



S odbornou podporou mezinárodního kolegia vysokoškolských pedagogů vydává Ing. Jan Chromý, Ph.D., Praha.

11. ročník

3/2014

# Media4u Magazine

ISSN 1214-9187 Čtvrtletní časopis pro podporu vzdělávání

The Quarterly Journal for Education \* Квартальный журнал для образования

Časopis je archivován Národní knihovnou České republiky

V letech 2008-2013 byl časopis na seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik ČR.

## NA ÚVOD

### INTRODUCTORY NOTE

Po prázdninách čeká náš časopis celá řada již tradičních aktivit a hodně práce.

V první řadě se náš časopis přihlásil do procesu aktualizace Seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v České republice. Při vývoji časopisu se redakční rada inspirovala sledováním odborných periodik, které jsou zařazeny ve špičkových databázích WoS a Scopus. Výsledkem práce redakční rady je, že časopis splňuje všechny formální podmínky pro zařazení do těchto databází, což bylo z jejich strany konstatováno zařazením do dlouhodobého sledování pro možné zařazení. Kvalitu příspěvků zaručuje recenzování každého příspěvku dvěma nezávislými, anonymními recenzenty. Troufám si říci, že jsme od založení časopisu v roce 2004 udělali nepředstavitelný kus poctivé práce. V dnešní době je navíc zcela nepředstavitelné, že veškerá činnost při chodu časopisu je dobrovolná a tedy zcela zdarma. Časopis má minimální provozní náklady. V podstatě pouze za pronájem místa na webservru a pronájem domény. Při této příležitosti musím všem spolupracovníkům, tedy členům redakční rady, recenzentům, korektorům a editorovi poděkovat. Bez jejich aktivního zapojení by časopis nemohl dosáhnout současnou úroveň a dále se rozvíjet.

Dovoluji si pozvat všechny zájemce na již 8. ročník mezinárodní vědecké elektronické konference Média a vzdělávání 2014.

Media and Education 2014



Média a vzdělávání 2014

Pořadatelství se tentokrát ujali: Pedagogická fakulta Univerzity Hradec Králové, Fakulta financí a účetnictví Vysoké školy ekonomické v Praze, Katedra Teorii i Filozofii Wychowania Uniwersytetu Zielonogorskiego a časopis Media4u Magazine.

Bližší informace najdete na odkazu

<http://www.media4u.cz/konference.pdf>

Závěrem tradičně děkuji doc. Ivaně Šimonové za korektury anglických textů a doc. René Drtinovi, za sazbu časopisu.

Ing. Jan Chromý, Ph.D.  
šéfredaktor

## OBSAH

## CONTENT

Olga Jurášková

### **Připravenost marketingových manažerů k řešení současných otázek marketingu**

*The Readiness of Marketing Managers for Dealing with Current Marketing Issues*

Marcela Gergeľová - Žofia Kuzevičová - Štefan Kuzevič

### **Výuka geografických informačních systémů jako základ přenosu informací do praxe**

*Teaching Geographical Information Systems as a Basis for Transfer of Information into the Practice*

Pavel Zdražil - Ivana Kraftová

### **Jednoduché modelování pro rozvoj ekonomického myšlení - Modelování efektivní úrokové sazby**

*Simple Modeling for Economics Thinking Advancement - Effective Interest Rate Modeling*

Milan Štúr - Martin Podařil - Daniel Kučerka

### **Technické merania v príprave budúcich strojárů**

*Technical Measurements in Preparation of Future Mechanical Engineers*

Jaroslav Lokvenc - René Drtina

### **Využití výsledků výzkumu a vývoje ve výuce elektrotechnických předmětů na pedagogických fakultách - Část 2: Netradiční zapojení operačních zesilovačů pro měřicí účely, nízkofrekvenční a stejnosměrné aplikace**

*Use of Research and Development in the Teaching of the Electrical Engineering Subjects in the Faculties of Education - Part 2: Special Circuits of Bipolar Operational Amplifiers for Measurement, Low Frequency and DC application*

René Drtina - Jaroslav Lokvenc - Jan Chromý

### **Využití výsledků výzkumu a vývoje ve výuce elektrotechnických předmětů na pedagogických fakultách - Část 3: K problematice akustického smogu ve městech**

*Use of Research and Development in the Teaching of the Electrical Engineering Subjects in the Faculties of Education - Part 3: The Problem of Acoustic Smog in Cities*

Ivo Volf - Agáta Vargová

### **Fyzikální úlohy z oblasti ekologie 3**

*Physics Problems from Environment Area 3*

**Olga Jurášková**

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta multimediálních komunikací  
Tomas Bata University in Zlin, Faculty of Multimedia Communications

**Abstrakt:** Cílem příspěvku je srovnání globálního (IBM Study) a lokálního (v České republice) výzkumu o vnímaných hrozbách a příležitostech současnosti, o trendech v marketingu a marketingovém prostředí a v neposlední řadě o zdrojích informací, které marketingoví manažeři používají ke svému rozhodování v době ekonomické krize.

**Abstract:** The aim of this paper is to compare global research (IBM Study) and local (Czech Republic) research into the threats and opportunities perceived nowadays, trends in marketing and the marketing environment, and last but not least, the information sources used by marketing managers for their decision-making in times of economic crisis.

**Klíčová slova:** trend, marketing, komunikace, ekonomická krize, současné otázky marketingu.

**Key words:** trends, marketing, communications, economic crisis, current marketing issues.

## **1 TRENDY MODERNÍHO MARKETINGU**

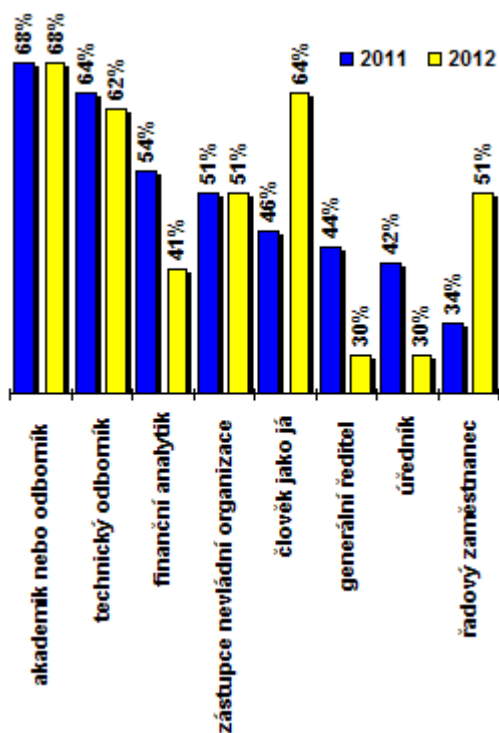
Trendem moderního marketingu je větší zapojení zákazníků do aktivace brandu, tlak na efektivitu, využití on-line médií a tlak na cenu. Zejména tlak na efektivitu a cenu se projevuje například tržními segmenty. Implementace marketingových nástrojů a důraz na jejich efektivní využití se netýká jen komerčního sektoru, ale i sektoru služeb - školství a zdravotnictví, které teprve pod vlivem krize a demografických změn zahájily implementaci marketingového přístupu. I v tomto sektoru služeb si uvědomili nutnost reakce na současnou situaci, nutnost znalosti konkurence a snahu o získání konkurenční výhody. V komerční i nekomerční oblasti se projevuje snaha o budování brandu, a to prostřednictvím moderních a efektivních nástrojů.

Výše uvedené trendy ověřuje v českém prostředí studie *Trendy v českém marketingu* poradenské společnosti Idealisti u 154 odborníků z marketingu, branding, reklamy a příbuzných oborů. Podle jejích výsledků je a bude v blízké budoucnosti kladen velký důraz zejména na využití sociálních sítí, mobilního webu a správné nastavení obsahového marketingu. Naopak mezi buzzwordy, tedy pojmy, o kterých se hodně mluví, ale méně se reálně využívají, najdeme

např. značkové aplikace, crowdfunding, neuro-marketing, nebo 3D printing. V době, kdy se do povědomí manažerů, ale i reálné praxe více dostává vytěžování dat a datamining (tedy důraz na efektivní práci s informacemi), pojem big data, který je v zahraničí uváděn jako jeden z hlavních trendů, v České republice neznalo 53 % respondentů ([www.mediaguru.cz](http://www.mediaguru.cz)).

Stejně jako firmy zpracovávají velké množství dat, mohou zákazníci využívat veškeré informace k porovnání firemních nabídek, k vytvoření si postoje, názoru na značku a její positioning. Ve svém okolí a v e-prostředí proto vyhledávají doporučení a názory ostatních zákazníků. Současně se také zvyšuje tlak na důvěryhodnost informačních zdrojů. Podle výsledků Edelman Trust Barometer, vzrostla v roce 2012 důvěra lidí k odborníkům a akademikům (Evropa 68 %, ČR 87 %). Důvěra v řadové zaměstnance je v Evropě obecně vyšší než u nás (Evropa 51 %, ČR 35 %). Zajímavé je, že v Evropě výrazně roste důvěra v běžného člověka, v porovnání s rokem 2011 došlo k nárůstu o 18 %. Nejvýrazněji roste kategorie *člověk jako já* a kategorie *řadový zaměstnanec*.

*Edelman Trust Barometr je celosvětový průzkum, který zjišťuje důvěru lidí ve firmy, média a NGOs v 28 zemích světa.*



**Graf 1 Důvěra k profesním pozicím**  
Edelman Trust Barometer

Edelman Trust Barometer také měřil množství zdrojů, které jsou nutné pro vytvoření důvěry k firmě/značce. Bylo zjištěno, že většina lidí potřebuje slyšet/vnímat informaci 3-5krát, aby jí uvěřila. Zákazníci si před nákupním rozhodnutím velmi často ověřují svoje rozhodnutí u dalších osob, právě z toho důvodu, že potřebují získat více zdrojů, které by jim jejich rozhodnutí potvrdilo. Toto vede ke změně marketingového přístupu, na kterou by měli být marketingoví manažeři připraveni.

Marketingoví manažeři jsou v současnosti vystaveni tlaku jak ze strany zákazníků, kteří požadují vysokou míru transparentnosti ve firemní komunikaci, tak ze strany managementu, který klade důraz na efektivitu využívaných marketingových nástrojů. K tomu přistupuje globální ekonomická krize a rostoucí tlak na cenu a silící vliv nových médií, zejména sociálních sítí, se kterými marketingoví manažeři musí umět efektivně pracovat.

## 2 METODOLOGIE

S ekonomickou krizí se mění nákupní chování spotřebitelů, tržní podíly značek, mění se komunikační mix a na tyto skutečnosti musí reagovat marketingoví manažeři, kteří jsou za aktivity značek odpovědní. Cílem příspěvku je srovnání

připravenosti českých a zahraničních marketingových manažerů na současné podmínky marketingu v době globální ekonomické krize. Výsledky vychází ze zveřejněné globální IBM CMO Study a primárního lokálního šetření u marketingových manažerů firem působících v České republice.

IBM CMO Study prezentuje výsledky šetření realizovaného na vzorku 1 734 marketingových manažerů v 64 zemích světa. (plná verze výstupu IBM CMO Study je dostupná na [ibm.com/cz/cmostudy2011](http://ibm.com/cz/cmostudy2011)). Lokální výzkum byl realizován na vzorku 140 marketingových manažerů pracujících ve firmách v České republice. Výzkumnou metodou byl strukturovaný dotazník, který byl elektronicky zaslán na emailové adresy marketingových manažerů technikou snow ball v rámci komunitních webů o marketingu a marketingových komunikacích. Sběr dat probíhal v období říjen až listopad 2012. V lokálním šetření byly využity podobné otázky, jako ve zveřejněné IBM CMO Study, aby mohla být porovnána míra shody či odlišnosti v odpovědích marketingových manažerů, a tím mohly být porovnány globální a lokální přístupy.

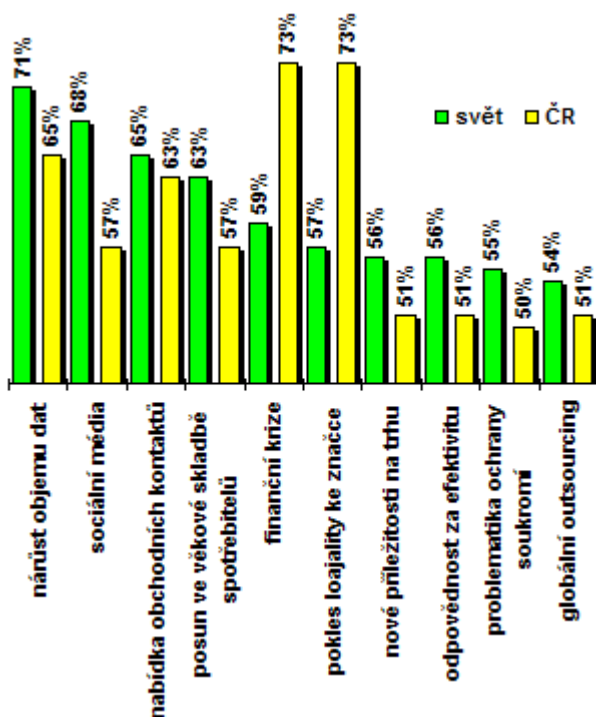
## 3 VÝSLEDKY VÝZKUMU

Výsledky výzkumu ukázaly, že marketingoví manažeři v různých segmentech čelí podobným rizikům, podobným problémům a na některé tyto problémy nejsou dostatečně připraveni. Z výsledků vyplývá, že manažeři nejsou zcela připraveni na následující faktory: prudký nárůst objemu dat, sociální média, rozšiřování nabídky obchodních kanálů a posun ve věkové skladbě spotřebitelů.

Lokální výzkum ukázal, že čeští marketingoví manažeři se cítí být nejhůře připraveni na finanční krizi, se kterou se musí potýkat a která vede ke snižování nákladů na marketingové aktivity a taky k nutnosti dokládat konkrétními čísly návratnost investic do marketingu. Další významnou hrozbou je pokles loajality ke značce, protože toto je skutečným ohrožením firemní prosperity. Při tlaku na cenu a současném snižování finančních prostředků investovaných do marketingových aktivit je tento fakt pro marketingové manažery velmi nepříjemný, protože zvyšování loajality ke značce s sebou nese výrazné marketingové náklady. A ty v době finanční krize v mnoha firmách chybí, nebo jsou finan-



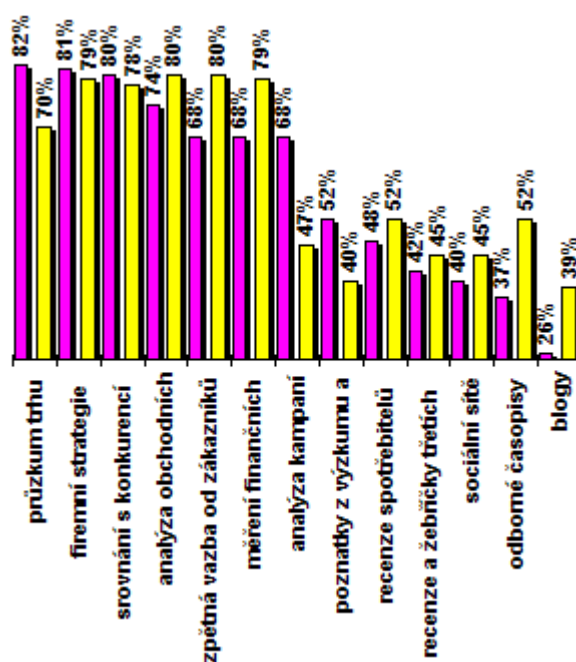
ce využívány za jiným účelem, než na podporu marketingových aktivit. Čeští marketingoví manažeři tento problém sice pocítují (Confidential Interval pro ČR je 56-73%), nicméně tento podíl se výrazně neliší od zahraničí. Jsou na práci s daty připraveni a prostředí sociálních médií se snaží využívat s větší či menší mírou efektivity.



**Graf 2 Přípravenost marketingových manažerů na dopady klíčových změn**  
IBM CMO Study a výsledky výzkumu v ČR

Druhou oblastí, která byla v rámci šetření testována a srovnávána, byl přístup manažerů k informačním zdrojům a jejich využívání. Z výsledků vyplývá, že celých 80 % marketingových ředitelů ve světě se při strategickém rozhodování spoléhá na tradiční zdroje informací, tedy na průzkumy trhu a srovnávací hodnocení konkurence. Inovativně 48 % manažerů sleduje recenze spotřebitelů, 26 % sleduje blogy. Získaná data využívají k řízení obchodů se zákazníky, ne však k rozvíjení vztahů s nimi.

Čeští marketingoví manažeři vycházejí ve strategickém rozhodování taky ze tří hlavních zdrojů: ze zpětné vazby od zákazníků (80 %), z analýzy obchodních výsledků (80 %) a z měření finančních výsledků (79 %). Sledují taky recenze a komentáře spotřebitelů na sociálních sítích a využívají informace z odborných časopisů (52 % českých manažerů).



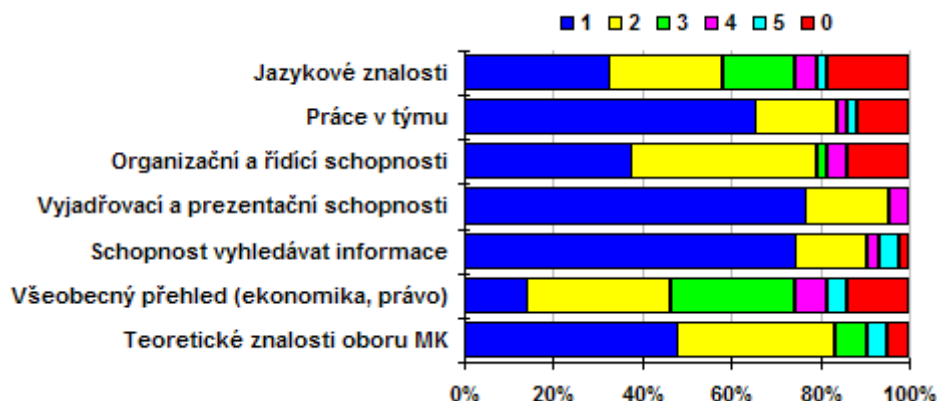
**Graf 3 Zdroje využívané při strategickém rozhodování**  
IBM CMO Study a výsledky výzkumu v ČR

#### 4 PŘIPRAVENOST STUDENTŮ MARKETINGU NA PRAXI

Do oboru marketingu a marketingových komunikací vstupují absolventi různých vysokých škol. V rámci výzkumu bylo šetřeno, jak jsou pro marketingovou praxi připraveni studenti oboru Marketingové komunikace realizovaného na Fakultě multimediálních komunikací Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Výzkum byl proveden u zaměstnavatelů poskytujících praxi studentům posledního ročníku magisterského studia v akademickém roce 2012/2013, s celkovým počtem 49 respondentů.

Závěry šetření u zástupců firem ukazují, že studenti mají velmi dobré vyjadřovací a prezentační schopnosti, jsou velmi dobře připraveni na vyhledávání informací a práci v týmu. Tyto dovednosti jsou v oblasti marketingu zcela zásadní. Studentům chybí organizační a řídicí schopnosti, které získají většinou až reálnou praxí. Částečně absentují jazykové dovednosti, kdy většina studentů aktivně využívá anglický jazyk, ale chybí znalost dalších jazyků, které jsou ve firmách využívány v rámci byznysu a vstupů na zahraniční trhy (němčina, ruština). Nejslabší stránkou připravenosti studentů na marketingovou praxi je znalost ekonomiky a právních souvislostí využívaných v byznysu. Tento faktor je

pro firmy důležitý a je nutné vybavit studenty právními a ekonomickými znalostmi potřebnými pro praxi.



**Graf 4 Přípravenost studentů oboru MK na praxi**  
Zemánková, 2014

## 5 ZÁVĚR

Marketing je kombinací umění a vědy. Stejně jako jiné oblasti, prochází i marketing změnami, na které je nutné reagovat. Marketingoví manažeři nemají jednoduchou pozici, jsou nuceni být nejen kreativní (umění), ale pracovat analyticky (věda). Aby zajistili plnění marketingových cílů svých firem, musí využívat příležitosti změny a transformovat, inovovat svoji marketingovou činnost. Studie IBM a porovnání výsledků studie s českým marketingovým prostředím, přineslo shrnutí, doporučení, které by mohlo zvýšit úspěšnost marketingu a efektivitu marketingových manažerů.

V rámci marketingové strategie je nutné zaměřit se na vytváření hodnot pro zákazníky jako jednotlivce. Individuální přístup k zákazníkům, respektování jejich nákupního chování, zvyklostí a potřeb je klíčem k dlouhodobé zákaznické spokojenosti, která pak může vést k dlouhodobé firemní prosperitě. Je nutné analyzovat firemní data, a to nejen data obchodní, výši prodeje a zisk na zákazníka, ale analyzovat i kanály digitální komunikace, získat přístup k názorům zákazníků a používat moderní analytické nástroje ke zjištění preferencí a trendů v nejrůznějších

oblastech. S tím souvisí nutnost využívání nástrojů k ochraně dat zákazníků.

Je nutné vytvářet dlouhodobý vztah se zákazníkem. Prostřednictvím kanálů digitální komunikace, přímé komunikace, sociálních médií vytvářet a posilovat dialog se zákazníkem, navazovat nové vztahy a tyto udržovat otevřeným a transparentním přístupem v komunikaci. Definovat a prezentovat vlastnosti produktu či značky, které jsou jedinečnou výhodou a mají vysokou hodnotu pro zákazníky. V rámci marketingové komunikace propojovat vnitřní a vnější image firmy, zapojovat do procesu tvorby image všechny zaměstnance a motivovat je k odpovědnému přístupu ke značce, kterou zastupují.

Pro efektivní manažerská rozhodnutí je nutné měřit výsledky marketingových činností a aktivit, používat analytické nástroje a relevantní měření pro zlepšení rozhodovacích procesů v rámci firemních a marketingových strategií. Přizpůsobovat složení pracovních týmů měnícím se podmínkám trhu, trvale rozšiřovat schopnosti a dovednosti lidí prostřednictvím vzdělávání, využívání moderních technologií a taky osobnostního růstu, který je často podmínkou odpovědného přístupu k životu i podnikání.

#### **Použité zdroje**

- JUŘÍKOVÁ, M. - JURÁŠKOVÁ, O. - KOCOUREK, J. 2013. *Changes in Marketing Management of Czech Service Firms in Economic Recession*. In Proceedings of the 1st International Conference on Perpetual Education, Athens. Greece. ISBN 978-1-61804-187-6.
- JUŘÍKOVÁ, M. - JURÁŠKOVÁ, O. - TOLAROVÁ, L. 2014. *Concerns and Opportunities of Marketing Managers in the Times of Crisis - a Comparison of the Czech and Global Study*. In International Journal of Economics and Statistics. Volume 2, 2014. ISSN 2309-0685.
- Marketing a Média - týdeník pro marketingovou komunikaci a média*. č. 1/2013. Praha: Economia, 2013. ISSN 1212-9496.
- ZEMÁNKOVÁ, J. *Vstup absolventů oboru marketingové komunikace na trh práce*. Zlín. UTB. Fakulta multimediálních komunikací. 2014. Diplomová práce. 89 s.
- IBM CMO Study. [cit.2013-03-15] Dostupné na <http://www.ibm.com/cz/cmstudy2011>

#### **Kontaktní adresa**

Mgr. Ing. Olga Jurášková, Ph.D.  
Fakulta multimediálních komunikací  
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Štefánikova 2431  
760 01 Zlín

e-mail: [ojuraskova@fmk.utb.cz](mailto:ojuraskova@fmk.utb.cz)

Marcela Gergeľová - Žofia Kuzevičová - Štefan Kuzevič

Ústav geodézie, kartografie a GIS, Ústav podnikania a manažmentu, F BERG - TU Košice  
Institute of Geodesy, Cartography and Geographic Information Systems, Institute of Business and Management, Faculty of Mining, Ecology,  
Process Control and Geotechnologies, Technical University of Košice

**Abstrakt:** GIS se v poslední době staly významným prvkem a zaujaly své místo v různých oblastech, nevyjímaje oblast geodézie a kartografie. Představují nástroj, jehož základ je postaven na prostorové informace. Výuka geograficky orientovaných předmětů má své místo na několika technicky orientovaných univerzitách v podmínkách Slovenské republiky.

**Abstract:** *Geographical information systems have been recently become an important element and have taken place in various fields, not excluding the field of geodesy and cartography. GIS are tools with basis built on spatial information. Teaching geographical oriented subjects has its place in several technically oriented universities in the Slovak Republic.*

**Klíčová slova:** GIS, vzdělávání, přenos informací do praxe.

**Key words:** *GIS, education, transfer of information.*

## 1 INTRODUCTION TO THE TOPIC

Education is a way and methods of teaching that are directly affected by the time in which they were developed (formed). In the past, educational organizations were (schools, universities), only factory which product were the students full of knowledge [1]. Currently, when everything around us is marked by communication and IT technologies learning process is not based on models:

- The teacher as the source of all information.
- The student as a passive listener.

The demand for new knowledge is growing every second, and skills in formations handling are becoming more important than the information itself. Option for the fact that this demand is a technology built on the basis of geographical information systems.

Currently are developments the systems, which cover area geographical oriented information systems. Geographical information systems (GIS) by supporting automated tools are not only in the field of education modern approach to solve any problem issues of social events. They offer quick access to space-oriented information. Since the current human activities are directly linked to the location that is defined in the geographi-

cal spaces, trends in information technology enable „seen all the facts around us spatially.“ The advantage of the spatial perception of objects, events is creating interactions spatial connections between them and acquired knowledge to profit. GIS as a tool to support the collection, analysis and presentation of spatial information helps integrate information from many sources. The use of GIS begun in full applied in various fields of social action. The base is directly dependent on the level of acquisition of knowledge in this area. The high level of the educational process in GIS is supporting framework for further application and transfer of knowledge into practice. The article is devoted to an overview of basic characteristics and functionalities of GIS integrated in the educational process for subjects with the issue of geographical information systems. Integration of GIS tools in education shows a relatively high potential. Basically it is possible to ensure the effective transfer of acquired knowledge directly into practice.

At the level of general perception, GIS allows or offer a platform specially developed for solutions in the field of geodesy, land property, the environment, urban planning, and etc.

Carrier information on the level of GIS is in addition to graphical presentation especially data-



sets (database) [2], [3]. GIS brings new advantages in the creation, management and sharing of spatial data through, *shp* files or as a geodatabase.

Current are trends in GIS geo-location with the implementation of the spatial coordinates of subjects with their visualization in different views (2D, 3D).

GIS is in recent years at the forefront in the process of information systems. Through GIS tools can be examined spatially localized objects, phenomena of different nature and at the same time be described by appropriate selection of attributes. GIS features categorized geographically oriented information systems, which a carcass whole system plays right database. Monitoring data can be managed in a data base (database), which is a collection of interrelated data. The database presents certain selected aspects of the real world to the user the importance of information. Databases are stored in special files and operating system is the core of the database system [4].

The current demand for the spatial information of different forms and character almost draws attention to the need for full training in the natural sciences. Evidence is the statistics of students interested in studying in college in 2013 processed by the Institute of informatization and Prognoses of Education [5].

## 2 THE COLLECTION METHODS AND DATA SOURCES USED

Collection of spatial information for learning objects based on GIS is one of the most challenging tasks. There are many different sources geographical - spatially oriented data and the many ways their collection. The learning process is implemented by the following methods for collecting spatial information:

- *direct* (direct data collection for the object or on the unprocessed image),
- *indirect* (based on the data that are available in processed form (e.g., maps, statistics, etc.).

Option the data collection methods depends on the application (deployment) GIS and the types and nature of objects whose data is to be obtained. In any case the collection needs to be sufficiently accurate and complete to the specified application. Set of basic spatial data is a repre-

sentative result of geodetic application of selected methods for determining the spatial position of the reference object. Geographic information obtained in this case is seen as a means of knowing the monitored phenomenon. Geographic information involves spatially associated information presented by X, Y and Z coordinates.

**Tab.1 List of coordinates surveying**

Number of point	Y (m)	X (m)	Z (m)
1	328789,70	1243815,56	293,88
2	328783,02	1243786,00	293,11

### Listed data show information purposes

Usable results represent a collection of spatial information data in digital form, which is the basic foundation for deploying GIS.

In view to the high demands made on the completeness and perfection of data collection is divided into two main classes namely on the:

- Geometric figures, including topological relationships with the neighboring objects.
- Descriptive and thematic data [6].
- Geodetic techniques (land measurement).
- GNSS (Global Navigation Satellite Systems)
- Special (physical).

Another source for obtaining geographical information can be:

- satellite records,
- historical records,
- project documentation,
- population data,
- reports of research,
- ownership relationships,
- economic indicators,
- administrative data,
- maps [7].

## 3 CHARACTERISTICS OF SELECTED GIS PRODUCTS

GIS software encompasses a broad range of applications which involve the use of a combination of digital maps and georeferenced data. GIS software can be sorted into different categories.

### ArcView

Is most used desktop GIS application in the world, it offers simple approach to the use of

GIS data. It features an intuitive user interface, sophisticated operating system context and comprehensive documentation, allowing easy and quick start to work with geographical data [8].

The following projects are open-source desktop GIS:

**GRASS GIS** - is a free and open source Geographic Information System (GIS) software suite used for geospatial data management and analysis, image processing, graphics and maps production, spatial modeling, and visualization. GRASS GIS is currently used in academic and commercial settings around the world, as well as by many governmental agencies and environmental consulting companies. It is a founding member of the Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) [9].

**Quantum GIS (QGIS)** - is a user friendly Open Source Geographic Information System (GIS) licensed under the GNU General Public License. QGIS is an official project of the Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). It runs on Linux, Unix, Mac OSX, Windows and Android and supports numerous vector, raster, and database formats and functionalities [10].

**SAGA GIS** - is the abbreviation for System for Automated Geoscientific Analyses, has been designed for an easy and effective implementation of spatial algorithms, offers a comprehensive, growing set of geoscientific methods, provides an easily approachable user interface with many visualisation options, runs under Windows and Linux operating systems, is a Free Open Source Software [11].

**Kalypso** - is an open source application for geospatial modelling and simulation. It is primarily developed to be a user friendly tool for GIS-based modelling and simulation of hydrological and hydraulic numerical models [12].

**MapWindow GIS** - includes a free and open source desktop geographic information system (GIS) with extensible plug in architecture; a GIS ActiveX control; and C# GIS programmer library called Dot Spatial. [13].

#### 4 PROCESSING OF SPATIAL DATA

In the field of teaching GIS subjects, the focus is on processing of spatial information through Arc View software product 9.x (interface *Arc-*

*Map, ArcCatalog, ArcScene*). Selection of software interface based on the knowledge of Chapter 3. For the interpretation of geographic features in ArcGIS system can create intelligent data models, the system also provides all necessary tools for geographic data creation and editing. Includes tools for all GIS tasks:

- editing,
- automation of data processing,
- mapping, data management,
- data analysis,
- geographic analysis,
- viewing
- print data
- publication of data as a resource for other information systems.

As the not only in practice, but thus also in the process of learning subjects based on GIS largest part processed in ArcMap interface, the next section will be devoted to the basic characteristics of this environment.

#### ArcMap environment

ArcMap is used to view and edit geographical data. It allows creating professional charts, graphs, reports and projects. Geographical data is displayed in the map by layered approach. Each layer contains only one type of data (point, line or polygon). The following sections will present the application of GIS tools in the process of creating thematic maps [14]. ArcMap is a central part of the ArcGIS desktop application.

#### The main features of ArcMap

ArcMap also provides tools to visualize data in the form of tables, graphs and reports. The software simplifies the integration of different data formats and their use for visualization and analysis. It includes tools for creating, processing and organizing geographical, chart data and metadata, and supports a wide range of data formats - demographic data, information on facilities, CAD data, bitmap, web and multimedia services. The GIS software works in an internal format ArcView - shape (.*Shp*) format *ARC/INFO* and many other data formats and can also be used to create custom geographical data [15].

#### Visualization

Using ArcMap can be displayed geographical data. Geographical visualization of different

phenomena can reveal hidden trends, context prompt displayed objects and phenomena.

### Creating and editing

In addition to making simple maps, ArcMap also includes tools for creating and editing spatial data, which are filling maps.

### Analysis

Another group of tools that includes ArcMap, are analytical tools. This helps you deal with questions like:

- Where is it located?
- How many?
- What can happen if?

The user can browse the map to find elements that meet specific criteria - you can search for elements by their position, name, or other attribute.

### Presentation

The presentation of results is very simple. High quality user created maps as graphs, tables, images or photographs.

## Development

The system enables to adapt their environment to their own needs, create new tools and develop standalone applications based on components ArcMap [15].

## 5 CONCLUSION

GIS has in recent years become a part of information systems due to the irreplaceable role of localization of objects and phenomena processed by these systems. The main (priority) aspect of learning subjects based on GIS is mainly the implementation of current trends, knowledge and experience team of authors from the GIS in environmental education. Just integrating multimedia resources opens up the possibility for accessing the latest information and knowledge in GIS teaching environment. For the purpose of streamlining the process of student learning is a space extending educational forms available in the form of multimedia tools.

### References

- [1] BALÁŽOVIČ, Ľ. *Geografické informačné systémy vo vyučovaní geografie na všeobecnovzdelávacích školách*. Bratislava. UK. 2006. Diplomová práca. 104 s.
- [2] GERGEĽOVÁ, M. et al. Návrh dátového modelu pre potreby aplikačného využitia v prostredí GIS. In *Transfer inovácií*. Košice: č.24 (2012), s. 259-262. - ISSN 1337-7094.
- [3] KUZEVIČOVÁ, Ž. - KUZEVIČ, Š. *Geografické informačné systémy*. Košice: TU. 2004. ISBN 80-8073-176-4.
- [4] NAGY, P. *Databáza je súbor údajov, údajových tabuliek*. Žilina. Katedra informačných a zabezpečovacích systémov. 2000. [02.10.2013] Online: <[http://hornad.fei.tuke.sk/~genci/Vyucba/SRBDp/2003-2004/03-FyzickaOrganizacia/CekanFurman/zdroje/P2\\_IS\\_IMPLM\\_BAZY\\_DAT.pdf](http://hornad.fei.tuke.sk/~genci/Vyucba/SRBDp/2003-2004/03-FyzickaOrganizacia/CekanFurman/zdroje/P2_IS_IMPLM_BAZY_DAT.pdf)>
- [5] ÚSTAV INFORMÁCIÍ A PROGNÓZ ŠKOLSTVA. [22.01.2014]. Online: <<http://www.uips.sk/prjimacky-na-vysoke-skoly/vysoke-skoly-v-prijimacom-konani>>
- [6] PAVELKA, K. *Fotogrammetrie 20*. Praha: ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02762-7.
- [7] GALLAY, M. - KANUK, J. *Geografické informačné systémy*. [22.01.2014] Online: <<http://www.upjs.sk/public/media/6408/gallay.pptx>>
- [8] KUBINSKÝ, D. *ArcGis vs Qgis - vyučovací proces a prax*. 2011. [02.10.2013]. Online: <<http://www.dkubinsky.sk/blog/gis/arcgis-vs-qgis-vyucovaci-proces-a-prax>>
- [9] GRASS GIS. [02.10.2013]. Online: <<http://grass.osgeo.org/>>
- [10] QGIS. [02.10.2013]. Online: <<http://www.qgis.org/>>
- [11] SAGA. *System for Automated Geoscientific Analyses*. [02.10.2013]. Online: <<http://www.saga-gis.org/en/index.html>>
- [12] KALYPSO. [02.10.2013]. Online: <<http://kalypso.bjoernsen.de/>>
- [13] MAPWINDOW GIS OPEN SOURCE PROJECT. [02.10.2013]. Online: <<http://www.mapwindow.org/>>
- [14] MOLČÍKOVÁ, S. Tvorba tématických máp prostredníctvom využitia nástrojov GIS. In: *Transfer inovácií*. Košice: č.24 (2012), s.267-269, ISSN 1337-7094.
- [15] ESRI. [02.10.2013]. Online: <<http://www.esri.com/products>>

### Contact address

Ing. Marcela Gergelová, PhD.  
Institute of Geodesy Cartography and Geographic Information Systems  
Faculty of Mining, Ecology, Process Control and Geotechnologies  
Technical University of Košice  
Park Komenského 19  
043 84 Košice  
Slovak Republic

e-mail: marcela.gergelova@tuke.sk

Pavel Zdražil - Ivana Kraftová

Ústav regionálních a bezpečnostních věd, Fakulta ekonomicko-správní, Univerzita Pardubice  
Institute of Regional and Security Sciences, Faculty of Economics and Administration, University of Pardubice

**Abstrakt:** Příspěvek se zabývá rozvojem myšlení prostřednictvím hledání alternativních řešení problémů, při využití logiky a metod jednoduchého modelování. Problematika je demonstrována na nástroji sestrojeném pro výpočet efektivní úrokové míry při oceňování naběhlou hodnotou. Tento nástroj lze vytvořit pouze pomocí elementárních funkcí programu MS Excel a vědomí logických souvislostí.

**Abstract:** This paper deals with thinking advancement by searching alternative ways of problem solving, using of logic and simple modeling methods. The proposition is demonstrated by a designed tool which calculates effective interest rate while using amortized cost assessing method. This tool can be made just with use of some elementary functions of MS Excel and knowledge of logical relationships.

**Klíčová slova:** efektivní úroková míra, modelování, alternativní postupy, MS Excel, vzdělávání.

**Key words:** effective interest rate, modeling, alternative ways, MS Excel, education.

## 1 ÚVOD

V době, která je poznamenána deklaroványými a realizovanými reformami vzdělávacího systému na národní i nadnárodní úrovni [3], je dobré uvědomit si, že některé pedagogické principy jsou nadčasové - není třeba je reformovat, je však nutné je adekvátně aplikovat.

Terciární vzdělávání v České republice v současnosti institucionálně reprezentované vyššími odbornými školami a vysokými školami, resp. univerzitami doznalo v posledních dvaceti letech velmi podstatných změn. Boloňská deklarace podepsaná v červnu 1999 na nejstarší univerzitě světa je považována (pomineme-li Sorbonnskou deklaraci o rok starší) za východisko a základ tzv. Boloňského procesu implementovaného postupně do života univerzit a vysokých škol Evropy, procesu, jehož cílem je vytvoření jednotného evropského vysokoškolského vzdělávacího prostoru.

Přes tyto organizační a systémové změny - anebo právě kvůli nim - je třeba věnovat stále potřebnou pozornost kvalitě vzdělávacího procesu, zamýšlet se nad vhodným uplatňováním didaktických zásad, aby nešlo při výuce „jen“ o předá-

vání poznatků, ale současně o rozvoj myšlení, o formování intelektových schopností studenta.

Cílem příspěvku je prezentovat jeden inovační výstup, vytvořený nástroj - didaktickou pomůcku pro výuku tématu z oblasti finančního účetnictví a finančního řízení obsahující problematiku výpočtu efektivní úrokové sazby a metodu oceňování naběhlou hodnotou (resp. amortizovanými náklady), která kromě aspektu odborně vědomostního a dovednostního má podněcovat tvorbu úsudku jako obecné způsobilosti.

## 2 DIDAKTICKÉ PRINCIPY PŘI ROZVOJI EKONOMICKÉHO MYŠLENÍ

Potřeba propojování informativní, formativní a metodologické stránky při výuce nejen v primárním a sekundárním, ale rovněž v terciárním sektoru vzdělávání je imperativem. Pokud Chlup [1] hovoří o procesu vyučování jako formálně-látkovém a současně látkově-formálním, máje na zřeteli dialektické propojení obou stránek, pak by bylo možné rozvinout tento názor ve smyslu akcentace formativní a metodologické stránky ve vysokoškolském vzdělávání, jehož podstatným cílem je rozvoj intelektu jedince, jeho in-



telektuálních schopností, které jsou významně - vedle tzv. přenositelných dovedností (soft skills) - odborně determinované.

Klasikové pedagogiky jako jsou Komenský, Rousseau, Pestalozzi či Ušinskij, kteří rozpracovali zásady vyučování, se v mnoha ohledech shodují [4] - všichni zdůrazňují zásadu názornosti a dále je zpravidla podtrhována - vedle přiměřenosti, soustavnosti, postupnosti, aj. - zásada aktivity.

S jinou, nicméně podobnou, dikcí se tohoto problému dotýkají současní autoři, kteří vymezují čtyři klíčové prvky efektivní výuky:

- i) motivující kontext,
- ii) aktivní učení,
- iii) učební bázi aplikovanou na nové problémy,
- iv) diskuzi nad problémem [6].

Tento přístup pak rovněž lépe odpovídá současným celospolečenským změnám, dynamice technického a technologického vývoje prakticky aplikovaného, které ale velmi zřetelně ovlivňují vzdělávací procesy. Jde zejména o:

- a) snižování délky adekvátnosti získané kvalifikace dané profese (např. vysokoškolák vystačí se získaným vzděláním na vysoké škole v průměru cca 3 roky, u dělnických povolání vzdělání zastarává zhruba po 10 letech, po té potřebují určitou rekvalifikaci);
- b) nutnost reakce na změny v obsahu pracovní profese (z učení pro celý život se stává učení po celý život, jestliže příprava vysokoškolsky vzdělaného odborníka trvá např. 18 let, ve stejném cyklu - v některých případech i znatelně rychleji - se mění profil nároků na obsah pracovní kvalifikace);
- c) přijetí trendu změny profese během života za vlastní (pozitivní přístup k rekvalifikaci, vnímání dalšího vzdělávání v průběhu celého života - nikoli pouze v první třetině života - jako běžné reality) [2].

Národní deskriptory českého kvalifikačního rámce terciárního vzdělávání [5] vymezující pro 5. až 8. stupeň EQF-LLL (the European Qualifications Framework for Lifelong Learning) vedle odborných znalostí a odborných dovedností také obecné způsobilosti, kam jsou řazeny tvoření úsudku, komunikace a schopnost dalšího vzdělávání. Tabulka 1 prezentuje právě obecné způ-

sobilosti v oblasti tvoření úsudku pro jednotlivé stupně terciárního vzdělávání.

**Tab.1 Obecné způsobilosti v oblasti tvorby úsudku pro jednotlivé stupně terciárního vzdělávání**

stupeň	program	
5	krátkého cyklu	samostatně a odpovědně se rozhodovat ve známých souvislostech na základě vymezeného zadání
6	bakalářský	samostatně a odpovědně se rozhodovat v jen částečně známých souvislostech na základě rámcového zadání
7	magisterský	samostatně a odpovědně rozhodovat v nových nebo měnících se souvislostech nebo v zásadě se vyvíjejícím prostředí s přihlédnutím k širším společenským důsledkům rozhodování
8	doktorský	vyhodnocovat nové poznatky a ideje s přihlédnutím k dlouhodobým společenským důsledkům jejich využívání

Zdroj: [5]

A právě uplatňování výše zmíněných didaktických principů a klíčových prvků efektivní výuky podněcuje aktéry vysokoškolské pedagogické činnosti k inovačním aktivitám, tvorbě inovačních nástrojů, které posléze vedou k naplnění účelu vzdělávání nejen ve směru nabytí odborných znalostí a dovedností, ale také obecných způsobilostí.

### 3 NÁZNAK OBSAHU A ÚČELU NÁSTROJE MODELOVÁNÍ

Jednoduchý nástroj modelování byl vytvářen původně jako pomůcka pro efektivní tvorbu příkladů k procvičování odborného tématu a k verifikaci zvládnutí učiva studenty. Nicméně tento záměr byl rozšířen směrem k samotnému aktivnímu užití studenty s cílem umožnit jim vnímat - názorně a aktivně - kvantitativní souvislosti a bezprostředně vidět vzájemné změny parametrů.

Obsahem odborného tématu je oceňování naběhlou hodnotou, které jako aplikační oceňovací bázi v oblasti finančních nástrojů (aktiv i závazků) zdůrazňuje nově IFRS 9 - Finanční nástroje (International Financial Reporting Standard). Tato oceňovací báze pracuje s efektivní úrokovou mírou jako mírou potřebnou pro diskontování budoucích peněžních toků během životnosti aktiva/závazku tak, aby se vyrovnaly výchozí



hodnotě aktiva/závazku. Efektivní výnos pak zahrnuje jak předem známé částky - kupóny, tak částky naběhlé hodnoty v závislosti na efektivní úrokové míře. Výše úrokové míry přitom zohledňuje jak časovou hodnotu peněz, tak výši rizika spojeného s příslušným segmentem.

Do výpočtu tedy vstupují 4 parametry:

počáteční hodnota ( $X_1$ ) = hodnota stanovená při prvotním zaúčtování,

konečná hodnota ( $X_n$ ) = hodnota příjmu nebo platby na konci životnosti,

pravidelný kupón ( $K_i$ ) = opakovaný smluvně dohodnutý příjem/platba,

počet období ( $n$ ) = očekávaná životnost aktiva (pohledávky) či závazku.

Obecně lze efektivní úrokovou míru určit na základě vzorce pro výpočet diskontované hodnoty (1), čímž student ověří své matematické, resp. algebraické schopnosti:

$$r = \sqrt[n]{\frac{FV}{PV}} - 1 \quad (1)$$

kde  $r$  je efektivní úroková míra,  $n$  počet období,  $FV$  budoucí hodnota a  $PV$  současná hodnota dané položky. Tento vztah však nepředpokládá průběžný „náběh“ současné hodnoty, proto je v případě metody oceňování naběhlou hodnotou disfunkční.

#### 4 MODELOVÁNÍ EFEKTIVNÍ ÚROKOVÉ MÍRY V PROSTŘEDÍ MS EXCEL

Jako vhodný, relativně dostupný a jednoduchý nástroj pro modelování efektivní úrokové míry při výpočtu naběhlé hodnoty lze využít například tabulkový procesor MS Excel. Obecně lze vztah pro výpočet naběhlé hodnoty zapsat rovnicí (2)

$$Y_{(i)} = X_1 + \sum_{i=1}^n (X_{(i)} \cdot r - K_{(i)}) \quad (2)$$

kde  $Y_{(i)}$  je naběhlá hodnota na konci  $i$ -tého období,  $X_1$  počáteční hodnota na počátku prvního období,  $X_{(i)}$  naběhlá hodnota na počátku  $i$ -tého období,  $K_{(i)}$  reprezentuje hodnotu kupónu  $i$ -tého období a  $r$  efektivní úrokovou míru v průběhu celého období ( $n$  let).

Pro určení hodnoty efektivní úrokové míry při oceňování naběhlou hodnotou neexistuje žádný všeobecně platný vztah, je nutné ji určit vždy individuálně - například odhadem prostřednictvím metody interpolace. K odhadu efektivní úrokové míry lze využít časového rozložení peněžních toků v jejich současné hodnotě, což lze vyjádřit vztahem (3)

$$X_1 = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{K_{(i)}}{(1+r)^i} + \frac{Y_n + K_n}{(1+r)^n} \quad (3)$$

kde  $Y_n$  je naběhlá hodnota na konci  $n$ -tého období a  $K_n$  je hodnota kupónu realizovaného na konci  $n$ -tého období (tedy na konci životnosti).

Tato metoda se však nejeví být zcela ideálním výukovým prostředkem ve chvíli, kdy je žádoucí, aby si student uvědomil dílčí souvislosti při výpočtu naběhlé hodnoty. Odhad prostřednictvím interpolace lze sice poměrně jednoduše řešit i ve zmiňovaném MS Excel. Ač se jedná na první pohled o principiálně jednoduchou operaci, u studentů jejichž vzdělání není matematického zaměření nebo se s interpolací nesetkali, případně setkali pouze okrajově (či nevědomě) - častý případ některých studentů ekonomického zaměření - je nezbytné hledat i jiné cesty k nalezení hodnoty efektivní úrokové míry. Předpokladem využití interpolace je současně studentova komplexní znalost metody naběhlé hodnoty a s ní související schopnost správně si strukturovat vstupní hodnoty modelu. Je tedy zřejmé, že využití interpolace nepřipadá u studentů, kteří se s metodou naběhlé hodnoty teprve seznamují, v úvahu.

Jako alternativní způsob stanovení požadované hodnoty lze využít „pouze“ znalosti základního principu naběhlé hodnoty, logiky a studentům snad příjemnějšího a známějšího prostředí některých základních funkcí programu MS Excel. Konkrétně se jedná především o využití funkce **KDYŽ**, za podpory dalších elementárních funkcí: **SUMA**, **POWER** (umocňování) a **ZAOKROUHLIT** (funkce vhodná pro předpokládané využití výstupů v účetnictví).

Popsanou situaci lze ilustrovat na příkladu emise dluhopisu s nominální hodnotou  $Y_n$ , který je splatný na konci  $n$ -tého roku, s roční kupónovou platbou  $K_{(i)}$ , přičemž emisí dluhopisu bylo na počátku prvního roku inkasováno ( $X_1$ ) peněž-

ních jednotek. Situaci lze v MS Excel zapsat následovně (tab.2).

**Tab.2 Vstupy modelu**

	A	B
1	<b>VSTUPNÍ HODNOTY</b>	
2	počáteční hodnota závazku ( $X_1$ )	hodnota
3	konečná hodnota závazku ( $Y_n$ )	hodnota
4	počet období ( $n$ )	hodnota
5	kupón ( $K_{(t)}$ )	hodnota

Následně je možné za využití funkcí vytvořit tabulku časového rozložení naběhlé hodnoty, a to způsobem podle tabulky 3, kde  $U_{(t)}$  je celkový úrok spadající do  $i$ -tého období (tedy jak část alokovaná v kupónu, tak část alokovaná v naběhlé hodnotě),  $A_{(t)}$  je naběhlý úrok (amortizovaný diskont)  $i$ -tého období. Řádek 9 je kontrolní, je kalkulován na základě zadání (tab.2) a slouží jako komparativní parametr, na jehož základě bude při hledání efektivní úrokové míry optimalizován řádek 8, který je naopak kalkulován na základě zadané efektivní úrokové míry. V případě, že budou řádky 8 a 9 vyrovnány, lze prohlásit, že byla efektivní úroková míra nalezena. Pro zjednodušení je uvažována konstantní hodnota ročního kupónu, při nerovnoměrné hodno-

tě by bylo nutné zadat do tab.3 hodnotu jednotlivých kupónů (sloupec G).

Posledním krokem přípravy nástroje je využití funkce **KDYŽ** k zapsání optimalizačního algoritmu. Na základě tohoto postupu bude efektivní úroková míra snadno nalezena.

Základním principem algoritmu je komparace hodnot řádků (8 a 9) a doporučení zvýšení nebo snížení zadané hodnoty efektivní úrokové míry, v případě, že nebyla optimální hodnota nalezena. Daný algoritmus je zapsán v buňce A13 tabulky 4. Odhadovanou hodnotu efektivní úrokové míry je nutné manuálně zadávat do buňky B12.

Pro urychlení vyhledání efektivní úrokové míry je vhodné provést prvotní odhad pomocí hodnoty relativně blízké hodnotě hledané. Tato hodnota může být určena například expertním odhadem nebo pomocí standardního výpočtu efektivní úrokové sazby (1).

Vytvořený nástroj modelování umožní poměrně rychle a snadno upravovat parametry výpočtu a posuzovat vliv změny na výsledek, resp. rozhodovat se o úpravě parametru v zájmu dosažení požadovaného výsledku a tím přispívat k upevnování schopnosti tvorby úsudku.

**Tab.3 Časové rozložení proměnných**

	D	E	F	G	H	I
1	<b>ČASOVÉ ROZLOŽENÍ</b>					
2	$i$	$X_{(t)}$	$U_{(t)}$	$K_{(t)}$	$A_{(t)}$	$Y_{(t)}$
3	1	= B2	= ZAOKROUHLIT(E4*\$B\$13;0)	= \$B\$5	= F4-G4	= E4+ H4
4	2	= I4	= ZAOKROUHLIT(E5*\$B\$13;0)	= \$B\$5	= F5-G5	= E5+ H5
5	3	= I5	= ZAOKROUHLIT(E6*\$B\$13;0)	= \$B\$5	= F6-G6	= E6+ H6
6						
7						
8	□		=SUMA(F3:F7)	=SUMA(G3:G7)	=SUMA(H3:H7)	
9	kontrola		= B3-B2+ (B4*B5)	= B5*B4	= B3-B2	

**Tab. 4 Algoritmus**

	A	B
12	<b>Efektivní úroková míra (<math>r</math>)</b>	<b>hodnota</b>
13	=KDYŽ(A(B12=0;E3=0);""; KDYŽ(A(F8=F9;F8>0;H8=H9); "OK !"; KDYŽ(A(F9>F8;H9>H8; G9>0;F8>0);"+ !"; KDYŽ(A(F9<F8;H9<H8;G9>0); "- !";"")))	

## 5 PRAKTICKÁ UKÁZKA

Uvedený algoritmus a jeho funkčnost lze názorně demonstrovat na konkrétním příkladě zadaném v tab.5, emise dluhopisu o nominální hodnotě 4 500, jež bude splatný za 5 let od emise, se kterým je spojena konstantní roční úroková platba ve výši 300, přičemž při emisi emitent inkasoval 4 000 (vše v peněžních jednotkách).

**Tab.5 Zadání příkladu**

	A	B
1	<b>VSTUPNÍ HODNOTY</b>	
2	počáteční hodnota závazku ( $X_1$ )	4 000
3	konečná hodnota závazku ( $Y_n$ )	4 500
4	počet období ( $n$ )	5
5	kupón ( $K_{(t)}$ )	300

Jak již bylo uvedeno, proces optimalizace, resp. hledání efektivní úrokové míry, probíhá následujícím způsobem - zadáváním hodnoty do buňky B12, přičemž buňka A13 je výstupem. Výstup informuje o případném dalším kroku optimalizace. Po zadání nízké hodnoty buňka A13 vybere ke zvýšení hodnoty efektivní úrokové míry (výrazem „+!“) - tuto situaci ilustruje tab.6.

**Tab.6 Optimalizace I**

	A	B
12	<b>Efektivní úroková míra (<math>r</math>)</b>	<b>9,0 %</b>
13	<b>+ !</b>	

Opačná situace, tedy zadání hodnoty vyšší než efektivní úrokové míry, je zobrazena v tab.7.

**Tab.7 Optimalizace II**

	A	B
12	<b>Efektivní úroková míra (<math>r</math>)</b>	<b>10,0 %</b>
13	<b>- !</b>	

Ve chvíli ukončení vyhledávacího algoritmu, respektive nalezení efektivní úrokové míry, se dobereme řešení zobrazeného v tab.8.

**Tab. 8 Optimalizace III**

	A	B
12	<b>Efektivní úroková míra (<math>r</math>)</b>	<b>9,564 %</b>
13	<b>OK !</b>	

Rozložení naběhlé hodnoty v čase ilustruje tab.9. Jak je z tabulky zřejmé - kontrolní a optimalizační řádek jsou vyrovnány, efektivní úroková míra tedy byla nalezena.

**Tab.9 Časové rozložení proměnných po nalezení řešení**

	D	E	F	G	H	I
1	<b>ČASOVÉ ROZLOŽENÍ</b>					
2	$i$	$X_{(t)}$	$U_{(t)}$	$K_{(t)}$	$A_{(t)}$	$Y_{(t)}$
3	1	4 000	383	300	83	4 083
4	2	4 083	390	300	93	4 173
5	3	4 173	399	300	99	4 272
6	4	4 272	409	300	109	4 381
7	5	4 381	419	300	119	4 500
8			2 000	1 500	500	
9	kontrola		2 000	1 500	500	

## 6 ZÁVĚR

Představený nástroj lze využít jako vhodnou pomůcku rozvoje myšlení nejen v oblasti účetnictví a finančního řízení, pro které je primárně určen, ale jeho podstatu lze využít i jako inspiraci pro hledání jednoduchých alternativních metod řešení celé řady dalších problémů. Autoři si jsou vědomi faktu, že představený nástroj nebude sloužit pro každodenní praxi kvalifikovaných odborníků, domnívají se však, že pro studijní účely se naopak jedná o velice užitečnou pomůcku. Nástroj totiž umožňuje studentům nejen snadno proniknout do aktuálně představované problematiky, ale navíc nutí k přemýšlení o dílčích souvislostech a uvažování o dopadu předpokládaných změn. Pomáhá tak utvářet komplexní logické myšlení, které je u všech vzdělávaných osob žádoucí.

Student na představeném nástroji jasně vidí, že i bez precizní znalosti sofistikovaných matematických postupů se lze dobrat efektivního řešení, na základě využití základních znalostí jiného prostředí (v tomto případě programu MS Excel) a prosté logiky. Tedy, *často to jde i jinak a snadno.*

## Použité zdroje

- [1] CHLUP, O. *Několik statí k základnímu učivu*. Praha: SPN. 1958.
- [2] KRAFTOVÁ, I. Pozice a úloha univerzity v celoživotním vzdělávání v současnosti. In *Sborník příspěvků konference Analýza dalšího profesního vzdělávání v Pardubickém kraji*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2006, s.22-31. ISBN 978-80-7194-926-8.
- [3] LIESMANN, K. *Teorie nevzdělanosti - omyly společnosti vědění*. Praha: Academia, 2008. ISBN978-80-200-1677-5.
- [4] MAŇÁK, J. *Nárys didaktiky*. Brno: MU, 1995. ISBN 80-210-1124-6.
- [5] MŠMT. *Národní deskriptory českého kvalifikačního rámce*. 2013. [online]. [cit. 30.11.2013]. Dostupné na: <<http://bologna.msmt.cz/ostatni-dokumenty/q-ram-publikace-narodni-deskripty>>
- [6] SLAVÍK, M. a kol. *Vysokoškolská pedagogika pro odborné vzdělávání*. Praha: Grada, 2012. ISBN978-80-247-4054-6.

## Kontaktní adresy

Ing. Pavel Zdražil  
doc. Ing. Ivana Kraftová, CSc.

e-mail: Pavel.Zdrazil@upce.cz  
e-mail: Ivana.Kraftova@upce.cz

Ústav regionálních a bezpečnostních věd  
Fakulta ekonomicko-správní  
Univerzita Pardubice  
Studentská 84  
532 10 Pardubice

Milan Štúr - Martin Podařil - Daniel Kučerka

Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích  
Institute of Technology and Business in České Budějovice

**Abstrakt:** V príspevku poukazujeme na cieľ, obsah, hodnotenie, dôležitosť a význam predmetu Technické merania v príprave študentov bakalárskeho štúdia v odbore Strojníctví na Vysoké škole technické a ekonomickej v Českých Budějovicích. Zároveň vyzdvihujeme spoluprácu medzi vysokou školou a strednou školou, kde prebieha výučba.

**Abstract:** In this paper we point out on the objectives, content, evaluation, importance and significance of the subject Technical measurement in the preparation of undergraduate students in programme of Mechanical Engineering at the Institute of Technology and Business in České Budějovice. Also we emphasize the cooperation between our institute and secondary school, where lessons take place.

**Klíčová slova:** metrologia, technické merania, strojárstvo, laboratória, študent.

**Key words:** metrology, technical measurement, mechanical engineering, laboratory, student.

## 1 ÚVOD

Aby strojárstvo mohlo plniť svoju funkciu a uspokojovať potreby spoločnosti, musí byť úsilie orientované na zvyšovanie úrovne strojárenskej výroby, úžitkovej hodnoty, kvality, prevádzkyschopnosti a spoľahlivosti výrobkov. Jedným z rozhodujúcich faktorov rozvoja hospodárstva je úroveň metrologie. Metrologia zasahuje takmer do všetkých oblastí tvorivej ľudskej činnosti. Vo všetkých oblastiach spoločenskej činnosti je meranie (kontrola) zdrojom objektívnych informácií, základom pre cieľavedomé riadenie, plánovanie zdrojov, materiálov, energie, atď. [1]. Metrologia sa významnou mierou podieľa na hodnotenie kvality výrobkov v jednotlivých etapách reprodukčného procesu. Zvyšujúce sa nároky na presnosť výroby sa premietajú do zvýšených požiadaviek na presnosť a správnosť merania a kontroly strojných súčastí. S rastúcimi požiadavkami na kvalitu výroby, rastú požiadavky na kontrolu parametrov vyrábaných súčastí s cieľom zaistenia zhody so špecifikáciou, t.j. rastú nároky na úroveň meracej a kontrolnej techniky a s tým súvisiace nároky na obsluhu, t.j. rastú požiadavky a nároky na metrologické schopnosti a vedomosti študentov - absolventov vysokých škôl [2]. Z tohto dôvodu poukazujeme na dôležitosť a význam predmetu

Technické merania v príprave študentov bakalárskeho štúdia v odbore Strojníctví.

## 2 CIEĽ PREDMETU

Cieľom predmetu Technické merania je oboznámiť študentov s vykonávaním najčastejších skúšok v strojárenstve, a to skúšok vlastností materiálov a finálnych výrobkov. Neoddeliteľnou súčasťou predmetu sú všeobecné základy metrologie, problematika bezpečnosti práce, štatistického spracovania nameraných dát a tiež základné princípy v oblasti riadenia a certifikácie kvality výrobkov [4]. Praktické cvičenia vedú študentov k aplikácii poznatkov aj z ďalších študijných predmetov, učí ich posúdiť dodržanie zadaných konštrukčných požiadaviek alebo fyzikálnych parametrov a získať tak lepšiu predstavu o zmysle a význame týchto údajov. Študenti precvičujú logické usudzovanie, učia sa vecnej argumentácii, precíznosti a dôslednosti. Predmet umožňuje študentom pochopiť, že technické merania sú nezastupiteľným prostriedkom v oblasti vývoja, projekcie, konštrukcie, výroby, technickej kontroly a vlastného využitia výrobkov.



### 3 NÁPLŇ PREDNÁŠOK A CVIČENÍ

Meraním a všetkým, čo s ním súvisí sa zaoberá vedný odbor - metrológia, ktorého základnými oblasťami pozornosti a činnosti sú [3]:

- Veličiny a ich jednotky - etalóny
- Metódy merania
- Prostriedky merania prevádzkového charakteru (meradlá)
- Vlastnosti a schopnosti osôb - pozorovateľov
- Starostlivosť o fyzikálne konštanty a vlastnosti látok a materiálov

Technické merania v rozsahu nášho predmetu sa zaoberajú predovšetkým prvými tromi súčasťami metrológie.

#### Tematické okruhy prednášok [4]

- 1) Úvod do technických meraní: základy metrológie, zásady zisťovania a spracovania nameraných dát, problematika riadenia a certifikácie kvality výrobkov.
- 2) Meranie a kontrola rozmerov strojných súčastí: problematika lícovania v strojárstve, priame a nepriame metódy merania, základné druhy dĺžkových meradiel, dielenská metrológia - vhodnosť a obsluha meradiel.
- 3) Hospodárenie s meradlami: metrologické vlastnosti, kalibrácia, evidencia meradiel, podniková metrológia, Český metrologický inštitút.
- 4) Dĺžkové meracie stroje: univerzálny dialkometer, dielenský mikroskop, 3D súradnicové meracie stroje.
- 5) Meranie uhlov, tvarov a vzájomnej polohy, kontrola kvality povrchu.
- 6) Skúšky mechanických a technologických vlastností materiálov: skúšobné metódy, skúšobné stroje, príprava vzoriek, vyhodnotenie.
- 7) Únavové a nedeštruktívne defektoskopické skúšky.
- 8) Komplexné kontrola strojných súčastí a nástrojov.
- 9) Meranie teploty, tepla, tlaku a vlhkosti.
- 10) Meranie rýchlosti prúdenia, prietoku, hmotnosti, síl a deformácií.
- 11) Skúšky prevádzkových materiálov (mazív, palív): skúšobné metódy, skúšobné prístroje.
- 12) Komplexné merania a skúšky strojov a zariadení: príkon, výkon, účinnosť, charakteristika, hluk, vibrácie.

- 13) Technické preberanie výrobných strojov - kontrola presnosti.
- 14) Nutným predpokladom osvojenia si technických poznatkov, je praktická a laboratórna činnosť. Má doplniť a názorné podložiť teoretické štúdium, zoznámiť študentov s meracou technikou, metódami meraní, spracovaním výsledkov a prehĺbiť poznanie meraných objektov.

Vzhľadom k tomu, že katedra nedisponuje vlastnými laboratóriami, samotné cvičenia a s nimi spojené merania sa uskutočňujú na partnerskej Strední priemyselnej škole strojní a elektrotechnickej v Českých Budějoviciach. Laboratória sú vybavené pomôckami, kde študenti pod vedením skúseného pedagóga majú možnosť samotného merania a vypracovania protokolov z jednotlivých meraní. Škola dbá na vybavenosť dielni a laboratórií, o čom hovorí fakt, že ich strojné laboratórium pre meranie dĺžok a tvarov má od roku 2012/2013 zavedené komparačné meranie rozmerov pomocou digitálnych tisícinných a stotinových odchýlkomerov, výstup údajov je spracovávaný počítačom a vytlačovaný tlačiarňou. Na základe materiálov Jihostroje Velešín je uplatňovaná analýza možných väd a následkov väd FMEA, ktorá skúma pravdepodobnosť preniknutia vady k zákazníkovi. Väčšina podkladov pre laboratórne cvičenie, teda samotné merania sú pripravené na interaktívnej tabuli, či už tabuľky, tak aj filmové sekvencie z konkrétnych meraní v praxi.

#### Tematické okruhy cvičení

- 1) Bezpečnosť pri práci v laboratóriách, organizácia cvičení, rozdelenie študentov do skupín, prevzatie pracovných rukavičiek a návlekov, inštrukciá k vypracovaniu protokolov z jednotlivých meraní.
- 2) Kontrola presnosti mikrometra (obr.1).
- 3) Kontrola rozmerov súčasti - podložka.
- 4) Kontrola strmeňového kalibru základnými mierkami (obr.2).
- 5) Kontrola valčekového kalibru optimetrom (meotastom).
- 6) Kontrola skúšobných tyčiek elektrokontaktným meradlom a digitálnym mikrometrom.
- 7) Meranie stredného priemeru závitú cez drôtky.
- 8) Meranie uhla na sústružníckych nožoch.
- 9) Meranie ozubeného kolesa (obr.3).
- 10) Meranie na profilprojektoroch.

- 11) Meranie na súradnicovom meracom stroji Micronex 30 (obr.4).
- 12) Meranie piestu dĺžkovým meracím strojom.
- 13) Štatistická kontrola ihiel do pletacieho stroja.

Okruhy jednotlivých cvičení svojím obsahom zodpovedajú možnostiam a prístrojovému vybaveniu laboratória.



**Obr.1 Kontrola presnosti mikrometra**

Z uvedených tematických okruhov jednotlivých cvičení, je zrejmé, že medzi vedomosti študentov sa zaradia informácie o základných meradielach používaných v metrológii a to predovšetkým pre meranie dĺžky a uhlov, kontrole odchýlok tvaru a polohy, hodnotenie drsnosti povrchu, kontrole parametrov vybraných strojných súčastí (závit, ozubené koleso), vrátane princípov meradiel.



**Obr.2 Kontrola strmeňového kalibru**

Na samotných cvičeniach pracujú 2-4 študenti v skupinách, nakoľko si mnohé merania vyžadujú viac ako len pár šikovných rúk. Pritom skupinová práca reaguje na požiadavky súčasnej spoločnosti (kooperácie, riešenie problémov v tíme) a ktorá zároveň dopĺňa výučbu o postupy, ktoré frontálna výučba neumožňuje. Jej prínosom je rozvíjanie komunikácie a posilňovanie sociálneho rozvoja študentov.



**Obr.3 Meranie ozubeného kolesa**

Predpokladom úspešného priebehu cvičení je riadna predchádzajúca príprava na výučbu a dodržiavanie laboratórneho poriadku, v ktorom sú uvedené najzákladnejšie zásady organizácie, bezpečnosti a hygieny práce v laboratóriu.



**Obr.4 Súradnicový merací stroj Micronex 30**

#### 4 HODNOTENIE PREDMETU

Informácie o štúdiu sú uvedené v Informačnom systéme VŠTE, kde je tiež uvedený spôsob komunikácie medzi študentom a vyučujúcim (tútorom). Okrem kontaktnej výučby je využívaná najmä komunikácia prostredníctvom Internetu.

Každý vyučující i student VŠTE má zavedenou svou e-mailovou adresu a další formy komunikace jsou možné i přes Informační systém VŠTE.

V průběhu semestra je student hodnocen z odovzdaných úkolů (protokolů) zaměřených na měření z cvičení, z kterých dostane zápočet, který je předpokladem pro připuštění ke zkoušce. V tomto průběžném hodnocení může student získat maximálně 30 bodů.

Zkouška je písemná. V písemné části je test z otázek ze studijní podpory, která slouží studentům na přípravu k jednotlivým přednáškám. V úlohách jsou uvedené otázky v jednotlivých kapitolách. Ze zkoušky může student získat maximálně 70 bodů. Celková klasifikace předmětu, tj. body za test (70-0) + body z průběžného hodnocení (30-0) je potom následovná [5]: A 100-98 bodů, B 97,99-91 bodů, C 90,99-80 bodů, D 79,99-73 bodů, E 72,99-70 bodů, F 69,99-30 bodů, G 29,99-0 bodů.

## 5 PRÍNOSY PŘEDMETU

Z našeho pohledu má předmět Technické měření nezastupitelné místo v přípravě budoucích strojářů. Pro studenty má přínos z hlediska praktické činnosti teoretických poznatků v laboratoriu při samotném měření, skupinová práce na cvičeních, které přínosem je rozvíjení komunikace a posilování sociálního rozvoje studentů a v neposlední řadě prohloubení poznatků v dané problematice a připravenost pro praxi.

Je vhodné si uvědomit, že metrologie ve firmě se netýká jen výrobních procesů (v strojírenství se nejčastěji měří délka a úhel, teplota, atd.), ale má širší záběr. Projevuje se například i v podporných procesech. Například měření tlaku v rozvodech vzduchu, spotřebované

energie, proudové množství, měření hmotnosti, mechanických vlastností materiálu, atd. až například po měření radioaktivity dodaného materiálu. V konečném důsledku je ve firmě možné najít velmi široké spektrum měřených veličin, protože mnohé z nich jsou menšinové.

Význam připravených absolventů pro praxi vidíme v tom, že samotní absolventi vstupují do podniku připravení a nepotřebují na získání vysokých nákladů a času. Přínosy pro firmu v oblasti metrologie mají také připravení absolventi především v [6]:

- snížení nepodarků a reklamací
- snížení nákladů
- zlepšení image firmy zvýšením kvality produkce
- zvýšení konkurenceschopnosti
- garancí stability kvality.

Podniková metrologie je důležitý článek podnikového systému kvality, zahrnuje všechny činnosti organizačního, řídicího a technického charakteru, které souvisejí s měřeními a přípravou měřicích operací. Ide o oblast neobvykle širokou, která může výrazně ovlivnit nejen kvalitu výrobků, ale i konkurenceschopnost podniku.

## 6 ZÁVĚR

Aby se ulehčila životní orientace absolventa, je potřebné ho naučit poznat, jaké prvky trvalejší hodnoty. Úlohou školy není tedy jen "vyzbrojit" studenty vhodným množstvím poznatků, ale podávat hlavně také vědomosti a tak, aby je mohli využít v praktickém životě. Z tohoto důvodu považujeme za nevyhnutné, aby absolventi technických oborů ovládali základy strojírenské metrologie jako po stránce teoretické, tak i praktické.

### Použitá literatura

- [1] TICHÁ, Š. - MRKVICA, I. *Vybrané kapitoly ze strojírenské metrologie*. Ostrava: VŠB-TU. 2012. ISBN 978-80-248-2709-4.
- [2] TICHÁ, Š. - ADAMEC, J. *Návody do cvičení z předmětu Strojářská metrologie*. Ostrava: VŠB-TU. 2008. ISBN 978-80-248-1916-7.
- [3] VDOLČEK, F. *Technická měření. (Text pro podporu výuky v kombinovaném studiu)*. [online]. Brno: VUT FSI. 2002. [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: <http://drogo.fme.vutbr.cz/opory/pdf/TM.pdf>
- [4] Charakteristika oboru. *Strojářství*. [online]. [cit. 2014-03-02]. Dostupné z <http://www.vstecb.cz/Strojarenstvi-828.htm>
- [5] Katalog předmětů. *Technická měření*. [online]. [cit. 2014-03-02]. Dostupné z <https://is.vstecb.cz/auth/predmety/predmet.pl?id=8125&vyppr=K+za%C5%A1krnut%C3%BDm+p%C5%99edm%C4%9Bt%C5%AFm+rozbalit+v%C3%ADce+informac%C3%AD>
- [6] ČEZOVÁ, E. Metrologie v praxi. In DOHNAL, G. (ed.) *REQUEST'06*. Praha: ČVUT. 2007. s.43-52. ISBN 978-80-01-03709-6.

### Kontaktní adresy

Ing. Milan Štúr, Ph.D. e-mail: [stur@mail.vstecb.cz](mailto:stur@mail.vstecb.cz)  
Ing. Martin Podařil, Ph.D. e-mail: [podaril@mail.vstecb.cz](mailto:podaril@mail.vstecb.cz)  
Ing. Daniel Kučerka, Ph.D. e-mail: [kucerka@mail.vstecb.cz](mailto:kucerka@mail.vstecb.cz)

Katedra strojírenství, VŠTE v Českých Budějovicích, Okružní 10, 370 01 České Budějovice



VYUŽITÍ VÝSLEDKŮ VÝZKUMU A VÝVOJE VE VÝUCE  
ELEKTROTECHNICKÝCH PŘEDMĚTŮ NA PEDAGOGICKÝCH FAKULTÁCH  
Část 2: Netradiční zapojení operačních zesilovačů  
pro měřicí účely, nízkofrekvenční a stejnosměrné aplikace

USE OF RESEARCH AND DEVELOPMENT IN THE TEACHING OF THE ELECTRICAL  
ENGINEERING SUBJECTS IN THE FACULTIES OF EDUCATION

Part 2: Special Circuits of Bipolar Operational Amplifiers  
for Measurement, Low Frequency and DC Application

Jaroslav Lokvenc - René Drtina

Katedra technických předmětů, Pedagogická fakulta, Univerzita Hradec Králové  
Department of Technical subjects, Faculty of Education, University of Hradec Králové

**Abstrakt:** Článek představuje nové možnosti v oblasti zapojení obvodů s bipolárními operačními zesilovači a uvádí základní východiska, principy a rovnice pro výpočet obvodů. Aplikální možnosti uvedených zapojení jsou všude tam, kde je zapotřebí zpracovávat a upravovat analogový elektrický signál. Na vývoji se podílejí i studenti magisterského studia Katedry technických předmětů Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové.

**Abstract:** This paper presents new possibilities for the involvement of bipolar circuits with operational amplifiers. The proposed connections are primarily intended for applications in the field of measurement technology for laboratory and process measurement. Students attending master courses have an opportunity, in specialized electrical engineering subjects, to see practical results of research conducted in laboratories within electrical engineering courses in the Department of Technical Subjects, Faculty of Education, University of Hradec Králové.

**Klíčová slova:** analogový signál, měřicí technika, operační zesilovač, speciální obvody.

**Keywords:** analogue signal, measurement techniques, operational amplifier, special circuits.

## 1 ÚVOD KE DRUHÉ ČÁSTI

I v době rozvinutých a dynamicky expandujících digitálních technologií stále zůstává poměrně významná oblast analogových signálů, které je nutné zpracovat s co nejmenším zkreslením a transformovat na potřebnou napěťovou, proudovou nebo výkonovou úroveň. V oblasti měřicí techniky, silnoproudé elektrotechniky a v oblasti nízkých frekvencí (zvuková technika) jsou ve většině případů primární signály analogové. Z tohoto důvodu není možné ani v době všeobecné digitalizace ignorovat problematiku snímání a zpracování analogových signálů. Ustálená a do značné míry standardizovaná zapojení operačních zesilovačů jsou popsána v řadě publikací. To však neznamená, že vývoj analogových obvodů můžeme považovat za uzavřený. Výzkumné práce v oblasti měřicí techniky, nových materiálů a výkonové elektroniky vyžadují nové postupy též při návrhu analogových snímačů a zpracování stejnosměrných nebo střídavých analogových signálů. Akademičtí pracovníci elektrotechnických

laboratoří Katedry technických předmětů Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové se řadu let zabývají vývojem netradičních zapojení s operačními zesilovači a jejich aplikacemi v oblasti snímacích zesilovačů pro silnoproudá měření, v oblasti nízkofrekvenční techniky, v řídicích a regulačních obvodech. I přes pokračující digitalizaci jsou analogové obvody nenahraditelné.

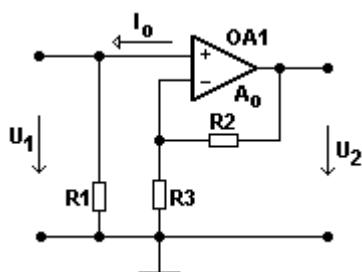
Vývoj operačních zesilovačů (jak monolitických, tak hybridních) přinesl v průběhu desítek let mnoho konstrukčních řešení. V řadě případů je dodnes výhodnější použít v obvodech měřicí techniky a nízkofrekvenčních signálů bipolární operační zesilovače. Oproti operačním zesilovačům se vstupními obvody FET (J-FET, MOS-FET a další) mají bipolární operační zesilovače většinou menší vlastní šum a jsou odolnější vůči přepětí na vstupech. Zejména v případě precizních hybridních bipolárních operačních zesilovačů je dosahováno špičkových parametrů a tyto obvody bývají často konstruovány pro konkrétní použití jako tzv. zákaznické. Na druhé straně

v běžných zapojeních nedosahují bipolární operační zesilovače (ve srovnání s operačními zesilovači se vstupními obvody FET) tak vysokého vstupního odporu. Bipolární operační zesilovače mají zpravidla vyšší vstupní proud, který může, v závislosti na vnitřním odporu zdroje signálu a zapojení zesilovače, způsobit posun stejnosměrné úrovně (DC offsetu) výstupního napětí.

Cílem dále uvedených zapojení je minimalizovat negativní projevy působení vstupních proudů bipolárních operačních zesilovačů a v případech zpracování nízkoúrovňových a zvukových signálů přesunout řízení zisku mimo hlavní signálovou cestu a omezit tak přechodový šum kontaktů regulačních prvků. Navržená zapojení, na jejichž vývoji se v rámci specifického výzkumu a diplomových prací podílejí i studenti navazujícího magisterského studia, jsou primárně určena pro aplikace v oboru měřicí techniky pro laboratorní a provozní měření. Mohou být využita pro měřicí a jiné přístroje, pro zpracování nízkofrekvenčních i stejnosměrných signálů. Uvedená zapojení jsou použitelná pro monolitické i hybridní operační zesilovače, a pro speciální účely je lze realizovat i na diskretní součástkové základně.

## 2 ZESILOVAČ S VYSOKOU VSTUPNÍ IMPEDANCÍ A MALÝM VÝSTUPNÍM STEJNOSMĚRNÝM OFFSETEM

Vlastnosti neinvertujícího zesilovače v klasickém zapojení jsou popsány v řadě publikací (např. [1], [9]). Jedním z klíčových problémů při návrhu prvního zesilovače vstupní části měřicího přístroje nebo zařízení je vlastní vstupní proud bipolárního operačního zesilovače (obr.1).



Obr.1 Neinvertující operační zesilovač

Pro přenos  $A$  neinvertujícího operačního zesilovače je v [9] odvozena rovnice

$$A = \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{A_0} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right)} \quad (1)$$

kde  $A_0$  je zesílení operačního zesilovače bez zpětné vazby.

Vstupní proud operačního zesilovače  $I_0$  vytvoří na svodovém rezistoru  $R_1$  úbytek napětí  $\Delta U = I_0 \cdot R_1$ , který při nezátženém vstupu odpovídá vstupnímu napětí  $U_1$ . Toto napětí je následně s přenosem  $A$  transformováno na výstup zesilovače s úrovní  $U_2$

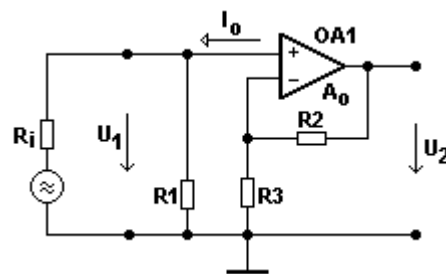
$$U_2 = I_0 \cdot R_1 \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{A_0} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right)} \quad (2)$$

Pro běžnou praxi zpravidla uvažujeme, že  $1/A_0 \rightarrow 0$  a následně používáme zjednodušené rovnice

$$A = \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) \quad (3)$$

$$U_2 = U_1 \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) \quad (4)$$

Z rovnic (2) a (4), po zavedení  $U_1 = I_0 \cdot R_1$ , vyplývá, že posun stejnosměrné úrovně na výstupu operačního zesilovače je lineárně závislý na velikosti svodového odporu  $R_1$ .



Obr.2 Neinvertující operační zesilovač s připojeným zdrojem signálu

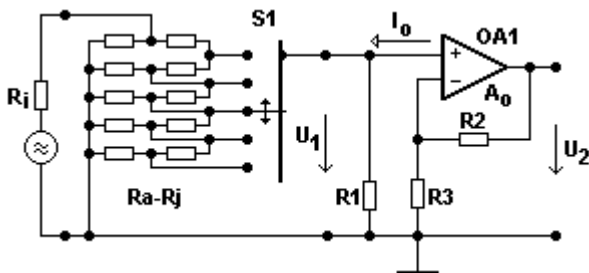
Po připojení zdroje signálu s vnitřním odporem  $R_i$  bude výsledný svodový odpor na vstupu zesilovače paralelní kombinací  $R_1 \parallel R_i$  (obr.2) a po



sun stejnosměrné úrovně na výstupu operačního zesilovače bude

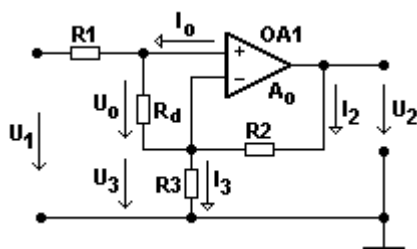
$$U_{2DC} = I_0 \cdot (R_1 \parallel R_i) \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) \quad (5)$$

Stejnosečná stabilita vstupních zesilovačů se u špičkových profesionálních zařízení řeší (mimo jiné) použitím složitějších (a v některých případech i frekvenčně kompenzovaných) řetězových tlumících článků s konstantní vstupní a výstupní impedancí (obr.3). Úbytek napětí vyvolaný vstupním proudem operačního zesilovače  $I_0$  je následně vykompenzován nastavením vnitřní symetrie vstupů operačního zesilovače a posun stejnosměrné úrovně se při přepínání rozsahů nemění.



**Obr.3 Vstupní zesilovač s řetězovým tlumícím článkem**

Pro laboratorní i provozní měření často potřebujeme bezzátěžové snímání výstupních napětí (jednoduché odporové děliče, Rogowskiho cívky, piezoelektrické a kapacitní akcelerometry, atd.) Pro tyto účely jsme vyvinuli zapojení vstupního zesilovače podle obr.4, které dosahuje hodnoty vstupního odporu řádu  $10^9 \Omega$  a přitom si zachovává všechny výhody použití bipolárních operačních zesilovačů.



**Obr.4 Principiální schéma zesilovače s vysokým vstupním odporem**

Vstupní odpor zesilovače  $R_{amp}$  bez připojeného vnějšího diferenciálního rezistoru  $R_d$  při  $R_1 \rightarrow 0$  je určen rovnicí

$$R_{amp} = \frac{U_1}{I_0} \quad (6)$$

Při vnitřním diferenciálním vstupním odporu operačního zesilovače  $R_0$  rovněž platí

$$I_0 = \frac{U_0}{R_0} = \frac{U_1 - U_3}{R_0} \quad (7)$$

Při zapojení vnějšího diferenciálního rezistoru  $R_d$  a za předpokladu, že  $R_d \ll R_0$  Dosazením (7) do (6) dostaneme

$$R_{amp} = \frac{U_1}{U_1 - U_3} \cdot R_d = \frac{1}{\frac{1}{R_d} \cdot \left(1 - \frac{U_3}{U_1}\right)} \quad (8)$$

Za předpokladu, že  $I_2 = I_3$ , a  $I_3 \gg I_0$ , a dále pak

$$U_2 = A_0 U_0 \quad (9)$$

$$U_1 = U_3 + U_0 \quad (10)$$

$$\frac{U_3}{U_1} = 1 - \frac{U_0}{U_1} \quad (11)$$

Po dosazení z (9) do (11)

$$\frac{U_3}{U_1} = 1 - \frac{U_2}{U_1} \cdot \frac{1}{A_0} \quad (12)$$

kde  $U_2/U_1 = A$ , což je přenos daného zesilovačového stupně. Po dosazení (12) do (8) a započtení vstupního rezistoru  $R_1$  dostaneme výslednou rovnici pro vstupní odpor operačního zesilovače v neinvertujícím zapojení.

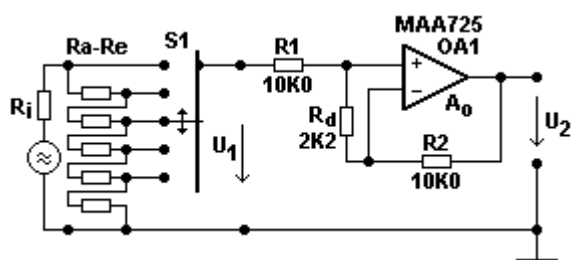
$$R_{amp} = R_1 + R_d \cdot \frac{A_0}{A} \quad (13)$$

V praxi má rezistor  $R_1$  především ochrannou funkci, kdy omezuje náhodné napěťové špičky. Zpravidla platí, že  $R_1 \ll R_{amp}$ , potom lze hodnotu  $R_1$  zanedbat a  $R_{amp}$  psát ve tvaru

$$R_{\text{amp}} = R_d \cdot \frac{A_0}{A} \quad (14)$$

## 2.1 Příklad praktické aplikace

Zesilovače uvedené koncepce jsme použili jako vstupní jednotky XY zobrazovače pomalých dějů. Na vstupu byl použit přesný rezistorový dělič ( $R_a$ - $R_e$ ) na keramické podložce s celkovým odporem 1 M $\Omega$ , s dělicími poměry -60, -40, -20, -10 a 0 dB, přesnost děliče 0,1 % (obr.5).



Obr.5 Schéma vstupní jednotky

Bez připojeného rezistoru  $R_3$  (obr.4) zapojení pracuje jako vysokoimpedanční opakovač, za kterým jsou zapojeny další zesilovací stupně. Použit byl osvědčený přístrojový operační zesilovač MAA 725 ( $A_0 > 10^6$ ). Jeho hlavní parametry jsou uvedeny v tabulce 1, základní parametry vstupní jednotky uvádí tabulka 2.

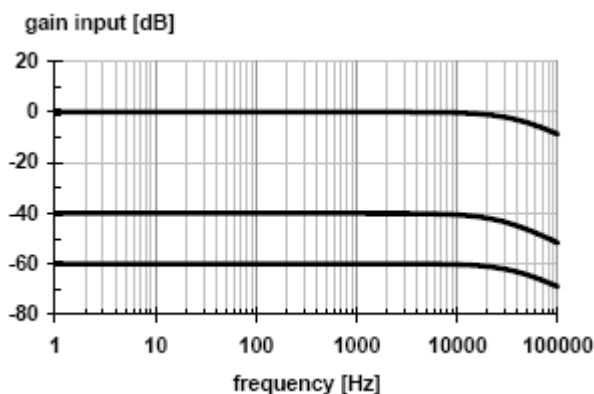
Tab.1 Základní parametry operačního zesilovače MAA725

parametr	symbol	typická hodnota
napájecí napětí	$U_B$	max $\pm$ 22 V
vstupní napětí	$U_I$	max $\pm$ 20 V
pracovní teplota	$\vartheta_a$	-55 to 125 $^{\circ}$ C
vstupní napěťová nesymetrie	$U_{I0}$	0,5 mV
vstupní proudová nesymetrie	$I_{I0}$	2 nA
vstupní proud	$I_{IB}$	53 nA
vstupní odpor	$R_I$	1,5 M $\Omega$
vstupní šumové napětí	$U_{Nef}$	1 $\mu$ V
potlačení souhlasného signálu	CMR	120 dB
zisk	$A_0$	129 dB
výstupní odpor	$R_O$	150 $\Omega$
maximální výstupní napětí	$U_{Omax}$	$\pm$ 13,5 V
napěťový teplotní drift	$\alpha_{UIO}$	0,6 $\mu$ V/K
proudový teplotní drift	$\alpha_{II0}$	42 pA/K
šířka pásma	BW	max 100 kHz

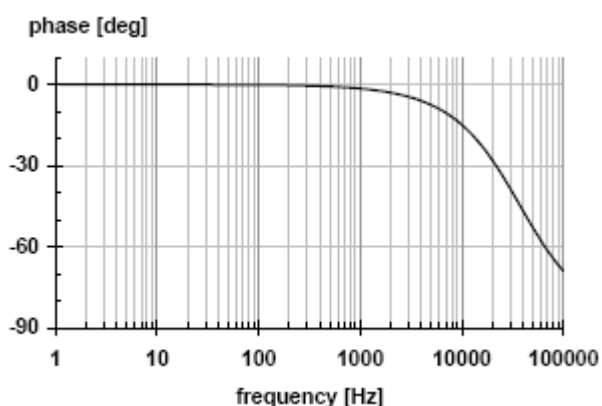
Tab.2 Základní parametry vstupní jednotky

parametr	symbol	hodnota
vstupní impedance	$R_{\text{amp}}$	> 1 G $\Omega$
zisk	$A$	0,9999945
výstupní šumové napětí	$U_N$	100 $\mu$ V
citlivost pro stejnosměrný offset	$\Delta U_2$	100 $\mu$ V/1 M $\Omega$
šířka pásma pro $R_I = 1$ M $\Omega$	BW	35 kHz

Výhoda uvedeného zapojení spočívá v tom, že potřebné vstupní proudy (asi 60 nA) operačního zesilovače jsou přiváděny z výstupu zesilovače přes relativně malý odpor rezistoru  $R_2$ . Vnější diferenciální rezistor  $R_d$  představuje prakticky zkrat přes vnitřní diferenciální odpor  $R_0$  operačního zesilovače, čímž se výrazně zlepšují šumové poměry vstupní jednotky.

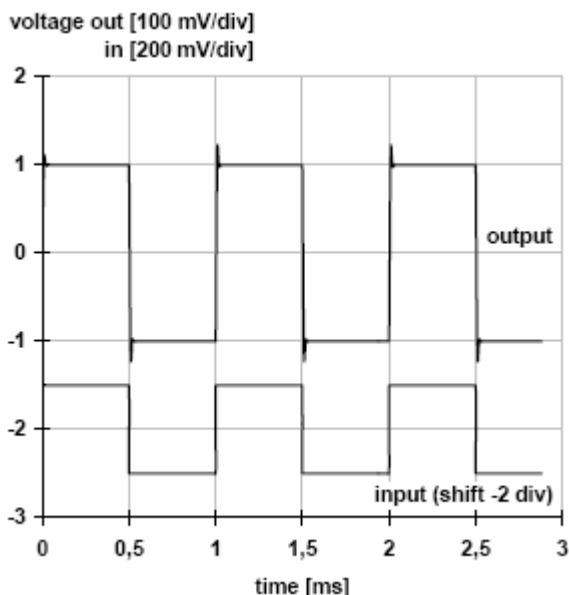


Obr.6 Frekvenční charakteristika vstupní jednotky s operačním zesilovačem MAA725

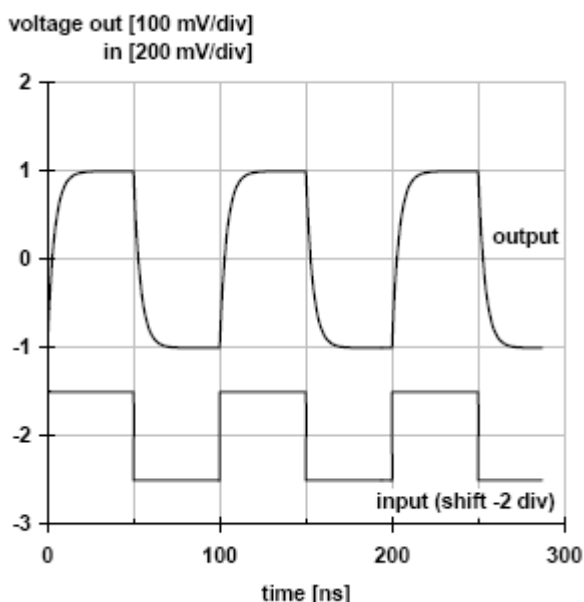


Obr.7 Fázová charakteristika vstupní jednotky s operačním zesilovačem MAA725

Na snímcích z digitálního osciloskopu jsou odezvy vstupní jednotky na obdélníkový signál při vstupní úrovni  $U_{Ipeak} = 100$  mV, operační zesilovač MAA725, frekvence  $f = 1$  kHz (obr.8) a  $f = 10$  kHz (obr.9).



**Obr.8** Odezva vstupní jednotky na obdélníkový signál 1 kHz

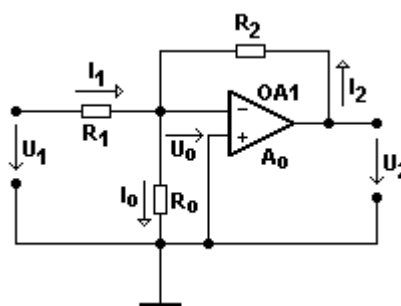


**Obr.9** Odezva vstupní jednotky na obdélníkový signál 10 kHz

Výsledné parametry zesilovacího stupně lze v širokých mezích ovlivňovat volbou rezistorů  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , významný vliv má i volba použitého operačního zesilovače.

### 3 INVERTUJÍCÍ OPERAČNÍ ZESILOVAČ S REZISTOREM VE VIRTUÁLNÍ NULE

Z literatury známá a v praxi běžná zapojení s operačními zesilovači lze rozšířit o námi navržené zapojení, které poskytuje i obecný základ pro další aplikační varianty. Častým požadavkem při návrhu analogových obvodů je dosažení požadovaného přenosu při co nejjednodušším schématickém řešení s minimálním počtem součástek nebo snadný způsob ovládání některého z parametrů, případně zlepšení některého parametru ve srovnání s klasickým zapojením. Značnou část z těchto vlastností splňuje varianta zesilovače na obr.10.



**Obr.10** Schéma zesilovače s rezistorem ve virtuální nule

V literatuře [2] je pro zapojení bez rezistoru  $R_0$  odvozena rovnice (15) pro přenos operačního zesilovače  $A_{in}$  (zesílení, zisk) v zapojení invertního čtyřpólu, jehož přenos naprázdno je  $A_0$

$$A_{in} = - \frac{1}{\frac{1}{A_0} + \frac{1}{A_0} \cdot \frac{R_1}{R_2} + \frac{R_1}{R_2}} \quad (15)$$

V praxi se první a druhý člen součtu jmenovatele zanedbává, je-li alespoň o dva řády menší než poměr  $R_1/R_2$  a převrácená hodnota tohoto poměru se pak označuje jako běžné zesílení  $A_{in}$ . Analogickým postupem lze odvodit rovnici pro přenos  $A_{in}$  pro námi navržené zapojení s rezistorem  $R_0$ .

Pro zapojení podle obr.10 platí:

$$I_1 + I_2 + I_0 = 0 \quad (16)$$

$$U_2 = -A_0 U_0 \quad (17)$$

Po dosazení do (16)

$$\frac{U_1 - U_0}{R_1} + \frac{U_2 - U_0}{R_2} - \frac{U_0}{R_0} = 0 \quad (18)$$

dosazením (17) do (18)

$$\frac{U_1 + \frac{U_2}{A_0}}{R_1} + \frac{U_2 + \frac{U_2}{A_0}}{R_2} - \frac{U_2}{R_0 A_0} = 0 \quad (19)$$

a po úpravách

$$\frac{U_1 + \frac{U_2}{A_0}}{R_1} + \frac{U_2 + \frac{U_2}{A_0}}{R_2} - \frac{U_2}{R_0 A_0} = 0 \quad (20)$$

$$U_1 \cdot \left( \frac{1}{R_1} \right) + U_2 \cdot \left( \frac{1}{A_0 R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{A_0 R_2} - \frac{1}{R_0 A_0} \right) = 0 \quad (21)$$

Výsledný přenos invertujícího zesilovače  $A_{in} = U_2/U_1$

$$A_{in} = - \frac{1}{\frac{1}{A_0} + \frac{1}{A_0} \cdot \frac{R_1}{R_2} + \frac{R_1}{R_2} + \frac{1}{A_0} \cdot \frac{R_1}{R_0}} \quad (22)$$

Porovnáním rovnic (15) a (22) lze dospět k závěru, že čtvrtý člen jmenovatele, který je nyní v součtu navíc, lze též zanedbat. Například pro další přídavnou chybu v zesílení o velikosti -1 %, tedy

$$\frac{1}{A_0} \cdot \frac{R_1}{R_0} \leq \frac{R_1}{R_2} \cdot 10^{-2} \quad (23)$$

Úpravou nerovnice (23) obdržíme podmínku

$$R_0 \geq R_1 \cdot \frac{A_{in}}{A_0} \cdot 10^2 \quad (24)$$

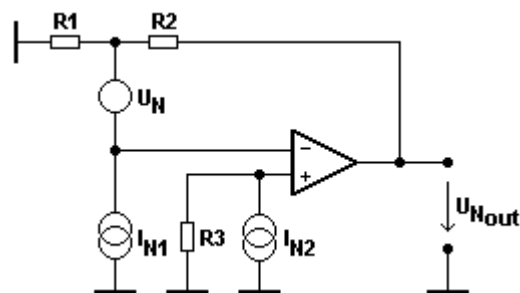
Z nerovnosti (24) vyplývá, že pokud v zapojení použijeme operační zesilovač se zesílením naprázdno  $A_0$  řádu  $10^6$  a více, lze jako  $R_0$  volit poměrně malý rezistor řádu desítek až stovek ohmů.

Zdánlivě neobvyklé propojení virtuální nuly invertujícího vstupu operačního zesilovače se zemí přes rezistor  $R_0$  (obr.10) je v podstatě variantou dvouvstupového sčítacího zesilovače, kde jeden ze vstupů je uzemněn a oba sčítací rezistory mají řádově různé hodnoty. Zařazení tohoto rezistoru proto nepřináší podstatný pokles hodnoty zesílení  $A_{in}$ , ale výrazným způsobem eliminuje vliv vstupního proudu  $I_{amp}$  na posun stejnosměrné úrovně výstupu operačního zesilovače. Pokud záleží na přesné hodnotě přenosu, lze ji korigovat patřičným zvýšením hodnoty rezistoru  $R_2$ . V tabulce 3 jsou uvedeny příklady, které ukazují rozdíl mezi zesílením dle rovnic (15) a (22) při splnění podmínky (24) pro nejnižší možnou hodnotu rezistoru  $R_0$  při chybě zesílení  $\Delta A_0 = -1 \%$  a zisku zesilovače naprázdno řádu  $10^6$ . Z tabulky vyplývá, že připojením rezistoru se přenos prakticky nezmění.

Tab.3 Porovnávací tabulka zisku zesilovačů

Rovnice	Hodnoty rezistorů (kΩ)			Přenos (-)
	$R_1$	$R_2$	$R_0$	$A_{IN}$
(15)	10	1 000	--	-99,989
(22)	10	1 000	0,1	-99,000
(15)	1 000	1 000	--	-0,999
(22)	1 000	1 000	0,1	-0,990

Rezistor však značnou měrou zlepšil šumové poměry zesilovače. Velikost šumového napětí na výstupu operačního zesilovače v klasickém invertujícím zapojení (obr. 11)



Obr.11 Šumový model operačního zesilovače [9]

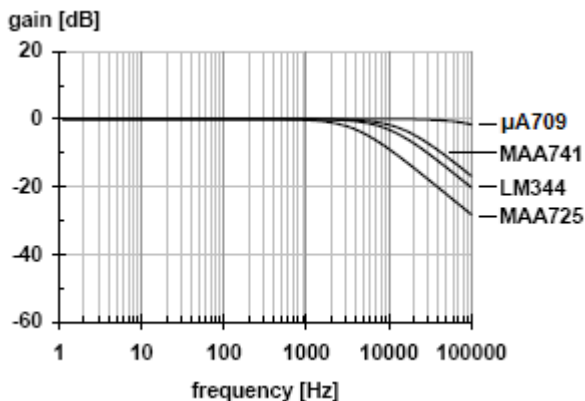
je podle [9] dána rovnicí

$$U_{Nout} = \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \cdot \sqrt{U_N^2 + I_{N1}^2 \cdot (R_1 \parallel R_2)^2 + I_{N2}^2 R_3^2} \quad (25)$$

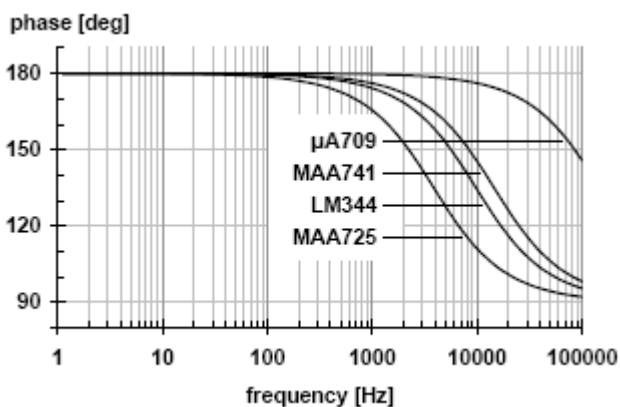
kde  $I_{Ni} \cdot (R_1 \parallel R_2)$  je šumové napětí invertujícího vstupu operačního zesilovače. V námi realizovaném zapojení podle obr.10 jsou v invertujícím

vstupu operačního zesilovače paralelně zapojeny rezistory  $R_1$ ,  $R_2$  a  $R_0$ . Šumové napětí invertujícího vstupu operačního zesilovače s rezistorem  $R_0$  ve virtuální nule je  $I_{Ni} \cdot (R_1 \parallel R_2 \parallel R_3)$ .

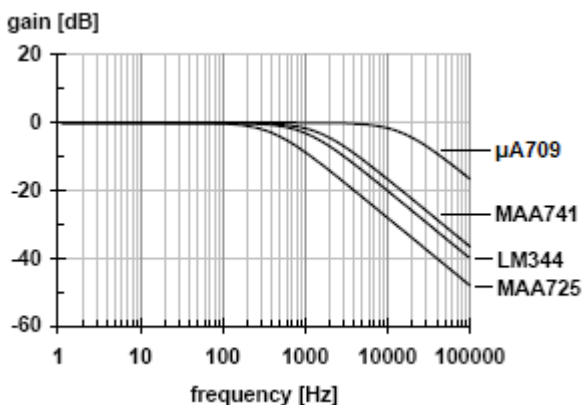
Pro hodnoty  $I_{N1} = 120$  pA,  $R_1 = R_2 = 1$  M $\Omega$  a  $R_0 = 10$  k $\Omega$ , je šumové napětí 1,18  $\mu$ V. Při vlastním napěťovém šumu  $U_N = 100$   $\mu$ V představuje připojení svodového rezistoru  $R_0$  (obr.10) výsledné snížení úrovně šumu na výstupu operačního zesilovače o 4 dB.



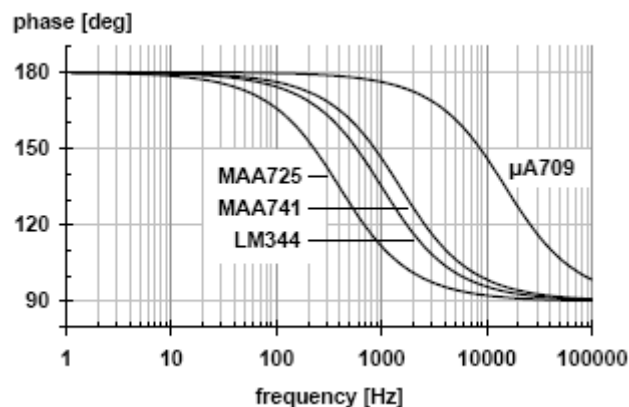
**Obr.12 Frekvenční charakteristika**  
 $R_0 = 10$  k $\Omega$



**Obr.13 Fázová charakteristika**  
 $R_0 = 10$  k $\Omega$



**Obr.14 Frekvenční charakteristika**  
 $R_0 = 1$  k $\Omega$



**Obr.15 Fázová charakteristika**  
 $R_0 = 1$  k $\Omega$

V uvedeném zapojení se dále sníží vliv teplotní závislosti nesymetrie vstupních proudů na posun hladiny výstupního stejnosměrného napětí operačního zesilovače při nulovém vstupním napětí. Přitom lze v odůvodněných případech zbývající statickou nesymetrii pro vstupní proudy vyvážit zařazením rezistoru  $R_0$  mezi zem a neinvertující vstup zesilovače, jak je v těchto případech obvyklé u klasického zapojení. Výhodou uvedené úpravy je i ta skutečnost, že vstupy zesilovače jsou propojeny rezistorem malé hodnoty, což přináší zvýšenou odolnost proti rušivým napětím kapacitní vazbou v silných střídavých polích.

Teplotní závislost napěťového offsetu je u uvedeného zapojení nepatrně horší než u klasického zapojení vzhledem k tomu, že pro přenos teplotního napěťového driftu má zesilovač zesílení přibližně  $R_2/(R_1 \parallel R_0)$ . Uvedené základní zapojení operačního zesilovače se tedy hodí zejména pro zesilování střídavých napětí, kdy kolísání výstupní stejnosměrné hladiny napětí operačního zesilovače o asi 50-100 mV (podle typu) vlivem teplotních změn v okolí není na závadu, ale lepší šumové vlastnosti převažují. Přednosti této úpravy se projevují zejména u diferenciálních zapojení s jedním nebo dvěma rezistory  $R_0$ , případně i při použití jiných pasivních prvků [5].

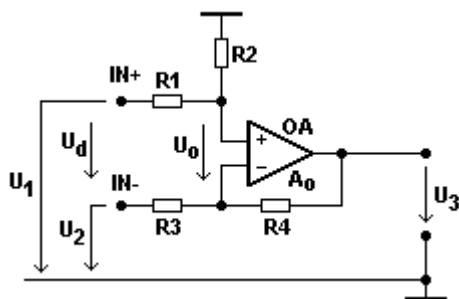
#### 4 NEINVERTUJÍCÍ OPERAČNÍ ZESILOVAČ S DIFERENCIÁLNÍM NESYMETRICKÝM VSTUPEM

Výchozí zapojení operačního zesilovače s rezistorem ve virtuální nule, podle obr.10, lze modifikovat do další verze, která umožňuje jednoduchou aplikaci pro zesilování napětí ve velkém volitelném rozsahu hodnot přenosu (zesílení)



pomocí jediného proměnného pasivního prvku. Užitečnost takové varianty spočívá v jednoduchém univerzálním obvodovém uspořádání ostatních prvků zesilovače, přičemž ostatní obvodové parametry zapojení zůstávají v obvyklých či pro danou aplikaci přijatelných hodnotách.

Typické zapojení diferenciálního zesilovače podle [1] a [9] (obr.16) je určeno pro zpracování signálu ze zdrojů připojovaných symetrickým vedením. Výhodou tohoto zapojení je teoreticky dokonalé potlačení tzv. součtového signálu, zpravidla rušení, naindukovaného do připojovacích vodičů.



**Obr.16 Klasické schéma diferenciálního zesilovače**

Za předpokladu, že  $R_1 = R_3$ ,  $R_2 = R_4$  a  $A_0 \rightarrow \infty$  potom podle [1] a dalších pro výstupní napětí  $U_3$  platí

$$U_3 = (U_1 - U_2) \cdot \frac{R_2}{R_1} = U_d \cdot \frac{R_2}{R_1} \quad (26)$$

kde  $U_d = U_1 - U_2$  je rozdílové (diferenciální) napětí na vstupech operačního zesilovače. Pro reálný operační zesilovač lze podle [1] a dalších odvodit rovnici pro výpočet výstupního napětí  $U_3$  ve tvaru

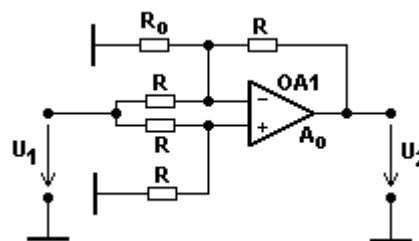
$$U_3 = (U_1 - U_2) \cdot \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{A_0} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)} \quad (27)$$

Nový návrh zapojení zesilovače (obr.17) slučuje výhody diferenciálního stupně (obr.16) s vlastnostmi zesilovače s rezistorem ve virtuální nule (obr.10).

S využitím odvození přenosu pro jednovstupový invertující operační zesilovač podle [11] můžeme pro zapojení s rezistory  $R$  a  $R_0$  (obr.17),

kdy platí  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$  odvodit pro invertující přenos  $A_{in}$  rovnici

$$A_{in} = - \frac{1}{\frac{2}{A_0} + 1 + \frac{R_0}{2 \cdot R_0 + R}} \quad (28)$$



**Obr.17 Schéma diferenciálního zesilovače s nesymetrickým vstupem**

Pro neinvertující vstup diferenciálního operačního zesilovače můžeme, za stejného předpokladu  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ , odvodit rovnici neinvertujícího přenosu  $A_n$  ve tvaru

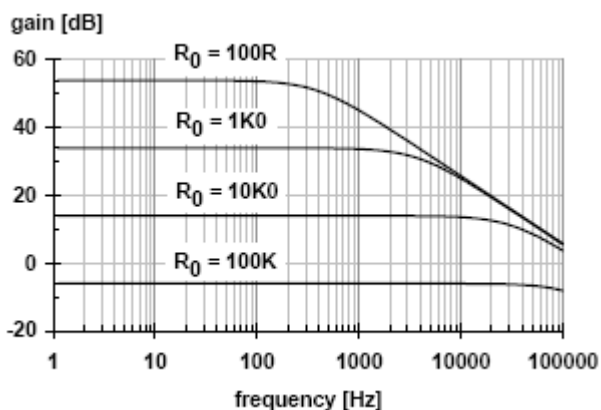
$$A_n = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\frac{1}{A_0} + \frac{R_0}{2 \cdot R_0 + R}} \quad (29)$$

Při paralelním spojení obou vstupů platí potom součet přenosů  $A_{in}$  a  $A_n$ . Za předpokladu, že napěťové zesílení operačního zesilovače naprázdno  $A_0$  je větší než  $10^6$  a zvolené zesílení zapojení je v rozmezí  $10^{-3}$  až  $10^3$ , lze členy v rovnicích (28) a (29), obsahující parametr  $A_0$ , položit rovny nule, a sečtením takto zjednodušených přenosů obdržíme výsledný přenos  $A_{TOT}$  ve tvaru

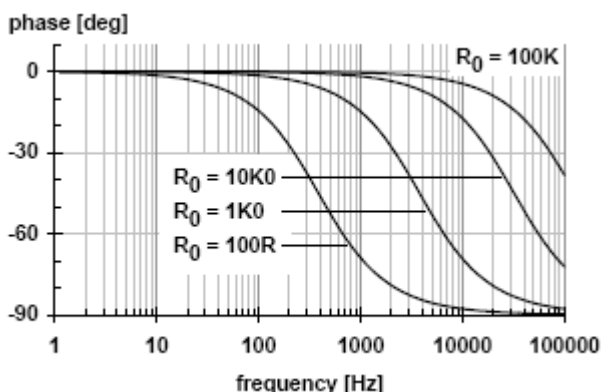
$$A_{TOT} = \frac{R}{2 \cdot R_0} \quad (30)$$

Z rovnice (30) vyplývá, že jediným rezistorem  $R_0$  lze snadno měnit celkový přenos zesilovače, pokud vhodně zvolíme stejnou velikost ostatních rezistorů v zapojení. Výhodou uvedeného řešení je to, že regulační prvek  $R_0$  není v přímé signálové cestě a jedním vývodem je spojen se signálovou zemí. Tím se do značné míry omezí znášení rušivého signálu při regulaci zisku a při použití běžného potenciometru se tak omezí šum sběrače, který se výrazně projevuje v případech, že potenciometrem prochází zpracováváný signál. Přenosové parametry, stejně jako u před-

cházejících obvodů, jsou závislé na hodnotách rezistorů a na použitém operačním zesilovači (obr.18, obr.19). Při použití přesných rezistorů (přesnost min 0,1 %) a precizního přístrojového operačního zesilovače můžeme očekávat při odpojeném rezistoru  $R_0$  přenos  $A_{TOT}$  na úrovni až -100 dB.



**Obr.18 Frekvenční charakteristika**  
 $R = 100 \text{ k}\Omega$ ,  $R_0 = 100 \Omega$  až  $100 \text{ k}\Omega$   
 operační zesilovač MAA725



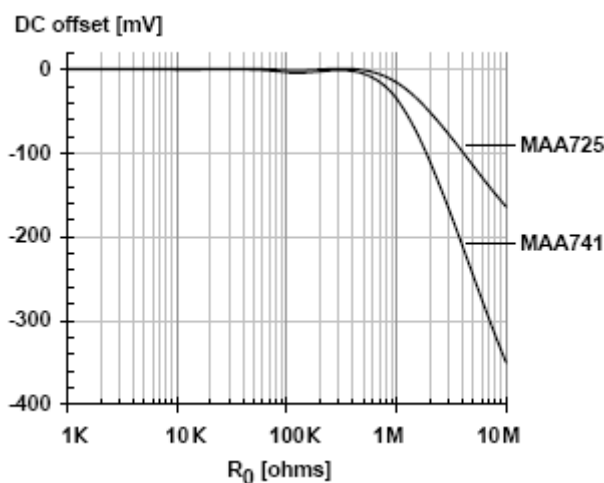
**Obr.19 Fázová charakteristika**  
 $R = 100 \text{ k}\Omega$ ,  $R_0 = 100 \Omega$  až  $100 \text{ k}\Omega$   
 operační zesilovač MAA725

Další modifikace uvedeného zapojení mohou sloužit pro vývoj frekvenčně závislých přenosových článků, při zachování všech výhod použití bipolárních operačních zesilovačů a vlastností výchozích obvodů (např. snižování šumového napětí na výstupu v důsledku snižování hodnoty  $R_0$  při současném zvyšování zisku). Další možností je nahradit v zapojení rezistor  $R_0$  tranzistorem (bipolárním či unipolárním), což lze využít například v regulačních obvodech kompresorů a expanderů dynamiky nebo pro automatické vyrovnávání citlivosti u vysokofrekvenčních obvodů [8]. Taková zapojení lze s výhodou

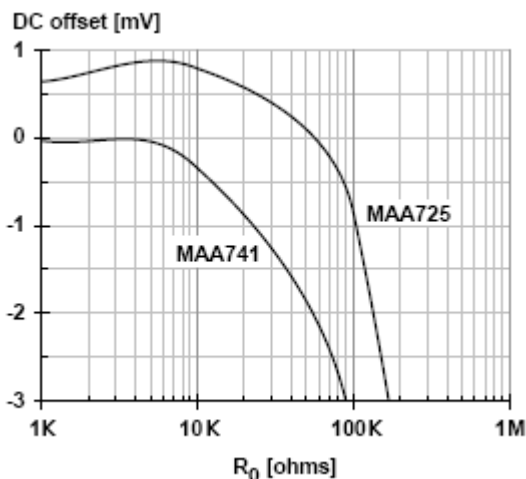
použít pro tzv. zákaznické obvody, sestavené z diskrétních součástek. Tyto obvody jsou zpravidla navrženy podle požadavků zákazníka pro specifické použití a obvykle jsou vyrobeny z vybraných součástek s minimálními tolerancemi. Oprávněně lze potom u těchto obvodů očekávat výrazně nižší parametry rozptylu, nižší poruchovost a větší dlouhodobou stabilitu.

Pro teplotní závislost napěťového offsetu platí u zesilovače s diferenciálním nesymetrickým vstupem závěry uvedené u výchozího schématu. Navíc posun stejnosměrné hladiny na výstupu operačního zesilovače vlivem vstupních proudů je u uvedeného zapojení dán velkou impedanční nesymetrií vstupů operačního zesilovače a znamená při změně rezistoru v rozsahu 6 řádů  $R_0 = 5 \Omega$  až  $5 \text{ M}\Omega$  rozsah zesílení  $A = 10^3$  až  $10^{-3}$  (aktivní dělič), ale též posun stejnosměrné výstupní hladiny  $U_2 = 2 \text{ V}$  až  $1 \text{ mV}$  (např. pro OZ  $\mu\text{A}725$ ). Při použití zapojení s oddělovacími kondenzátory ve střídavých obvodech nízkofrekvenčních zařízení nebo ve střídavých systémech analogové regulační techniky není tento efekt na závadu. Přesto je vhodné volit pro zapojení typy operačních zesilovačů s malou hodnotou vstupního proudu.

Změna posunu stejnosměrné hladiny na výstupu operačního zesilovače je závislá na volbě rezistorů  $R$  a  $R_0$  a na symetrii a typu operačního zesilovače. Příklad pro  $R = 100 \text{ k}\Omega$  a  $R_0$  v rozsahu  $1 \text{ k}\Omega$  až  $10 \text{ M}\Omega$  je uveden v grafech na obrázcích 20 a 21 pro operační zesilovače MAA725 a MAA741.



**Obr.20 Závislost stejnosměrného offsetu na odporu  $R_0$  a typu operačního zesilovače**  
 $R = 100 \text{ k}\Omega$



**Obr.21 Detail závislosti stejnosměrného offsetu na odporu  $R_0$  a typu operačního zesilovače**  
 $R = 100 \text{ k}\Omega$

## 5 ZÁVĚR

Navržená zapojení operačních zesilovačů byla vyvinuta především pro zpracování výstupních analogových signálů proudových a napěťových snímačů v oblasti elektroenergetiky a průmyslových pohonů. Primárně se tedy předpokládá pracovní frekvence 50/60 Hz s funkcí až do 5 kHz při použití frekvenčních měničů.

Další možností jsou aplikace v oblasti měřicí techniky, stejnosměrných signálů a nízkofrekvenčních aplikací. V případě nízkofrekvenčních aplikací je nezbytné použít operační zesilovače se zaručeným přenosovým pásmem minimálně 20 Hz až 20 kHz v celém rozsahu předpokládaného zisku nebo regulace.

Všechna uvedená zapojení lze použít i u obvodů konstruovaných z diskretních součástek nebo v kombinaci operačních zesilovačů a diskretních prvků. Jak jsme již uvedli výše, jsou takové obvody většinou řešeny jako zákaznické, pro specifické použití a zpravidla jsou vyráběny z vybraných součástek s minimálními tolerancemi. U těchto speciálních obvodů lze potom oprávněně předpokládat výrazně nižší rozptyl parametrů, zaručené tolerance, vyšší provozní spolehlivost a v důsledku výrazné omezení případných negativních jevů uvedených zapojení.

Studenti katedry technických předmětů jsou s výsledky výzkumu a vývoje v oblasti aplikace operačních zesilovačů průběžně seznamováni v předmětech Radioelektronika, Integrované obvody a Elektrotechnické laboratoře, kde provádějí ověřovací měření a měření v praktických aplikacích.

### Použité zdroje

- [1] CASIER, H. et al. *Analog circuit design*. Springer, 2008. ISBN 978-1-4020-8262-7.
- [2] XU-HUA, Y. - SHENG-YONG, CH. - WANLIANG, W. *Nonlinear Integrator Backstepping for Traffic Flow Speed Control of Automated Freeway System*. In WSEAS Transactions on Circuits and Systems, volume 10, issue 1, 2011, E-ISSN 2224-266X.
- [3] LOKVENC, J. - DRTINA, R. *Power supply voltage with the transformer ripple filter*. In The 11<sup>th</sup> WSEAS/IASME International Conference on Electric Power Systems, High Voltages, Electric Machines, Penang, Malaysia, 2011. ISBN 978-1-61804-041-1.
- [4] LOKVENC, J. - DRTINA, R. *Parallel RLRC circuit as the power load of frequency control*. In The 11<sup>th</sup> WSEAS/IASME International Conference on Electric Power Systems, High Voltages, Electric Machines, Penang, Malaysia, 2011. ISBN 978-1-61804-041-1.
- [5] BIOLKOVÁ, V. et al. *State-Space Averaging (SSA) Revisited: On the Accuracy of SSA-Based Line-To-Output Frequency Responses of Switched DC-DC Converters*. In WSEAS Circuits and Systems, volume 9, issue 2, 2010, E-ISSN 2224-266X.
- [6] DONDON, M. et al. *A practical modeling for the design of a sigma delta class D power switching amplifier and its pedagogical application*. In 15<sup>th</sup> WSEAS International Conference on Circuits 2011, WSEAS Press. ISBN 978-1-61804-017-6.
- [7] LONG, K. *Intercept of Frequency Agility Signal using Coding Nyquist Folding Receiver*. In WSEAS Signal Processing, volume 9, issue 2, 2010, E-ISSN 2224-3488.
- [8] LOKVENC J. *A non-inverting derivator*. TESLA electronics 5, 1972, issue 1, pp.26-27.
- [9] PUNCOCHAR, J. *Operační zesilovače v elektronice*. Praha. BEN. 1999. ISBN 80-86056-37-6.
- [10] LOKVENC, J. - DRTINA, R. - ŠEDIVÝ, P. *Unusual involvement of operational amplifiers for measuring purposes, low frequency and DC applications*. In 16<sup>th</sup> WSEAS International Conference on Circuits. WSEAS Press. ISBN 978-1-61804-108-1.
- [11] LOKVENC, J. - DRTINA, R. - ŠEDIVÝ, P. *Unusual involvement of operational amplifiers for measurement purposes: non-inverting amplifier integral and derivative*. In 16<sup>th</sup> WSEAS International Conference on Circuits. WSEAS Press. ISBN 978-1-61804-108-1.

### Kontaktní adresy

doc. Ing. Jaroslav Lokvenc, CSc.  
 doc. dr. René Drtina, Ph.D.

e-mail: jaroslav.lokvenc@uhk.cz  
 e-mail: rene.drtina@uhk.cz

Katedra technických předmětů  
 Pedagogická fakulta  
 Univerzita Hradec Králové  
 Rokitanského 62  
 500 03 Hradec Králové

René Drtina - Jaroslav Lokvenc - Jan Chromý

Katedra technických předmětů, Pedagogická fakulta, Univerzita Hradec Králové  
Department of Technical subjects, Faculty of Education, University of Hradec Kralove

**Abstrakt:** Článek se zabývá problematikou jednoho z negativních civilizačních faktorů - akustického smogu, a to v souvislosti s hudebními produkcemi ve městech a v jejich těsné blízkosti. Projekty specifického výzkumu, na nichž se podílejí i studenti magisterského studia Katedry technických předmětů Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové jsou zaměřeny i na oblast akustiky a měření v terénu.

**Abstract:** This paper deals with one of the negative lifestyle factors - acoustic smog, in connection with musical performances in cities and his of close proximity. The specific research project, involving students of master degree courses Department of technical subjects Faculty of Education, University of Hradec Králové is focused on the area of acoustic and field measurements.

**Klíčová slova:** civilizačních faktor, akustický smog, hudební produkce, hluková zátěž, hluk.

**Keywords:** civilization factors, acoustic smog, music production, noise loading, noise.

## 1 ÚVOD

S končícími prázdninami skončila řada hudebních festivalů, tanečních zábav a lokálních akcí, které jsou v řadě případů zdrojem nežádoucího hluku pro svoje okolí. Mezi akce lokálního významu patří i Chlumecké hudební léto, pořádané v období letních prázdnin v areálu chlumeckého koupaliště, v těsné blízkosti obytné zástavby. Nejen druhá městská část se tím tak alespoň částečně zbavila jednoho z negativních projevů moderní civilizace - akustického smogu, který se každý čtvrtek šířil z chlumeckého koupaliště do širokého okolí. Hodnocení úspěšnosti a umělecké úrovně hudebního léta přenecháme povolanějším. My jsme se v rámci výzkumných projektů soustředili na objektivně měřitelné faktory a na skutečnost, jak je dodržováno Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

## 2 FYZIOLOGIE A HLUK

Z výsledků rozsáhlých výzkumů a lékařských studií v oblasti fyziologické akustiky, audiometrie, a dalších oborů víme, že zdravý lidský sluch má největší rozlišovací schopnost při hladině

akustického tlaku 85-90 dB. To je také úroveň, kdy ucho ještě zvládá regulaci citlivosti uvolněním vazeb mezi sluchovými kůstkami. Při hladinách akustického tlaku nad 90 dB je vnímání zvuku již regulováno snižováním citlivosti sluchových nervů a zpětná regenerace trvá i několik hodin. Z lékařského hlediska je pro lidský sluch považována za kritickou úroveň akustického tlaku hladina 85 dB. Studie MUDr. Kabátové z KHS Olomouc o vlivu poslechu hlasité hudby na sluch mladých lidí [1] audiometrickým vyšetřením vzorku 198 mladých lidí ve věku 16-21 let v 17 % případů prokázala zhoršení sluchu o 25-30 dB. Výsledky dobře korespondují s údaji epidemiologických šetření v Německu a dalších zemích západní Evropy, které prokazují stoupající počet nenávratných, a prozatím neléčitelných poškození vnitřního ucha. Hlukovou zátěž bychom proto v žádném případě neměli podceňovat. S výjimkou třesků, výbuchů, velmi silných impulzních hluků a mimořádně vysokých hladin ustáleného hluku (zejména při středních a vyšších frekvencích), kdy i jednorázová expozice může způsobit trvalé poškození sluchu, má hluková zátěž kumulativní účinek.



*Před několika lety byl popsán případ, kdy muž ve věku asi 50 let téměř ohluhl (ztráta citlivosti sluchu u něho byla přes 40 dB) po tříhodinovém pobytu v uzavřené garáži, kde bez použití chráničů sluchu řezal na okružní pile pražce.*  
(pozn. aut.)

Trvalé poškození sluchu přichází plíživě, rozvíjí se po měsících, rocích, ale i desítkách let hlukové zátěže. Problematice akustického smogu je celosvětově věnována značná pozornost. To dokládá i mezinárodní norma ISO 1999 Acoustics - Estimation of noise-induced hearing loss [2], která byla v dubnu 2014 přejata do souboru českých technických norem jako ČSN ISO 1999 Akustika - Odhad ztráty sluchu vlivem hluku [3] a která umožňuje statistické hodnocení a prediktivní výpočet rizika zhoršení sluchu v závislosti na hlukové expozici.

Jak uvedl prof. Syka [4], hluk je stresový faktor a když působí dlouhodobě, organismus reaguje. U lidí stoupá krevní tlak, vyskytuje se vyšší počet infarktů a mozkových mrtvic.

### 3 ČÍM VĚTŠÍ RÁMUS...

Podívejme se na problematiku hlasitých hudebních produkcí z technického hlediska. Jsou hladiny akustického tlaku na úrovni 100-120 dB při koncertu opravdu nutné? Nestor rozhlasových mistrů zvuku Karel Kubát kdysi prohlásil, že řada hudebních skupin se řídí heslem *Čím větší rámus, tím větší úspěch* [5]. Uvedené tvrzení má reálný základ. Při vysokých hladinách hlasitosti ucho ztrácí detailní rozlišovací schopnost a dochází k tzv. maskování, kdy silný zvuk překryje podobný zvuk, který je slabší. Tím zaniknou jak drobné přehmaty, tak intonační nepřesnosti. Také světově uznávaný dirigent a dlouholetý šéf-dirigent Filmového symfonického orchestru Mario Klemens na jedné z mnoha besed připustil, že je mnohem těžší odhalit drobnou chybičku ve fortissimu, kdežto v pianissimu ji odhalíte okamžitě.

*Musíte mít ovšem absolutní sluch pana dirigenta.*  
(pozn. aut.)

Také oblíbená výmluva hudebníků a zvukařů, že potichu se hrát nedá, nebo že velká aparatura nemůže hrát potichu, je stejný nesmysl, jako bychom tvrdili, že výkonné a rychlé auto nemůže jezdit pomalu. Nahlédneme-li do profesionální praxe, máme oporu hned ve třech mezinárodně platných normách. ISO 2969 Electroacoustic

response of motion-picture [6] a ISO 22234 Relative and absolute sound pressure levels [7] jsou známé především z oblasti filmového zvuku. ISO 2969 zavádí korekci podle tzv. křivky X, jejímž cílem je frekvenčně vyrovnaný zvukový vjem, ISO 22234 definuje základní úroveň signálu a akustického tlaku na výstupu reprodukčního řetězce, což pro filmovou produkci odpovídá hladině akustického tlaku 85 dB(C) pro hlavní kanál, při referenční úrovni -20 dBFS měřicího signálu typu růžový šum. Maximální hladina akustického tlaku v kině potom dosahuje úrovně až 110 dB (ovšem narozdíl od většiny hudebních produkcí ne trvale). Třetí normou je EBU R 128 Loudness normalisation and permitted maximum level of audio signals [8], s doplňkem EBU - TECH 3343 [9]. Ta zavádí pravidla pro zvukovou výrobu s požadavkem vyrovnané hlasitosti programů. Všechny tři normy vytvářejí předpoklad pro produkci kvalitního, dynamického, hlasitostně akceptovatelného (neohlušujícího) zvuku s výbornou srozumitelností. Stačí jen chtít.

### 4 HUDBA A HLUK

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací [10] stanovuje několik hranic hlukových limitů v několika časových obdobích. Chlumecké hudební léto spadá časovým rozmezím 19-21 hodin, které se díky chlumecké tradici pozdních začátků nikdy nedodrží, do denního režimu. Zaměřili jsme se na chráněný venkovní prostor staveb, což představuje prostor do 2 m okolo bytových a rodinných domů a na chráněný vnitřní prostor staveb, kam patří obytné místnosti. Pro hluk z veřejné produkce hudby v chráněném venkovním prostoru staveb platí limit 50 dB. Pro obytné místnosti se běžně udává limitní hodnota 40 dB, i když pro hluk s tónovými složkami (což hudební produkce s výrazně posílenou dolní částí spektra je) platí přísnější limit na úrovni 35 dB do 21. hodiny a 25 dB po 21. hodině. Na mnoha diskuzních fórech se objevila argumentace, že tyto limity jsou pro hudební produkce likvidační. To ve většině případů neplatí, kromě uzavřených koridorů ulic a obestavěných náměstí. Použijeme-li zdrojovou hladinu akustického tlaku 85 dB, klesne hladina hluku na požadovaných 50 dB už po 50 metrech. Nařízení vlády navíc vytváří velký prostor pro obtěžující hluk

tzv. ekvivalentními hladinami akustického tlaku  $L_{\text{eq}}$ , kdy průměrováním v dlouhém časovém intervalu je možné hladiny hluku posouvat nahoru. Ekvivalentní hladina akustického tlaku je určena rovnicí

$$L_{\text{Aeq}} = 10 \cdot \log \frac{\frac{1}{T} \cdot \int_{t_1}^{t_2} p_A^2(t) dt}{p_0^2}$$

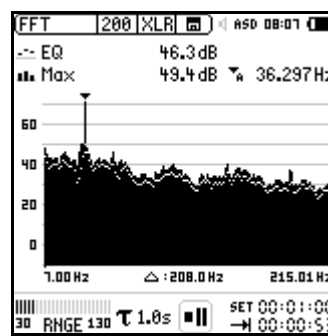
kde  $L_{\text{Aeq}}$  je ekvivalentní hladina akustického tlaku podle váhového filtru A,  $T$  je časový interval v trvání od  $t_1$  do  $t_2$ ,  $p_A$  je okamžitá hodnota měřeného akustického tlaku a  $p_0$  je referenční hodnota 20  $\mu\text{Pa}$ .

Měření hlukové zátěže v delším časovém intervalu jsme provedli 14. srpna 2014 (ZZ Top Revival) a 28. srpna 2014 (Komunál). Pro měření byl použit analyzátor NTi XL2 s měřicím mikrofonem třídy 1 NTi 2201. Systém byl kalibrován kalibrátorem Brüel & Kjær pro akustický tlak 94 dB a 114 dB. Snímalo se ve volném prostoru směrem k ulici Zámostecká (obr.1), ve vzdálenosti 179 metrů od pódia. Vzdálenost byla odečtena z mapových podkladů a ověřena laserovým dálkoměrem.



**Obr.1 Situační schéma měření**  
zdroj zvuku (zelená), měřicí místo (červená)

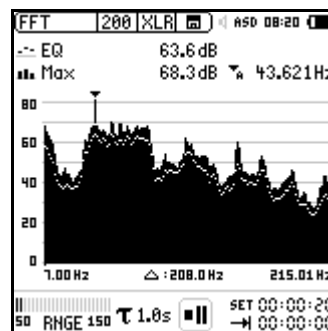
V obou případech byl pořízen snímek v délce cca 60 minut, který byl následně analyzován po detailních úsecích v délce 1-3 minuty. Vzhledem k tomu, že se jednalo o orientační měření, byly použity zjednodušené metody podle ČSN ISO 1996 Akustika - Popis, měření a hodnocení hluku prostředí [11, 12], ČSN ISO 9613 Akustika - Útlum při šíření zvuku ve venkovním prostoru [13] a ČSN EN ISO 9612 Akustika - Určení expozice hluku na pracovišti [14]. Pro názornost jsou výstupy měření uvedeny v podobě FFT analýzy dolní části spektra. Vlivem směrovosti ozvučovacího (PA) systému byly složky spektra s frekvencemi nad 400 Hz pod limitní úrovní 50 dB. Na obr.2 je průměrné hlukové pozadí v měřicím místě v rozmezí 18-19 hodin.



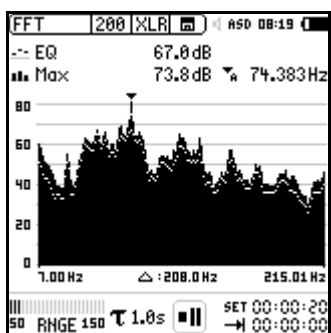
**Obr.2 Hlukové pozadí ve vnějším prostoru**

Snímky ze 14. srpna 2014 (obr.3 a obr.4), ukazují výrazné hlukové pásmo v oblasti 45-80 Hz. Hřebeny s vyšší úrovní nalezneme na frekvencích 109, 124, 148, 165, 187 a 210 Hz.

Krátkodobé maximální hladiny akustického tlaku v měřicím místě dosahovaly 75,9 dB. Naměřené hodnoty tak odpovídají zdrojovému hluku 113-121 dB.



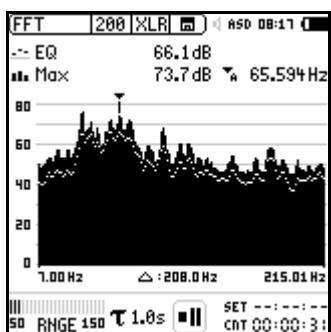
**Obr.3 Hluk ve vnějším prostoru 14. 8. 2014**



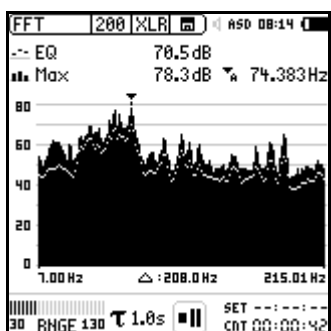
**Obr.4 Hluk ve vnějším prostoru 14. 8. 2014**

O dva týdny později se hluková zátěž ještě zvětšila. Z obr.5 a 6 je zřejmé, že hlukové pásmo je spojitější a celková úroveň je vyšší o 4,5 dB, to znamená, že se hrálo s téměř třikrát vyšším výkonem.

Krátkodobé maximální hladiny akustického tlaku v měřicím místě dosahovaly 82,6 dB. Naměřené hodnoty tak odpovídají zdrojovému hluku 118-127 dB.



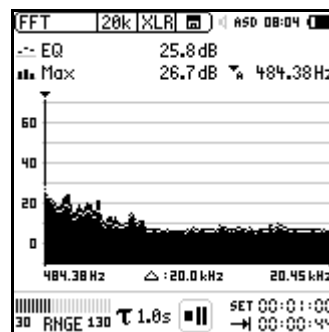
**Obr.5 Hluk ve vnějším prostoru 28. 8. 2014**



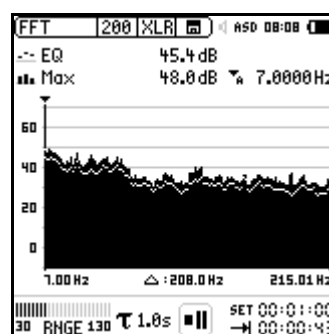
**Obr.6 Hluk ve vnějším prostoru 28. 8. 2014**

Odezva hudební produkce uvnitř uzavřené místnosti s normálním ambientním hlukem na úrovni 27 dB (obr.7) je na obr.8 a 9. Z nich je vidět, že hlukové limity jsou v případě mírnějšího kritéria širokopásmového hluku překročeny o 8-9 dB. Pokud bychom aplikovali kritérium tóno-

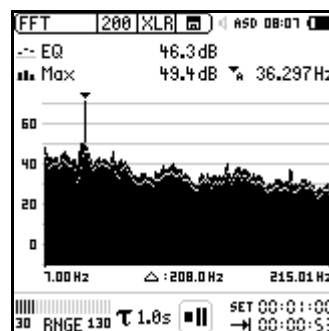
vých složek, což je podle normy správné, byl by hlukový limit ve vnitřním chránění prostoru překročen o 13-14 dB.



**Obr.7 Ambientní hluk ve vnitřním prostoru**



**Obr.8 Hluk ve vnitřním prostoru 14. 8. 2014**



**Obr.9 Hluk ve vnitřním prostoru 28. 8. 2014**

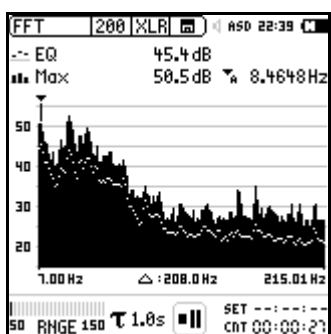
Na druhé straně, pokud by byly dodržovány limity pro vnější prostor, byl by hluk pronikající do vnitřního prostoru na úrovni nebo dokonce pod úroveň ambientního hluku.

## 5 VZDÁLENÉ ZDROJE

Pro zajímavost jsme si 29. srpna 2014 v nočních hodinách, kdy jsou pro šíření zvuku příznivější podmínky, změřili ještě dva relativně časté zdroje hluku, které se v daném měřicím místě vyskytují. Průjezd vlaku na trati Chlumec nad Cidlinou - Hradec Králové, s přímou viditelností ve

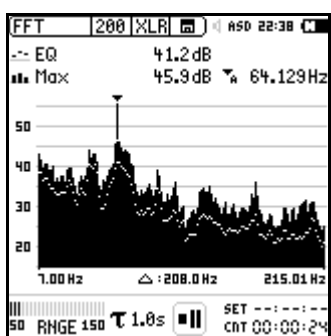
vzdálenosti 267 m a hluk ze 3,7 km vzdáleného letního parketu v Převýšově. Oba případy splňují požadované hlukové limity, to však v praxi neznamená, že by rázový hluk s relativně nízkou hladinou akustického tlaku (nízkou hlasitostí) nebyl vnímán jako rušivý, a to zejména v nočních hodinách.

Hlukové spektrum vlaku (obr.10) má maximum v oblasti 28-45 Hz. Je ale potřeba brát uvedený příklad pouze jako ilustrační. Jak hladina akustického tlaku, tak i spektrální složení hluku je závislé na typu vlaku a na jeho rychlosti.



**Obr.10 Hluk ve vnějším prostoru - průjezd vlaku (29. 8. 2014, 23:30)**

Pro zdrojový hluk z Převýšova (obr.11) vychází, podobně jako pro chlumecké koupaliště, hladina 123 dB. Pro výpočet jsme uvažovali pouze korekci útlumu 6 dB při šíření zvuku nad lesním porostem. Lze předpokládat, že hladina akustického tlaku zdroje (PA systému) bude ještě o něco vyšší.

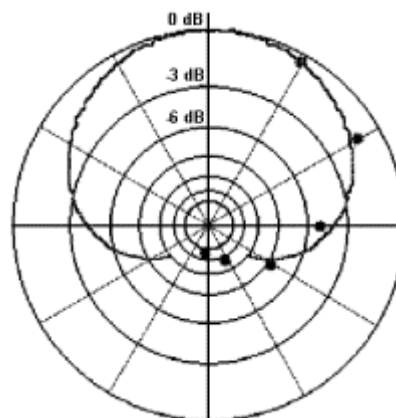


**Obr.11 Hluk ve vnějším prostoru - Převýšov 29. 8. 2014**

Výrazné hřebeny jsou v okolí frekvencí 45, 65, 93, 106, 128, 165, 175 a 185 až 207 Hz.

## 6 PROBLÉMY S NÍZKÝMI FREKVENCEMI

Je několik důvodů, proč akustický smog převažuje právě na nízkých frekvencích. Technickou příčinou je skutečnost, že basové a subbasové soustavy se prakticky chovají jako zářící koule, tedy vyzařují zvuk téměř rovnoměrně do celého prostoru. Směrové hlubokotónové soustavy, například půlmilionový gradientní Meyer Sound PSW-6 [15], osazený čtyřmi reproduktory vpředu ( $2 \times 18'' + 2 \times 15''$ ) a dvěma  $15''$  reproduktory vzadu (obr.12), který dokáže potlačit vyzařování zadním směrem až o 15 dB, se pro svoji cenu běžně nepoužívají. Zvukaři ani nevyužívají možnost zvýšit směrovost vyzařování nízkých frekvencí u pódii s pevnými stěnami umístěním hlubokotónových soustav do zadních rohů pódia.



**Obr.12 Subwoofer Mayer Sound PSW-6 a vyzařovací diagram pro frekvenci 40 Hz [15]**

Dalším faktorem je pochybný módní trend přebasovaného zvuku. Fyzikální zákonitosti a úpravy zvukovodů potom přispívají k tomu, že jsou střední a vyšší frekvence vyzařovány k posluchačům v úhlu  $60-120^\circ$  a jejich útlum při šíření vzduchem je větší. Výsledky měření, která prováděli kolegové z Akustických laboratoří FEL ZČU v Plzni v tomto směru potvrzují, že součas-



ná hudební produkce zpravidla nemá s tzv. přirozeným rozdělením hudebního signálu prakticky nic společného. Energetické těžiště hudebního signálu se posouvá k nižším frekvencím a výsledný akustický vjem potom již není neutrální.

## 7 ZÁVĚR

Logicky se nabízí otázka, jestli lze s nadměrným hlukem hudebních produkcí něco dělat? Samozřejmě ano, ale musí být vůle problematiku řešit. Snížení poslechové hladiny na 82-85 dB (což je i tak dost hlasité, hrajeme-li pro normální posluchače a ne tzv. pro hluché) prakticky představuje snížení zdrojového hluku o požadovaných 18-32 dB. Vyrovnání frekvenční charakteristiky PA systému přinese vyrovnanější spektrální složení vyzařovaného signálu a subjektivně pocit silnějšího zvuku. Ojedinelé modulační špičky se potom snadno ztratí v celkové úrovni zvuku. To vše není v podstatě nic jiného, než respektování základních požadavků norem ISO a EBU. A protože zvukoměr by dnes měl být standardní výbavou každého zvukaře, nemělo by nastavení odpovídající úrovně akustického tla-

ku představovat žádný problém. Přidáme-li k tomu navíc důsledné a pravidelné kontroly, omezíme problémy s nadměrným hlukem hudebních produkcí na minimum. Že to jde, ukázal před několika lety bývalý místostarosta města, Mgr. Otakar Kuchař, když ve spolupráci s Městskou policií razantně omezil hluk produkovaný pouťovými atrakcemi v prostoru u koupaliště. Počkáme si tedy se zvukoměrnou technikou na to, jak tomu bude letos.

Musíme si uvědomit, že na hluk si nemůžeme zvyknout, ani se sluch nedá "vytrénovat" na vysoké hladiny hluku. V okamžiku, kdy si takzvaně zvykneme, máme trvale poškozený sluch.

Studenti zapojení do projektů specifického výzkumu si v praxi vyzkoušeli, že akustická měření jsou časově, organizačně, fyzicky i psychicky náročná, zejména měříme-li v pozdních nočních hodinách, kdy i neopatrný pohyb může být zdrojem hluku, který znehodnotí probíhající měření. Výsledky měření budou použity jako ilustrační materiál při výuce v předmětech Auditoriologie, Prezentační technika a Vybrané kapitoly z techniky.

### Použité zdroje

- [1] KABÁTOVÁ, H. *Vliv poslechu hlasité hudby na sluch mladých lidí*. Výzkumná zpráva. KHS Olomouc. 2003.
- [2] ISO 1999. *Acoustics - Estimation of noise-induced hearing loss*. International Organization for Standardization. 2013.
- [3] ČSN ISO 1999. *Akustika - Odhad ztráty sluchu vlivem hluku*. Praha. ÚNMZ. 2014.
- [4] SYKA, J. *Hluk je nebezpečný svou všudypřítomností*. Praha. LN. 2. listopadu 2010.
- [5] KUBÁT, K. *Příručka zvukaře a fonomatéra*. Praha. SNTL. 1990.
- [6] ISO 2969. *Electroacoustic response of motion-picture*. International Organization for Standardization. 1987.
- [7] ISO 22234. *Relative and absolute sound pressure levels for motion-picture multi-channel sound systems*. International Organization for Standardization. 2005.
- [8] *EBU Technical Recommendation R 128. Loudness normalisation and permitted maximum level of audio signals*. European Broadcasting Union. 2011.
- [9] *EBU - TECH 3343. Praktické pokyny pro výrobu a implementaci podle EBU R 128*. European Broadcasting Union. 2011.
- [10] *Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací*.
- [11] ČSN ISO 1996-1. *Akustika - Popis, měření a hodnocení hluku prostředí - Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení*. Praha. ÚNMZ. 2004.
- [12] ČSN ISO 1996-2. *Akustika - Popis, měření a hodnocení hluku prostředí - Část 2: Určování hladin hluku prostředí*. Praha. ÚNMZ. 2009.
- [13] ČSN ISO 9613. *Akustika - Útlum při šíření zvuku ve venkovním prostoru*. Praha. ÚNMZ. 1998.
- [14] ČSN EN ISO 9612. *Akustika - Určení expozice hluku na pracovišti*. Praha. ÚNMZ. 2010
- [15] *Self-Powered Subwoofer System PSW-6. Operating Instructions*. Berkeley, California. Meyer Sound Laboratories, Inc. 1998. Part # 05.073.012.01 Rev A.

### Kontaktní adresy

doc. dr. René Drtina, Ph.D.  
doc. Ing. Jaroslav Lokvenc, CSc.  
Ing. Jan Chromý, Ph.D.

e-mail: rene.drtina@uhk.cz  
e-mail: jaroslav.lokvenc@uhk.cz  
e-mail: jan.chromy@uhk.cz

Katedra technických předmětů  
Pedagogická fakulta  
Univerzita Hradec Králové  
Rokitanského 62  
500 03 Hradec Králové

Ivo Volf - Agáta Vargová

Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové  
Department of Physics, Science Faculty, University of Hradec Králové

**Abstrakt:** I když environmentální výchova patří podle Rámcových vzdělávacích programů mezi tzv. průřezová témata, která se mají odrazit ve školních vzdělávacích programech všech škol, není tomuto problému věnována dostatečná pozornost. Autoři se ve třetím článku věnují konkrétním námětům, kterými jsou fyzikální úlohy z pomezí fyziky, chemie a informatiky.

*Abstract: Although the environmental education belongs to cross-cutting themes which are to be reflected in school curricula of all schools in the Framework Educational Programmes, this issue is not given sufficient attention. The part three of this topic authors focus on particular topics - Physics tasks on the border of Physics, Chemistry and Computer science.*

**Klíčová slova:** environmentální výchova, zemní plyn a jeho využití, oxid uhličitý.

**Keywords:** environmental education, natural gas and its use, carbon dioxide.

## 1 ÚVOD

Článek navazuje na dva předcházející materiály, v nichž jsme se problematice průřezového tématu Environmentální výchova podrobněji věnovali [1], [2]. Během environmentální výchovy, jež nemá přesné umístění v procesu vzdělávání na základních nebo středních školách, by škola měla vést své žáky k pochopení, jak se chovat a jednat v různých situacích, během nichž lidské konání zasahuje do okolí, a to jednak bezprostředně, jednak samozřejmě také zprostředkovaně. Můžeme ji považovat za výchovu, během níž vedeme žáky nejen k přežití jednotlivce, ale k pochopení možnosti, aby i po nás přežily další generace lidského rodu. Tuto výchovu můžeme uskutečňovat jednak s pláčem biologů, kolik živočišných druhů lidské plemeno za dobu existence vyhubilo, s konstatováním chemiků ukazujících, jak výrobní procesy zasahují do okolního prostředí, s výsledky naměřených hodnot provedených fyziky na jejich měřicích soustavách a stanovení bezpečnostních mezí či s vyhlídkami futurologů a filosofů, z nichž by si lidstvo mělo vzít poučení pro budoucnost. Jak ukázaly diskuse mezi zastánci a odpůrci některých teorií (např. o globálním oteplování), poznatky, k nimž dospěla lidská civilizace a snažila se je interpretovat, zasahují jen velmi krátké časové období z historie Země jako vesmírného tělesa, které se kolem Slunce pohybuje rychlostí 30 km/s a společně s ním dalších asi 250 km/s vzhledem ke středu

naší Galaxie. Astronomické prostoročasové údaje však nemohou snížit důležitost nutnosti chovat se a jednat tak, aby lidská společnost přežila nejen dnešek, ale dožila se i delší budoucnosti. Vychovávat je nutno nejen na základě filosofického rozvažování, ale především rozbohem jednodušších a názorných modelových situací, které jsou pro žáky dostatečně pochopitelné.

## 2 ZAŘAZENÍ PRŮŘEZOVÉHO TÉMATU DO VZDĚLÁVACÍCH PROGRAMŮ

Abychom si udělali představu, jak bylo průřezové téma zařazeno do školních vzdělávacích programů, pokusili jsme se o nepříliš rozsáhlou sondu, z jejíž výsledků bychom mohli vycházet lépe, než jen z našich představ nebo osobních zkušeností. Prošli jsme konkrétní školní vzdělávací programy, které jsou uveřejněny na internetových stránkách škol. Nešlo o vědecky náhodný výběr základních a středních škol (gymnází); náhodnost byla dána tím, že k vybrané škole jsme předem nevěděli, do jaké míry bude jejich vzdělávací program umístěn na webovské stránce, popř. zda nebude jen zveřejněna stručná informace, že je pro zájemce k dispozici v kanceláři školy. Z každého kraje České republiky jsme vybrali deset základních škol a nejméně tři gymnázia; tuto sondu chceme v budoucnosti rozšířit přibližně na 30 % škol základních a gymnází, doplnit o další informace, které nám poskytnou

anketní sonda, jež bude zaměřená hlouběji na problém environmentální výchovy na školách (celá problematika je součástí budoucí doktorské disertace). Ukázalo se už teď, že spektrum zařazení environmentální výchovy do školních vzdělávacích programů je velmi široké - od škol, které tento problém ve svém programu vůbec nerozvíjejí, přes stručný popis spíše filosofického zaměření až po podrobné zařazení problematiky environmentální výchovy do jednotlivých předmětů, kterými jsou např. základy společenských věd, zeměpis, fyzika, chemie, biologie, matematika, informatika aj. Jsou i takové školy, kde problematika péče o životní prostředí vedla k tvorbě mezipředmětových projektů, projektových dnů či povinného nebo volitelného předmětu. Obdobně jsme na tuto problematiku pohledli i v oblasti odborného školství, kde je snaha environmentální výchovu zařadit do všeobecně vzdělávacích předmětů, které mají nízký rozsah i obsah výuky, ale současně zejména ve školách, jimž je blízký výrobní proces, doprovází životní prostředí především předměty profesního charakteru (viz studie [3], [4]). Ale ani po provedení orientačního průzkumu zařazení průřezového tématu Environmentální výchova do vzdělávacích programů vybraných středoevropských států (konkrétně Česká republika, Slovensko, Maďarsko a Polsko) jsme nedošli k podstatně jiným závěrům [5].

### **3 SNIŽOVÁNÍ EKOLOGICKÉ ZÁTĚŽE JAKO CESTA KE ZLEPŠENÍ**

Jak jsme ukázali v naší práci [1], světové energetické zdroje při výrobě elektrické energie využívají z velké části tepla, které se získává při spalování pevných paliv v tepelných elektrárnách. Tyto procesy mají dosti nízkou účinnost vzniku tepla a jeho použití při výrobě páry a následně při využití tlaku a pohybu páry v turbogenerátorech; v našich modelových situacích jsme použili účinnost menší než 40 %. Kromě toho při spalování pevných paliv zůstává v kotlích popel z nespalitelné části uhlí, v odváděných plynech potom kromě CO<sub>2</sub> ještě řada škodlivých plynů, včetně CO, a drobné částice, tvořící popílek. Tyto děje však doprovázejí i další využití pevného paliva při získávání tepla. Proto byla v historii

lidstva velkým pokrokem na počátku 19. století, že se začal vyrábět svítíplyn a využívat nejprve jako zdroj tepla a později i k městskému osvětlování (blíže najdeme v [6]); pro svítíplyn se užívá v angličtině výraz coal gas, ale také town gas nebo illumination gas. Svítíplyn obsahoval zpravidla podle druhu výroby asi 50 % vodíku, 35 % metanu, a kromě toho asi 10 % oxidu uhelnatého CO, tedy nebezpečného jedovatého plynu. Již v roce 1813 se rozsvítily plynové lucerny v Londýně a v roce 1847 bylo zavedeno plynové osvětlení v Praze. Ve 20. století byl svítíplyn nahrazen plynem zemním (natural gas), v němž jedovatá složka chybí. Zemní plyn podle nalezišť má různorodé složení - např. aljašský zemní plyn obsahuje téměř výhradně metan, nizozemský obsahuje metan asi z 83 %, dále 13,5 % dusíku, skoro 3 % etanu, tedy asi 86 % spalitelných plynů. Výhřevnost zemního plynu závisí na jeho složení, tedy i na místě jeho těžby. Aby byla přítomnost zemního plynu zjistitelná i čichem, odorizuje se výrazně páchnoucí látkou. Ze složení zemního plynu je zřejmé, že výsledkem jeho dokonalého spalování bude vznik oxidu uhličitého a vodní páry, při nedokonalém spalování půjde o oxid uhelnatý a vodní páru. Při propočtech zjistíme, že při spálení 1 molu metanu (tj. 16 g) vznikne 1 mol oxidu uhličitého (44 g). Používání zemního plynu jako zdroje tepla se stalo koncem 20. století a začátkem 21. století velmi rozšířeným - jen v roce 2008 bylo z celkové světové energetické spotřeby asi 143 851 TWh získáno ze spálení plynu asi 21 % [8], tj. 30 134 TWh. Další, zejména kvantitativní úvahy najdeme v další části článku. Velkou výhodou zemního plynu je možnost jeho dopravy na velké vzdálenosti prostřednictvím tzv. plynovodů (jak je vidět z mapky na obr.1), případně jeho doprava ve stlačeném stavu. Pro získání představ můžeme najít i některé statistické údaje o plynovodech, které jsou uvedeny ve zdrojích [9].

„Čisté spalování“, které pozorujeme na plynovém vařiči, v plynovém kotli ústředního topení rodinného domku a které nezanechává pevné ani kapalné zbytky, je však doprovázeno vznikem oxidu uhličitého, jednoho z významných skleníkových plynů, jehož množství v naší atmosféře může rozumný člověk výrazně omezit.





Obr.1 Schéma soustavy plynovodů z Ruska do Evropy

[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Major\\_russian\\_gas\\_pipelines\\_to\\_europe.png](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Major_russian_gas_pipelines_to_europe.png)

#### 4 NĚKOLIK MODELOVÝCH SITUACÍ DO VÝUKY FYZIKY

Stejně jako v minulých článcích i nyní nastala doba doplnit konkrétní údaje a vytvořit modelové situace, které lze kvantifikovat a následně si udělat zřetelnější představu týkající se problémů kolem zemního plynu.

##### Problém 1: Kolik CO<sub>2</sub> přejde do ovzduší spalováním zemního plynu?

Řešili jsme problém, kolik uhlí je třeba spálit v tepelné elektrárně při výrobě 1 kWh. Co když provedeme modernizaci kotelny a opatříme ji spalovacím zařízením na zemní plyn, přičemž účinnost zařízení bude 70 %?

##### Informace vyhledané k vytvoření modelové situace

Výhřevnost i další charakteristiky zemního plynu silně závisejí na tom, z jakého ložiska plyn pochází. Zatímco hustota je zpravidla 0,7 kg/m<sup>3</sup> a molární hmotnost 0,0164 kg/mol, výhřevnost zemního plynu je udávána hodnotami 16 až 34 MJ/m<sup>3</sup>. Provedeme tedy celkem tři výpočty, pro minimální, střední i maximální hodnotu výhřevnosti.

##### Řešení:

Práce nebo teplo 1 kWh představuje:  
 $1\,000 \cdot 3\,600\text{ J} = 3,6\text{ MJ}$ .



Při dokonalém spalení 1 m<sup>3</sup> plynu můžeme získat 16 MJ, 25 MJ nebo 34 MJ, při zvážení účinnosti 70 % se tyto hodnoty poněkud sníží: 11,2 MJ; 17,5 MJ; 23,8 MJ.

Pro dosažení práce 1 kWh bude pak potřeba:

0,320 m<sup>3</sup> = 320 litrů,

0,206 m<sup>3</sup> = 206 litrů,

0,151 m<sup>3</sup> = 151 litrů,

hmotnostně to bude 0,224 kg, 0,144 kg, 0,106 kg.

### Problém 2: Ověřte hustotu zemního plynu

Považujte pro tento případ zemní plyn za ideální a stanovte jeho hustotu, je-li jeho tlak jen nepatrně vyšší než je tlak atmosférický. Proč nemůže být tlak plynu příliš vysoký?

### Informace vyhledané k vytvoření modelové situace

Pro výpočet použijeme známý vztah

$$M_m = \frac{p}{RT}$$

potřebné údaje najdeme v informacích o zemním plynu.



Obr.2 Volně vyvěrající zemní plyn



Obr.3 Hořící zemní plyn na vařiči

### Řešení:

Do vztahu dosadíme za  $M_m = 0,0164$  kg/mol, za  $p = 1,0 \cdot 10^5$  Pa,  $R = 8,3$  J/K mol,  $T = 290$  K, odkud vychází 0,68 kg/m<sup>3</sup>, což se od uvedené hodnoty příliš neliší. Hustota plynů se zvyšuje se vzrůsta-

jícím tlakem. Tlak však nemůže být příliš velký, při přepravě plynu se sice zvyšuje, ale v místě spotřeby se udržuje přetlak plynu jen „několik cm vodního sloupce“, neboť tlak ovlivňuje vytékání plynu z potrubí, a tím i výšku plamene.

### Problém 3: Jak stanovit spotřebu zemního plynu?

Plyn proudí z místa, kde se nachází ložisko, do místa spotřeby plynovodem; na místě spotřeby se schraňuje v tzv. plynovodu, kde je zemní plyn pod určitým tlakem, který ovlivňuje hustotu plynu a s ní související hmotnost spotřebovaného zemního plynu při hoření. Jak lze měřit spotřebu plynu?

### Informace vyhledané k vytvoření modelové situace

Jednou z možností je stanovit objem spotřebovaného zemního plynu; ale výhřevnost plynu závisí na jeho hustotě, takže bychom museli znát tuto hodnotu. Lze také využít možnosti, že můžeme měřit hmotnost plynu. Konečně důsledkem tepelných zařízení je získání určitého tepla, které vznikne spálením a jehož využíváme k zahřívání vody v kotlích; proto je možné se také spolehnout na hodnotu tohoto tepla. Zde se také může projevit různá objemová „kaloričnost“ zemního plynu pocházejícího z různých ložisek.

### Problém 4: Kolik oxidu uhličitého vzniká roční spotřebou zemního plynu?

Najděte ve vhodných tabulkách světovou spotřebu zemního plynu a s použitím potřebných údajů se pokuste odhadnout, kolik oxidu uhličitého ročně přejde do ovzduší, předpokládáme-li, že hoření probíhá za velmi dobrých podmínek.

### Informace vyhledané k vytvoření modelové situace

K zjištění spotřeby zemního plynu ve vybraných státech i oblastech jsme vyhledali příslušnou tabulku.

Tab.1 Spotřeba zemního plynu

Území/období	2008	2009	2010	2011	
North America	7,621	7,779	8,839	8,925	27 %
Asia excl. China	2,744	4,074	4,348	4,799	14 %
China	270	825	1,015	1,141	3 %
EU	4,574	5,107	4,967	5,155	16 %
Africa	612	974	1,455	1,099	3 %
Russia	3,709	4,259	4,209	4,335	13 %
Latin America	1,008	1,357	958	nd	nd
Others	3,774	5,745	6,047	7,785	23 %
Total	24,312	30,134	31,837	33,240	100 %

Zdroj: IEA, 2009, 2010 BP

Údaje o spotřebě zemního plynu jsou uvedeny za léta 2008-2011 v tisících TWh (desetinou čárku lze už považovat za český znak).

### Řešení:

Poslední známou hodnotu o světové spotřebě zemního plynu najdeme v této tabulce jako:

$$33\,240\text{ TWh. } 1\text{ TWh} = 1,0 \cdot 10^9\text{ kWh} = \\ = 3,6 \cdot 10^9\text{ MJ.}$$

33 240 TWh představuje celkem asi  $120 \cdot 10^{12}$  MJ získaného tepla. Při průměrné výhřevnosti zemního plynu  $20\text{ MJ/m}^3$  získáme spotřebu  $6 \cdot 10^{12}\text{ m}^3$ , můžeme tedy mluvit o hmotnosti asi  $4,2 \cdot 10^{12}\text{ kg}$  spotřebovaného zemního plynu. Při dokonalém spálení  $1\text{ m}^3$  zemního plynu, tj. asi  $0,70\text{ kg}$  spotřebujeme  $0,70/0,0164 = 42,7$  molů tohoto plynu. Jak víme, při dokonalém spálení 1 molu zemního plynu, jenž je tvořen převážně metanem, získáme 1 mol oxidu uhličitého, tedy  $0,044\text{ kg}$ . Z těchto údajů potom vypočteme přírůstek oxidu uhličitého v hodnotě  $11,25 \cdot 10^{12}\text{ kg}$  ročně.

### Problém 5: Jakou hodnotou přispívají Česká a Slovenská republika ročně k růstu oxidu uhličitého v ovzduší?

Vyhledejte roční spotřebu zemního plynu v České a Slovenské republice a odhadněte přírůstek oxidu uhličitého jejich zaviněním.

### Informace vyhledané k vytvoření modelové situace

Roční spotřeba zemního plynu je v České republice  $8,6 \cdot 10^9\text{ m}^3$ , na Slovensku  $6,2 \cdot 10^9\text{ m}^3$ , pokud jde o hmotnost spotřebovaného plynu, můžeme uvést hodnoty  $6,0 \cdot 10^9\text{ kg}$  pro Česko a  $4,4 \cdot 10^9\text{ kg}$  pro Slovensko, společně jde skoro o  $10,5 \cdot 10^9\text{ kg}$  spotřebovaného zemního plynu.

### Řešení:

Pokusíme se stanovit všechny tři údaje. Pro Českou republiku vychází roční nárůst oxidu uhličitého  $16 \cdot 10^9\text{ kg}$ , pro Slovensko  $11,8 \cdot 10^9\text{ kg}$ , pro oba státy společně skoro  $28 \cdot 10^9\text{ kg}$ .

## 5 ZÁVĚR

Použití zemního plynu jako ekologicky čistšího paliva v energetice vypadá nesporně - na rozdíl od tepelných elektráren zejména staršího typu je zátěž zejména v atmosféře podstatně nižší. V některých státech starší typy tepelných elektráren dokonce ukončují svou činnost. Na druhé straně použitím zemního plynu se stejně zvyšuje množství oxidu uhličitého, i když další složky při spalování (zejména méně kvalitního) uhlí lze tímto palivem odstranit. Oxid uhličitý jakožto jeden ze skleníkových plynů ohrožuje budoucnost lidstva a bude nutno, aby se odborníci na technologii spalování zaměřili na zlepšení účinnosti při výrobě páry.

### Použité zdroje

- [1] VOLF, I. *Fyzikální úlohy z oblasti ekologie*. Media4u Magazine, 1/2013, s. 98-103. ISSN 1214-9187.
- [2] VOLF, I. - VARGOVÁ, A. *Fyzikální úlohy z oblasti ekologie 2*. Media4u Magazine, 4/2013, s. 97-102. ISSN 1214-9187.
- [3] RUPRICHOVÁ, K. *Člověk a životní prostředí (v odborném školství)*. Rukopis studie pro specifický výzkum. 8 s.
- [4] VARGOVÁ, A. *Environmentální výchova - zaradenie prierezovej témy do školských vzdelávacích programov základných a stredných škol Českej republiky*. Rukopis studie pro specifický výzkum. 38 s.
- [5] VARGOVÁ, A. - VOLF, I. *Porovnání zařízení environmentální výchovy ve školských soustavách vybraných středoevropských států*. Rukopis studie pro specifický výzkum. 10 s.
- [6] *Svítiplyn*. [http://en.wikipedia.org/wiki/Coal\\_gas](http://en.wikipedia.org/wiki/Coal_gas)
- [7] *Plynové osvětlení*. [http://en.wikipedia.org/wiki/Gas\\_lighting](http://en.wikipedia.org/wiki/Gas_lighting)
- [8] *Světové zdroje*. [http://en.wikipedia.org/wiki/World\\_energy\\_resources\\_and\\_consumption](http://en.wikipedia.org/wiki/World_energy_resources_and_consumption)
- [9] *Plynovody*. [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Major\\_russian\\_gas\\_pipelines\\_to\\_europe.png](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Major_russian_gas_pipelines_to_europe.png)
- [10] <http://yearbook.enerdata.net/2010/world-natural-gas-production-in-2010.html>
- [11] [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_largest\\_oil\\_fields](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_largest_oil_fields)
- [12] [http://en.wikipedia.org/wiki/Peak\\_gas](http://en.wikipedia.org/wiki/Peak_gas)

### Kontaktní adresy

prof. RNDr. Ivo Volf, CSc. e-mail: [ivo.volf@uhk.cz](mailto:ivo.volf@uhk.cz)  
Mgr. Agáta Vargová (doktorandka) e-mail: [agata.vargova@uhk.cz](mailto:agata.vargova@uhk.cz)

Katedra fyziky  
Přírodovědecká fakulta  
Univerzita Hradec Králové  
Rokitanského 62  
500 03 Hradec Králové

**Vážení autoři, současní i budoucí,**

připomínáme, že od 1. ledna 2012 jsou povinné abstrakty a klíčová slova v češtině a v angličtině, u anglicky psaných článků jsou potom povinné abstrakty a klíčová slova v angličtině a češtině. V případě jiných cizích jazyků jsou povinné abstrakty a klíčová slova v jazyce článku, angličtině a češtině. Nově je také **omezen rozsah abstraktu na 350 znaků a rozsah klíčových slov na 70 znaků** - viz nová šablona pro psaní příspěvků.

Redakční rada opět musela zamítnout nebo vrátit k přepracování řadu článků, které nesplňovaly požadovaná kritéria. Stále přetrvávají problémy s kvalitou obrázků a grafů. Ve značné míře se ale stále objevuje psaní citací až za interpunkční tečkou, takže citace stojí samostatně za větou. Upozorňujeme, že **citace je součástí textu** a tečka patří až za citaci, (např. ...výzkum" [7].). Články s chybnou interpunkcí u citací budou autorům vráceny k přepracování z formálních důvodů. Vydavatelství a vědecká redakční rada časopisu i nadále pracuje bez nároku na honorář, striktně proto budeme u Vašich příspěvků vyžadovat **splnění veškerých formálních náležitostí**. Není v našich silách zásadním způsobem opravovat texty, citace, vzorce, překreslovat obrázky, atd. Z těchto důvodů jsou již od vydání 1/2012 v platnosti následující opatření:

- a) Každý příspěvek, který nebude splňovat veškeré formální náležitosti (uvedené dále) bude zamítnut ještě před recenzním řízením.**
- b) Opravený příspěvek, zaslaný autorem opětovně po zamítnutí, bude automaticky odložen pro posouzení k následujícímu vydání.**
- c) Nebudou publikovány články s textovým rozsahem menším než 2 strany. Doporučený rozsah příspěvků je 4-8 stran.**

V případě požadavku publikování rozsáhlých statí je potřebné toto předem konzultovat s redakcí.

**Pro možnost publikování článku musejí být vždy splněny tři zásadní podmínky:**

- 1) kladné hodnocení nejméně dvěma recenzenty,**
- 2) dodržení potřebné formální úpravy (týká se i obrázků, fotografií, tabulek a grafů)**
- 3) dodání kompletních podkladů pro publikování článku (originály obrázků, zdrojová data...)**

**Od čísla 1/2012 platí inovovaná šablona pro psaní příspěvků**, v níž jsme odstranili drobné nepřesnosti z původní šablony. Stránka má okraje 2 cm, vlastní text článku se píše do sloupců šířky 8 cm s dělicí čarou mezi nimi. Celý článek (včetně nadpisů, popisků obrázků a tabulek) se píše bez odsazování prvního řádku odstavce, výhradně stylem **Normální, Times New Roman, 12**. Používání hypertextových odkazů (včetně e-mailových adres), poznámek pod čarou, indexovaných citací, automatického číslování, používání lomítka "/" místo závorek je nepřípustné. Uvozovky se zásadně používají ve formátu 99...66 („text“).

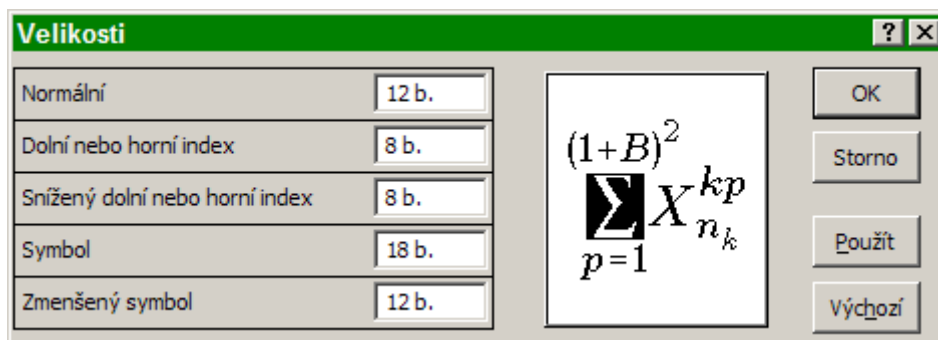
**Abstrakt a Abstract** jsou od čísla 1/2012 omezeny na maximální rozsah 350 znaků (včetně mezer)  
- rozsah vymezuje rámeček šablony (Times New Roman, 12, obyčejné).

**Klíčová slova a Key words** jsou povinná, v maximálním rozsahu 70 znaků (včetně mezer)  
- do konce daného řádku (Times New Roman, 12, obyčejné).

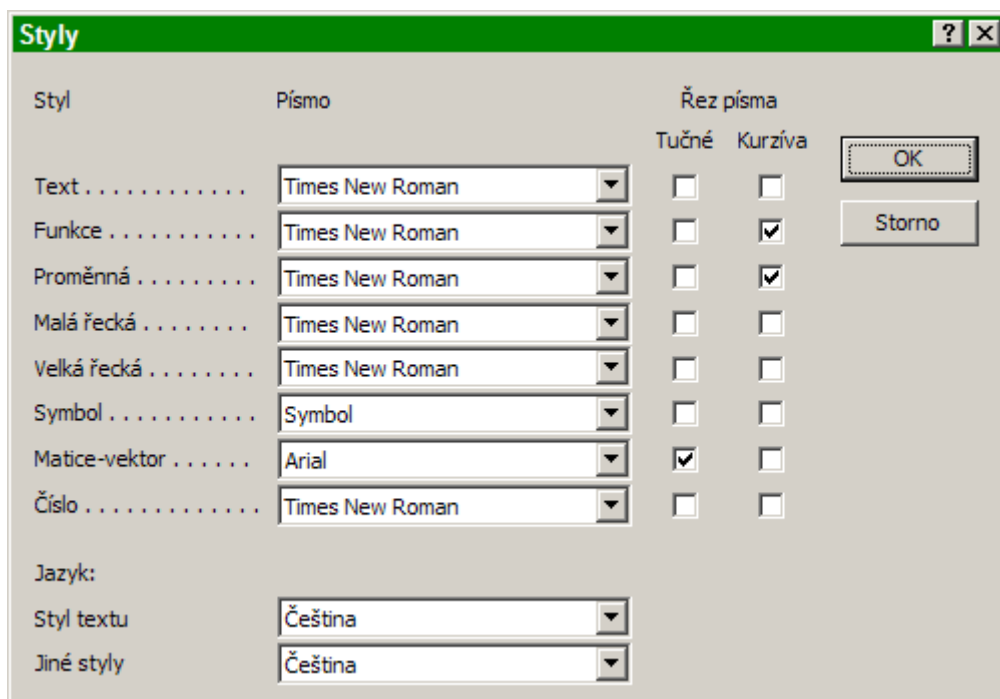
**Obrázky** se vkládají se stylem obtékání "v textu", obrázek je na pozici znaku a přesouvá se s textem. Jiné umístění, stejně jako použití složených (seskupených) obrázků je nepřípustné.

**Tabulky** musejí být vytvořeny v MS-Word.

**Vzorce** se píšou výhradně v MS-Equation (Editor rovnic), musí splňovat podmínku korektního otevření v editoru rovnic Microsoft 3.1 (Word 2000) a musejí jít tímto editorem upravit. Font Times New Roman je nastaven i pro malou a velkou řeckou abecedu. Základní nastavení editoru rovnic je na obrázcích dole.



**Obr.1 Nastavení velikostí v editoru rovnic**



Obr.2 Nastavení písem v editoru rovnic

Při psaní vzorců dodržujte všechna typografická pravidla (mezery mezi číslem a jednotkou, řádové mezery...). Pro symbol násobení se zásadně používá násobící tečka v polovině výšky písma (ALT+0183, nikoliv interpunkční tečka nebo hvězdička - ta je přípustná pouze pro výpisy programů, kde je standardem pro operaci násobení), pro rozměry apod. se používá násobící křížek (ALT+0215), 1 024 × 768 px (ne 1024x768 px), číslování rovnic vpravo v oblých závorkách. Jednoduché jednořádkové vzorce a rovnice umístěné v textu se píšou jako text, editor rovnic narušuje řádkování.

**Grafy** se vkládají přímo do textu jako obrázky (např. vyříznuté snímky obrazovky) v jednoduchém barevném provedení, ve velikosti 1:1 (100 %), výhradně ve formátu PNG.

**Maximální šířka obrázků, tabulek a grafů je 7,9-8 cm, tj. 300 pixelů**, pro 100% velikost. Při zvětšování či zmenšování dochází k výrazné degradaci a tím i ke ztrátě grafické úrovně Vašeho příspěvku. Pro zachování maximální kvality grafů a obrázků je nezbytné vytvořit je ve skutečné velikosti a převést do bezkompresního formátu PNG, případně BMP. **Použití formátu JPG je nepřipustné.** Obrázky i grafy musí být kontrastní a dokonale ostré, zejména pokud obsahují text. Základní tloušťka čáry je 1 pixel, v tomto směru předpokládejte značné problémy při konverzi z grafických programů, které standardně definují čáru v milimetrech nebo milsech (Corel, Callisto, Visio...). Proto Vám doporučujeme jednoduché obrázky a schémata kreslit v jednoduchých a nenáročných grafických programech (Paintbrush, Malování...). Obrázek určený pro zobrazení na monitoru musí být poměrně hrubý. Výjimkou jsou pouze ilustrační PrintScreeny obrazovek, které následně konvertujeme na potřebnou velikost. Ve výjimečných případech je možné obrázky, tabulky a grafy umístit přes celou šířku stránky tj. 17 cm (630 px). Maximální velikost objektu je 17 × 24 cm. Toto je nutné předem konzultovat s redakcí časopisu. Časopis je formátován pro zobrazení na monitoru při základním zvětšení 100 % a pro něj musíme zajistit maximální čitelnost.

**Citace musejí být dle ISO-690, a to ve formátu podle příkladu v šabloně.**

Příjmení a iniciála(y) autora velkým písmem, mezi autory pomlčka. Název zdroje kurzívou. Má-li zdroj ISBN (ISSN), neuvádí se vydání ani počet stran. Všechny citace musejí mít jednotnou strukturu a jednotný styl. U datovaných citací:

**NOVÁK, J. - MATĚJŮ, S. (1992) *Citace dle ISO*. Praha. ČNI. 1992. ISBN 80-56852-45-X.**

Je-li použito číslování zdrojů, je v hranatých závorkách, odsazené tabulátorem:

**[1] NOVÁK, J. - MATĚJŮ, S. *Citace dle ISO*. Praha. ČNI. 1992. ISBN 80-56852-45-X.**

Počet citací by měl být úměrný rozsahu článku a neměl by překročit 10 zdrojů. Neúměrně rozsáhlé citace (např. dvoustránkový soupis u třístránkového článku) budou autorům vráceny k úpravě.

**Automatické číslování nadpisů a citací, poznámky pod čarou, textová pole a aktivní hypertextové odkazy jsou zakázány**, a to i v případě internetových adres (ty musejí být vloženy jako normální text),



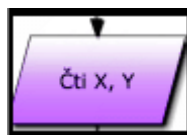
a obrázků stažených z internetu, které musejí být do textu vloženy jako nezávislá bitová mapa. V nastavení MS Word musí být zakázána automatická změna na hypertextový odkaz. Pokud do šablony kopírujete již hotové texty, potom výhradně postupem **Úpravy** → **Vložit jinak** → **Neformátovaný text**. Šablona při tomto postupu zachovává výchozí světležlutý podklad pod textem!

**Je povinností autora, zkontrolovat, že v odesílaném souboru je pouze styl Normální**, případně systémově přidané a neodstranitelné styly z originální šablony: Nadpis1, Nadpis2, Nadpis3 a Standardní písmo odstavce. Všechny zavlečené styly, stejně jako automatické číslování nadpisů a citací, poznámky pod čarou, textová pole, hypertextové odkazy, budou před formátováním příspěvku do časopisu bez náhrady odstraněny. Pokud dojde ke ztrátě některých informací, budou příspěvky vráceny z formálních důvodů.

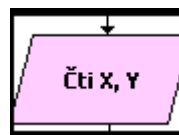
**Příspěvek musí být zaslán ve formátu DOC** - pro MS-Word 2000 (Word 97-2003) v měřítku 100 %. Při výchozím zpracování článků v MS-Word 2007, 2010, 2013 je nutné před uložením zvolit odpovídající formát. Nekompatibilní a nekorektně otevřené soubory budou autorům vráceny z formálních důvodů.

**Ke každému příspěvku musejí být zaslány originály obrázků** v bezkompresním formátu PNG či BMP, fotografie lze zaslat také ve formátu JPG ve 100% kvalitě (výchozí kvalita JPG je obvykle 80 %). Konzultace k obrazovým materiálům si můžete vyžádat na e-mailové adrese rene.drтина@uhk.cz.

Pro tvorbu obrázků je k dispozici technická podpora v souboru šablon. Červený rámeček vyznačuje přípustnou šířku pro sloupec a stránku. Naleznete tam i ukázkou detailu obrázku tak, jak jej poslal autor, a ukázkou, jaký je požadavek časopisu.



**Obr.3** Obrázek ve formátu JPG nevyhovující pro publikování



**Obr.4** Obrázek ve formátu PNG obrázek v požadovaném provedení

Soubory není potřeba instalovat, pouze se rozbálí do libovolného adresáře. Písmo v obrázcích přednostně Arial 8 Bold nebo Tahoma 8 Bold.

**Pro grafy musejí být zaslána zdrojová data ve formátu XLS** pro MS-Excel 2000 (Excel 97-2003), výchozí měřítko 100 %. Při zpracování dat v programech MS-Excel 2007, 2010, 2013 je nutné před uložením zvolit odpovídající formát. Nekompatibilní a nekorektně otevřené soubory budou autorům vráceny z formálních důvodů. Výchozím formátem pro graf s diskretními hodnotami je graf bodový, nikoliv spojnicový. Grafy musejí být v daném souboru uloženy jako samostatné listy (Graf1, Graf2...), ne jako objekt na listu, orientace listu na šířku, výchozí měřítko 100 %. Základní nastavení MS-Excel pro graf je:

Ohraničení (oblasti, plochy, grafu i legendy) - žádné; Plocha - žádná; Osy - plná, tenká, černá; Mřížky - plná, tenká, světle šedá; Hlavní značky - křížek; Vedlejší značky - uvnitř; pro všechny popisy, včetně legendy: Písmo - Arial, 8, tučné, automatická velikost - NE. Graf nesmí mít nadpis.

Informace pro psaní příspěvků najdete rovněž na <http://www.media4u.cz/m4u-sablony.pdf> nebo přímo na:  
<http://www.media4u.cz/m4u-graf.xls>  
<http://www.media4u.cz/m4u-tabulka.doc>  
<http://www.media4u.cz/m4u-text.doc>  
<http://www.media4u.cz/mm.zip>

Na stránkách časopisu si můžete stáhnout šablonu pro psaní příspěvků, ukázkou tabulek nebo předdefinovaný formát grafu. Věříme, že používání šablon oboustranně zefektivní naši práci a přinese jednodušší a účinnější úpravy textů.

**Redakční rada Media4u Magazine**

**Nezávislé recenze pro vydání Media4u Magazine 3/2014 zpracovali:**

prof. PhDr. Libor Pavera, CSc.  
prof. Ing. Bohumil Vybíral, CSc.  
doc. PhDr. Jiří Dvořáček, CSc.  
doc. PhDr. Milada Šmejcová, CSc.  
doc. PhDr. Jan Trnka, CSc.  
doc. Ing. Lenka Turnerová, CSc.  
doc. Ing. Martina Zelenáková, Ph.D.

Ing. Robin Koklar, Ph.D.  
Ing. Lucia Krištofiaková, Ph.D.  
Ing. Eva Tóblová, Ph.D.  
Ing. Jana Sabolová, Ph.D.  
Ing. et Ing. Lucie Sára Závodná, Ph.D.  
PhDr. Jan Závodný Pospíšil, Ph.D.  
Ing. Miloš Sobek

**Redakční rada děkuje všem recenzentům za ochotu a za čas, který věnovali zpracování recenzních posudků.**

Vydáno v Praze dne 15. 9. 2014, šéfredaktor - Ing. Jan Chromý, Ph.D., zástupce šéfredaktora - doc. dr. René Drtina, Ph.D.  
Korektura anglických textů - doc. PhDr. Ivana Šimonová, Ph.D., sazba a grafická úprava - doc. dr. René Drtina, Ph.D.

**Redakční rada:**

prof. Ing. Radomír Adamovský, DrSc.  
prof. Ing. Ján Bajtoš, CSc., Ph.D.  
prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.  
prof. Ing. Pavel Cyrus, CSc.  
prof. Ing. Rozmarína Dubovská, DrSc.  
prof. Valentina Ilganayeva, DrSc.  
prof. nadzw. dr hab. Mariusz Jędrzejko  
prof. Ing. Jiří Jindra, CSc.  
prof. Dr. hab. Mirosław Kowalski  
Em. O. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr.phil.  
Dr.h.c. mult. Adolf Melezinek

prof. Dr. hab. Ing. Kazimierz Rutkowski  
prof. PhDr. Ing. Ivan Turek, CSc.  
doc. Ing. Marie Dohnalová, CSc.  
doc. PaedDr. René Drtina, Ph.D.  
doc. Sergej Ivanov, CSc.  
doc. Ing. Vladimír Jehlička, CSc.  
doc. Ing. Pavel Krpálek, CSc.  
doc. PaedDr. Martina Manénová, Ph.D.  
doc. PaedDr. Jiří Nikl, CSc.  
doc. Ing. Marie Prášilová, CSc.  
doc. PhDr. Ing. Lucie Severová, Ph.D.

doc. PhDr. Ivana Šimonová, Ph.D.  
doc. Ing. PhDr. Karel Šrédl, CSc.  
Mgr. Anica Djokič, MBA  
PaedDr. PhDr. Jiří Dostál, Ph.D.  
Donna Dvorak, M.A.  
PhDr. Marta Chromá, Ph.D.  
Ing. Jan Chromý, Ph.D.  
Ing. Katarína Krpálková-Krelová, Ph.D.  
Mgr. Liubov Ryashko, kandidát nauk  
Ing. Mgr. Josef Šedivý, Ph.D.

**URL: <http://www.media4u.cz>  
Spojení: [prispevky@media4u.cz](mailto:prispevky@media4u.cz)**