Multilateral Interoperability Program only the central (reference) data model – and mainly its land C2 part – has been fully accepted. Development of joint C2 data model is planned for 2008, and different functional area data models are being developed mainly independently, connected to different IT systems development projects (e.g. ACCS, BICES, LOGFASS).

3. CONCEPT, NECESSITY, AND CHARACTERISTICS OF ADAPTIVE INFORMATION INTEROPERABILITY

For an autonomous actor of the infosphere (person, group, organization, organizational system, etc.) concept, questions, and solutions of information interoperability can be interpreted among the components, systems of the given actor (inner, or internal interoperability), and between the actor and its environment (outer, or external interoperability). Internal interoperability is the mutual capability of the given actor, respectively its components, and systems to exchange information and common understanding between/among each other. Moreover external interoperability is a capability that enables the given actor to exchange information in a meaning-preserving way with its cooperating

partners, and to exploit accessible, or acquirable information of neutral, even adversary actors in a meaningful way. In the following we will analyze, and interpret questions of information interoperability narrowed to interoperability between IT, especially military IT systems.

Interoperability between IT systems, devices is not a capability for its own sake, its basic purpose is to enable information interoperability, and after all operational interoperability between actors using these systems, and devices. A given IT system, or device doesn't have to be interoperable with other systems in general, but actually with those systems that's users are in cooperation with the user of the given system, or with those systems, even owned by adversaries, that handle information necessary to acquire, and exploit.

In case of military IT systems, due to specialities of military operations of our days, and forces executing these operations, a significant change has occurred in the proportion of significances of internal, and external interoperability. Multinational forces, built already on low levels – e.g. battalion level – from different national components, require that these national capability modules (battalions, companies, platoons, etc.) fulfill not only the internal interoperability requirements of their higher level national units, but they must also have a much more hardly implementable capability of external interoperability.

Apart from very special cases nor internal, neither external interoperability can be fully implemented. In case of an actor (e.g. organization) not between any two components, and not regarding any information is possible the interoperable information exchange, and the actor is not capable to exchange, or acquire information in a meaning-preserving way with, or from any other actors. In both cases extension of interoperability is in strong connection with the significance and characteristics of information relationships, and with the possibilities, practicality, and economy of implementation.

In everyday practice internal interoperability first is typically realized on functional, or application areas, and later these 'islands' widen, are connected, are integrated, and extend to new areas, and information. External interoperability is usually realized depending on the cooperation relations of the given actor, first with the most important partners and regarding to the most important information, and later this extends gradually.

There are significant differences between the requirements, implementation conditions and possibilities of internal, and external interoperability. The first essential difference appears in the significance from the point of view of the given actor.

⁶ Land C2 Information Exchange Data Model, Joint C3 Information Exchange Data Model.

Implementation of internal interoperability obviously more important, than that of external interoperability, because it is vain to have a capability for efficient information exchange with other actors, if between the components of the given actor there is no, or only partially exists an interoperable information exchange. Naturally in particular circumstances external interoperability requirements may have higher priority, but this can be valid only temporarily.

The second significant difference is in the possibilities of implementation. Realization of interoperability solutions depends first of all on the level of autonomy, and the closeness, and permanence of cooperation of actors (components) involved. It is obviously easier to order, and carry out necessary conceptual level harmonization, and unification, determine, and introduce syntactical and physical level solutions in case of components of a given actor, holding appropriate authority, than in case of individual actors with independent interests, and higher autonomy.

In case of military IT systems the basic levels of internal interoperability include service, joint, and allied levels. In addition to these levels there are also other, sometimes overlapping levels, such as a more limited functional area level, or an alliance service (component) level interoperability. On the higher levels the autonomy, and informational heterogeneity of the components gradually increases, that requires different, and more difficult interoperability solutions. This is true even more in case of implementation of coalition interoperability based on temporary cooperation.

The main difference between implementation of internal and external interoperability appears in the ways that it can be done. Internal interoperability between components of a given actor can, even should be implemented in a centralized, preplanned way. This is possible based on the existing command and control authority. Whereas in case of external interoperability, and military IT systems creation of necessary conditions to ensure interoperability with the allied, the coalition, the wider cooperative and the global environment, usually can not be, or only in limited manner can be planned before, and instead of a centralized solution, only a process based on agreement between autonomous actors can be possible.

In simpler cases the elementary, otherwise the complex interoperability environment both help the preplanned implementation of internal interoperability, because due to the permanent cooperation orientated to a common (organizational) goal, and the unity of command and control, it is possible to assess, and harmonize information exchange requirements in detail; to explore the differences in concepts, interpretations, and

representations used, and to eliminate some of them; and to enforce interoperability requirements in IT development, or acquisition projects.

In case of a given actor (organization, organizational system) from the three levels of IT systems in interoperability, the solutions on the physical, and syntactical levels theoretically can be modified, even standardized without the modification of the functional capabilities of the affected IT systems, or applications. This can be done on the IT development level, transparently for the users, without any modifications of the application functions. Modification, and standardization of solutions on the two lower levels are limited, and impeded only by legacy systems, because in case of these systems usually no, or no easy way to make syntactical, and technical level modifications.

On the conceptual, semantical level of IT interoperability, in consequence of the special requirements of the individual functional, or application areas, the possibility to implement unified solutions is already more limited. This is because every application area has its own system of concepts, that contains identical, partially different, similar, or fully unique concepts, related to other areas. In case of a given actor the semantical level uniformity is practically guaranteed by common doctrinal foundation, intellectual interoperability that determine the basic conceptual grounds. Moreover usually there are ways to standardize more questions of semantical type (e.g. quantitative, spatial, and temporal features).

Implementation of internal interoperability constitutes a different problem for actors that have already extensive IT support, and a lot of IT systems, and for actors having a lower level IT support, or who are just developing their IT systems. In case of the former the main problem lies in the harmonization of existing, legacy systems to actual interoperability decisions, and solutions. While for the later the hardest interoperability problems are connected to the adaptation, or acquisition of IT systems, and applications developed by other actors, having their own interoperability solutions.

Implementation of external interoperability in a dynamic interoperability environment requires other than preplanned, and prebuilt ways, and methods. In this case traditional methods of implementation can not be used: it is not possible to previously analyze information exchange requirements in detail; to learn, and harmonize systems of concepts used; and to develop appropriate interoperability solutions.

To describe an adequate capability of an IT system in a dynamic interoperability environment, a new concept – dynamic, or adaptive interoperability – should be introduced. Adaptive interoperability is a capability of an IT system to ensure the necessary

conditions of the meaning-preserving information exchange in a dynamically changing cooperation (interoperability) environment with other – previously known, or not known – IT systems, without IT development efforts, within user defined time limits.

The concept of adaptive interoperability – as it can be seen from the previous definition – connected to IT systems, and applications. The concept can also be interpreted in case of persons, and organizations, but in this case the adaptation to the dynamically changing environment, to new communication partners is a basic capability of humans. The necessity of the introduction of a new concept is a direct consequence of the growth in the role, and significance of information exchange between IT systems, without human intervention.

Adaptive interoperability can have appropriate role not only in the implementation of external interoperability, but of the internal interoperability too. In complex organizational systems (e.g. armed forces of a nation) due to the continuous developments, and transformations, such changes happen in information relations, that for individual components, IT systems result in a heavily changing interoperability environment even in the framework of a given organization. Moreover components of a given actor – e.g. units of national armed forces – more and more frequently appear individually on the infosphere, so their required interoperability capabilities are determined not only by internal, but by external interoperability requirements. So even if the traditional solutions would be enough to develop an appropriate internal interoperability capability, for ensuring external interoperability adaptive interoperability is required.

Introduction of the concept of adaptive interoperability raises a lot of questions, problems, and tasks to do, that must be the object of further researches. If we accept, that implementation of adaptive interoperability of military (and other) IT systems is necessary, then we should (may) analyze:

- conditions, methods, and tasks of planning, and development of adaptive interoperability;
- conditions, methods, and tasks of adaptation to a dynamically changing interoperability environment during, or right before operations;
- components, and areas of adaptive interoperability, and role, and significance of them in case of military IT systems;
- physical, syntactical, and semantical tasks, and components of implementation of adaptive interoperability.

Although in today's situation of IT systems' interoperability, implementation of adaptive inter-

operability is not a primary task yet, in our opinion theoretical foundation of future developments has already significance in our days.

References

- [1] ADatP-3 Part I., NATO Message Text Formatting System (FORMETS). System Concept and Description. Baseline 10. – NATO HQ C3 Staff, 1994.
- [2] ADatP-32 Part I., The NATO Corporate Data Model. Concepts and Descriptions. – NATO HQ C3 Staff, 2001.
- [3] ATCCIS Final Report. Edition 5. – ATCCIS Working Group, 2002.
- [4] Draft NATO Policy for C3 Systems Interoperability. – NATO, 2003.
- [5] Interface Requirements Specification (IRS) ACCS Wide Common Information Exchange Standard (AWCIES) Developmental. – Air Command Systems International, 2004.
- [6] Multilateral Interoperability Programme. Concept of Operations. – 2003.
- [7] Munk Sándor: An analysis of basic interoperability related terms, system of interoperability types. In. Academic and Applied Research in Military Sciences. 2002/1. 117-132.o.
- [8] The Prague Summit and NATO's Transformation. A Reader's Guide. – NATO, 2003.

Summary: Practically all existing, and planned IT systems' interoperability solutions of our days are built on the same theoretical base, and methodology, that can be described with the help of the so called elementary interoperability model, based on a single standardized intermediary representation (common data model, standard message format). Efficient implementation of a solution based on elementary interoperability model requires existence of specific conditions, and circumstances – well-definedness, functional similarity, and closeness, and permanence of cooperation. Nowadays dominantly only theoretical researches discuss the problems of, and solutions for a more complex interoperability environment, but changes in the application environment already require answering questions raising in a dynamic interoperability environment.

In an actor-oriented approach two concepts – internal interoperability (between IT systems of the given actor) and external interoperability (with IT systems of other actors) – should be distinguished. In case of military IT systems, due to specialties of military operations of our days, and forces executing these operations, a significant change has occurred in the proportion of significances of these two types of interoperability. It is necessary already on lower military organizational levels that they fulfill not

only the internal interoperability requirements of their higher level national units, but must also have a much more hardly implementable capability of external interoperability. There are many differences between internal, and external interoperability: among others in their significance, in possibilities of implementation, and first of all in the ways of implementation.

In a dynamic interoperability environment implementation of external interoperability requires other than preplanned, and prebuilt ways, and methods. To describe a new capability, a new concept – dynamic, or adaptive interoperability - should be introduced. Adaptive interoperability is a capability of an IT system to ensure the necessary conditions of the meaning-preserving information exchange in a dynamically changing cooperation (interoperability) environment with other – previously known, or not known – IT systems, without IT development efforts, within user defined time limits. Introduction of the concept of adaptive interoperability raises a lot of questions, problems, and tasks to do, that must be the object of further researches.

Prof. Col. Sandor Munk, PhD.
Department of Informatics
National Defence University Miklós Zrínyi
Budapest
Hungary
E-mail: munk.sandor@zmne.hu

ELEKTRONICKÁ VOJNA, ELEKTRONICKÝ BOJ A PROSTRIEDKY PVO

ELECTRONIC WAR, ELECTRONIC WARFARE AND MEANS OF AIR DEFENCE

Milan SOPÓCI

Abstract: The article speaks about evaluation of influence jamming effectivity on radars and AD missiles systems.

Keywords: electronic warfare, jamming, countermeasures, radar protection, AD missile system.

Elektronická vojna – pojem, o ktorom dnes už mnoho ľudí nevie, že sa začal používať v roku 1967 v súvislosti s treťou izraelsko-arabskou vojnou nazývanou neskôr pre svoj nečakaný a rýchly priebeh ako vojnou šesťdňovou [1]. Autor pojmu major Edgar Ballance, neskôrší náčelník spravodajskej služby Vzdušných síl Veľkej Británie, dáva do súvislosti použitie tohoto pojmu s menovaním generála Bar-Leva za náčelníka Generálneho štábu izraelskej armády 3. 12. 1967. Generál, ktorý sa neskôr preslávil vytvorením tzv. Bar-Levovej línie pozdĺž Suezského kanálu na okupovanom Sinajskom poloostrove si možno ako prvý uvedomil, čo znamená elektronika predovšetkým v súboji letectva a PVO. Hneď začiatkom roku 1968 prijal Izrael niekoľko opatrení, ktoré sú súčasťou elektronického boja aj v súčasnosti (1):

- vybavenie všetkých lietadiel (Phantom) výstražnými prijímačmi o ožiarení NRL a o odpálení rakiet,
- vybavenie lietadiel rušičmi – predovšetkým aktívnymi úzkopásmovými,
- vybavenie diverzných skupín vysielaných na egyptský breh Suezského kanálu jednoduchými rušičmi rádiolokátorov – aktívnymi i pasívnymi, kým do tejto doby boli diverzné skupiny zamerané len na priame ničenie jednotiek PVO (v prvom období vojny až 70 % strát jednotiek PVO spôsobili diverzné skupiny),
- určenie špeciálnych skupín na zmocnenie sa rádiolokačných prostriedkov alebo ich častí (takýmto spôsobom sa špeciálne komando 27. 12. 1968 zmocnilo anténnej sústavy a časti prístrojov rádiolokačného diaľkomera P-12 (predchodca P-18),
- elektronické sledovanie vedúcich predstaviteľov arabských vojsk a ich likvidácia (9. 3. 1969 zabitý NGŠ egyptskej armády generál Riad, 9. 9. 1969 zabitý hlavný vojenský poradca ZSSR v Egypte).

Egypt reagoval na tieto opatrenia primerane (1):

- zdokonalením a vybavením všetkých prostriedkov letectva a PVO jednotným identifikačným zariadením (v prvom období vojny bol pomer zostrelov nepriateľských a vlastných lietadiel 1:1),
- vysielaním vzdušných a podvodných diverzných skupín na druhý breh Suez,
- zavedením do výzbroje modernizovaných PLRK SA-2M a SA-3M,
- príchodom sovietskych pilotov a nových MiG-21 MF do Egypta a ich zaradením do priamej leteckej ochrany Nílskej cesty od Asuánu až po Stredozemné more,
- vytvorením systému včasnej výstrahy,
- vytvorením systémov protiletadlovej raketovej obrany okolo určených objektov štátnej dôležitosti.

Až po prijatí Rogersovho mierového plánu (1970) nastal čas na analýzu a hodnotenie uvedených opatrení s jednoznačným záverom, elektronický boj sa stáva neoddeliteľnou a významnou súčasťou každej operácie. Zrodil sa pojem elektronická vojna.

V súčasnosti pravdepodobne už nikto nebude pochybovať o význame elektronických opatrení pre úspešnosť operácie alebo boja. Rozhodujúcimi prvkami sa stávajú:

- získanie informačnej prevahy v záujmovom priestore,
- získanie elektromagnetickej prevahy v oblasti elektronického prieskumu a elektronického boja.

Elektronická vojna, ako vojenská činnosť, v ktorej sa elektromagnetické spektrum využíva na získanie informácií o protivníkovi, vykonávajú sa organizačné a technické opatrenia na znemožnenie, narušenie, alebo sťaženie jeho využitia protivníkom a na ochranu vlastných elektronických prostriedkov [2].

Elektronická vojna má dve hlavné súčasti:

- elektronický prieskum,
- elektronický boj.

Elektronický prieskum sa delí na nasledujúce zložky:

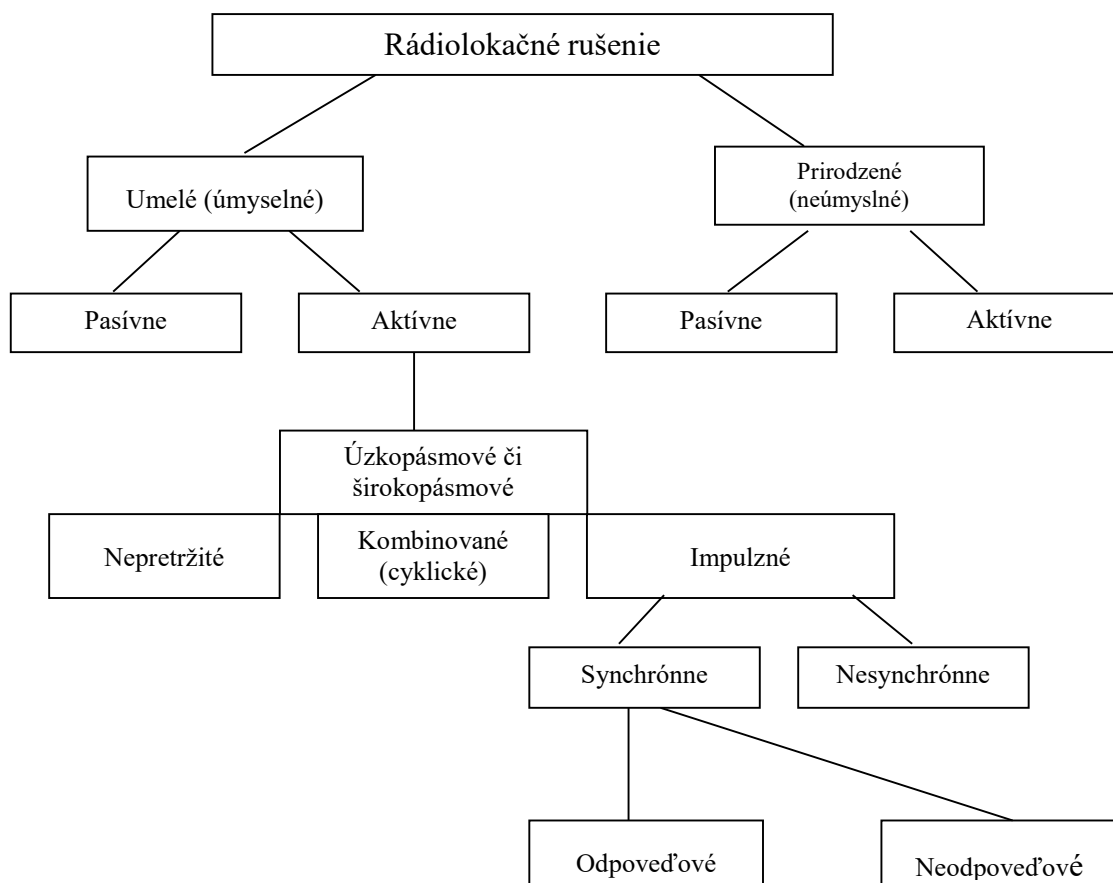
- rádiový prieskum,
- rádiotechnický prieskum,
- prieskum technických príznakov.

Elektronický boj tvoria nasledujúce zložky:

- elektronická podpora,
- elektronické protiopatrenia,
- protiopatrenia proti činnosti.

S rozvojom elektroniky sa úžasným tempom rozvíjajú aj prostriedky elektronického boja. Rôzne formy a druhy svetelných zbraní, laserových zbraní a vysokofrekvenčných zbraní sú čoraz väčšou hrozbou pre prostriedky PVO, rádiolokátory i protiletadlové raketové komplety (PLRK). Pre väčšinu, hlavne starších typov rádiolokátorov zostáva najväčším nebezpečenstvom rušenie aktívne či pasívne, širokopásmové či úzkopásmové, modulované či nemodulované, všetky druhy znižujú prieskumné a tým aj palebné a bojové možnosti útvarov a zväzkov PVO.

Práve boju s týmto protivníkom je venovaná druhá časť tohoto článku. Rozdelenie a vplyv jednotlivých druhov rušenia na rádiolokátory, hodnotenie odolnosti rádiolokátorov a vplyv rušenia na palebné možnosti jednotiek, útvarov a zväzkov PVO, to všetko boli, sú a budú aktuálne otázky.



Obr. 1 Základné rozdelenie rádiotechnického rušenia

Základné rozdelenie rádiolokačného rušenia je uvedený na Obr. 1 a nachádza sa v tejto alebo vo veľmi príbuznej podobe vo viacerých zdrojoch [3]. Pre hodnotenie vplyvu jednotlivých druhov rušenia na činnosť rádiolokátorov môžeme použiť metódu multikriteriálneho hodnotenia. Skupina expertov bola vytvorená z učiteľov Katedry operačného a bojového použitia letectva a PVO a Katedry rádiolokácie a ASV s bohatými skúsenosťami z praxe i s množstvom teoretických vedomostí. Porovnávaných bolo šesť druhov rušenia s rozhodujúcim vplyvom na činnosť rádiolokátorov:

- aktívne šumové rušenie úzkopásmové,
- aktívne šumové rušenie širokopásmové,
- nesynchronne impulzné rušenie,
- synchronne impulzné rušenie odpovedové,
- synchronne impulzné rušenie neodpovedové,
- pasívne rušenie.

Na základe porovnávacej tabuľky (Tab. 1) párových porovnávaní Saatyho metódou významnosti jednotlivých druhov rušenia dostaneme recipročnú maticu párových porovnávaní – Tab. 2.

Tab. 1

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A1								X											A2
A1	X																		A3
A1														X					A4
A1					X														A5
A1	X																		A6
A2	X																		A3
A2							X												A4
A2								X											A5
A2	X																		A6
A3																	X		A4
A3												X							A5
A3											X								A6
A4					X														A5
A4						X													A6
A5							X												A6

Tab. 2

	E1	E2	E3	E4	E5	ΣE_i
A1	24	21	11	26	33	115
A2	23	18	24	19	27	111
A3	0	13	5	3	3	24
A4	22	13	20	13	5	73
A5	7	5	0	7	0	19
A6	3	0	5	0	6	14

$$6 \leq \lambda_{\max} \leq 23 \quad \det = 0,000381$$

Po určení maximálneho vlastného čísla matice a determinantu matice, vlastný vektor matice bude riešením homogénnej sústavy lineárnych rovníc, ktorá po úprave bude mať tvar

$$w_1 - 0,1985 w_2 - 0,3971 w_3 - 0,9927 w_4 - 1,1919 w_5 - 1,5883 w_6 = 0$$

$$w_2 - 0,4955 w_3 - 1,2386 w_4 - 1,4864 w_5 - 1,9819 w_6 = 0$$

$$w_3 - 0,9334 w_4 - 1,2081 w_5 - 1,5375 w_6 = 0$$

$$(1) \quad w_4 - 0,4010 w_5 - 0,8071 w_6 = 0$$

$$w_5 - 1,1310 w_6 = 0$$

Hodnoty vlastného vektora budú po vyriešení rovnice,

$$w_6 = 1, \quad w_5 = 1,1310, \quad w_4 = 1,2607 \quad (2)$$

$$w_3 = 4,0806, \quad w_2 = 7,2464, \quad w_1 = 7,2464$$

$$\Sigma W_i = 21,9651$$

a po úprave hodnoty normovaného vlastného vektora reprezentujúce hodnotu váh jednotlivých druhov rušenia majú tvar:

$$w_1 = w_2 = 0,3299, \quad w_3 = 0,1857, \quad w_4 = 0,0574, \quad w_5 = 0,0515, \quad w_6 = 0,0455 \quad (3)$$

Uvedené hodnoty môžeme využiť pri hodnotení kvality rádiolokačnej techniky. Pre lepšie pochopenie je uvedený príklad s využitím tabuľky 3.

Tab. 3

Typ rušenia	Váha	Ochranné zariadenie u RNRL 1S91
1. Šumové aktívne úzkopásmové rušenie	0,33	u RRL 1S11M1 používa: -ručná regulácia zosilnenia prijímačov; -preladenie nosného kmitočtu každého vysielacza; -vypnutie kanálu prijímača, v ktorom je zistené rušenie; u NRL 1S31M1 sa používa: -ručná regulácia zosilnenia prijímačov; -preladenie nosného kmitočtu RL; -zapnutie režimu „rušenie 1S31M1“; -poloautomatické sledovanie c v D; -využitie inerčného sledovania c.
2. Šumové aktívne širokopásmové rušenie	0,33	u RRL 1S11M1 používa: -ručná regulácia zosilnenia prijímačov; -preladenie nosného kmitočtu každého vysielacza; -vypnutie kanálu prijímača, v ktorom je zistené rušenie; u NRL 1S31M1 sa používa: -ručná regulácia zosilnenia prijímačov; -preladenie nosného kmitočtu RL; -zapnutie režimu „rušenie 1S31M1“; -poloautomatické sledovanie c v D; -využitie inerčného sledovania c.
3. Nesynchronné impulzné rušenie	0,057	-obvod VNIS -obvod SPC (selekcia pohyblivých cieľov) -zníženie zosilnenia rušeného kanálu
4. Synchronné odpoved'ové impulzné rušenie	0,186	-obvod VNIS -obvod SPC (selekcia pohyblivých cieľov) -RRL sa odľadí prepnutím na nový frekvenčný kanál, zníženie zosilnenia rušeného kanálu
5. Synchronné impulzné neodpoved'ové rušenie	0,051	-preladenie nosného kmitočtu RL;
6. Pasívne rušenie	0,045	U RRL 1S11M1 aj NRL 1S31M1 -obperiodická kompenzácia-2x alebo 4x odčítanie; -obvod kompenzácie vetra (vnútorné fázovanie); -SPC -s vnútorným a vonkajším fázovaním.

Pre jednotlivé druhy rušenia sú uvedené ochranné obvody používané u RNRL 1S91, PLRK 2K-12 KUB. Pre určenie kvality rádiolokátora môžeme použiť vzťah:

$$K_{KV} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i}{\sum_{j=1}^m w_j} \quad (4)$$

kde:

- n – počet ochranných zariadení v rádiolokátore,
m – počet druhov rušenia majúcich vplyv na rádiolokátor,
w – váha jednotlivých druhov rušenia.

Na základe technických možností rádiolokátora, možno potvrdiť efektívnosť ochrán uvedených pod číslami 1, 3 a 6, potom hodnota

$$K_{KV} = \frac{0,427}{1} = 0,427 \quad (5)$$

Čím vyššia hodnota K_{KV} , tým bude kvalita rádiolokátora vyššia z hľadiska ochrán proti rušeniu. Pri rádiolokačnej technike poslednej generácie sa bude hodnota koeficientu blížiť k jednej. Podobne môžeme postupovať aj pri výpočte koeficientu rušenia, ktorý má vplyv na zníženie palebných

možností, predovšetkým pre určenie pravdepodobnosti zničenia cieľa a matematickej nádeje počtu zničených cieľov. Z odbornej literatúry je známy vzťah pre výpočet pravdepodobnosti zničenia cieľa so zahrnutím koeficientu odolnosti proti rušeniu – P_{CR} [3]

$$P_{CR} = K_{RU} \left[1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i) \right] \quad (6)$$

alebo v prípade $P_1 = P_2 = P_i$

$$P_{CR} = K_{RU} \left[1 - (1 - P_i)^n \right] \quad (7)$$

P_1 pravdepodobnosť zničenia cieľa jednou raketou
 P_i pravdepodobnosť zničenia cieľa i - tou raketou

Samotný výpočet, alebo spôsob určenia K_{RU} nebol však nikdy uvedený a v praxi sa preberali rôzne hodnoty K_{RU} v závislosti na jednotlivých literatúrach. Ak však máme určené normované váhové koeficienty charakterizujúce vzťah medzi jednotlivými druhmi rušenia a koeficient charakterizujúci kvalitu (odolnosť) rádiolokátora, môžeme určiť aj koeficient rušenia, ktorý určuje hodnotu P_{CR} .

Pre výpočet K_{RU} môžeme použiť vzťah:

$$K_{RU} = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^m w_i} \quad (8)$$

kde:

m – počet ochranných zariadení proti rušeniu rádiolokátora,

w_j – váha jednotlivých druhov rušenia.

Pre príklad uvedený k výpočtu kvality rádiolokátora bude potom veľkosť P_{CR} za predpokladu ak $P_1 = 0,7$ pri streľbe dvomi raketami daná hodnotami

$$P_{CR} = 0,7 \left[1 - (1 - 0,7)^2 \right] = 0,63 \quad (9)$$

Hodnovernosť výpočtov bude tým vyššia, čím vyššia bude kvalita expertov podieľajúcich sa na vstupných údajoch multikriteriálneho rozhodovania pre výpočet váh jednotlivých druhov rušenia.

ZÁVER

Uvedený výpočet koeficientu rádiolokátora a koeficientu rušenia nie je rozhodne definitívnym riešením danej problematiky, spracovaná metodika predstavuje len jeden z možných spôsobov riešenia. Môže byť podnetom k diskusii, ale súčasne aj

v predloženom stave môže poslúžiť zodpovedným pracovníkom, ako jedno z kritérií pre hodnotenie rádiolokátorov a protiletadlových raketových komplexov, pri výbere techniky pre potreby OS SR. Podobne umožní ďaleko trzvejšie hodnotiť vlastné palebné možnosti v boji so vzdušným nepriateľom, v etape plánovania boja alebo operácie.

Zoznam bibliografických odkazov

- [1] BALLANCE, E.: Electronic War in the Middle East 1968 - 1970. London: Faber and Faber, 1974, 148 s.
- [2] Náčelník EB Veliteľstva Vzdušných síl: Elektronický boj v súčasnosti. Metodické zhromaždenie veliteľa Vzdušných síl, Nitra, 2004.
- [3] Príručka k štúdiu pravidiel streľby. Praha, 1976.

Summary: This article deals about actual problems of evaluation effectivity radars protection against electronic jamming. In the first part speaks about experiences electronic warfare in local conflicts and electronic countermeasures. The paper presents basic notions and division electronic jamming.

In the second part describes new method of evaluation effectivity of influence electronic jamming on radars activity. With using Saaty method of multifunkcional evaluation in computer environment gives distinctioned values to differcut sorts of jamming. On the example Air Defence missiles system SA – 6 Gainfull shows possibility of using this methodic.

prof. Ing. Milan SOPÓCI, PhD.

Katedra manažmentu

Akadémia ozbrojených síl generála M. R. Štefánika

Demänová 393

031 01 Liptovský Mikuláš

Slovenská republika

sopoci@aoslm.sk

SECURITY AND SECURITOLOGY

LADISLAV HOFREITER

Abstract: The task to ensure human security is a complicated political, scientific-technological and socio-economic problem. As the security itself is complicated, multifactor and hierarchized phenomenon also its investigation has to be of an interdisciplinary character. The character of security environment, the character of security risks and threats and also the character of tools for their elimination are essentially changing. This reality evokes the need to create the system of most general knowledge of security, methodology of its investigation, some “philosophy of security”- science of security.

Keywords: security, security environment, securitology.

1. INTRODUCTION

The man, but also mankind as a whole, deals with the question about sense of the life during the whole existence. From view of the human practice follows that effort for retaining the existence of the mankind, continuity of human being, creation and provision of the most favourable conditions for the life are the answers to this question.

Achievement of this goal supposes security assurance - of the man, social groups, state, and mankind – so the security objects.

1. DEFINITION OF SECURITY

Analysis of mankind history shows that the human existence, his being in natural and social environment, are from the beginning connected with acting of negative events of most different character. At first natural hazards, natural disasters and calamities but also wildlife formed the permanent danger for the human life. Organized violence, wars because of hunting grounds, raw materials, territories, etc. appeared together with socialization of the life and creation of social groups. Intense industrialization results in that modern society systematically produces its own risks differing from those, which were worrying the mankind from its genesis.

The need to face these security risks and threats is expressed in quantity of measures taken by people. Such institutions as the army, police, various security and rescue services came into existence to provide the security. Various alliances and pacts were formed to provide common protection against threats of wars. Later international organizations, bilateral and multilateral agreements came into existence, too.

History shows us various examples and attempts to create functional international security system. Because these security systems were not stabile, their weakness resulted in destruction of the states and monarchies, extinction of the nations, world wars, great casualties, loss of material and cultural values. It is a paradox that relatively stable state in

military-political security came into being as a consequence of existence of politically and ideologically different pacts - NATO and Warsaw Treaty. Extinguishment of Warsaw Treaty caused replacement of bi-polarity by multi-polarity what increases the uncertainty and risk of the international political system actors.

Till the end of the Cold War the security was the problem only of thin political state control. The approaches for security assurance, known from Cold War period, were based on protection of political and economical system by help of force structures against external military threats or ideological (often internal) opponents. All effort was concentrated on solution of the questions of political and military state security. As a result of the mask of real problems also in security, existence of such security risks as e.g. criminality, ecological risks, etc. was not admitted. Only small attention was paid to clarifying the significance of security term itself and in contemporary encyclopaedias and dictionaries we can find only explanation of such terms as e.g. international security, labour safety, security of state boundaries.

Changes in character of global and inter-continental security environment evoked an urgent need to deal with the security questions complexly.

First of all, the range of non-military security risks and threats has changed. While in the previous period they had generally local, regional character, at present, in an era of globalisation, they have global character. People start to realize global problems reflecting their relation to natural environment, states relation to natural resources, relations of persons and social groups to states and secure life in the world. The main factors influencing present security environment are:

- globalisation with its positive and negative impacts,
- development inequality resulting in deepening the social-economic differences among single parts of the world,
- increasing aggressiveness of international terrorism, that became a new actor of world policy at the same level as the states, national

economies or nongovernmental organisations terrorist groups became violent nongovernmental organisations with global coverage.

It is a fact that globalisation brought economical, informational and technological connection of the governmental and nongovernmental actors. Besides the positive influence, as the elimination of bipolarity and threat of military conflict, advancing of economical, technological, cultural and political rapprochement of subjects of international relations, globalisation has brought also phenomena and processes being beside the control of the states and alliances.

Problems, not having their impact only in the places of their origin, have increased and intensified and they can become the threat also for their author and the mankind as a whole. Problems of global society are mutually very closely connected. On the other hand the necessity to look for the protection against existing threats and dangers has increased too. Security became a global phenomenon and so it is necessary to define it again.

At present many attempts to clarify the contents and meaning of the term security are known. We can find the definitions in monographs [2, 3, 4, 5], dictionaries, scientific and expert articles, laws, technical standards, etc. Sociologists explain security otherwise, otherwise the economists, lawyers, politicians, ecologists or technicians.

According to security nature understanding we can classify single approaches as follows:

1. Security is a state in which the risks and the threats resulting from them are minimized or eliminated.
2. Security is a state in which the given object does not feel endangered in term of its legal interests.
3. Security is understood as a complex of social relations governed by the law and they protect the rights and justified interests of persons, social groups and state.
4. Security is judged as the ability of the object, event, process to protect its nature and basic characteristics in conditions of deliberately aimed, disruptive and destructive activity whether from outside or inside of the object.
5. Security is perceived as system characteristics expressing the system property created according to principles of stability, self-regulation and integrity; security is required for each system element, since the destruction of any of the system elements will result in destruction of the whole system.

6. Security is judged as decisive condition (guarantee) of person, social group, state existence that allows protecting and multiplying their material and cultural wealth.
7. Security presents complex of measures for guaranty and protection of living interests of all security objects.
8. Security, in its absolute meaning, expresses absence of security risks and threats towards material and spiritual sphere of existence.
9. Security basis is minimisation of security risks and threats with tendency of their elimination.
10. Security is category where the security is understood as the admissible danger margin.

With comity of mentioned approaches we have to state that in term of the man to be in security, to be secure, to feel secure does not mean to live and exist without danger, risks and threats.

Security does not mean only absence of security risks and threats but first of all protection against them.

Security margin of the man, social group, state (hereinafter referred to as objects) will be always the result of interaction of external and internal security risks and threats and protective properties, abilities and capabilities of security object.

In accordance with indicated definition is valid that the more better object abilities and capabilities to protect their living interests against various security risks and threats will be the more secure will be the object. But active object approach is supposed especially to:

- identification of possible security risks and threats, their sources and carriers,
- disclosure of proximate reasons of own security threat,
- disclosure of ultimate reasons of own security threat.

Securitology provides the tools for achieving of this aim.

2. SYSTEM APPROACH TO SECURITY

Security itself is complicated, internally structured, multifactor and hierarchized phenomenon. Structuralization and hierarchization of security are given by its internal structuring into subsystems along with their identification in systems of higher level.

These facts are best documented in the Tab. 1.

Tab. 1 Hierarchical levels of security

Hierarchical level of security	Security object	Main factors of security
Global security	Noosphere (mankind + biosphere)	geopolitical, political, ecological, military,....
Regional security	Continents, groups of states; international organizations and pacts.	military, political, economical, ecological, informational ,....
Security of state – national security	State	political, military, economical, ecological, demographic, nutritive , scientific-technical,
Group security	Social groups, communities,	social, informational, energoinformational, culturological,....
Individual security	Man	social, nutritive, informational, energoinformational, culturological,

It is visible that individual security is part of global security level and individual security will not exist if the global security is not guaranteed.

The facts that security includes various factors (Tab. 1) inevitably make demands upon creation of scientific approach to theory and practice of the man, social groups, state and mankind security assurance. It is necessary to define the securitology. System approach to complex security requires to integrate knowledge about single hierarchical security levels and security factors contained in other sciences (natural, social, technical) into new quality – new integrated science about complex security.

3. SECURITOLOGY

Actual requirement to create general security theory results from:

- the change of security environment and new quality of factors which affect it,
- urgent needs of people, social groups, countries, world community to secure conditions for own development and to retain vital interests, natural resources, culture and social values,
- increasing vulnerability of people, natural environment due to negative global impacts,
- existence of global risks and threats and their negative impacts increase,
- the need to create effective comprehensive security system.

New approach to security problems is required also by the change of approaches to security assurance. It is not sufficient only to respond to security risks and threats and to remove their negative impacts but we have to forecast the threats and precede the negative impacts. Security assurance gets level of intellectual security assurance. It concerns especially:

- new requirements for knowledge about security and security environment,
- new requirements for the man that is able to solve the security questions,
- creation of tools able to forecast the man's activity and human society to prevent negative security impacts.

These aims can be achieved only if we are able to integrate various scientific lines dealing with separate research of single security aspects (political, military, economic, etc.) to one integrating science – securitology [3, 6].

Science about security – securitology – approaches to the security as the integrated phenomena containing all kinds of security (economical, military, political, informative, nutritive, social, raw materials, genetic, etc.). Phenomena of complex security – it is a qualitative new approach in comparison with evaluation of single factors of society security.

Under term securitology we understand science about regularities and mechanisms of security assurance of the man, social group, state, mankind against external and internal security risks and threats.

Securitology should be aimed especially at:

- clarifying the regularities of secure mankind and biosphere development,
- discovering, study, classification and system arrangement of complicated relations, processes, phenomena in the field of life security of the man and mankind,
- development of adequate tools for identification, localization and elimination of security risks and threats.

Securitology subject is systematic activity aimed at securing the security of the man, social groups,

state, planet, civilization, at preservation of natural environment concerning the variety of negative influences in various situations, time and space conditions.

Securitology investigation object is optional system (planet, state, social group, live organisms, technical systems, infrastructure, production sphere, market, natural environment, etc.) needful for provision of necessities of the human life and that can be exposed to negative influences of various character.

The basic lines of securitology investigation should be:

- security risks and threats of the man, social groups, state, mankind, their characteristics and specifics,
- sources and carriers of security risks and threats,
- objects of acting security risks and threats,
- security systems, forces and means for their creation, their structure, aims and tasks, principles and regimes of proper operation.

4. CONCLUSION

Security is one of the most sensed human needs, is a precondition of development. Dangerousness, insecurity or conflict not only destroys infrastructure, including social infrastructure; it also encourages criminality, deters investment and makes normal economic activity impossible [1].

Security is also science that must be studied and developed, also art that must be understood and also culture that must be cultivated.

Securitology is complex science rising from contact of natural, social and technical sciences, it is science investigating the regularities and mechanisms of human, social groups, state and natural environment protection.

Securitology, through its orientation to systematic education of the man in the questions of security, wants to develop the quality change of the security environment. The man, competent in security questions, will behave rationally and will not threaten either him or natural environment.

References

- [1] A secure Europe in a better World, European Security Strategy, <http://www.iss-ue.org>
- [2] HOFREITER, L.: Security, security risks and threats (Bezpečnosť, bezpečnostné riziká a ohrozenia), ŽU, Žilina, 146, 2004, ISBN 80-8070-181-4.

- [3] KORZENIOWSKI, L.: Securitologia – teoretyczne i praktyczne zagadnienia bezpieczeństwa. In Bezpieczeństwo, Administracja i biznes w kontekście czinkowstwa w Unii Europejskiej. WSAiB Gdynia, 2005. p. 69-82. ISBN 83-89857-12-X.
- [4] MURDZA, K.: Security and security orientation in global risk society (Bezpečnosť a bezpečnostná orientácia v globálnej rizikovej spoločnosti), APZ, Bratislava, 156, 2005, ISBN 80-8054-335-6.
- [5] ŠIMÁK, L.: Crisis management in public administration (Krizový manažment vo verejnej správe), FŠI, Žilina, 243, 2001 ISBN 80-88829-13-5.
- [6] YAROCHKIN, V. I.: Securitology - science about security of living (Секьюритология – наука о безопасности жизнедеятельности.). <http://www.oxpaha.ru/view.asp>, 1943.

doc. Ing. Ladislav HOFREITER, CSc.
Katedra humanitných a sociálnych vied
Akadémia ozbrojených síl generála M. R. Štefánika
Demänová 393
031 01 Liptovský Mikuláš
Slovenská republika
E-mail: hofreiter@aoslm.sk