Знание и бизнес, Knowledge and business

Икономика и компютърни науки
Economics and computer science

Научно списание

A scientific journal

бр. 2 / 2019

Volume: 2019, Issue: 2

Издателство „Знание и бизнес“ Варна
Publishing house „Knowledge and business“ Varna

ECONOMICS AND COMPUTER SCIENCE

Научно списание

A scientific journal

Брой 2 / 2019

Volume: 2019, Issue: 2

брой 2, 2019 г.

Volume: 2019, Issue: 2

ISSN 2367-7791, Varna, Bulgaria

ЦЕНТЪР ЗА ПРОФЕСИОНАЛНО ОБУЧЕНИЕ „ЗНАНИЕ И БИЗНЕС“

CENTER FOR PROFESSIONAL EDUCATION "KNOWLEDGE AND BUSINESS"

9000, Varna, 1, Dr. L. Zamenhof Str.

email: eknigibg@gmail.com

CONTENTS

Current Perspectives on Linux Accessibility Tools for Visually Impaired Users.....6
Smart Compliance or How New Technologies Change Customer Identification Mechanisms in Banking..........12
Финансово счетоводни аспекти на трансферните цени..........20
Financial Accounting Aspects of Transfer Pricing..........38
Техническа изпълнимост на софтуерен проект за виртуализация на задачи изпълнявани от студентите в курса на висшето образование - проблеми и решения при еволюционното развитие..........39
Technical feasibility of a software project for virtualization of tasks performed by students in the higher education course - problems and solutions in evolutionary development..........46
Специфични административни задачи при MongoDB и MySQL..........47
Specific administrative tasks with MongoDB and MySQL..........54
Improving the work of traffic lights by using real-time control system software...55
Some aspects of the decision to buy, not to produce parts and components..........64

Dear readers, we are pleased to inform you that on the initiative of the Editorial Board of "Knowledge and Business" Ltd., "Knowledge and Business" is a licensed publisher of the scientific journal "Economics and Computer Science.".

Our thesis is that information technologies are used in all areas of human activity. That is why the scientific journal "Economics and Computer Science" is open to publications from various fields of science and practice.

We are confident that the publications in the journal contribute as enrichment of knowledge and to enhance the effectiveness of the use of information technology in business.

Sincerely: Prof. Dr. Sc. Petko Iliev

Current Perspectives on Linux Accessibility Tools for Visually Impaired Users

Radka NACHEVA[1]

[1] University of Economics, Varna, Bulgaria
r.nacheva@ue-varna.bg

Abstract. The development of user-oriented technologies is related not only to compliance with standards, rules and good practices for their usability but also to their accessibility. For people with special needs, assistive technologies have been developed to ensure the use of modern information and communication technologies. The choice of a particular tool depends mostly on the user's operating system. The aim of this research paper is to study the current state of the accessibility software tools designed for an operating system Linux and especially used by visually impaired people. The specific context of the considering of the study’s objective is the possibility of using such technologies by Bulgarian users. The applied approach of the research is content analysis of scientific publications, official documentation of Linux accessibility tools, and legal provisions and classifiers of international organizations. The results of the study are useful to other researchers who work in the area of accessibility of software technologies, including software companies that develop solutions for visually impaired people. For the purpose of the article several tests are performed with the studied tools, on the basis of which the conclusions of the study are made. On the base of the comparative study of assistive software tools the main conclusion of the paper is made: Bulgarian visually impaired users are limited to work with Linux operating system because of the lack of the Bulgarian language support.

Key words: software accessibility, assistive technology, screen reader, visually impaired users, Linux.

1. Introduction

The concept of accessibility is quite extensive. It may affect areas of art through transport to computer systems and technologies. Regardless of the field, the term describes the possibility of an environment, product or service being "reached or seen" (*Accessible*, 2018). (Hansen, 1959) defines the term as „potential of opportunities for interaction and is a measure of the intensity of the possibility of interaction“. (Litman, 2017) supports the opinion of „the ease of reaching goods, services, activities and destinations, which together are called opportunities “. The term is often used for people with special needs. Their access to the environment in which they live and work is ensured by the so-called “assistive technologies”. ((ATIA), 2018) define the assistive technologies as „products, equipment, and systems that enhance learning, working, and daily living for persons with disabilities “. These are software products or hardware devices through which individuals overcome barriers to access to information. They create conditions for people with disabilities to: lifelong learning; finding a job; full inclusion in public life.

World Health Organization supports a classifier of disabilities - International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). According to it, the disabilities are differentiated into the following groups (Flaherty, Zimmerman and Hansen, 2001):

- Body functions - the physiological functions of body systems (including psychological functions);
- Body structures - anatomical parts of the body such as organs, limbs and their components;
- Impairments - problems in body function and structure such as significant deviation or loss;
- Activity - the execution of a task or action by an individual;
- Participation - involvement in a life situation;
- Activity limitations - difficulties an individual may have in executing activities;
- Participation restrictions - problems an individual may experience in involvement in life situations;
- Environmental factors - the physical, social and attitudinal environment in which people live and conduct their lives. These are either barriers to or facilitators of the person's functioning.

Based on this classification, groups of assistive technologies can be identified to support people with different disabilities. There is no universal technology to help all users with special needs. To narrow the scope of the study, this article focuses on the group of visually impaired people[1] and their specific needs for the use of computer technology. According to a publication on the official website of World Health Organization (World Health Organization, 2018) there are globally 1.3 billion people who have some form of vision impairment. There are approximately 30 million blind and partially sighted persons in geographical Europe according to a publication of the (European Blind Union, 2018).

The access to the computer of visually impaired users is dependent on the operating system, e.g. Microsoft Windows, Linux, Mac OS, etc. It is the middle level in the computer system between the hardware components and the applications which manages all resources and operations of the device. In this sense the choice of the specific accessibility tools is restricted by the type of the operating system. According to (NetApplications.com, 2019) in global perspective the most used operating system is Microsoft Windows with 87.56% users in January 2019, followed by Mac OS with 9.68% users and Linux with 2.14% users.

Although mobile technologies are gaining popularity, as some authors have pointed out, there are some major problem with them in terms of providing seamless access, namely: mobile device, mobile web browser, mobile operating system (Penchev, 2016). On this basis, the mobile accessibility remains out of the scope of the study.

In recent years, the initiative to develop free open source software has become more popular. By virtue of it, there is an ability of more and more people worldwide to work fully with a computer without being dependent on competing commercial software products. One of the not-for-profit and charitable organizations supporting the open source software movement is Linux Foundation dedicated to encourage the growth of Linux operating system.

On that base the aim of this research paper is to study the current state of the accessibility software tools designed for the operating system Linux and especially used by visually impaired people. The objective of this study is considered in a specific context - the possibilities of using such technologies by Bulgarian users.

2. Overview of Assistive Software Technologies for Visually Impaired Users

Assistive technologies can be different software products or hardware devices that help people with learning difficulties, blind, visually impaired, deaf, and so on. Examples of software include teletext, screen magnifiers, screen readers, speech synthesis programs, etc. Examples of hardware are large monitors, braille displays, braille keyboards, braille printers, telecommunication devices for deaf, audiometer [2], etc.

((ATIA), 2018) generally divided the computer software assistive technologies to screen readers and communication programs. (Mordini et.al., 2018) have conducted an in-depth research of the different groups of people with disabilities and on this basis offer a classification of assistive technologies used by blind and visually impaired people. The study is conducted by the European Parliamentary Research Service, which is part of the European Parliament. The latter is based on the application of the users' daily life activities:

- haptic aids;
- travelling aids;
- assistive technologies for accessible information and communication;
- assistive technologies for daily living;
- phone and tablet applications for blind and visually impaired people.

In view of the objective in the present study, the interest is focused on the tools belonging to the third group of the classification proposed by the European Parliamentary Research Service of the European Parliament. The most common combination of software tools which visually impaired people use in their daily interaction with the computer is a screen reader and a speech synthesizer.

The *screen reader* can be defined as a software application which identifies and interprets what is displayed on the computer screen or recently on mobile device screen too. Feedback to the user is communicated through speech or braille output. Screen readers are form of assistive technology used by blind, visually impaired people or people who have learning difficulties. It is used in combination with other assistive technologies such as screen magnifiers or speech synthesizers.

Access to the content of the display is provided through the accessibility APIs available for the target operating system. For Linux, this is the Assistive Technology Service Provider Interface (AT-SPI), which is a set of tools that provide accessibility to applications designed as GNOME projects. AT-SPI can be used to automatically test user interface with tools like Linux Desktop Testing Project and Dogtail. This API is part of the GNOME Accessibility Framework.

The choice of screen reader depends on many factors, such as platform, cost, and the role of organizations such as charities, schools, and employers. Because of the variety of operating systems, screen readers are

[1] This kind of disabilities belong to the group of the Impairments.
[2] A device used to measure hearing loss.

increasingly associated with the distribution of the operating system. In Microsoft Windows Narrator is included, Apple Mac OS X includes VoiceOver, and the console-based Orca for Linux. Examples of open source screen readers are Linux Screen Reader for GNOME, NonVisual Desktop Access (NVDA) for Windows, browser extensions such as Fire Vox, ChromeVox, etc. In the English-speaking market, the one of the most commonly used screen readers are Freedom Scientific JAWS, GW Micro Window-Eyes and Dolphin Screen Reader.

Other kind of assistive technology for visually impaired people is a *speech synthesizer* which could be a software application or hardware device. As (Hande, 2014) notes other applications of that assistive technology are: to aid to people who are for the deaf and vocally handicapped; who have learning difficulties (for example, dyslexic); for educational purposes (e.g. learning a language); in the field of the telecommunications and multimedia; and in all kind of human-machine interactions (e.g. alarm systems, desktop messages, etc.).

(Furui, 2001) points out the speech synthesis is a process that produces artificial speech for various applications, such as mobile phone service systems, banks, hotel booking systems, applications for reading public messages, reading electronic text, etc. "The speech synthesis methods enable a machine to pass on instructions or information to the user through 'speaking'" (Furui, 2001).

The synthesizers reproduce a text of an electronic document in speech, actions performed with the arrow keys on a keyboard, a joystick or body movements [3]. Depending on the level of improvement, speech may sound unnatural or very similar to the voice of a real person.

As stated by (Onaolapo *et al.*, 2014), the application has two basic modules – Natural Language Processing and Digital Signal Processing components. The first one includes text analyzer, phonetization and prosody generation modules. The second one is responsible for the actual computer "pronunciation" of words, phrases and sentences, which are similar to human speech articulation.

Speech synthesizers have databases that store parts of recorded human speech. When joining them, the synthetic speech is created. The database size of each system and the size of the stored speech units are different. Those that have the largest source base are storing sounds or neighbouring pairs of sounds (so-called "diphones"), but they may lack clarity. The high quality of synthetic speech is achieved by storing whole words or expressions. The synthesizer combines the model of the voice system and other human voice features to create a perfect synthesized voice output.

The most important qualities of the speech synthesis system are naturalness and understandability. Naturality means the outgoing sounds of the system to come closest to human speech. Understandability is related to how much these sounds are easy to perceive. The ideal synthesizer of speech sounds both natural and understandable.

The *screen magnifier* is a form of an assistive software technology for visually impaired people too. Its main application is to increase the size of the display elements (texts and graphics). Every modern operating system has such software. It can be controlled by keyboard shortcuts, computer mouse or trackpad. The software has significantly simplified features. It can increase the entire screen or only the user-defined areas. For users who suffer from macular degeneration, it supports an invertion of the colors on the screen from black-on-white to white-on-black too. This reduces the glare of the screen and helps to users to perceive the content unhindered.

3. A Study of Accessibility Linux Tools

According to a survey conducted among users worldwide, the most commonly used as primary screen readers are Windows-based JAWS with 46.6% users and NVDA with almost 32% users (WebAIM, 2017). They are followed by 11.7% users of Mac OS VoiceOver. Unlike Windows users, those who use Linux do not have a large number of such software applications.

The Linux screen reader, which is the default accessibility tool for the most of the common distributions, is Orca. Popular target systems are Ubuntu, Debian, Fedora and the distributions based on them. It works with BRLTTY – a background process which provides access to the Linux/Unix console for a refreshable braille display and provides complete screen reader functionality (*BRLTTY official website*, 2018). It is free of cost open source software. It supports the Assistive Technology Service Provider Interface (AT-SPI). The application works with multiple Braille displays and speech synthesizers (The GNOME Project, 2019). It supports a speak multicase strings as words. Users could change the spelling of words, pronunciation of digits, configuring keyboard shortcuts.

Orca has very good capabilities to work with various major Linux applications, including office applications. It is fully adapted to Gecko engine of Mozilla which means Orca works well with Firefox browser and Thunderbird email client. Unfortunately, the support of Google Chrome is not at a good level. The application provides an access to dynamically-updated content such as on web pages and IM and IRC clients.

[3] In the case of disabilities in which a person manages a computer only by moving any part of his body, such as eyes, finger, etc.

Unfortunately, the screen reader does not support a Bulgarian version of its graphical interface. Using such software, and if it is distributed free of charge to blind people, persons will be greatly facilitated. On the other hand, as part of The GNOME Project, the application's documentation is supported in many languages, including Bulgarian.

The only screen reader created so far in Bulgarian is the DOS-based and free-distributed Echo developed by Hussein Ismail (Lyubenov, 2005). The inconvenience of this reader is that it does not have a set of functionalities to provide full access to modern computer technology.

At present, Bulgarian users can only use screen readers designed primarily for the Windows operating system. Such are JAWS and NVDA, which have good alternatives to specialized software used to enable them to work with a variety of applications that are accessible to viewers.

As mentioned in the article, in combination with the screen reader, a speech synthesizer is used. Its main function is to provide feedback to the user in the form of a synthetic speech. Linux users are again significantly restricted with regard to the variety of software in this category. The most stable and used Linux-based synthesizers are eSpeak and Emacspeak. The current study is based on the features lists of the products on their official websites and on the tests made for the research purpose by the author of the paper.

„Emacspeak is a speech interface that allows visually impaired users to interact independently and efficiently with the computer." (*Emacspeak - The Complete Audio Desktop*, 2019). Some of the requirements of Emacspeak are Linux-compatible sound card, a hardware or software speech synthesizer and Emacs[4] (Muhammad *et al.*, 2016).

As the official website (*eSpeak text to speech*, 2019) points out, "eSpeak is a compact open source software speech synthesizer". The target platforms of the application are Windows, Linux, Android, Mac OSX and Solaris. Its synthesis speed is between 80 and 390 words in a minute. The naturalness and understandability of the audio output is partial, the well supported language is English. The application has a multivoice and multilanguage support.

Both programs support user vocabulary and reading from audio files and manually added text input (a usable function for users who learn foreign language). They allow adjusting the voice height and reading intensity.

Other features of eSpeak are: supporting of around 40 languages; converting a text to phoneme; possibility to extend the program's database; tracking current processes that the system performs; incomplete SSML support, etc. The product supports multiple voices as well as expanding its database.

Unlike eSpeak, which can be used on different platforms, Emacspeak is designed for Linux and mainly Debian-oriented. Both do not support a user interface in Bulgarian. Unlike Emacspeak, eSpeak can play Bulgarian texts, but unfortunately the synthesis of speech in this language is not as advanced as English support for example. It is related to the so-called "language localization of the user interface" (UI) (Todoranova, Todoranova, 2017). According to the authors, the UI localization requires both language and technical knowledge to ensure its good quality (its correctness).

The applications themselves do not support a voice installation, which can be considered as a drawback from the point of view of blind users. In order for a blind person to install a speech synthesizer on her / his own, a screen reader must be pre-installed on her / his computer with a speech synthesizer built into the operating system.

The first speech synthesizer of Bulgarian speech is Betsy. It was developed in the late 1980s by Borislav Zahariev and improved in 1995 by Toros Hovanesian (Lyubenov, 2005). The synthesizer works in MS DOS-Prompt on Windows 9x. A modern commercial application designed for the Windows NT operating system is SpeechLab 2.0. The program has existed since 2005 and was developed by the Bulgarian Association for Computational Linguistics. The voice of Bulgarian actress Gergana Stoyanova was used. The output speech sounds natural, the intonation contour of the sentences is kept, the user dictionary is maintained, allowing for the addition of abbreviations, new words, special characters, etc. Visually impaired people can get a free individual license for non-commercial use of SpeechLab 2.0 from the Horizons Foundation or the Bulgarian Union of the Blind.

Representatives of the Linux community are also developing distributions that are designed for people with special needs and specially designed for visually impaired users. These are Vinux and b-Linux. Both operating systems are based on Ubuntu with GNOME desktop environment. They work with the Orca screen reader and the built-in speech synthesizer. Visually impaired people have an appropriate contrast, increased user interface components and fonts. The performance of both operating systems is good, which makes them suitable for old machines. Unfortunately, they do not have a voice installer, which would not contribute to better user experience by blind users. In the specific context of this study, we can note as an advantage of b-Linux to Vinux the maintenance of an installer and a user interface in Bulgarian. Vinux has an official translation of only

[4] A family of text editors which are part of the GNU project.

English, Dutch, German, Portuguese and Spanish languages (VINUX, 2018). Another advantage of b-Linux to Vinux is better community support and more complete documentation, including in Bulgarian. Like any modern operating system, these two operating systems also support screen magnifiers with the basic features described in this study.

4. Conclusion

On the base of the comparative study of assistive software tools it could be concluded that the Bulgarian visually impaired users are limited to work with Linux operating system because of the lack of the Bulgarian language support. Disadvantaged people are often dependent on charitable, non-governmental and national representative organizations of people with disabilities. Within Bulgaria, the problems of computer accessibility of people with visual impairments do not seem to give a sufficiently large public response. Software assistive technologies supporting the Bulgarian language and supporting their access to information and communication technologies are limited by the operating system. As the study notes, they are designed for Windows operating system.

„Nowadays information technologies have become a major business function in almost every organization.“ (Sulova, 2018) One of the reasons companies do not direct their efforts to develop applications for Linux operating systems is precisely the Linux ecosystem problems. There is a wide variety of distributions and the variety of differences between them is equally great. In addition, a distribution can be used with a variety of desktop environments, which also create difficulties in developing software applications to such an extent that some applications are not compatible with certain desktop environments for the same distribution. One of the alternatives for Linux users to install and use Windows applications is through the environment created through the Wine application. Unfortunately, such an option does not exist for Windows-based assistive technologies because of the poor interest in these applications running in Linux.

The problems of visually impaired people worldwide have long been popularized and improvements are being made to supporting technologies in every single direction. Some of the innovations in this direction are: tactile text-to-Braille converter, Braille watch, Braille tablet, electro-tactile technology which helps blind users with orientation, mobility, and object recognition (e.g. BrainPort), etc. Such developments are expensive and in many of the cases impossible to buy by the regular user. This requires focusing open source community efforts on developing free open source applications to ensure access to information for people with vision disabilities. It is also necessary to work on developing and improving business processes and software systems in organizations in terms of participation, motivation and engagement of their users (Stoyanova, 2018). “Designing such functionality and integrating it in a more complex system varies in difficulty based on the subject area, it is highly useful if the application has many features and its scope covers various activities” (Bankov, 2016).

Access to the public resources of people with disabilities, provided by modern assistive software technologies, enables them to achieve independence and autonomy. This is also one of the conditions for achieving their better professional realization and their full inclusion in the modern dynamic life.

Literature

(ATIA), A. T. I. A. (2018) *What is AT?* Available at: https://www.atia.org/at-resources/what-is-at/ (Accessed: 13 February 2019).

Accessible (2018). Available at: https://www.merriam-webster.com/dictionary/accessible (Accessed: 12 February 2019).

Bankov, B. (2016) ‘GAMIFICATION IN COMMUNITY-DRIVEN WEB APPLICATIONS’, I, pp. 136–137.

BRLTTY official website (2018). Available at: http://mielke.cc/brltty/ (Accessed: 15 February 2019).

Emacspeak - The Complete Audio Desktop (2019). Available at: http://emacspeak.sourceforge.net/ (Accessed: 15 February 2019).

eSpeak text to speech (2019). Available at: http://espeak.sourceforge.net/ (Accessed: 15 February 2019).

European Blind Union (2018) *About Blindness and Partial Sight.* Available at: http://www.euroblind.org/about-blindness-and-partial-sight/facts-and-figures (Accessed: 15 February 2019).

Flaherty, L., Zimmerman, D. and Hansen, T. H. (2001) ‘International Classification of Functioning, Disability and Health’. Geneva: World Health Organization, p. 303. doi: 10.1007/BF01563914.

Furui, S. (2001) *Digital Speech Processing, Synthesis, and Recognition*. CRC Press.

Hande, S. (2014) ‘A Review on Speech Synthesis an Artificial Voice Production’, *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, 3(3), pp. 8056–8063.

Hansen, W. G. (1959) *Accessibility and Growth of in Partial*. Massachusetts Institute of Technology. Available at: https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/74869.

Litman, T. (2017) ‘Evaluating accessibility for transport planning evaluating accessibility for transportation planning’, *Victoria Transport Policy Institute*, (January 2008), p. 49. doi: 10.1016/j.jth.2017.05.359.

Lyubenov, V. (2005) *What is needed to a person without a vision to work on a computer? (in Bulgarian)*. Available at: https://bezmonitor.com/pc_blind.htm (Accessed: 15 February 2019).

Mordini, E. et. al. (2018) ‘Assistive technologies for people with disabilities. Part II: Current and emerging technologies’. EPRS | European Parliamentary Research Service, European Parliament, p. 76.

Muhammad, A. *et al.* (2016) ‘Assistive Technology for Disabled Persons’, *Proceedings of the 2015 International Conference on Recent Advances in Computer Systems*, pp. 74–80. doi: 10.2991/racs-15.2016.12.

NetApplications.com (2019) *Operating System Market Share*. Available at: https://bit.ly/2SPmaIS.

Onaolapo, J. O. *et al.* (2014) ‘A Simplified Overview of Text-To-Speech Synthesis’, in *In the Proceedings of the World Congress on Engineering 2014*, pp. 582–584.

Penchev, B. (2016) ‘EFFECTIVENESS OF A CONCEPTUAL MODEL FOR INCREASED MOBILE BANKING SECURITY’, *Serdica Journal of Computing*, 10(1), pp. 49–62.

Stoyanova, M. (2018) *APPLICATION OF THE GAMIFICATION CONCEPT IN PROJECT MANAGEMENT SOFTWARE SYSTEMS*. Varna: MONOGRAPHIC LIBRARY “KNOWLEDGE AND BUSINESS”.

Sulova, S. (2018) ‘Association Rule Mining for Improvement of IT Project Management’, 7(4), pp. 717–722. doi: 10.18421/TEM74-03.

The GNOME Project (2019) *Orca’s Preferences*. Available at: https://help.gnome.org/users/orca/stable/preferences.html.en (Accessed: 15 February 2019).

Todoranova, L.; Todoranova, A. (2017) ‘Incorrectly Transmitted Computer Terminology and Strategies to Overcome Non-Equivalence (in Bulgarian)’, *Izvestia Journal of the Union of Scientists - Varna. Economic Sciences Series,* 2, pp. 209–216.

VINUX (2018) *VINUX official website*. Available at: https://www.vinux.org.uk/ (Accessed: 15 February 2019).

WebAIM (2017) *Screen Reader User Survey*. Available at: https://webaim.org/projects/screenreadersurvey7/ (Accessed: 14 February 2019).

World Health Organization (2018) *Blindness and vision impairment*. Available at: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment (Accessed: 15 February 2019).

Smart Compliance or How New Technologies Change Customer Identification Mechanisms in Banking

Nedyalko Valkanov[1]

[1] University of Economics, Varna, Bulgaria
n.valkanov@ue-varna.bg

Abstract. Modern banking undoubtedly engages with the world of high technologies. The potential of big data, artificial intelligence and blockchain technology is realized more and more as an opportunity by credit institutions in order to remain competitive against fast entering FinTech sector. Apart from their commercial application modern technologies appear to be an important factor for improvement of banks` systems for customer identification. The article examines the possibilities for adoption of smart technologies in different customer identification activities outlining several perspectives for their future development.

Key words: banking, compliance, big data, artificial intelligence, blockchain.

1. Introduction

Just a quarter of a century ago Bill Gates pronounces his famous phrase that "banking is necessary, banks are not" predicting the appearance of the "FinTech" sector and the new way of collaboration between finance and information technology industries, especially in the field of banking. Of course, since then banks did not disappear, but they are significantly different chiefly in terms of their engagement with information technologies. Today interconnection between financial sector and high technologies is more than obvious. Furthermore, it is becoming an important driver for implementation and development of different high-tech achievements. For example, first blockchain-based payment systems operated by banks are already a reality, tools using artificial intelligence (AI) are entering in front office operations and information analysis based on big data techniques is more than a necessity.

One not so visible application of these innovations is their usage in different front and back office procedures and operations ensuring adherence to regulatory requirements against money laundering and financing of terrorism, also known as AML / CTF compliance.

The research focuses on possibilities for adoption of smart technologies for the needs of customer identification and monitoring of operations in banking, aiming to outline the parameters of one new type of cooperation between newest IT achievements and basic compliance mechanisms for internal control. Forming the framework of present-day interaction of regulatory related activities in banking with innovations from the technological sector, the study argues the opinion contemporary compliance systems in banking institutions unconditionally rely on integration with advanced technologies in three specific directions, and namely: big data, artificial intelligence and blockchain. Moreover, their utilization in everyday control activities change the face of traditional compliance approaches. On this basis are concluded several perspectives for future development of the customer identification process.

2. New challenges ahead mechanisms for customer identification

Since the terrorist attacks of 11th September 2001 and following adoption of the Patriot Act in the United States, the requirements for customer identification in almost all social and business spheres has risen dramatically. War on terrorism led to formation of huge black lists and databases containing enormous lists with information for individuals and their identities, as well as their variations and different identification criteria, banks have to observe and compare with own customer databases.

Definitely banks are among institutions most affected by stricter identification rules. Meanwhile anti-money laundering (AML) legislation evolves bringing new obligations for customer due diligence, record keeping and transactions monitoring. For example, EU`s thematic anti-money laundering directive (AMLD) undergoes four significant amendments since 2001 imposing a broader scope of anti-money laundering measures[5]. Authentication of beneficial owners of juridical customers, discovering business relationships and detection of unusual or suspicious transactions are amongst the measures banks are responsible to impose.

Stringent legislation however is not an immediate prerequisite for effective and immediate success in prevention of money laundering and terrorist financing. Investigations of independent international organizations like ICIJ6 and OCCRP7 gave publicity to different cases of illegal concealment of funds with direct or indirect participation of banking institutions. More specifically, Liechtenstein Tax Affair (2008), Offshore Leaks (2013), Russian Laundromat (2014), Luxembourg Leaks (2015), Swiss Leaks (2015), Panama Papers (2016), Panama Papers (2017), Azerbaijani Laundromat (2017) are few prominent cases illustrating vulnerability of global banking system to tax evasion, money laundering and concealment of capitals through offshore financial centers. Economic sanctions, embargoes and different kinds of restrictions towards specific countries and political regimes increase the impetus to disguise the origins of money by illegal financial transfers, involving banks as main providers of wire transfer services.

In addition, latest scandals connected with illegal transfer of funds from Russia to EU countries by bank operations mainly in the Baltic region, made credit institutions like ABLV (closed by regulators in 2018), Danske Bank, Swedbank, Nordea and Deutsche Bank to be blamed for allowing money laundering in large scale8. Impressive is the amount of following sanctions imposed by financial regulators to some of world`s largest banking institutions. According to some calculations, for the period 2008-2018 their size exceeds the amount of $23 billion (Glynn, 2018).

Technological innovations in the financial sphere are another major driver for improvement of customer identification methods. Appearance of cryptocurrencies and connected with them new types of virtual payment systems challenge the capability of traditional software applications for customer identification and transactions monitoring. Meanwhile, the adoption of Payment Services Directive 2 (PSD2) in EU led to institutionalization of the possibility for open banking, allowing access of third party payment providers to banks` payments infrastructure.

All mentioned prerequisites require a significant update of existing preventive mechanisms. Traditional consideration of technological factor in the field of prevention as subsequent is no longer valid after turbulent transformation from last years proves the fact that new IT achievements provoked a change in the way of creation and distributions of financial products. Today, according to some opinions, large banking institutions tend to be technology companies as well (Crowe and Turner, 2016). Although this understanding is more common in terms of banks' commercial activities, its validity is fully justified from compliance perspective. Revised legal framework, increased regulatory demands and last but not least, gaining more complexity schemes for illegal transfer of funds through the channels of financial system bring the necessity for a holistic approach which includes: 1) consolidation of all prevention activities into integrated prevention inside bank institutions; 2) engagement of critical risk management activities like internal control and compliance functions into a single mechanism and 3) research, development and implementation of advanced technological decisions outrunning the development of techniques for avoidance of identification and disguising the origin of funds. Critical for the third mentioned direction is the extent to which banks will manage to implement own smart solutions based on big data, artificial intelligence and blockchain technologies.

Such development is predetermined, and indicative in this respect is the significant amount spent by present-day financial institutions on different compliance-orientated initiatives. According to some analysis compliance spending of financial institutions in 2017 took about 4% (around $270 billion) of their income with expectations this percentage to increase to 10% in 2021 (Juniper Research, 2017), while other sources estimate this growth to boost to 20% in near future (Grigg, 2017: 4).

3. The potential of big data and AI

Nowadays effective customer identification requires usage of different databases containing negative information about individuals and corporate entities. Also called black lists these information sources include different kind of negative information and could be classified in following two categories:

---

[5] First thematic EU legislation on prevention of the use of the financial system for the purpose of money laundering is adopted in 1991 by Directive 91/308/EEC, replaced by: Directive 2001/97/EC (AMLD2) in 2001, Directive 2005/60/EC (AMLD3) in 2005, Directive (EU) 2015/849 (AMLD 4) in 2015, which latest amendments by Directive (EU) 2018/843 in 2018 represent its fifth version (AMLD5). AMLDs impose the recommendations of the Financial Action Task Force on Money Laundering (FATF) – an intergovernmental organization, established as initiative of G7 countries in 1989 with mission to "set standards and promote effective implementation of legal, regulatory and operational measures for combating money laundering, terrorist financing and other related threats to the integrity of the international financial system". FATF`s recommendations are recognized as a basic framework used in national anti-money laundering and counter-terrorist financing standards – see: http://www.fatf-gafi.org/about .

[6] International Consortium of Investigative Journalists (https://www.icij.org) .

[7] Organized Crime and Corruption Reporting Project (https://www.occrp.org) .

[8] See more in details in Valkanov, 2019: 16-23.

- *Internal databases*, including information for: clients with negative reputation; individuals, classified as “Politically Exposed Persons” (PEPs); individuals and corporate entities (customers and noncustomers) object of requests made by different authorities and etc.
- *External databases*, that include data from different external sources like: United Nations Security Council Consolidated List, Consolidated list of persons, groups and entities subject to EU financial sanctions, Specially Designated Nationals and Blocked Persons List of the US Office of Foreign Assets Control (OFAC) and etc.

External databases are compiled outside the banking system by various organizations and institutions and complying with them is mandatory for global banking community and especially for banks operating in US and EU. In essence, comparison of existing clients databases with various exogenous data sets should not be considered as a potential problem for banking institutions. However, the practical application of this task reveals some difficulties. While in the case with internal bases, compiled by banks, the possibility of synchronization with customer files is greater, the comparison with the external databases in some respects is practically impossible due to different data formats, lack of compatibility, different transliteration between names written in Latin to/from other alphabets and etc. (Valkanov, 2010: 15-19).

Another challenging moment is growing importance of cross-institutional information sharing between different financial institutions. As laid down in the spirit of FATF`s Recommendations and latest EU AMLDs, this kind of information exchange is considered to be important factor for strengthening the efficiency of different preventive measures. A logical assumption here is different information systems may complicate or even make inapplicable import and checkup of existing customer databases with information received by partners. Multiple external sources containing non-structured (noSQL) data lead to inefficiency expressed in overlapping data, loss of information, incorrect verification, longer time for checkup and etc. (see Figure 1).

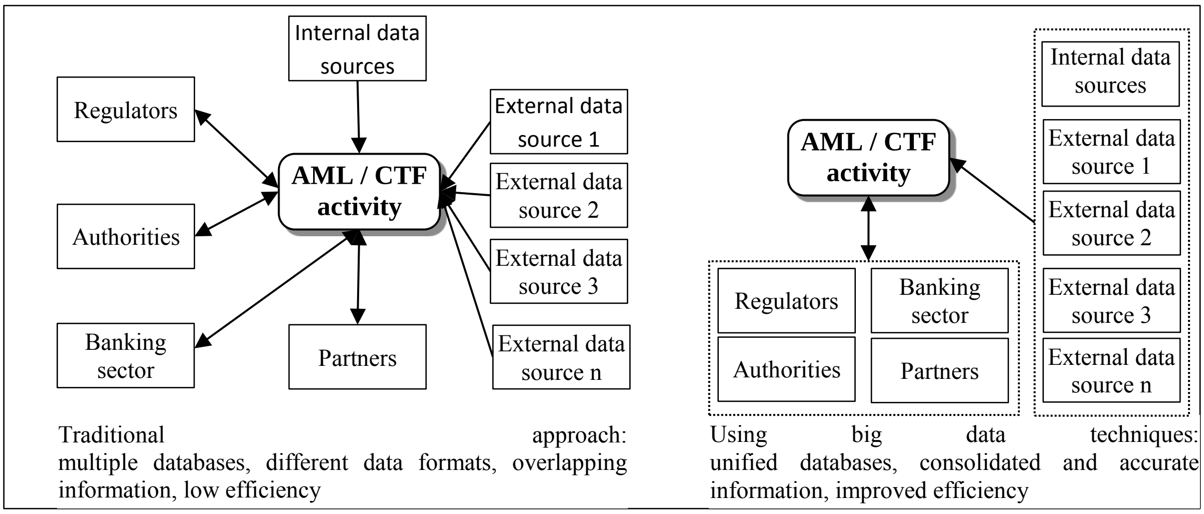

Figure 1. Optimization of AML/CFT customer identification using big data
Source: Own elaboration

On the contrary, using big data techniques customer identification process takes less time and ensure verification from unified information source, as well as single channel for communication with regulators, authorities and partners. Thereby innovative techniques for big data manipulation solve the problem with voluminous, non-structured and heterogeneous data, improving efficiency of AML/CTF compliance activities performed in every day bank operations. In other words, often referred “3-Vs” of big data – volume, velocity and variety, are fully applicable when discussing the needs of databases used in contemporary compliance activities. The following two could also be added to the above mentioned parameters – veracity and value. In other words, taking into account increasing degree of virtualization in banking, the modern sound of traditional understanding “know your customer” could be expanded to “know your customer and know your data”.

According to Forrester Consulting research, including in-depth surveys with IT, line-of-business, and data science professionals in global enterprises, here could be highlighted four key points connected with penetration of big data technologies: 1) ninety-eight percent of companies invested in big data and data analytics technologies take into account benefits from their current data; 2) although still relatively small amount of data management it processed in cloud, an increase of cloud-based data analytics is observed; 3) a trend towards integrated platforms providing data management, analytics and insight execution is reported; 4) cloud-based labs are considered as accelerators for innovations (Forrester Consulting, 2017: 3).

Even taking into consideration the specifics of banking business, and more exactly observing of bank secrecy and generation of sensitive information in result of bank operations, new approaches for manipulation of large scale, complex and heterogeneous databases could be considered as a good opportunity for optimization of different compliance processes and especially of these responsible for customer identification. As shown in Figure 1, the potential of big data could unify different reference databases containing negative customer information (black lists). In addition, possibility for carrying out this information to the cloud is a potential initial step in creation of common databases with other banks and financial institutions, as well with regulators and authorities.

In this line of thoughts should be noted the presence of another innovation from last years, and namely specialized RegTech firms. As part of the FinTech industry their appearance is connected with distributions of specific regulatory related services to financial institutions[9]. Operating mainly in five directions – regulatory reporting, risk management, identity management and control, compliance and transaction monitoring, RegTechs could be characterized as new types of partners banks could partially or entirely share different AML/CTF compliance tasks. A concrete example in support of this opinion is a Bain & Company`s research according to which for a large scale bank one full know your customer (KYC) verification of clients database during onboarding would cost $10 million and will take up to two years, while using service from RegTech the same procedure will take three months and would cost around $300 thousand (Memminger, Lin and Keswakaroon, 2016).

Application of mentioned above technological benefits in most cases would be impractical without integration of another invading technology what is the artificial intelligence. Commonly defined as simulation of human behavior by computers, the potential of that technology is more and more seen as a peculiar nostrum for optimization of different business processes. Financial, and especially banking, industry does not fall behind this trend – robo-advisors, bot chats, automated systems for high-frequency trading and etc. have already been accepted as part of conventional banks` marketing, commercial and trading arsenal. Likewise, tools using machine, self and deep learning of software are entering in daily compliance operations. [10]

Applicability of AI in AML / CTF compliance could be examined in following three directions:

- as a tool for collection of information from different sources – internal and external databases, documents, accounts, customer files and etc.;
- as mechanism for discovering and analysis of relations, interdependences, anomalies and red flags "unseen" by traditional software;
- as a tool facilitating generation of different internal and external reports such as: reports for suspicious operations, cash transaction reports and others.

More specifically, some examples of concrete AI-innovations already used in tasks for customer identifications are tools for:

- text and images recognition;
- recognition of biometric parameters (face, fingerprints, voice, speech);
- robotic process automation;
- analysis based on data mining, predictive modelling, case-based reasoning et. al.[11]

4. Blockchain-based KYC

Appearance of cryptocurrencies and especially Bitcoin in 2009 created a new possibility for secure data storage and sharing, based on the blockchain technology[12]. Apart from virtual currencies, distributed ledger technology (DTL) allowing formation of secure shared ledgers comes in strong in finance with first smart contracts, transaction systems and common databases[13].

[9] Detailed and exhaustive list of RegTech firms is given by Deloitte`s RegTech research from 2018, available on: https://www2.deloitte.com/lu/en/pages/technology/articles/regtech-companies-compliance.html.

[10] Representing a basic part of artificial intelligence, machine learning represents the ability of software to make independent decisions. Common understanding is machine learning to be classified as unsupervised learning – when solutions taken by the software are based on its own logical interpretation of the input-output data and supervised learning – when decisions are based on previously entered information about the expected result.

[11] See more in details in Grasshoff et. al., 2017: 6-8.

[12] Cryptographic mechanism for recording and storing information in the form of a continuous sequence of encoded records, called "blocks", modification of which is impossible without being reflected in all subsequent blocks.

[13] Although concerns about possible breaches in security more and more facts prove banks perceive new technology more as an opportunity than as a threat. Just a few examples here are: The Crypto 2.0 Pathfinder Program launched in 2015 by UBS; KBC`s Digital Trade Chain (DTC) blockchain application for SMEs, launched in 2016; Banco Santander`s One Pay FX payment system, based on code of Ripple cryptocurrency being operational since 2018; the successful test of joint mutual funds transactions using blockchain by Credit Suisse and Portuguese Banco Best in 2019; SWIFT`s initiative "Proof of

In the field of customer identification for the needs of AML and CTF compliance, blockchain could be examined according to its potential for secure sharing of information between different counterparties. Present situation requires banks, regulators and authorities to create separate lists (databases) with negative information without practical possibilities for cross-sharing. Ability of DTL technology to require approval from each participant in the network before making a change in the database and the impossibility for data manipulations like backdated deletions offer a good opportunity for improving the present state of present KYC procedures.

Possible benefits coming from sharing databases between financial sector and authorities could be:

- expanding the volume, quality, exhaustiveness and credibility of used data sources;
- unification of different and composite data structures, parameters and etc. (for example, the variations in transliteration of names);
- verifying regulators and authorities, financial institutions are provided with necessary and comprehensive information;
- possibility for real time updates of information.

Usage of common blockchain databases could be referred also to concrete daily activities such as account opening. As shown in Figure 2, application of DLT databases could save different front, middle and back office operations for proceeding, verification and validation of data. Of course, such optimization does not exclude human factor, but it will inevitably lead to reduction of compliance costs. The role of employees in such automated process is in their capacity as operators, instructors and supervisors of their "smart" software assistants.

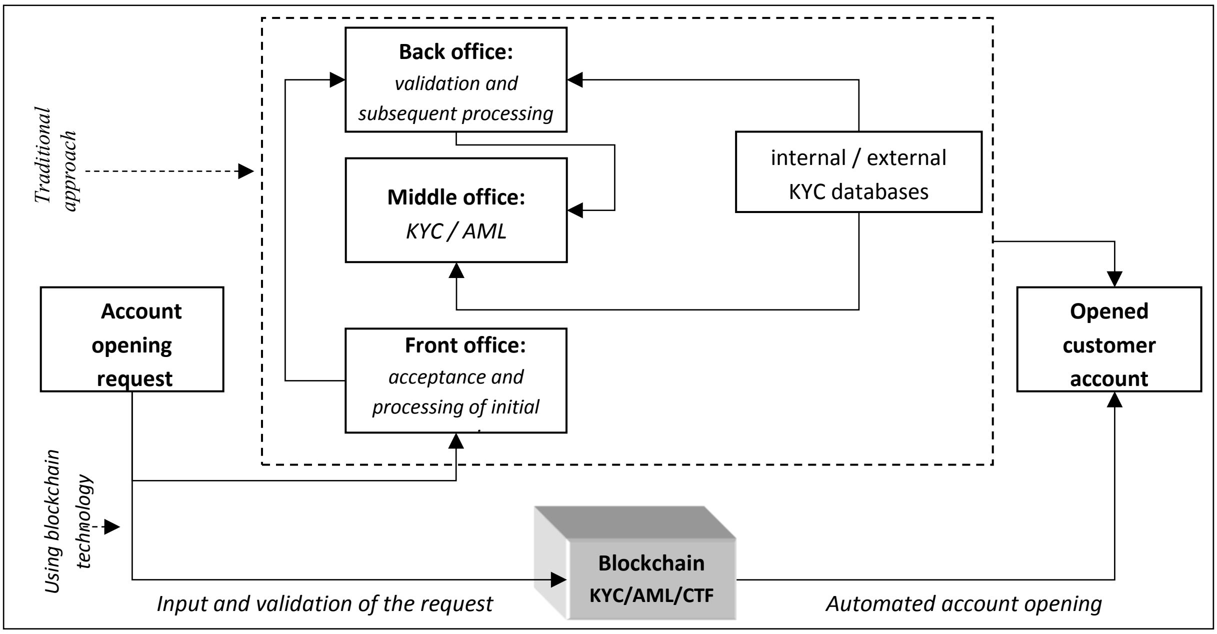

Figure 2. Example for blockchain-based account opening procedure
Source: Dintrans et al. 2017: 10.

Neo banks, working entirely in virtual environment without presence of traditional physical infrastructure, like Monzo and Atom bank, already proved reliable approaches for distant identification and validation[14]. Number of examples will drastically increase if adding payment service providers like Pay Pal, Amazon Pay, Ant Financial and etc. Although their infrastructures are not based on DLT, all they represent an illustration for successful distant identity management. And if adding the infrastructures of dozens of cryptocurrencies payment systems, despite their different treatment among regulators in different countries, we can outline the borders of a trend towards decentralization. From this perspective as more frequent could be classified comments like that "DLT could be the next privacy frontier for industries and individuals" (Capgemini, 2019: 10).

Illustrative for the extent financial regulators see the potential of DLT as a basis for reliable KYC is the following example. In 2017 the Monetary Authority of Singapore (MOS) together with three banks, operating in the country (HSBC, Mitsubishi UFJ Financial Group and OCBC) conduct a test for estimation the levels of

Concept" to analyze and test the potential application of blockchain technology, supported by some of worlds` largest banks and etc.

[14]See:https://community.monzo.com/t/identification-documents-requirements/23414; https://www.atombank.co.uk/security .

functionality, security and scalability of blockchain-based KYC utility. The tool passes the MOS`s tests and in addition demonstrates ability for cost savings between 25 and 50% by reduction of duplications and providing a clear audit trails (Maguire and Chia, 2018: 2).

5. Vectors for future development

Taking into consideration latest trends in AML compliance technological factor retains its leading positions.[15] Mentioned above innovations – big data, AI and blockchain, could be determined as basis for future development of different smart activities in bank AML / CTF compliance, classified in five separate categories (see Table 1):

- collection and distribution of data used for generation, unification of multiple information sources and sharing them with counterparties;
- data analysis representing smart analysis of available information by AI in order to detect anomalies, red flags and relationships which remain invisible when using conventional software tools;
- machine learning that gives the possibility for constant improvement of software`s abilities by letting AI teach himself;
- speech recognition which adds additional abilities for authentication and identity management;
- automation of processes and robotization which leads to reduction of compliance costs and time needed for different identification procedures.

Of course, offered arrangement is more exemplary in nature and without pretentions for exhaustiveness. However, specified areas of innovation, together with the respective smart tools and technologies could be considered as main drivers for development of AML and CTF compliance in near future. Witnessing to such assertion are various examples from banks` practice showing more and more research and development initiatives of large credit institutions focusing on blockchain, big data and AI. Their adoption in overall innovation policy of banks is a desirable but not a mandatory condition.[16] Especially for middle and small sized banking institutions, where cooperation with RegTech sector could be perceived as cost saving. Being specialized providers of such solutions, RegTech firms launch a new type of cooperation and collaboration with traditional financial institutions, based on creation of low cost technological know-how. Such cooperation can also be considered as an appropriate opportunity for reducing of otherwise constantly growing compliance spending.

Adoption of latest high-tech solutions customer identification process imposes the platform vision for its development[17]. In the context of contemporary understanding for shared services (Software as a Service, Infrastructure as a Service, Platform as a Service) could be proposed the understanding for Compliance as a platform (CaaP), illustrating a system of inbound and outbound correlations between compliance and other components of the internal and external environment. AML and CFT compliance related activities could be considered as major and integral elements of such framework.

[15] As summarized by ComplyAdvantage top 7 trends for 2019 are: 1) increased information sharing between financial institutions; 2) need for more information on Ultimate Beneficial Owners; 3) application of AML rules for crypto-businesses and virtual assets; 4) demand for automated AML driven by FinTech; 5) overhaul of regulatory regimes; 6) more complex sanctions landscape; 7) necessity for sophisticated transaction monitoring solutions (ComplyAdvantage, 2018).
[16] A comprehensive study about innovation processes in banking presents Vachkov, 2015.
[17] The platform concept describes an environment integrating different technologies and accessed by different users.

Table 1

Smart activities in AML / CTF compliance

Category	Innovations	Smart tools and technologies	Areas of application
Collection and distribution of data	Big Data	Unification of different NoSQL databases	Customer identification AML/ CTF General compliance activities
	AI	Conversion of analog information into digital data	
	Blockchain	Information sharing via DLT Blockchain-based KYC	
Data analysis	Big Data	Knowledge discoveries in database	Customer identification AML/ CTF General compliance activities Internal audit inspections
	AI	Rules-based expert systems Voice and speech recognition Recognition of faces, pictures, handwritten texts	
Machine learning	Big Data	Discovery of relations, anomalies and red flags in databases	Customer identification AML/ CTF General compliance activities Internal audit inspections
	AI	Discovery of relations, anomalies and red flags in databases	
Speech recognition	Big Data	Authorization of profiles Verification of distant operations	Customer identification AML/ CTF General compliance activities
	AI	Syntactic and semantic analysis of human speech Automated voice reactions Conversion of text into speech Machine translation	
Automation of processes and robotization	Big Data	Monitoring of transactions and operations Detection of anomalies and red flags Regulator reporting	Customer identification AML/ CTF General compliance activities
	AI	Monitoring of transactions and operations Verifications in databases Detection of anomalies and red flags Regulatory reporting	
	Blockchain	Automated accounts opening Automated verification of profiles Verifications in databases	

Sources: Grasshoff et al., 2017: 7; own elaboration.

Similar to modern high-tech world, where one does not need to be only a software engineer in order to participate in (for example technology sphere also needs software architects, project managers, designers, hardware specialists, and a number of other professions), platform view for compliance merges application of different technologies. From this perspective, vision for CaaP presumes integration of different types of resources and expertise, derived from various managerial and organizational centers in bank organization (e.g. risk management, internal audit, IT and etc.), their technological provisioning and subsequent application at operational level. Such vision lines with proposed by Basel Committee on Banking Supervision understanding for the compliance function in banks, which “should, on a pro-active basis, identify, document and assess the compliance risks associated with the bank’s business activities, including the development of new products and business practices, the proposed establishment of new types of business or customer relationships, or material changes in the nature of such relationships”, while technology “can be used as a tool in developing performance indicators by aggregating or filtering data that may be indicative of potential compliance problems” (BCBS, 2005: 14).

Furthermore, introducing latest technology solutions with high potential for future development, customer identification activities receive the opportunity to turn from cost accumulating budget sources into potential innovation accelerators benefiting the whole banking organization.

6. Conclusion

Even formally considered as a kind of technical activity, reliable customer identification remains a major challenge facing the modern banking sector. In support of such assumption are numerous cases of money laundering finding publicity during last years. The huge amount of sanctions, imposed to some of world's largest banks and increasingly burdening their balance sheets, should not be underestimated either. From this point of view, as a potential opportunity for improving the level of customer identification in respect of AML / CTF activities could be considered outlined innovations in the field of big data, AI and blockchain. However, it should not be forgotten the predominant role of the human factor even when possessing most sophisticated technical and software innovations.

Literature

Basel Committee on Banking Supervision, BCBS (2005). *Compliance and the compliance function in Banks*, April 2005 (https://www.bis.org/publ/bcbs113.pdf).

Capgemini (2018). *Top 10 Trends in Payments: 2019. What We Need to Know* (https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2018/12/Top-10-Trends-in-Payments-2019.pdf).

ComplyAdvantage (2018). *Top 7 Trends in AML Compliance for 2019* (https://complyadvantage.com/blog/aml-compliance-trends-2019).

Crowe, P., M. Turner (2016). JPMORGAN: 'We are a technology company'. *Business Insider*, 23 February 2016 (https://www.businessinsider.com/marianne-lake-says-jpmorgan-is-a-tech-company-2016-2).

Deloitte (2018). *RegTech Universe. Take a closer look at who is orbiting the RegTech space*. (https://www2.deloitte.com/lu/en/pages/technology/articles/regtech-companies-compliance.html).

Dintrans, Ph., A. Anand, M. Ponnuveetil et al. (2017). How Digital 2.0 Is Driving Bank`s Next Way of Change. *Cognizant* (https://www.cognizant.com/whitepapers/how-digital-2-0-is-driving-banking-s-next-wave-of-change-codex2865.pdf).

Eramba (2018). About us (http://www.eramba.org/about).

Forrester Consulting (2017). Going Big Data? You Need A Cloud Strategy, *A Forrester Consulting Thought Leadership Paper*, Commissioned by Oracle And Intel, January 2017 (https://www.oracle.com/webfolder/s/delivery_production/docs/FY16h1/doc34/OracleBigDataTLP.pdf).

Glynn, L. (2018). 2008-2018: Assessing the Impact of Global AML & Sanctions Fines. *Fenergo* (https://www.fenergo.com/resources/blogs/assessing-the-impact-of-global-aml-sanctions-fines.html).

Grasshoff, G., B. Gehra, V. Villafranca, et. al. (2017). Tran*sforming Bank Compliance with Smart Technologies*, The Boston Consulting Group, 18 July 2017 (http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Transforming-Bank-Compliance-with-Smart-Technologies-July-2017-2_tcm9-164957.pdf).

Grigg, I. (2017). Identity In-Depth, *R3 Reports* (https://www.r3.com/wp-content/uploads/2018/04/Identity_InDepth_R3.pdf).

Juniper Research (2017). *How Regtech Can Save Banks Billions?* Whitepaper. (https://www.juniperresearch.com/document-library/white-papers/how-regtech-can-save-banks-billions).

Maguire, E., T. Y. Chia (2018). *Could blockchain be the foundation of a viable KYC utility?* KPMG International (https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2018/03/kpmg-blockchain-kyc-utility.pdf).

Memminger, M., E. Lin, D. Keswakaroon (2016). The coming boom in 'Regtech'. *Bangkok Post*, 16 December 2016 (https://www.bangkokpost.com/business/news/1160941/the-coming-boom-in-regtech).

Vachkov, St. (2015). *Innovations – New Normality in Banking*. Varna: Science and Economics.

Valkanov, N. (2019). *Banking System and Money Laundering*. Varna, E-Litera Soft.

Valkanov, N. (2016). Through Compliance Management to Regulatory Efficiency in the Financial Sector, *Financial Science – Between Dogmas and Reality*, Varna, Science and Economics, pp. 400-445.

Valkanov, N. (2013). Essence and Positioning of “AML Compliance” Activity in Architecture of Contemporary Banking Organization, *Finance and Sustainable Development*, Varna, Science and Economics, pp. 314-358.

Valkanov, N. (2010). Prevention the Access of Illegal Capitals to Banking System Using External Databases with Negative Information. *Finance, Frauds, Audit*, vol. 1, pp. 14-20.

ЕЛЕКТРОННО СПИСАНИЕ „ИКОНОМИКА И КОМПЮТЪРНИ НАУКИ“, БРОЙ 2, 2019,
ISSN 2367-7791, ВАРНА, БЪЛГАРИЯ
ELECTRONIC JOURNAL “ECONOMICS AND COMPUTER SCIENCE”, ISSUE 2, 2019,
ISSN 2367-7791, VARNA, BULGARIA

Финансово счетоводни аспекти на трансферните цени

Анита АТАНАСОВА

Икономически Университет – Варна
aatanasova@ue-varna.bg

Резюме. Цел на настоящата публикация е да се извърши логически анализ на финансово счетоводните аспекти на трансферните цени. Интересът към трансферните цени расте в последните години, но не и от гледна точка на тяхното финансово счетоводно отражение. Основните насоки на разглеждания проблем от финансово счетоводна гледна точка са оценките на сделки между свързани лица, текущо счетоводно отчитане и документиране, отразяване във финансовите отчети и оповестяване на сделките по трансферни цени. Направен е опит за сравнение между възможните подходи и методите за трансферно ценообразуване според Международните счетоводни стандарти, Националните счетоводни стандарти, данъчните изисквания и приложимите методи от гледна точка на управленското счетоводство. Обобщени са възможните ефекти от приложението на трансферните цени във финансовите отчети. Разгледано е финансово счетоводното разбиране за свързани лица и изискванията за оповестяване по Националните счетоводни стандарти и по Международните счетоводни стандарти. Основните изводи в статията могат да се обобщят: 1.Оценката на сделки по трансферни цени трябва да гравитира около пазарната цена, независимо от приложимата счетоводна база; 2.Методите за трансферно ценообразуване са област, в която е наложително да се прилага комплексен подход- финансово счетоводен, данъчен, управленско счетоводен, за да се балансират различни интереси и нормативни изисквания; 3.Най- използваните инструменти за ерозиране на данъчната база (BEPS), свързани с трансферни цени, имат съществен данъчен ефект, но от тях произтичат и сериозни деформации на финансовите отчети в множество предприятия- както по размер, така и по характер на отразяваните обекти. Този аспект на проблема се нуждае от сериозни емпирични проучвания; 4.Необходима е промяна на международната и национална нормативната уредба, свързана с финансово счетоводните аспекти на трансферните цени, с цел повишена яснота, прозрачност, информативност и сравнимост; 5.Наличието на нормативна база- финансово счетоводна и данъчна, не е достатъчна за решаване проблемите, свързани с трансферните цени. Повишаване на нивото на компетентност у всички професионалисти и активен контрол- вътрешен и главно външен, трябва да допълнят процеса, за да бъде той ефикасен. Доброволно и напълно прозрачно оповестяване на сделки между свързани лица е малко вероятно. Затова е желателно да има действаща система от стимули и санкции по отношение спазването на нормативните изисквания относно трансферните цени.

Ключови думи: оценка на сделки между свързани лица, методи на трансферно ценообразуване, ерозиране на данъчната база (BEPS), международни счетоводни стандарти (IAS), управленско счетоводство.

1. Въведение

Трансферните цени се разглеждат в теорията и практиката главно от данъчна гледна точка, от управленско-счетоводна гледна точка, от гледна точка на международния икономикс и маркетинг. Извън вниманието на изследователите остават финансово счетоводните аспекти на трансферното ценообразуване. Те също се нуждаят от изясняване, защото са важни за достоверното представяне на имущественото и финансово състояние на предприятията. Целта на публикацията е да очертае възможните аспекти на проявление на трансферните цени от гледна точка на финансовото счетоводство. Не са обект на внимание в настоящата публикация икономическите, данъчните и управленско счетоводни аспекти на трансферното ценообразуване. Тяхното използване, доколкото това е направено, е със сравнителна цел- за постигане на по- цялостна картина за разглеждания проблем.

Считаме, че има няколко направления, по които трябва да се търсят финансово счетоводните аспекти на трансферните цени, в най широкото им разбиране като цени при сделки между свързани лица:

- Оценка на сделките между свързани лица;

- Текущо счетоводно отразяване на тези сделки;
- Отражение на сделките по трансферни цени във финансовите отчети;
- Оповестяване на сделките между свързани лица по трансферни цени.

2. Оценка на сделките между свързани лица, за целите на финансово счетоводното им отражение

На първо място по отношение на трансферното ценообразуване възниква въпросът за оценката на сделките между свързани лица, в това число и от финансово счетоводна гледна точка. Цената на сделките при свързани лица е винаги по същността си трансферна цена. Сделките между свързани лица могат да имат друга причина извън нормалните пазарни икономически причини, затова и оценката им може съществено да се различава от сделките между несвързани лица.

От гледна точка на финансовото счетоводство не съществува пряка регулация по отношение оценката на сделки по трансферни цени за предприятията, прилагащи Международни счетоводни стандарти (МСС/МСФО). Няма счетоводен стандарт или законово изискване, което да определя как да се извърши оценката на подобни сделки. Но съществува косвена подсказка в МСС24 „Оповестяване на свързани лица“ т.23 (IAS/EU, 2018) по каква оценка се предполага че трябва да са тези сделки. „Оповестявания за това, че сделки между свързани лица са осъществени при същите условия, като преобладаващите сделки при справедливи пазарни условия между независими, осведомени и желаещи страни, се извършват само когато тези условия могат да бъдат доказани.“ Стандартът предполага, че сделките между свързани лица, т.е. сделките по трансферни цени трябва да могат да се сравнят със сделките между несвързани лица. Условието за сравнение от гледна точка на оценката е и двата вида сделки да се извършват по неманипулирани пазарни цени, като резултат на сделка при справедливи пазарни услови и между добре осведомени и не подложени на натиск от какъвто и да е вид, купувач и продавач.

За предприятията, прилагащи Националните счетоводни стандарти (НСС) като рамка за счетоводно отчитане, има по- голяма яснота за подхода при оценка на трансферните цени от финансово счетоводна гледна точка. НСС24 т.3.1.„Оповестяване на свързани лица“ (NAS/CM, 2015) съдържа по-конкретен текст който насочва към ползване на определени методи при оценката на сделки между свързани лица. Стандартът допуска, че може да има влияние върху оценката на сделката фактът, че се извършва между свързани лица. За да се установи какъв е този ефект, следва да се направи сравнение между сделки осъществени между свързани лица и такива, осъществени между несвързани лица. „При определяне на цената на сделките между свързани лица се прилагат най-често следните методи:

а) метод на съпоставимата неконтролирана цена….;

б) метод на препродажната цена….;

в) метод "разходи плюс….".

Подходът на НСС 24 „Оповестяване на свързани лица“ за оценка на сделките между свързани лица е пазарно ориентиран. Два от трите предложени методи за определяне на цената на сделките между свързани лица са пазарни по своята същност, а третият, макар и базиран на разходния подход е съобразен с пазарните условия. Описаните методи по НСС 24 „Оповестяване на свързани лица“ лаконично обясняват спецификата на сделките при които е препоръчително да се ползва всеки от методите. Всички представени методи са подчинени на общото изискване оценката на сделките между свързани лица да не се отличава от оценката на сделки между несвързани лица. Този подход като логика напълно съвпада с лаконичната насока на МСС 24 „Оповестяване на свързани лица“, както и с данъчния подход по отношение регламентацията на методите за ценообразуване.

Съществуват серия от данъчни национални и международни норми, които все по- настойчиво коментират и регулират трансферните цени. На пръв поглед това е противоречие- да се обясняват финансово счетоводни аспекти на оценките по трансферни цени с данъчни разпоредби. Има стремеж в последните десетилетия финансово счетоводните аспекти на процесите да са отделени от данъчните за всички обекти. Но част от данъчните разпоредби почиват на общата икономическа логика, на която се основава и принципът на финансовото счетоводство за вярно и честно представяне на действителното състояние на предприятието. Финансово счетоводното отражение на процесите и обектите е основа за данъчното облагане след съответните корекционни процедури. Финансовите отчети съдържат начислен дължим корпоративен данък и други данъчни разходи, както и резултата след данъчно облагане. Поради тази причина, въпреки стремежа за разделяне на двете области, връзката между тях винаги ще съществува. Много показателен е фактът, че в чуждата литература публикациите, свързани с финансово счетоводните аспекти на трансферното ценообразуване разглеждат главно данъчните аспекти на въпроса. Основен обект на внимание е рисковият елемент относно размера в изчисляване на корпоративен данък при наличие на сделки по трансферни цени; данъчната ориентация в оповестяванията във финансовите отчети, относно трансферните цени; влиянието на данъчните регулации на трансферните цени върху размера на счетоводните обекти и оповестяванията; взаимното влияние между данъчните регулации на трансферните цени и финансовото счетоводство; позитивната връзка между непризнатите данъчни облаги във финансовите отчети и трансферните цени; връзката между трансферните цени и „тунелни“ стимули за данъците, намерили проявление във финансовите отчети; . (Schoen, W., 2005; Lo, A.W.Y, Wong, R.M.K., Firth, M., 2010; Sikka, P., Borkowski, S. and Gaffney, M. 2012; Mckinley, J., 2013; Evers, M., Meier, I., Spengel, Ch., 2014 and 2017; Adum, O., 2015; Murphy, R., 2015; Taylor, G., Richardson, G.A., Al-Hadi, A., 2018). Данъчните и нормативни аспекти на трансферните цени решително преобладават над всички останали в публикациите от последното десетилетие, дори, когато са в контекста на финансовото счетоводство.

Водещо данъчно изискване е да се прилага цена при сделки между свързани лица, като цени при несвързани лица. В България това е регламентирано в чл.15 от Закона за корпоративното подоходно облагане- ЗКПО (CITA, 2018). Нещо повече, необходимо е данъчно задължените лица да доказват съответствието на трансферните цени с пазарните, според чл.116 ал.2 от Данъчно осигурителния процесуален кодекс- ДОПК (TIPC, 2019). Водещ международен принцип, залегнал в последните редакции на Ръководство по трансферно ценообразуване за данъчните администрации на ОИРС е да се остойностяват сделките по трансферни цени според принципа „на една ръка разстояние“ (OECD 1995, 2010, 2017). Сделките между свързани лица следва да се остойностяват като всяка друга пряка сделка между добре информирани и желаещи купувач и продавач, т.е. да е по справедлива стойност на размяната. Най близкото приближение на справедливата стойност на размяната е пазарната цена на един свободен пазар. Финансовото счетоводство все по- често се позовава на справедливата стойност, или на пазарната цена като едно от проявленията на справедливата стойност, като възможна оценка на стойността на различни счетоводни обекти. Когато обект на внимание е разменната стойност при сделка в пазарното общество, напълно логично е тази оценка да е пазарната цена. Сделката между свързани лица е частен случай на пазарна размяна и оценката на тази сделка не би следвало да се отличава от другите. Водени от икономическата логика на пазарното стопанство и настоящата нормативна регламентация, стигаме до извода, че оценката която следва да се прилага за сделки между свързани лица от гледна точка на финансовото счетоводство трябва да е някакво проявление или приближение до пазарната цена. В случая данъчната и финансово счетоводна логика съвпадат с общата логика на пазарното общество.

Друг въпрос е доколко реалистично може да се определи пазарната цена като база за сравнение или ориентир. Пазарната цена е различна според региона, за различни потребители и времеви периоди, за конкретни продукти, при различни функционални, стратегически и бизнес модели, за различни нива по обменната верига, за различни количества и дори при различни национални и атмосферни условия. Следователно изискването за цена при сделка „на една ръка разстояние“ може да създаде сериозни трудности при прилагането на абстрактния принцип на практика. Затова е нужно да се избере практически приложим метод. От финансово счетоводна гледна точка в контекста на МСС/ МСФО подобна насока предлага само МСФО13 „Справедлива стойност“. От данъчна гледна точка регламентация на данъчно признатите методи за ценообразуване представя Наредба 9 от 2006г. За реда и начините за прилагане на методите за определяне на пазарните цени (MF, 2006).

МСФО13 „Оценяване по справедлива стойност“ т.9 определя „справедливата стойност като цената за продажба на актив или за прехвърляне на пасив при обичайна сделка между пазарни участници към датата на оценяване.“ (IAS/EU, 2018). Възможно е от финансово счетоводна гледна точка да приложим изискванията на МСФО13 „Оценяване по справедлива стойност“ за остойностяване на сделка по трансферни цени, при предприятия чиято счетоводна база е МСС. МСФО13 „Оценяване по справедлива стойност“ предлага три нива на оценяване по справедлива стойност. Всяко следващо ниво се ползва ако е невъзможно прилагането на предходното, т.е. в йерархична последователност:

-Първо ниво на оценяване: прилагат се обявените (некоригирани) цени на активните пазари за идентични активи или пасиви, до които предприятието може да има достъп към датата на оценяване- директно наблюдавани цени;

-Второ ниво на оценяване: прилагат се обявени цени на подобни активи или пасиви на активни пазари или на идентични активи и пасиви на неактивни пазари, до които предприятието няма достъп, но има наблюдения;

-Трето ниво на оценяване- при липсата на наблюдаеми цени, предприятието следва да изготви оценки по даден модел, въз основа на вътрешни и външни данни, допускания и отчитане на риска.

Макар, че е логически обосновано, прилагането на МСФО13 „Оценяване по справедлива стойност“ за целите на оценка на сделки със свързани лица за финансово счетоводни цели може да доведе до някои проблеми за предприятията (IAS/EU, 2018). От една страна МСФО13 „Оценяване по справедлива стойност“ изрично изтъква, че предприятията трябва да го прилагат когато друг стандарт изисква или допуска приложението на справедлива стойност. Няма стандарт в контекста на МСС, свързан с трансферното ценообразуване (или остойностяване на сделки между свързани лица), който да изисква или допуска прилагането на справедлива стойност- поне не в пряк текст. Няма текст, който да подсказва ползване на национален стандарт при липсата на регламентация на този въпрос в съществуващ аналогичен МСС. Предприятията които прилагат МСС/ МСФО, нямат пълна нормативна обосновка да приложат МСФО13 „Оценяване по справедлива стойност“ при оценка сделките между свързани лица. Обща обосновка за прилагане на непряко посочени норми може да е изискването на МСС1 „Представяне на финансови отчети“ т.15. (IAS/EU, 2018) „Финансовите отчети трябва да представят честно финансовото състояние, финансовите резултати от дейността и паричните потоци на дадено предприятие.” Ако предприятието обоснове, че избраните от него оценки, съобразно МСФО13 „Оценяване по справедлива стойност“ (IAS/EU, 2018) не само целят, но и са постигнали честно представяне на финансовото състояние по повод сделки по трансферни цени, то тогава избраната оценка на сделките между свързани лица е оправдана. От друга страна, съществува прагматичният аргумент за необходимостта от нормативна и в частност данъчна защита на взетите решения. От тази гледна точка изглежда логична ориентацията на предприятията ако не за прилагане, то поне за съобразяване с изискванията на Наредба9 (MF, 2006), макар, че тя е създадена за регламентация на пазарни цени за целите на данъчното облагане.

За предприятията, прилагащи НСС като счетоводна база, е естествено да ползват посочените в НСС24 „Оповестяване на свързани лица“ методи за оценка на сделки между свързани лица (NAS/CM, 2015). Но, макар, че има посочени методи за целите на финансовото счетоводство при счетоводна база НСС, предприятията следва да обосновават избора си на трансферни цени пред данъчната администрация според данъчните разпоредби. Между изискванията на МСФО13 „Оценяване по справедлива стойност“ (IAS/EU, 2018), НСС24 „Оповестяване на свързани лица“ (NAS/CM, 2015), Наредба9 (MF, 2006) и дори методите на трансферно ценообразуване, ползвани в управленското счетоводство (Drury, C. 2008, 2012; Neceva-Porcheva, T., 2011) могат да се направят някои паралели. Една от сферите на взаимно влияние между управленското счетоводство и финансовото счетоводство неслучайно са трансферните цени. Първоначалният стимул за развитие на трансферното ценообразуване е дало управленското счетоводство чрез тенденцията за децентрализация, оформяне на различни центрове на отговорност, необходимостта от оценка на представянето им, повишаване на общата за предприятието и индивидуална за центровете ефективност, по-добро разпределение на ресурси, стимулиране на вътрешнофирмената конкуренция. Но с развитието на световната икономика и мултинационалните корпорации, данъчните стимули и ограничения, данъчните съображения, свързани с трансферното ценообразуване все повече нарастват. Развитието на трансферното ценообразуване с данъчна насоченост, което традиционно се свързва с финансовото счетоводство, оказва обратно влияние върху управленско счетоводните съображения при ползването на трансферни цени, като води до тяхното неглижиране (Taipaleenmaki, J. and Ikaheimo, S., 2009).

Таблица 1.

Методи за трансферно ценообразуване

От финансово счетоводна гледна точка		От данъчна гледна точка	От управленско счетоводна гледна точка
Оценки по МСФО13	Методи за ценообразуване при сделки между свързани лица по НСС 24	Методи на ценообразуване по Наредба 9	Методи за трансферно ценообразуване в управленското счетоводство
Пазарно ориентирани			
Първо ниво на оценяване: обявените (некоригирани) цени на активните пазари за идентични активи или пасиви, до които предприятието може да има достъп към датата на оценяване.	Метод на съпоставимата неконтролирана цена	Метод на сравнимите неконтролирани цени	Метод на директни пазарни цени
Второ ниво на оценяване: обявени цени, които могат да бъдат наблюдавани пряко или косвено, различни от тези по първо ниво	Метод на препродажната цена	Метод на пазарните цени	-
Трето ниво на оценяване: ненаблюдаеми хипотези	Метод „разходи плюс“	Метод на увеличената стойност	Метод „разходи плюс“, достигащи до пазарни нива (синтетична пазарна цена)
Трето ниво на оценяване: ненаблюдаеми хипотези	-	Метод на транзакционната нетна печалба	Метод на договорни трансферни цени
Трето ниво на оценяване: ненаблюдаеми хипотези	-	Метод на разпределената печалба	-
Непазарно ориентирани, макар и повлияни от пазара			
-	-	-	Маржинални или променливи разходи (възможно и нормативни) като трансферна цена; вариант с надбавка, която не достига до пазарна цена
-	-	-	Пълни разходи (възможно и нормативни) като трансферна цена; вариант с надбавка, която не достига до пазарна цена
-	-	-	Метод пределни или променливи разходи плюс твърда надбавка
-	-	-	Двойна трансферна цена

Източник: Собствена разработка

Методите за ценообразуване и за оценка по различни норми, представени схематично в Таблица1, не са напълно идентични. Подходите за оценка, особено на трето ниво по МСФО 13 „Оценяване по справедлива стойност“ (IAS/EU, 2018) са по-абстрактни и общи от методите за ценообразуване. Поставянето им на едно ниво на съпоставимост (където това е направено) изразява позицията, че между тях има повече общи черти отколкото различия на съответното ниво. Представените нива на оценяване по МСФО13 „Оценяване по справедлива стойност“ са йерархически подредени. Същото се отнася и за методите за ценообразуване по Наредба9 (MF, 2006). Според последните промени в международната регламентация на данъчните методи за трансферно ценообразуване няма предвидена йерархия в приетите методи, а приложение на най- подходящия метод след подробен анализ на конкретния случай

(OECD, 2010, 2017). Но като предвидени възможни методи за трансферно ценообразуване от данъчна гледна точка национално регламентираните (MF, 2006) съвпадат с международно регламентираните (OECD, 1995, 2010, 2017; 2017b). Няма изрично спомената йерархия при методите по НСС24 „Оповестяване на свързани лица“ (NAS/CM, 2015). Но при прегледа и на трите групи подходи (данъчен, финансово счетоводен- НСС и финансово счетоводен- МСС) е очевидно предпочитанието което се отдава на пазарните цени като нормативен подход за оценка при трансферно ценообразуване. При това се забелязва силната връзка между данъчната регламентация на методите за ценообразуване и заложените по НСС 24 „Оповестяване на свързани лица“ (NAS/CM, 2015) като приемливи методи за оценка на сделки при свързани лица.

Голяма част от методите за трансферно ценообразуване, прилагани за управленско счетоводни цели не са пазарно ориентирани, те не изпълняват целите и критериите нито на финансовото счетоводство нито на данъчната регламентация. Въпреки това, могат да се очертаят пазарни методи за трансферно ценообразуване в управленското счетоводство. Непазарно ориентираните управленско счетоводните методи за трансферно ценообразуване биха могли да са приложими само при сделки между свързани лица, които не са юридически самостоятелни или не са обособени като предприятия, а са различен вид подразделения на едно юридическо лице (цех, завод, клон, поделение). Приложението на непазарно ориентирани методи на трансферно ценообразуване при сделки на юридически самостоятелни свързани лица е възможно, но води до потенциално изкривяване на общата финансово- счетоводна картина на предприятията и данъчни проблеми.

В изложението не е представено подробно обяснение на приложимите методи за трансферно ценообразуване. Но дори при схематичното съпоставяне на методите е очевиден логическият и нормативен лабиринт в който се оказват лицата, прилагащи трансферни цени. В наше време по- голяма част от търговския стокообмен, особено в международен план, се извършва между свързани лица- т.е. по трансферни цени. При толкова комплексна и многовариантна оценъчна база, прилагането на трансферно ценообразуване се превръща в сложен бизнес проблем с големи финансови последици. Представянето на методите за трансферно ценообразуване по нива на сравнение би могло да доведе до тяхното сближаване и издържано от всяка гледна точка приложение за предприятията.

Обсегът на трансферните цени следва да се разшири и с дружествата с нестопанска дейност. Счетоводната регламентация за тях се съдържа в НСС9 „Представяне на финансовите отчети на предприятията с нестопанска дейност“ (NAS/CM, 2015). Стандартът изисква за въпроси, останали нерегламентирани в него, да се ползват другите национални стандарти. Това насочва засегнатите организации да прилагат НСС24 „Оповестяване на свързани лица“ (NAS/CM, 2015), във връзка с трансферното ценообразуване.

3. Текущо счетоводно отразяване на сделките между свързани лица- по трансферни цени

Сделки, осъществени по трансферни цени са всички сделки между свързани лица. Те се отразяват в регистрите за текущо счетоводно отчитане по същия начин като всички останали сделки от съответния вид. В случая не са налични специални разпоредби за обозначаването или третирането им. Но сделките по трансферни цени, доколкото могат да се отклоняват по оценка и икономическа обоснованост от подобни сделки между несвързани лица, могат да дадат своето отражение върху имущественото и финансово състояние на съответното предприятие. Поради тази причина и поради данъчното изискване да се докаже съпоставимост на сделките между свързани лица с тези между несвързани лица, е необходимо да се изработва по подробна документация при сделки между свързани лица. Това засяга текущото счетоводно отчитане, доколкото то следва да е документално обосновано. Документалните изисквания на Закона за счетоводството трябва стриктно да се спазват (AA, 2019). Най често допускан пропуск е да не се генерират подходящите вътрешни документи по отношение сключване на сделка между свързани лица, аргументираното остойностяване и подробно документиране на нейното развитие- възникване на отношенията между свързани лица, приключване на разчети, предоговаряне на условия, прехвърляне на права, размяна на обекти.

В настоящата разработка не се спираме на данъчните изисквания за документиране на трансферното ценообразуване. В момента официална регламентация на изискванията за документиране на трансферните цени в България няма, освен лаконичния текст на чл.116, ал.2 от ДОПК (TIPC, 2019). Той изисква доказване на съответствието на трансферната цена с пазарната, с всички относими доказателства. Наръчникът по трансферно ценообразуване на НАП съдържа подробни указания за документиране на трансферните цени, но той няма сила на нормативен акт. (NRA, 2008). През 2006г. Европейският съюз приема свой кодекс, регламентиращ документирането на трансферните цени- Code of Conduct on transfer pricing documentation for associated enterprises in the European Union (EC, 2006). Този акт също е с данъчна насока. Той не получава широко приложение, тъй като по- активно и с широко международно одобрение в областта на трансферното ценообразуване работи Организацията за икономическо сътрудничество и развитие (OECD). България е заявила официално през 2007г. желанието си да се присъедини към OECD, но реална перспектива това да се осъществи се очертава в последната година (Ignatova, L., 2019). Едно от изискванията това да стане реалност е хармонизиране на нормативната уредба с водещите инициативи на OECD (OECD, 2015, 2017). Като част от този процес се предвижда да се въведат подробни законово регламентирани данъчни изисквания за документиране на сделките по трансферни цени чрез изменение и допълнение на Данъчно осигурителен процесуален кодекс (MF, 2018). Независимо дали има детайлни данъчни изисквания за документиране или не, подробната документация, според изискванията на финансовото счетоводство би помогнала при данъчна защита на трансферните цени, както и за управленски цели.

4. **Отражение на сделките по трансферни цени във финансовите отчети**

Сделките по трансферни цени се представят във финансовите отчети, аналогично на всички останали сделки, спазвайки общата счетоводна регламентация. Могат да се търсят специфични ефекти под формата на отклонения спрямо реалното състояние на нещата, ако трансферните цени не са отразявали реалистично стойността на активите или пасивите участващи в сделката. Тогава е възможно да съществува както надценяване, така и подценяване на определени счетоводни обекти, поради прилагане на деформирани трансферни цени.

3.1. Ако трансферните цени са значително по- ниски от тези между несвързани лица, то при равни други условия отражението във финансовия отчет ще бъде като представеното в Таблица 2).

Таблица 2

Отражението на трансферните цени във финансовия отчет при занижени цени

Сделка	Позиция на купувач	Позиция на продавач
По отношение на сделка със стока/ продукция/материали- съответно покупка по покупна цена или продажба по пазарна цена и начислен ДДС	Намалена цена на придобиване; Намален данъчен кредит по ДДС при покупка; Намалена себестойност на продажбите при последваща продажба; Увеличена печалба при продажба на стоката, продукцията, материала; Увеличен дължим корпоративен данък; Намалена себестойност при влагане на материалите в производството. Възможност за намален изходящ паричен поток по повод покупката.	Намален приход от продажба; Намален дължим ДДС; Намалена печалба; Намален дължим корпоративен данък; Възможност за намален входящ паричен поток по повод продажбата.
По отношение на сделка с дълготраен актив- съответно покупка по покупна цена или продажба по пазарна цена и начислен ДДС	Намалена цена на придобиване; Намален данъчен кредит по ДДС при покупка; Намалена стойност за амортизиране, съответно- намален текущ разход от амортизации. Увеличена текуща печалба за сметка на намалените амортизации; Увеличен дължим корпоративен данък; Възможно отписване на НДА изцяло, поради липса на качества	Намален приход от продажба; Намален дължим ДДС; Намалена печалба; Намален дължим корпоративен данък; Възможност за намален входящ паричен поток по повод продажбата.

	на реален актив. Води до намаляване на печалбата в годината на изписване, ако НДА не е амортизиран и увеличаване на печалбата през следващите години. Възможност за намален изходящ паричен поток по повод покупката.	
По отношение на сделка с услуга	Намалена цена на придобиване; Намален данъчен кредит по ДДС при покупка; Намалена стойност за включване в себестойността или в текущите административни и търговски разходи; Увеличена печалба за периода. Увеличен дължим корпоративен данък; Възможно включване на напълно несъществуваща услуга. Възможност за намален изходящ паричен поток при покупката.	Намален приход от продажба; Намален дължим ДДС; Намалена печалба; Намален дължим корпоративен данък; Възможно включване на напълно несъществуваща услуга. Възможност за намаляване на входящ паричен поток по повод продажбата.
По отношение на финансови сделки- основно кредит и лизинг	Намалена дължима лихва (по кредит или по лизинг); Намален разход по лихви и други финансови разходи (лихви, комисионни), които са на база стойността на финансовата сделка; Увеличена стойност на печалбата. Увеличен дължим корпоративен данък; Възможност за намален изходящ паричен поток по повод лихвеното задължение.	Намалено вземане по лихви (по креди или лизинг); Намален приход по лихви и други финансови разходи (лихви, комисионни), които са на база стойността на финансовата сделка; Намалена стойност на печалбата. Намален дължим корпоративен данък; Възможност за намален входящ паричен поток по повод лихвеното вземане.

Източник: Собствена разработка

Сравнителната таблица показва възможните деформации в размера на отразените счетоводни обекти, поради неволно или съзнателно избрана неточно трансферна цена. Тези отклонения от действителното състояние на обектите и процесите засягат множество елементи, поради взаимната обвързаност в икономическия живот и прилагане на системата на двойното записване в счетоводството, която прави взаимната обусловеност очевидна. Изброените случаи са примерни и са насока за разсъждения, която може да се продължи.

3.2. Ако трансферни цени са значително по- високи от тези между несвързани лица, то при равни други условия отражението във финансовите отчети ще бъде като представеното в Таблица 3.

Таблица 3.

Отражението на трансферните цени във финансовия отчет при завишени цени

Сделка	Позиция на купувач	Позиция на продавач
По отношение на сделка със стока/ продукция/материали- съответно покупка по покупна цена или продажба по пазарна цена и начислен ДДС	Увеличена цена на придобиване; Увеличен данъчен кредит по ДДС при покупка; Увеличена себестойност на продажбите при последваща продажба; Намалена печалба при продажба на стоката, продукцията, материала; Намален дължим корпоративен данък; Увеличена себестойност при влагане на материалите в производството. Възможност за увеличен изходящ паричен поток по повод покупката.	Увеличен приход от продажба; Увеличен дължим ДДС; Увеличена печалба; Увеличен дължим данък; Възможност за увеличен входящ паричен поток по повод продажбата.
По отношение на сделка с дълготраен актив- съответно покупка по покупна цена или продажба по пазарна цена и начислен ДДС	Увеличена цена на придобиване; Увеличен данъчен кредит по ДДС при покупка; Увеличена стойност за амортизиране, съответно- намален текущ разход от амортизации. Намалена печалба за периода за сметка на намалените амортизации; Намален дължим корпоративен данък; Възможно отписване на НДА изцяло, поради липса на качества на реален актив. Води до намаляване на печалбата в годината на изписване, ако НДА не е амортизиран и увеличаване на печалбата през следващите години. Възможност за увеличен изходящ паричен поток по повод покупката.	Увеличен приход от продажба; Увеличен дължим ДДС; Увеличена печалба; Увеличен дължим корпоративен данък; Възможност за увеличен входящ паричен поток при продажбата.
По отношение на сделка с услуга	Увеличена цена на придобиване; Увеличен данъчен кредит по ДДС при покупка; Увеличена стойност за включване в себестойността или в текущите административни и търговски разходи; Намалена печалба за периода; Намален дължим корпоративен данък; Възможно включване на напълно несъществуваща услуга. Възможност за увеличен изходящ паричен поток по повод покупката.	Увеличен приход от продажба; Увеличен дължим ДДС; Увеличена печалба; Увеличен дължим корпоративен данък; Възможно включване на напълно несъществуваща услуга; Възможност за увеличен входящ паричен поток по повод продажбата.

По отношение на финансови сделки- основно кредит и лизинг	Увеличена дължима лихва (по кредит или по лизинг); Увеличен разход по лихви и други финансови разходи (лихви, комисионни), които са на база стойността на финансовата сделка; Намалена стойност на печалбата; Намален дължим корпоративен данък; Възможност за увеличен изходящ паричен поток по повод лихвеното задължение.	Увеличено вземане по лихви (по креди или лизинг); Увеличен приход по лихви и други финансови разходи (лихви, комисионни), които са на база стойността на финансовата сделка; Увеличена стойност на печалбата; Увеличен дължим корпоративен данък; Възможност за увеличен входящ паричен поток по повод лихвеното вземане.

Източник: Собствена разработка

Изброените случаи са примерни и са насока за разсъждения, която може да се продължи. Зависимостите, описани по отношение възможните промени на ДДС се отнасят и за другите косвени данъци и такси– акцизи, мита, митнически такси. Не може да се твърди, че има тенденция трансферните цени да са винаги по ниски или винаги по високи от реалните пазарни цени. Във всеки конкретен случай ситуацията е различна, причините за евентуалните отклонения и размерът на отклоненията са различни. Стремежът при добросъвестните стопански субекти би следвало да бъде трансферната цена да гравитира около пазарната.

Възможно е трансферните цени да не са нито завишение нито занижени спрямо цените при сделки между несвързани лица или да няма възможна сравнимост. Дадено предприятие от групата може да оказва мениджърски или консултантски услуги на друго от същата група по цена, която трудно може да бъде доказана, но и трудно може да бъде оспорена, защото рядко е сравнима с цена на аналогична сделка между несвързанни лица. Аналогичен е случаят с продажба на нематериални активи, или уникални активи между свързани лица. В този случай преки доказуеми отклонения във финансовите отчети по отношение размера на счетоводните обекти не би следвало да има. Но при сделки между свързани лица може да се търси и друг ефект. В резултат на сделката може да се промени характера на отчетния обект, а оттам- счетоводното и данъчното му третиране. Най често това се прави целенасочено за да се постигнат някакви цели на компанията: да се повиши или понижи общата оценка на финансовото състояние на база информация от финансови отчет, да се осигури финансов или друг ресурс на свързано предприятие, за постигане на данъчни облаги- по нисък ефективно дължим данък. Например един и същ финансов инструмент в някои държави е третиран като капитал, а в други като пасив; един и същ обект в някои държави може да е нематериален дълготраен актив, а в други- текущ разход; един и същ обект в една компания може да е дълготраен материален актив, а в друга свързана компания- текущ разход, поради избор на различен праг на същественост или поради различни данъчни разпоредби в различни юрисдикции. Като общо правило, обосноваността, оценката и ефектите на счетоводните транзакции между свързани лица се преценяват според конкретния случай и свързаните с него особености.

Най- често ползваните счетоводни обекти като инструменти за подкопаване на данъчната база са прехвърляните между свързани лица (т.е. по трансферни цени) нематериалните дълготрайни активи като цяло и най-често правата на интелектуална собственост, финансовите услуги и най- вече заемите и тяхната секюритизация (Abdallah, W., 2004; Thomas Torslov, T., Wier, L., Zucman, G., 2018). При условие, че прехвърлянето им между свързани лица е главно с цел намаляване на дължим данък, а не обосновано от друга икономическа логика, то чрез промяната на собствеността се постига силна деформация не само по отношение на размера, но и по отношение на състава на счетоводните обекти, включени във финансовия отчет, а оттук на цялостното имуществено и финансово състояние на предприятието, така както е представено на външни потребители на информация. Най- известните и успешни от гледна точка на данъчния ефект инструменти за ерозиране на данъчната база (BEPS: OECD, 2013, 2015), които на практика са и сделки осъществявани по трансферни цени, са Green Jersey, Double Irish, Dutch Double Dipping, Single malt. Всички изброени модели са свързани с целенасочено данъчно обосновано прехвърляне на интелектуални права и други нематериални дълготрайни активи в страни с преференциален данъчен режим специално за този вид активи. Данъчният ефект от тях се изучава от много институции и частни организации. Но освен данъчния ефект те водят и до огромно деформиране на имущественото и финансово състояние представено в отчетите, в резултат от сделки оправдани единствено от данъчна гледна точка. Най- известната държава, концентрирала над 50% от ефекта на ерозиране на данъчна база е Ирландия (Thomas Torslov, T., Wier, L., Zucman, G., 2018). Същевременно това е държава, която се нарежда в първата десетка на държавите по концентрация на интелектуална собственост (GII, 2018). Това не се дължи на създаване или ползване на интелектуална собственост в Ирландия, а на усилено световно прехвърляне по трансферни цени между свързани лица на интелектуална собственост и други нематериални дълготрайни активи в държавата чрез компании регистрирани в нея, защото тя има серия от данъчни облекчения във връзка с тези активи. Често това са само транзитни сделки, преди да се достигне до друг реален потребител с или без други допълнителни посреднически операции. Ефектът от тези облекчения и прилаганите модели на данъчно избягване с екзотични имена е толкова голям, че някои от световните компании като Apple, Amazon, Google, Facebook плащат данъци клонящи към нула (Guarascio, F., 2018). От гледна точка на финансовото счетоводство, процесът на изкуствено прехвърляне по трансферни цени на активи е деформация на финансовите отчети поне на три страни в процеса: предприятието създател на интелектуалната собственост или друг прехвърляем актив, предприятието посредник по данъчни съображения, предприятието което действително ползва актива. За прилагането на тези сложни механизми за намаляване на данъчната база чрез сделки между свързани лица, обективно е необходимо не само различие в нормата на данъка в различни юрисдикции, но и наличие на различни данъчни преобразувания, данъчни преференции и наличие на множество двустранни споразумения за избягване на двойното данъчно облагане. Субективно е необходимо да съществува висока степен на информираност, компетентност, финансов ресурс и целеполагане, обвързано с данъчна оптимизация чрез сделки по трансферни цени.

Счетоводните нормативни актове регулират оповестяването на информацията в счетоводните отчети за някои счетоводни обекти при сделки между свързани лица. Законът за счетоводството чл. 26, (1) т.6 (АА, 2019), НСС1 „Представяне на финансовите отчети“ т.4 (NAS/CM, 2015) и МСС1 „Представяне на финансовите отчети“ т.29 (IAS/EU, 2018) изискват да се представят по отделно всички съществени статии или групи статии. Посоченото изискване предполага всички суми на счетоводни обекти по повод сделки със свързани лица ако са съществени за конкретното предприятие, да се посочат по отделно в Отчета за финансовото състояние (Счетоводен баланс), Отчета за печалбите и загубите и друг всеобхватен доход (Отчет за приходи и разходи), в Отчета за промените в собствения капитали и в Отчета за промяна на паричните потоци. Преценката за същественост е субективна от една страна, а от друга страна не може да се твърди, че всички съставители на отчети са спазили това изискване.

Друга група изисквания на МСС1 „Представяне на финансовите отчети“ (IAS/EU, 2018) предполагат още в Отчета за финансовото състояние, Отчета за печалбата и загубата и друг всеобхватен доход, Отчет за промените в собствения капитал да се представи макар и обобщено наличието и размера на контролиращото и неконтролиращо участие в капитала, печалбата и другия всеобхватен доход (ако има такъв). Посочването на тези суми, предполага наличие на свързани лица, а оттам по- подробно оповестяване на свързаните лица и сделките между тях по изискванията на МСС24 „Оповестяване на свързаните лица“ (IAS/EU, 2018). Ако малцинственото и контролиращо участие са посочени в горните отчети, а не са оповестени в Приложенията към отчета за свързани лица и сделки между тях, това е тревожен знак, че е възможна манипулация чрез трансферни цени.

МСС7 “Отчети за паричните потоци“ т.16 в) и г) (IAS/EU, 2018) има сериозни изисквания за отделно отразяване на някои парични потоци между свързани лица, специално свързани с инвестиционната дейност, по повод придобиване на финансови инструменти в смесени и съвместни предприятия.

Парични потоци, които са от финансова дейност по смисъла на Отчета за паричните потоци много често могат да са по сделки между свързани лица. Пряко изискване на разграничено представяне в МСС7 “Отчети за паричните потоци“ т.39. и следващи съществува главно по отношение придобиването и загубата на контрол на предприятие (IAS/EU, 2018). Регламентира се точно какво да се представи и оповести в Отчета за паричните потоци по повод придобиването или загубата на контрол над друго предприятие. Тези изисквания са свързана с трансферните цени непряко, доколкото отразяват паричните потоци по повод възникването или отпадането на свързано лице, базирано на критерия „контрол“. Въпреки това, информацията е насочваща за възникване и отпадане на свързани лица или сделки между тях.

НСС1 „Представяне на финансови отчети“ (NAS/CM, 2015) отива още по далеч спрямо МСС1 „Представяне на финансови отчети“ (IAS/EU, 2018) в изискванията си за представяне на информация относно сделки със свързани лица по трансферни цени в счетоводния отчет. НСС1 „Представяне на финансови отчети“ т.13 (NAS/CM, 2015) представя структурата на счетоводния баланс за предприятията, прилагащи НСС като своя счетоводна рамка. Изисква се по отделно в счетоводния баланс да се посочи информация за различни счетоводни обекти, свързани със сделки между свързани лица, в това число:

-Предоставени и взети заеми от предприятия в една група, асоциирани и смесени предприятия;

-Акции и дялове от предприятията в една група, асоциирани и смесени предприятия;

-Вземания и задължения от предприятията в една група, асоциирани и смесени предприятия;

НСС1т.17 (NAS/CM, 2015) изисква представяне на информация във връзка със сделките между свързани лица в Отчета за приходи и разходи, изграден по икономическо съдържание на разходите, да се посочи:

-Разходи и приходи от предприятия в групата, при това акцентът е на финансовите разходи и приходи и главно разходите и приходите от лихви;

-Приходи от предприятия в групата, приходи от участие в асоциирани и смесени и дъщерни предприятия

В Отчета за приходи и разходи, изграден по функционално предназначение, също следва да се посочат приходите и разходите от асоциирани, смесени и дъщерни предприятия и то главно финансовите приходи (NAS/CM, 2015).

Има възможност за представяне на паричните потоци между свързани лица отделно от другите, но това не е категорично изискано в НСС7 „Отчети за паричните потоци" (NAS/CM, 2015).

Представените изисквания не са насочени пряко към трансферни цени или оповестяване на свързаните лица. Но те изразяват важни елементи от съвкупността от различни бизнес процеси, които са протичали между свързани лица по силата на контрол, значително влияние и участие в групи. Всички тези сделки априори са по трансферни цени, защото са между свързани лица, независимо дали са имали оповестена цена, размера и конкретното й проявление. Към тях трябва да има повишено внимание както на ниво осъществяване, така и на ниво представяне и оповестяване. Вече има случаи от българската практика получили широка публичност на продажба на големи пакети капиталови ценни книжа по трансферни цени под пазарните при сделки между свързани лица. (Nikolova, D., 2019). Третирането на подобни сделки е нееднозначно- факт, доказан от съдебно дело продължило над седем години и с вероятно продължение.

Изискванията на МСС и НСС по отношение представяне на информация за свързани лица и сделките между тях във финансовите отчети не е идентична. Пряко споменаване на свързани лица или трансферни цени в отчетите не съществува. Но съществуват норми за представяне на информация на предприятия с различна степен на свързаност чрез механизма на участие в собствения капитал. Контролът е един от водещите критерии за наличие на свързаност между предприятията. Той най- често се основава на участие в капитала, а се проявява чрез правото да се вземат решения. В тази връзка логическата линия е:

- Участие в капитала (в определен размер)
- Контрол (не винаги, но често чрез участие в капитала)
- Свързано лице
- Сделки между свързани лица
- Трансферни цени- цените на сделките между свързани лица

Контролът по смисъла на счетоводните норми не е единственият критерий за наличие на свързани лица. Той е относително по- лесно установим признак за свързаност от останалите. За външния потребител на информация липсва механизъм, за проверка дали във финансовия отчет са посочени всички обекти във връзка със сделки между свързани лица, а още по- малко дали те са били оценени и представени по начин, неразличаващ се от сделки между несвързани лица.

5. Оповестяване на сделките между свързани лица по трансферни цени

Разбирането за свързани лица по счетоводни норми е напълно идентично по МСС24 „Оповестяване на свързани лица" т.9 (IAS/EU, 2018) и НСС24 „Оповестяване на свързани лица" т.2 след последните промени на НСС (NAS/CM, 2015). Това разбиране не съвпада с данъчната дефиниция за свързани лица ДОПК, § 1., т.3 (TIPC, 2019). Изискванията за очертаване кръга на свързани лица по МСС24 „Оповестяване на свързани лица" (IAS/EU, 2018) и НСС24 „Оповестяване на свързани лица" (NAS/CM, 2015) съвпадат, но изискванията за оповестяване по МСС24 „Оповестяване на свързани лица" т.14-24 (IAS/EU, 2018) и НСС24 „Оповестяване на свързани лица" т. 4 (NAS/CM, 2015) се различават помежду си.

По широкото определение, ползвано от счетоводството, трансферни са всички цени при сделки между свързани лица. Най- важната информация, оповестена в отчетите в този аспект би била информация за свързаните лица, сделките между тях и условията на тези сделки. Информацията от публичните финансови отчети, която подлежи на регламентация от финансово счетоводните норми е широко оповестена. Според финансово счетоводните разбирания „свързано лице" е лице или предприятие, което е свързано с предприятието, което изготвя неговите финансови отчети." (МСС 24, т.9, IAS/EU, 2018). Регламентацията на свързани лица е доста усложнена и пространна. Конкретната регламентация на свързани лица, идентична за НСС 24, т.2 „Оповестяване на свързани лица“ (NAS/CM, 2015) и МСС24 т.9 „Оповестяване на свързани лица“ (IAS/EU, 2018) може да се представи синтезирано.

Таблица 4

Нормативна регламентация по НСС 24 „Оповестяване на свързани лица“ и МСС 24 „Оповестяване на свързани лица“ на разбирането за свързани лица[18]

Регламентация на свързано лице
А)
А)i
Лице упражняващо контрол върху отчитащото се предприятие
Деца на лице, упражняващо контрол върху отчитащото се предприятие
Съпруг/а или партньор на семейни начала на лице, упражняващо контрол върху отчитащото се предприятие
Деца на съпруг/а или партньор на семейни начала на лице, упражняващо контрол върху отчитащото се предприятие
Лица, които са на издръжка на лице, упражняващо контрол върху отчитащото се предприятие
Лица, които са на издръжка на съпруг/а или партньор на семейни начала на лице, упражняващо контрол върху отчитащото се предприятие
А)ii
Лице упражняващо съвместен контрол върху отчитащото се предприятие
Деца на лице, упражняващо съвместен контрол върху отчитащото се предприятие
Съпруг/а или партньор на семейни начала на лице, упражняващо съвместен контрол върху отчитащото се предприятие
Деца на съпруг/а или партньор на семейни начала на лице, упражняващо съвместен контрол върху отчитащото се предприятие
Лица, които са на издръжка на лице, упражняващо съвместен контрол върху отчитащото се предприятие
Лица, които са на издръжка на съпруг/а или партньор на семейни начала на лице, упражняващо съвместен контрол върху отчитащото се предприятие
Лице упражняващо значително влияние върху отчитащото се предприятие
Деца на лице, упражняващо значително влияние върху отчитащото се предприятие
Съпруг/а или партньор на семейни начала на лице, упражняващо значително влияние върху отчитащото се предприятие
Деца на съпруг/а или партньор на семейни начала на лице, упражняващо значително влияние върху отчитащото се предприятие
Лица, които са на издръжка на лице, упражняващо значително влияние върху отчитащото се предприятие
Лица, които са на издръжка на съпруг/а или партньор на семейни начала на лице, упражняващо значително влияние върху отчитащото се предприятие
А)iii
Член на ключов ръководен персонал на отчитащото се предприятие
Деца на лице, член на ключов ръководен персонал на отчитащото се предприятие
Съпруг/а или партньор на семейни начала на лице, член на ключов ръководен персонал на отчитащото се предприятие
Деца на съпруг/а или партньор на семейни начала на лице, член на ключов ръководен персонал на отчитащото се предприятие
Лица, които са на издръжка на лице, член на ключов ръководен персонал на отчитащото се предприятие
Лица, които са на издръжка на съпруг/а или партньор на семейни начала на лице, член на ключов ръководен персонал на отчитащото се предприятие
Член на ключов ръководен персонал на предприятието майка на отчитащото се предприятие
Деца на лице, член на ключов ръководен персонал на предприятието майка на отчитащото се предприятие
Съпруг/а или партньор на семейни начала на лице, член на ключов ръководен персонал на предприятието майка на отчитащото се предприятие

[18] Предходен вариант е представен в Atanassova, A., Hristov, I., 2017.

Деца на съпруг/а или партньор на семейни начала на лице, член на ключов ръководен персонал на предприятието майка на отчитащото се предприятие
Лица, които са на издръжка на лице, член на ключов ръководен персонал на предприятието майка на отчитащото се предприятие
Лица, които са на издръжка на съпруг/а или партньор на семейни начала на лице, член на ключов ръководен персонал на предприятието майка на отчитащото се предприятие
Б)
Предприятието и отчитащото се предприятие са членове на една и съща група- всички членове на групата (предприятието майка и дъщерните) са свързани един с друг
Асоциирано предприятие на отчитащото се предприятие или отчитащото се предприятие е асоциирано предприятие на друго
Асоциирано предприятие на предприятие от група, на което отчитащото се предприятие е член
Съвместно предприятие на отчитащото се предприятие
Съвместно предприятие на предприятие от група, на което отчитащото се предприятие е член
И двете предприятия (отчитащото се и друго) са съвместни предприятия на едно и също трето лице (предприятие)
Отчитащото се предприятие е съвместно на трето предприятие и друго предприятие е асоциирано предприятие на третото предприятие
Предприятието представлява план за доходи след напускане на работа в полза на наетите лица на отчитащото се ли на предприятие свързано с отчитащото се.
Финансиращите работодатели на предприятието, което представлява план за доходи след напускане на работа в полза на наетите лица на отчитащото се предприятие или на предприятие свързано с отчитащото се.
Предприятието е контролирано от лице по буква А)
Предприятието е съвместно контролирано от лице по буква А)
Лице по А)i упражнява значително влияние върху предприятието
Лице по А)i е член на ключов ръководен персонал на предприятието
Лице по А)i е член на ключов ръководен персонал на предприятието- майка
Предприятието или член на групата, на която то е член, предоставя на отчитащото се предприятие или на предприятието майка на отчитащото се предприятие услуги, свързани с ключовия ръководен персонал.

Източник: Собствена разработка

Представеното е опит да се въведе в по– достъпен вид изключително усложнената регламентация на разбирането за свързани лица. Свързаност между лицата се проследява по четири основни направления: контрол, ключов ръководен персонал, лични или семейни отношения, неконтролиращи участия. Част от проблемите с прилагането на изискванията по отношение на трансферните цени започват именно от неясната и прекомерно сложната регламентация на кръга от засегнати лица. Пример за това е липсата на достатъчно точна регламентация на обсега на част от свързаните лица като „ключов ръководен персонал“ или „партньор на семейни начала“. Допълнителен въпрос, но свързан с горния е как се доказва наличието на партньор на семейни начала за целите на приложението на стандарта за оповестяване на свързани лица. Макар, че дефиницията за свързани лица е обща за националните и медународни стандарти, визираните по- горе две направления на свързаност не са изрично посочени като подлежащи на оповестяване по НСС24 „Оповестяване на свързани лица“ (NAS/CM, 2015).

Изясняването на обсега на свързаните лица, а оттам косвено и на потенциалните сделки по трансферни цени (т.е. между свързани лица), е само първата стъпка по отношение на оповестяването във финансовите отчети. Следва регламентацията по отношение на самото оповестяване. За разлика от дефинирането на свързаните лица, което съвпада по МСС24 „Оповестяване на свързани лица“ (IAS/EU, 2018) и НСС24 „Оповестяване на свързани лица“ (NAS/CM, 2015), изискванията за оповестяване се различават по двата стандарта. Бихме могли да сравним тези изисквания в табличен вид.

Таблица 5.

Изисквания за оповестяване на сделките между свързани лица по НСС 24 „Оповестяване на свързани лица“ и МСС24 "Оповестяване на свързани лица"

Регламентация	НСС24	МСС24
1.Оповестяване независимо дали е имало сделки между свързани лица или не		
Името на предприятието- майка; или *името на крайното контролиращо лице*, ако е различно от предприятието майка и представя консолидиран финансов отчет за публично ползване; или *името на следващото по степен на контрол предприятие- майка*, което представя финансови отчети.	-	да
Взаимоотношенията между предприятието майка и дъщерни предприятия, независимо дали между тях има сделки или не	да	да
Доходи на ключов ръководен персонал общо и по видове доходи (краткосрочни доходи на наети лица; доходи след прекратяване на трудово правоотношение; други дългосрочни доходи; доходи при напускане; плащания на база акции)	-	да
2.Оповестяване само ако е имало сделки между свързани лица		
Елементите на сделката:	да	да
-видът на сделката	да	да
-обемът на сделката	да	да
-сумите или процентите на неуредените разчети (вземания и/или задължения) по сделката	да	да
-ценовата политика - отклонения от характерната справедлива стойност за дадената сделка	да	-
-размер на задълженията, срокове и условия, включително дали са обезпечени, както и естеството на обезщетението, което ще бъде дадено при уреждането	-	да
-подробности за дадени или получени гаранции	-	да
-провизии за съмнителни вземания, свързани със сумата на неуредените салда	-	да
-разходите, признати през периода по отношение на лоши или съмнителни вземания, дължими от свързани лица	-	да
Горните оповестявания се правят по отделно за: -предприятие майка -предприятие със съвместен контрол върху отчитащото се предприятие -предприятие със значително влияние върху отчитащото се предприятие -дъщерни предприятия -асоциирани предприятия -съвместни предприятия -ключов ръководен персонал на предприятието -ключов ръководен персонал на предприятие-майка -други свързани лица	-	да
В консолидираните финансови отчети се оповестяват сделките със свързаните лица извън икономическата група.	да	-
Не се попълват данни за следните свързани лица	-	да
-работодател и работник;	-	да
-лицата, едното от които е направило дарение на другото.	-	да
На оповестяване подлежат и сделките между предприятието и: - членовете на органите на управление; - административния персонал.	да	-
Ограничено оповестяване на сделки и предприятия свързани с държавата: наименование на държавата, обща сума на сделките със свързани лица в числото на които е и държавата или контролирани от нея, съвместно контролирани или със значително участие предприятия, и индивидуално оповестяване на значими сделки. Преценката за значимост е на предприятието на база различни фактори (МСС24, т.27)	-	да

Източник: Собствена разработка

6. Заключение

Оформя се доста комплицирана картина по отношение на финансово- счетоводните аспекти на трансферните цени:

-По отношение методите за трансферно ценообразуване- т.е. за определянето на цени при сделки между свързани лица: МСС/МСФО няма конкретна регламентация. Може да се ползва МСФО13 „Оценяване по справедлива стойност“ (IAS/EU, 2018), но това ще изисква допълнителна обосновка. Алтернативно може да се приложи доказуема пазарна цена, доколкото няма нормативен акт, който да не приема нейното приложение при сделки между свързани лица. НСС има конкретна регламентация включена в НСС24 „Оповестяване на свързани лица“ (NAS/CM, 2015) по отношение оценките на сделки между свързани лица. Посочените три метода не са в йерархична зависимост, обусловени са от конкретни условия по сделката и са пазарно ориентирани. Те са съпоставими с някои данъчните норми за ценообразуване по Наредба9 (MF, 2006). НСС24 „Оповестяване на свързани лица“ (NAS/CM, 2015) оказва рестриктивно влияние при избора на метод, доколкото Наредба9 (MF, 2006) съдържа повече методи от посочените в НСС24 „Оповестяване на свързани лица“ (NAS/CM, 2015). Това е рядък случай на нормативна регламентация, при която данъчните норми дават по- голяма свобода на действие от финансово счетоводните.

-По отношение текущото счетоводно отчитане на сделки между свързани лица няма разлика в подходите на отчитане, в начина на отразяване, спрямо тези ползвани при сделки между несвързани лица. Но доколкото сделки по трансферни цени често се сключват с цел агресивно данъчно планиране, е необходима по- подробна документация за сделката, както и завишено внимание при обосновка на икономическото й съдържание, за да не се допусне деформация на размера и вида на счетоводните обекти.

-По отношение представянето в отчетите на сделките между свързани лица (т.е. по трансферни цени) има две основни опасности. Едната е да се подценят или надценят съответните счетоводни обекти като резултат от такава сделка. Причината за това са настойчивите опити да се постигне минимален дължим данък и по отношение на подоходните данъци и по отношение на оборотните данъци. Вторият рисков момент е да се промени характерът и обсега на обектите в резултат на сделка между свързани лица, поради възможността да се предприемат такива сделки между свързани лица, които нямат никаква друга икономическа логика освен фискална. За някои обекти във финансовия отчет е предвидено директно да се представят сумите, които произтичат от сделки между свързани лица, макар че не се използват наименованията „трансферна цена“ или „сделки между свързани лица“. Изискванията са различни по МСС и НСС. Този аспект на проблема не е изследван емпирично в национален контекст и би било логично ако получи развитие чрез бъдещи проучвания.

-По отношение дефиницията на свързани лица има пълно съвпадение в разбиранията за свързани лица по МСС24 „Оповестяване на свързани лица“ (IAS/EU, 2018) и НСС24 „Оповестяване на свързани лица“ (NAS/CM, 2015). Нещо повече: НСС24 „Оповестяване на свързани лица“ (NAS/CM, 2015) директно заимства дефиницията за свързани лица от МСС24 „Оповестяване на свързани лица“ (IAS/EU, 2018). Това разбиране не съвпада с данъчното разбиране за свързани лица. По отношение изискванията за оповестяване на свързани лица и сделките между тях националните и международни счетоводни изисквания не съвпадат. Изискванията за оповестяване на МСС24 „Оповестяване на свързани лица“ (IAS/EU, 2018) са много по подробни от тези на НСС24 „Оповестяване на свързани лица“ (NAS/CM, 2015). Изискванията за оповестявания, както и дефиницията за свързани лица са сложни. Прилагането им на практика е затруднено и от стремежа на предприятията да запазят максимална конфиденциалност по отношение на сделките си. Оповестяванията са неструктурирани още като нормативно изискване и е нормално на практика да бъдат още по разнопосочни. Това оказва негативен ефект по отношение постигане на по- висока информираност на външните потребители на информация.

Разгледаните финансово счетоводни аспекти на трансферните цени са само част от възможните насоки в разработката на темата. При преобладаващо данъчния уклон в интерпретацията на разглежданите въпроси, финансово счетоводните аспекти остават на втори план. Въпреки това, тяхното изясняване е необходимо с оглед постигане на по- голяма надеждност, прозрачност и достоверност на отчетите. Едностранното разглеждане на въпроса за трансферните цени не е в състояние да даде пълноценно решаване на комплексните въпроси по отношение на трансферното ценообразуване. Всяка отделна страна на проблема се нуждае от подобаващо изследване и развитие, при това като отчита връзката с другите аспекти на въпроса. По наше мнение, въпросите засягащи трансферното ценообразуване са такава област, при която трябва да се търси постоянно връзката между данъчните, финансово счетоводни и управленско счетоводни аспекти- на теория, на ниво нормативни актове и като практика.

Проблемите, свързани с трансферните цени нарастват като световен феномен. Неадекватно е те да се решават само в рамките на национално законодателство. Това е осъзнато с оглед данъчните аспекти на проблема, но са подценени финансово счетоводните проявления на този въпрос. Считаме, че финансово счетоводната регламентация по отношение оценката и оповестяването на сделки по трансферни ценни- т.е. между свързани лица, трябва да се преработи с цел опростяване, ясно дефиниране и структуриране, по- висока степен на хармонизиране между национална и международна регламентация. При това, от преработка се нуждаят и националните и международни норми. Друга страна на въпроса е дали и как нормите се спазват от съставителите на отчети- формално и съдържателно. А трета гледна точка е как оповестената информация за трансферните цени се възприема от ползвателите на информация, доколко тя е разбираема и полезна за тях. Това са възможни насоки за последващи изследвания.

Литература/Literature

Abdallah, W. (2004).Transfer Pricing of Intangible Assets, E-Commerce, and International Taxation .American Accounting Association 2004 Mid-Atlantic Region Meeting Paper. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=464281[Accessed 8 March 2019].

Accountancy Act (AA, 2019). State Journal N 95, 8 December 2015г.,.. last change State Journal N13, 12 February 2019. (in Bulgarian).

Adum, O. (2015) The Impact of Transfer Pricing on Financial Reporting: A Nigerian Study. Review of Quantitative Finance and Accounting 6(16) · January 2015.

Atanassova, A., Hristov, I. (2017). Integrated reporting and transfer pricing. Chapter 8 in a monography: Filipova, F., Atanassova, A., Georgiev, V., Stefanov, S., Hristov, I., Kalev, K., Todorova, S., Minev, M. (2017). Problems and challenges in accounting in connection of the concept of integrated reporting. Monographic library "Knowledge and business", book 1. http://eknigibg.net/monogr/Integrirana_otchetnost.pdf[Accessed 8 March 2019]. (in Bulgarian).

Borkowski, S. and Gaffney, M. (2012). FIN 48, Uncertainty and Transfer Pricing: (Im)Perfect Together?. Journal of International Accounting, Auditing & Taxation *32*, June 2012.

Cornell, INSEAD, World Intelectual Property Organization (GII, 2018). Global Inovation Index 2018. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2018.pdf[Accessed 8 March 2019].

Corporate Income Tax Act (CITA, 2018). State Journal N105, 22 December 2006г.,… last change State Journal N105, 18 December 2018. (in Bulgarian).

Drury, C. (2008).Management and Cost accounting, chapter 11, CENGAGE learning.

Drury, C. (2012).Management and Cost accounting, chapter 20, CENGAGE learning.

EC (2006).Code of Conduct on transfer pricing documentation for associated enterprises in the European Union. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A42006X0728%2801%29[Accessed 8 March 2019].

Evers, M., Meier, I., Spengel, Ch. (2014). Transparency in Financial Reporting: Is Country-by-Country Reporting Suitable to Combat International Profit Shifting? ZEW - Centre for European Economic Research Discussion Paper No. 14-015.

Evers, M., Meier, I., Spengel, Ch. (2017). Country-by-Country Reporting: Tension between Transparency and Tax Planning. ZEW - Centre for European Economic Research Discussion Paper No. 17-008.

Guarascio, F. (2018). EU plans new tax for tech giants up to 5 percent of gross revenues. https://www.reuters.com/article/us-eu-tax-digital-idUSKCN1GA25R[Accessed 8 March 2019].

IFAC, International Auditing and Assurance Standards Board (2018). 2018 Handbook of International Quality Control, Auditing, Review, Other Assurance, and Related Services Pronouncements, volume I. https://www.ifac.org/publications-resources/2018-handbook-international-quality-control-auditing-review-other-assurance[Accessed 8 March 2019].

Ignatova, L. (2019). Bulgaria will receive reform recommendations from OECD. Kapital newspaper, 24.01.2019.https://www.capital.bg/politika_i_ikonomika/bulgaria/2019/01/24/3379915_bulgariia_shte_poluchi_preporuki_za_reformi_ot_oisr/[Accessed 8 March 2019]. (in Bulgarian).

International Accounting Standards, approved by EU (IAS/EU, 2018) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/?uri=CELEX:02008R1126-20180101[Accessed 8 March 2019].

Kelley, T., Koontz, D., Kadet, J.M.(2016). Profit Shifting: Effectively Connected Income and Financial Statement Risks. Journal of Accountancy, February 2016.

Lo, A.W.Y, Wong, R.M.K., Firth, M. (2010). Tax, Financial Reporting, and Tunneling Incentives for Income Shifting: An Empirical Analysis of the Transfer Pricing Behavior of Chinese-Listed Companies. Journal of American Taxation Association, Fall 2010.

Mckinley, J. (2013).Transfer pricing and its effect on financial reporting. Journal of Accountancy, October 2013.

Ministry of Finance. (MF, 2018). Draft Law Amending and Supplementing the Tax Insurance Procedure Code http://www.minfin.bg/bg/legislation7/202 [Accessed 8 March 2019].

National Accounting Standards. Council of Ministers (NAS/CM, 2015). Decree No 394 of 30 December 2015 for the amendment and supplement of the National Financial Reporting Standards for Small and Medium-Sized Enterprises adopted by Council of Ministers Decree No 46 of 2005г., State Journal N3, 12 January 2005

Neceva-Porcheva, T. (2011). Theory and practice of transfer pricing, UP "Stopanstvo", Sofia, 2011. (in Bulgarian).

Nikolova, D. (2019). Ognyan Donev: The court saved the capital market in Bulgaria. Kapital newspaper, 08.02.2019.https://www.capital.bg/politika_i_ikonomika/bulgaria/2019/02/08/3387356_ognian_donev_sudut_spasi_kapitaloviia_pazar_v_bulgariia/[Accessed 8 March 2019]. (in Bulgarian).

NRA (2008). Transfer Pricing Guide. http://www.nap.bg/news?id=818[Accessed 8 March 2019]. (in Bulgarian).

OECD (2013). Action Plan on Base Erosion and Profit Shifting. https://www.oecd.org/ctp/BEPSActionPlan.pdf[Accessed 8 March 2019].

OECD (2015). Base Erosion and Profit Shifting Actions. http://www.oecd.org/tax/beps/beps-actions.htm[Accessed 8 March 2019].

OECD (2017b). Bulgaria: Transfer pricing country profile.http://www.oecd.org/tax/transfer-pricing/transfer-pricing-country-profile-bulgaria.pdf[Accessed 8 March 2019].

OECD (1995) Transfer Pricing Guidelines for Multinational Enterprises and Tax Administrations. OECD, Paris.

OECD (2010). Transfer Pricing Guidelines for Multinational Enterprises and Tax Administrations. http://www.oecd-ilibrary.org/taxation/oecd-transfer-pricing-guidelines-for-multinational-enterprises-and-tax-administrations-2010/transfer-pricing-methods_tpg-2010-5-en;jsessionid=77csgjakmi2h7.x-oecd-live-02[Accessed 8 March 2019].

OECD (2017) Transfer Pricing Guidelines for Multinational Enterprises and Tax Administrations. https://read.oecd-ilibrary.org/taxation/oecd-transfer-pricing-guidelines-for-multinational-enterprises-and-tax-administrations-2017_tpg-2017-en#page1[Accessed 8 March 2019].

Ordinance № Н-9, 14.08.2006 г. (MF 2006). How to apply the methods for determining market prices. Issued by the Ministry of Finance. State Journal N70, 29 August 2006г. (in Bulgarian).

Schoen, W. (2005).The Odd Couple: A Common Future for Financial and Tax Accounting? Tax Law Review, Vol. 58, No. 2, 2005

Sikka, P., Murphy, R. (2015). Unitary Taxation: Tax Base and the Role of Accounting https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2633997[Accessed 8 March 2019].

Taipaleenmaki, J. and Ikaheimo, S. (2009). On the Convergence of Financial Accounting and Management Accounting.
https://poseidon01.ssrn.com/delivery.php?ID=325026118089094125107090064083084010034050058012070082112081122071106003085088092099038035127124020121002006064031076105120126105060069010052127003088102101002017064093039078084027001027025078026015029065023095083068066094020108119113107022020086008094&EXT=pdf[Accessed 8 March 2019].

Tax Insurance Procedure Code (TIPC, 2019). State Journal N105, 29 December 2005, … last change State Journal N17, 26 February 2019. (in Bulgarian).

Taylor, G., Richardson, G.A., Al-Hadi, A. (2018). Uncertain Tax Benefits, International Tax Risk, and Audit Specialization: Evidence from US Multinational Firms . International Journal of Auditing, Vol. 22, Issue 2, pp. 230-248, 2018.

Thomas Torslov, T., Wier, L., Zucman, G. (2018) The Missing Profits of Nations. National Bureau of Economic Research, USA, working paper 24701. http://gabriel-zucman.eu/files/TWZ2018.pdf[Accessed 8 March 2019].

ЕЛЕКТРОННО СПИСАНИЕ „ИКОНОМИКА И КОМПЮТЪРНИ НАУКИ“, БРОЙ 2, 2019,
ISSN 2367-7791, ВАРНА, БЪЛГАРИЯ
ELECTRONIC JOURNAL "ECONOMICS AND COMPUTER SCIENCE", ISSUE 2, 2019,
ISSN 2367-7791, VARNA, BULGARIA

Financial Accounting Aspects of Transfer Pricing

Anita ATANASSOVA

University of Economics-Varna
aatanasova@ue-varna.bg

Abstract: The purpose of the paper is to perform a logical analysis of financial accounting aspects of transfer pricing. Interest in transfer pricing has increased in recent years, but not in terms of their financial accounting impact. The main points of the financial accounting concern are the evaluation of related party transactions, current accounting and documentation, reporting in financial statements and disclosure of transfer pricing transactions. An attempt has been made to compare possible approaches and transfer pricing methods according to International Accounting Standards, National Accounting Standards, Tax requirements and applicable methods in Management Accounting. The possible effects of transfer pricing application in financial statements are summarized. The financial accounting requirements for related parties disclosure under National Accounting Standards and International Accounting Standards have been considered. The main conclusions of the article can be summarized as follows: 1. The valuation of transactions at transfer prices must gravitate around the market price regardless of the applicable accounting framework; 2. Transfer Pricing Methods must be applied in a comprehensive way, combining financial accounting, tax and management accounting approach in order to balance different interests and regulatory requirements; 3. The most used instruments for eroding the tax base (BEPS), associated with transfer prices have a substantial tax effect, but they also result in serious distortions of many enterprises financial statements, both in size and in nature of the objects. This aspect of the problem needs serious empirical studies; 4. It is necessary to change further the international and national legal framework, related to financial accounting aspects of transfer pricing, in order to increase clarity, transparency, informativeness and comparability; 5. The existence of a legal framework- financial accounting and tax, is not sufficient to solve the problems related to transfer prices. Improving the competence level of all professionals and active control- internal and mainly external, should complement the process in order to be efficient. Voluntary and fully transparent disclosure of related party transactions is unlikely. Therefore, it is desirable to have a system of incentives and sanctions in place to comply with regulatory requirements on transfer pricing.

Key words: evaluation of related parties transactions, transfer pricing methods, tax base erosion (BEPS), international accounting standards (IAS), management accounting.

Техническа изпълнимост на софтуерен проект за виртуализация на задачи изпълнявани от студентите в курса на висшето образование - проблеми и решения при еволюционното развитие

Иван КУЮМДЖИЕВ[1]

[1] Икономически университет - Варна
ivan_ognyanov@ue-varna.bg

Резюме. Динамиката в изискванията на бизнеса налага модернизиране на методите на преподаване в училищата и университетите. Целта на публикацията е да бъдат изследвани технологичните особености при създаване и поддържане на сложна софтуерна система за виртуално обучение. За да се оцени техническата изпълнимост е предложен класификатор на потенциални промени в софтуера, като е взето предвид влиянието, което те оказват върху действията извършвани от администраторите на бази от данни и програмистите. Статията предлага различни подходи за управление на промените, както на ниво програмен код, така и на ниво бази от данни. Анализирани са ограниченията наложени от използваните технологии и на тази база са очертани са най-добрите методи за управление на промени в софтуерната система за виртуално обучение. Резултатите от изследването могат да бъдат полезни за проектанти на системи и администратори на бази от данни.

Ключови думи: рефакторинг на програмен код, системи за управление на бази от данни, нерелационни бази от данни, софтуерна поддръжка.

1. Въведение

Нуждите на бизнеса свързани с познанията на търсените кадри, следва в една или друга степен да бъдат зачетени и удовлетворени от висшите учебни заведения. В тази връзка се прилагат различни практики за осъвременяване на подходите за обучение, които имат за цел студентите да бъдат поставени в условия максимално близки до работна среда (Dimitrov, 2018). Като пример за такъв подход може да бъде посочено използването на интерактивна уеб среда за изграждане на приложни знания и умения. Подобно на професии изискващи работа със скъпа апаратура при която цената на грешката е висока (пилоти на самолети, капитани на кораби и т.н.) студентите ще могат да използват симулатор, който да ги доближи до предизвикателствата на реалния свят. Като потребители на такава система могат да бъдат идентифицирани студенти, работодатели, експерти, преподаватели и др., а поръчител за разработване различни образователни институции.[19]

Публикацията има за цел да изследва техническата изпълнимост на софтуерен проект насочен към изграждането на бизнес симулатор (БС) за целите на висшето образование, като акцентира на предизвикателствата пред развитие на използваната база от данни.

Практически разработки на проекти с размерите на БС би трябвало да бъдат съпроводени с редица проучвателни дейности, гарантиращи постигане на етап в който софтуерът ще отговаря на нуждите на потребителите. Нуждата от извършването на такива дейности е изследвана в редица публикации насочени както към публичния (Todoranova, 2014), (Raychev, 2018) така и в частни сектор (Nacheva, 2017)(Stoyanova, 2015)(Timofeeva, 2018). Оценката на техническа изпълнимост на проекта е една от тези дейности. Тя се фокусира върху изследване на наличните технически ресурси на организацията разработчик и тяхната приложимост към функционалните изисквания на системата (O'Brien, J., Marakas, 2011). Тази дефиниция ще бъде перифразирана за нуждите на проекта като „избор на подходящи технологии, които могат да бъдат използвани, така че да се удовлетворят изискванията към разработваната система."

[19] Пълното описание на проекта на системата е резултат от изследванията на други автори, които ще бъдат публикувани допълнително.

В класическата представа за жизнен цикъл на една информационна система (Benington, 1983) е прието, че след като бъдат събрани и подробно описани нуждите към системата се създава проект на базата от данни. След това програмистите създават кода на приложението, като се съобразяват с вече дефинираната структура на базата от данни. Според същото това класическо разбиране, потребителите не трябва да променят изискванията си, защото това би довело до промяна в структурата на базата данни и съответно до нужда от промяна в програмния код. За разрешаване на тези проблеми, през последните десетилетия, са въведени гъвкави методологии за разработка на софтуер (Larman, 2003), при които се приема още в началния етап, че системата следва да се развива и промените в базата от данни и кода на приложението са неизбежни и дори желателни.

Въпреки развитието на теорията по отношение на гъвкавите методологии за разработка на софтуер, считаме за наложително да бъдат разгледани специфичните проблеми пред разработката и развитието на БС, както и възможните средства за преодоляването им.

2. Анализ на възможните технически проблеми при разработката на БС, свързани с промяна на потребителските изисквания

Както беше посочено, проектирането на базата от данни е един от факторите, от които зависи програмния код на продукта. Следователно всяка промяна в изискванията на потребителите, която изисква промяна на структурата на базата от данни ще доведе до необходимост от корекции на поне две места – самата база от данни и кода на приложението. Ако приемем, че проектът на БС отразява началните нужди на посочените потребители, то е логично да предположим, че изискванията им ще се променят с развитието на реалния свят, което ще наложи и еволюция на симулатора. По тази причина считаме за наложително да бъдат изследвани кои са най-вероятните промени в БС, до какви проблеми за програмистите и проектантите на бази от данни могат да доведат и как тези проблеми, могат да бъдат смекчени или изцяло решени, чрез различни технологии.

За да бъдат категоризирани промените в базата от данни и произхождащите от тях дейности, ще разгледаме архитектурата ANSI/SPARC (фиг. 1). В нея са отделени три нива – външно, концептуално (логическо) и физическо. Представата на всички потребители за системата е обединена в концептуален (и или логически) модел на базата от данни, който след това се преработва във физически в зависимост от използваната система за управление на бази от данни (ANSI/X3/SPARC, 1975).

Фигура 1. ANSI/SPARC архитектура

Дейностите по промяна на логическия и физическите модели се извършват най-често от администраторите на бази от данни, а програмистите взаимодействат единствено с логическия. По тази причина, промяната на изискването дори на един потребител на системата, може доведе до необходимост от корекции от поне два вида специалисти.

Първоначално ще разделим възможните промени на два вида:

1) такива, които налагат промяна във физическия модел на базата от данни.

2) такива, които налагат промяна в логическия модел на базата от данни

Проблеми при реорганизацията на физическия модел на данните - физическият модел на базата от данни включва физическите структури за съхраняване на данните (файлове, страници, записи), допълнителни структури, осигуряващи подобряване скоростта на достъп до данните (индекси), месторазположението и размера на необходимата памет за съхраняване на базата от данни и други физически характеристики, изисквани от избраната СУБД. Изпълняването на тази задача е отговорност на администраторите на бази от данни. Благодарение на т.нар. „физическа независимост“, залегнала в основата на ANSI/SPARC, промените във физическия слой не се отразяват на логическия и следователно програмистите няма да бъдат ангажирани с нанасяне на корекции в кода. По-тази причина можем да определим като по-ниско нивото на влияние на тези промени върху времето за разработка на системата.

Като се вземе предвид описанието на изискванията към БС и характеристиките на физическия модел, можем да идентифицираме следните области като източници на необходимост от промени в модела:

1) бавен достъп до данните,

2) увеличаване на обема на съхраняваните данни.

Двете области много често са свързани, защото при увеличаване на обема на данните в релационна база от данни, се забавя достъпа до тях. В такива случаи се налага администраторите на бази от данни да предприемат мерки за по-ефективно използване на наличните ресурси, чрез настройки на използваната СУБД, а ако това не може да де нужния резултат се налага закупуване на нови ресурси. Като потенциален източник на такава необходимост можем да посочим:

1) Увеличаване на броя на потребителите на системата, така че данните, които те генерират да надхвърлят изчислителните възможностите на използвания хардуер.

2) Увеличаване обема на съхраняваните данни – при запис на мултимедия и/или документи, се заема по-голямо пространство на твърдите дискове, в сравнение с запис на обикновен текст.

За справяне с първия проблем са възможни два подхода – закупуване на по-мощни ресурси или използване на СУБД, която да позволява разпределение на данните и натоварването на различни сървъри. Считаме, че изборът на решение би трябвало да бъде насочен към подхода на разпределение на натоварването, защото той предоставя възможност за почти неограничено нарастване на броя на потребителите и входно изходните операции. Въпреки, че голяма част от най-популярните СУБД предоставят такива механизми (MS SQL Server, Oracle и т.н.) трябва да се има предвид, че те са достъпни само в комерсиалните версии на продуктите. Пример за широко използвани СУБД с лиценз позволяващ безплатно използване, които позволяват разпределение на натоварването са MongoDB и CouchDB.

За да се избегне проблем със съхраняването на големи обеми от данни е възможно да се приложи предложения по-горе подход. Въпреки това, с навлизането на техника с възможности за запис на мултимедия с високо качество, е възможно дори единствен потребител да генерира гигабайти данни за кратък период от време. По тази причина би следвало системата да съхранява мултимедийни файлове само в случай, че очакваният им обем не надхвърля възможностите на използвания софтуер и хардуер.

Проблеми при реорганизацията на логическия модел на данните - ако приемем, че в даден момент от време БС изпълнява посочените в проекта функции, то последващи промени в логическия модел на данните, биха произтекли от промяна на потребителските изисквания към системата и по-конкретно към данните, които трябва да се съхраняват и извличат от нея. Според Macek и Richta (Macek and Richta, 2014) трудността на процесите на еволюция на информационната система са свързани, както с броя на промените, така и с броя на засегнатите софтуерни компоненти. Вече беше посочено, че тези промени засягат както администраторите на бази от данни, така и програмистите (към засегнатите от тези промени могат да бъдат включени и всички останали участници в процеса на разработка – тестери, бизнес анализатори, специалисти по внедряване и документация и т.н.). Това води увеличаване обема на дейностите, които да се извършат и съответно времето за разработка и стойността на продукта. По тази причина са правени опити да бъде решен този проблем от различни автори.

Рефакторингът (преработка на код) е много популярна практика за обектноориентираната концепция, насочена към еволюционно развитие на кода и софтуерната архитектура. Той се дефинира от (Beck *et al.*, 1999) като промяна на структурата на програмния код, която не се отразява на неговото поведение от гледна точка на потребителя. Пречупването на рефакторингът през призмата на базите от данни обаче изисква по-различен подход, тъй като те отразяват представите на потребителите, промените в които, както беше посочено налагат необходимостта от преструктуриране.

Може да се твърди, че сложността на промяна на логическия модел на данните зависи до голяма степен от набора от правила на които той се подчинява. Според някои автори (Eckstein and Schultz, 2017) релационните бази от данни са една от най-устойчивите и използвани концепции в информационните системи за последните десетилетия. Те осигуряват усъвършенствани функции за запис и извличане на данните, които се съхраняват в релационна схема. При релационните бази от данни се прилага процес наречен нормализация, който се дефинира като разпределяне на данните в релационните схеми, при спазване на набор от правила (Purba, 1999). Именно тези правила гарантират, че данните ще бъдат непротиворечиви и ще се съхраняват, така че да удовлетворят нуждите на потребителите. Ето защо може да се твърди, че поддържането на базата от данни в състояние, което правилно да отразява процесите от реалния свят се решава, чрез правилата за изграждане на схема на релационни бази от данни.

Според някои автори (Ambler and Sadalage, 2006), рефакторинг е малка промяна на схемата (структурата) на базата от данни, която я подобрява, като същевременно запазва информационната същност и поведението й. В това определение остава неясно какво се разбира под „малка промяна“ и по тази причина предпочитаме да използваме дефиниция, която описва по-точно целия процес – техниката за рефакторинг на бази от данни се свежда до приложение на контролирани операции за промяна на съществуващата схема (D’Sousa and Bhatia, 2009).

Промените в работещи софтуерни проекти се извършват на три етапа (Martin Lippert, 2006), като първите два от тях можем да причислим към процеса на рефакторинг на бази от данни:

1. Промяна на модела на данните (схемата).
2. Миграция на данните между стария и новия модел.
3. Рефакторинг на кода, който достъпва засегнатите части на базата от данни.

В зависимост от промените се определя вида на рефакторинг на базите от данни и произтичащите от него действия. За да оценим по-точно възможните промени в изискванията на потребителите на БС и произтичащите от тях усложнения, ще разгледаме и класификация на видовете рефакторинг на бази от данни. Според някои автори (Ambler and Sadalage, 2006) те са:

1) Структурен – промяна на дефиницията на един или повече обекти от схемата.

2) Насочен към подобряване на качеството на данните – налагане на ограничения на приеманите стойности.

3) Насочен към налагане на ограничението „цялост на връзките между таблиците“.

4) Архитектурен – подобряване на начина по който външните програми взаимодействат с базата данни.

5) Насочен към методите – промяна на съхранени процедури, тригери и функции.

6) Трансформации – промяна на схемата, която води до промяна на нейната логика.

Като положителна черта на тази класификация можем да посочим, разделянето на ясни и управляеми проблеми от гледна точка на администраторите на бази от данни. Въпреки това, тя не отразява връзката им с промяна изискванията на потребителите, както и обема на нужните за извършване промени от гледна точка на програмистите.

По тази причина предлагаме пет сценария, които да бъдат използвани за класификация на промените в изискванията на потребителите, като се взема предвид влиянието им върху администраторите на релационни бази от данни и програмистите:

1) Промяна на стратегията на бизнеса (цялостна промяна на концепцията на разработваната система) – в т.ч. функции, входни и изходни данни, потребители. Подобна кардинална промяна налага връщане в начален етап на разработка на приложението и по тази причина е крайно нежелателна от ангажираните с разработката на системата.

2) Промяна в начина на съхранение на съществуващи данни. Този казус може да бъде разделен на два отделни в зависимост дали се налага промяна в кода на приложението или не. Съответно това ще са случаите на промяна начина на съхранение без необходимост от корекция на методите на извличане на данни и вариант в който се налагат промени и в кода на приложението. Сложността на извършваните корекции ще зависи пряко от степента на съответствие между старата схема на данните и новата, която удовлетворява промяната в изискванията.

3) Добавяне на нови данни със специфични правила за тях. Тази операция изисква както промяна в схемата на базата от данни, така и промяна в кода на приложението. И на двете места би следвало да се отразят изискванията към стойностите, които могат да приемат данните. Разликата между този и предходния казус, е че тук данните за първи път постъпват в системата, а при горния вече са налични под някаква форма. По тази причина операциите тук са по-малко, защото изключват нуждата от миграция на данни от едни структури в други.

4) Промяна на изискванията за изхода от системата, при използване на съществуващите данни. Дори да налага програмиране на по-сложни изчисления, този проблем е по-лесен за разрешаване от предходните, защото не изисква промяна на базата от данни и корекциите ще се сведат само до пренаписване на програмен код за създаване на отчети/справки.

5) Добавяне на нови данни без специфични правила за тях. Следва да се тълкува като добавяне на характеристика към обект, който вече е описан в базата от данни, но тази характеристика не съдържа и ограничения към стойностите, които може да приема. Този вид промени изискват само добавяне на едно или няколко полета в съществуващи обекти от базата данни и програмен код за записването им там, но без необходимост от допълнителни обработки.

3. Анализ на възможните източници на промяна на изискванията в БС и оценка на сложността на разрешаването им

За разпределение на потенциалните области с необходимост от промяна ще бъде използвана посочената по-горе класификация. Считаме, че не е възможно разработката да попадне в сценарий 1, защото изискванията на системата са ясно дефинирани и частични нейни функционалности са прилагани от авторите на проекта, което е довело да пълно изясняване на изпълняваните от нея функции.

Като много висока ще определим вероятността да се стигне до сценарии 4 и 5. Причината се корени във факта, че системата ще работи с все по-голям кръг потребители. Въпреки, че основните видове потребители не би следвало да се променят, то с увеличаването на броя на потребителите и промяна на условията в реалния свят, е все по-вероятно да настъпи момент в който ще има потребител с необходимост от добавяне на нов вход или изход от системата.

Като две области с вероятност за навлизане в сценарии 2 и 3, можем да посочим функции свързани със съхраняване на автобиография в системата, както и изпълняване на мисии от обучаващите се. Съхраняването на автобиографията на студентите е типичен пример за възникване на необходимост от промяна на начина на съхранение на данните. Ако автобиографията се съхранява под формата на файл, това би улеснило до голяма степен разработчиците при запис на данните, но при необходимост от търсене на кандидати с точно определени характеристики би възникнал труден за решаване проблем. По правило съхраняването на данните в обобщен и неструктуриран формат, затруднява извличането на информация от тях. По тази причина е възможно в определен момент да се наложи промяна на структурата на базата от данни, така че да бъде възможно съхраняване на данните от автобиографията в отделни обекти от схемата на данните.

С голяма вероятност за реализиране на сценарий 3 е модулът, който ще се грижи за управление на мисиите, изпълнявани от студентите. Първоначално изпълняваните мисии ще бъдат надлежно описани, което позволява създаване на модел на данните и код за обработката им. При добавяне на мисии, които се подчиняват на текущо описаните правила разработваната система би могла да бъда настроена сравнително лесно. За сметка на това при добавяне на нови мисии с нереализирана до момента логика, ще бъде необходимо да бъде променена схемата на базата от данни, да се добавят нови данни, нови правила за работа с тях, както и нови начини за извличането им.

4. Възможни решения на посочените проблеми

Както беше посочено, еволюцията на информационните системи е очакван процес и за управлението ѝ следва да бъдат приложени мерки още в самото начало на проекта. Според някои автори (Aboulsamh and Davies, 2010) проблемите на еволюцията на системата могат да бъдат решени, чрез използване на UML диаграми. Езикът е утвърдено средство за моделиране на системи, и съществуват софтуерни продукти[20], които предлагат възможност за генериране на код на база създадената диаграма. Въпреки това, не считаме за възможно, чрез наличния към момента софтуер и хардуер, промяна в UML диаграмата описваща една система да доведе автоматично до пресъздаване на целия софтуерен продукт.

В тази връзка подкрепяме тезата, че работата по промяна на структурата на релационна база от данни и съответните промени в кода не може да бъде напълно автоматизирана (Schink, 2013), но считаме, че може да бъде значително улеснена при употреба на определени технологии.

ORM работни рамки – съществуват множество инструменти за осъществяване на връзка между релационни бази от данни и обекти в програмния код, като някои от тях предлагат и инструменти за промяна на структурата на данните. При използване на език за разработка Java може да се вземе предвид продукта Hibernate, който има възможности за създаване на таблици и добавяне на колони в базата от данни при промяна в приложението.

Active Record е ORM рамка използвана в среди с език за програмиране Ruby on Rails, която дава възможност не само за промяна на структурата на базата от данни (наричани миграции[21]), а и добавяне на потребителски SQL команди.

Подобни инструменти са налични при използване на платформата .NET в лицето на Entity Framework, както и на разпространения за разработване на уеб приложения език PHP (Propel, Doctrine). Въпреки, че използването на ORM работни рамки подпомага процеса по рефакторинг, той не може да бъде изцяло автоматизиран от тях.

Инструменти за еволюция на бази от данни – освен на ниво програмен код, са налични инструменти за рефакторинг насочени само към базата от данни. Проектът MeDEA (Metamodel-based

[20] https://www-03.ibm.com/software/products/bg/enterprise
[21] Hansson, D.H., Kemper, J.: ActiveRecord::Migration (2009), http://api.rubyonrails.org/classes/ActiveRecord/Migration.html

Database Evolution Architecture) е стъпка към разрешаване на проблемите на еволюцията на базата от данни, като дефинира метамодел, чрез който по-лесно да се извършват и проследяват необходимите промени по базата от данни (Domínguez *et al.,* 2008). Въпреки това не е добил широко приложение и популярност, а е известен по-скоро в научните, отколкото в средите на разработчиците.

Друг проект добил по-широка популярност под формата на софтуерен инструмент е DB-MAIN (Hick and Hainaut, 2006). Той предоставя възможности за управление модела на данните и промяна на структурата му, както и експортиране на данните към различни формати и използване на UML диаграми[22]. Въпреки посочените предимства, трябва да се вземе предвид факта, че продуктът не е безплатен.

Продукт, който предоставя същите възможности за рефакторинг на базата от данни, има безплатна версия и добавя и автоматизирано създаване на документация за промените е Liquibase[23]. Подобно на посочените по-горе инструменти той е насочен само към релационни бази от данни, което го прави най-подходящ избор за целите на разработката при използване на този вид организация на данните.

Прилагането на посочените по-горе инструменти има потенциала да смекчи последиците от необходимост от промени в системата и да направи процеса на рефакторинг по-лесен. Въпреки това, не считаме, че тези инструменти могат да елиминират изцяло някой от посочените проблеми.

За да се избегне нуждата от промяна на структурата на базата от данни е възможно да се използва такава технология, в която няма предварително дефинирана схема.

Използване на СУБД в които няма предварително дефиниран модел на данните -развитието на изискванията за мащабируемост към информационните технологии през последното десетилетие, наложи появата на бази от данни с концепция различна от релационната. Те най-често се наричат NoSQL бази от данни и предоставят възможности за използване на по-гъвкава структура на данните, в сравнение с релационния модел. Като най-широко разпространени представители могат да бъдат посочени MongoDB, CouchDB, Bigtable и Dynamo.

В MongoDB например данните се съхраняват в структури наречени колекции, състоящи се от документи, към които няма изискване за предварително дефиниране на схема. Това означава, че ако до даден момент от време определен обект се описва с точно определени атрибути, то няма никакви пречки в следващия да бъде описан със съвсем различни характеристики, които да се запишат в базата от данни.

Като произтичащи ползи от използването на такъв вид бази от данни могат да бъдат посочени смекчаване на проблемите с мащабируемостта и промяна на логическата структура на данните. Промяната в структурата се отразява минимално на самата СУБД, защото тя няма схема и следователно не се налага администраторите да я променят и да реализират новите изисквания за ограничения към данните.

Посочените предимства биха улеснили нанасяне на промените в случаи при които се налага добавяне на нови мисии, нови характеристики на автобиография и т.н. Освен това повечето нерелационни СУБД предоставя механизми, чрез които да се разреши евентуален проблем с експоненциално увеличаване на потребителите и генерираната от тях информация, като се използват множество компютри.

Въпреки, че използването на нерелационни СУБД има неоспорими предимства, трябва да бъдат разгледани и недостатъците на тази концепция.

1) Липсата на предварително дефинирана структура усложнява извличане и обобщаване на данни в различни по вид отчети. Това означава, че сценарий 4 по задаване на нови изисквания към изхода на системата, може да се превърне в задача с повишена сложност.

2) Наложените от потребителите логически изисквания към данните трябва да бъдат реализирани в кода на приложението – докато при релационните схеми тези изисквания се налагат от системата за управление на бази от данни, то тук отговорността за това е изцяло в ръцете на програмистите. По тази причина според някои автори (Rocha *et al.*, 2015), NoSQL базите от данни нямат изцяло неопределена структура – структурата всъщност се прилага от самото приложение. Ето защо, дори когато се използва СУБД, която не задължава предварително дефиниране на структурата на базата от данни, се налага извършване на промени в приложението при рефакторинг на базата.

По тези причини считаме, че използването на нерелационни бази от данни може да реши някои от проблемите на еволюцията на системата, но не би следвало да бъде приеман като единствена възможност.

[22] http://www.rever.eu/en/technical-features
[23] http://www.liquibase.org/

5. Заключение

Направеното изследване показва, че създаването и развитието на софтуерен проект за виртуализация на задачи за изпълнение от студенти в курса на висшето образование е възможно. За тази цел обаче е нужно да се вземат предвид особеностите на софтуерното производство в комбинация със специфичните нужди на потребителите на системата.

Създаденият класификатор на промените в системата е приложен към възможните им източници. По този начин са очертани най-критичните области и са изведени препоръки за смекчаване негативните последици от промените. Някои от тях включват използване на СУБД, които позволяват разпределяне на натоварването и имат по-свободни изисквания към структурата на базата данни; при използване на релационна БД да се вземе предвид инструмента Liquibase; за улесняване на промените в частите от програмния код, които правят връзка с базата данни да се използва ORM работна рамка.

Literature

Aboulsamh, M. A. and Davies, J. (2010) ‘A metamodel-based approach to information systems evolution and data migration’, in *Proceedings - 5th International Conference on Software Engineering Advances, ICSEA 2010*. doi: 10.1109/ICSEA.2010.31.

Ambler, S. and Sadalage, P. (2006) ‘Refactoring databases: Evolutionary database design’, *Queue*.

ANSI/X3/SPARC (1975) ‘Interim Report: ANSI/X3/SPARC Study Group on Data Base Management Systems’, *FDT - Bulletin of ACM SIGMOD*.

Beck, K. *et al.* (1999) ‘Bad Smells in Code’, in *... Improving the design of existing code*.

Benington, H. D. (1983) ‘Production of Large Computer Programs’, *Annals of the History of Computing*. doi: 10.1109/MAHC.1983.10102.

D’Sousa, A. and Bhatia, S. (2009) ‘Refactoring of a database’, *International Journal of Computer Science and Information Security*.

Dimitrov, I. (2018) ‘A STATE OF ERP LEARNING IN ACCOUNTING EDUCATION IN BULGARIAN UNIVERSITIES’, *Списание „Диалог“*, 3, pp. 37–71.

Domínguez, E. *et al.* (2008) ‘MeDEA: A database evolution architecture with traceability’, *Data and Knowledge Engineering*. doi: 10.1016/j.datak.2007.12.001.

Eckstein, J. and Schultz, B. R. (2017) *Introductory Relational Database Design for Business, with Microsoft Access, Introductory Relational Database Design for Business, with Microsoft Access*. doi: 10.1002/9781119430087.

Hick, J. M. and Hainaut, J. L. (2006) ‘Database application evolution: A transformational approach’, *Data and Knowledge Engineering*. doi: 10.1016/j.datak.2005.10.003.

Larman, C. (2003) *Agile & Iterative Development*, *Addison-Wesley*.

Macek, O. and Richta, K. (2014) ‘Application and relational database co-refactoring’, *Computer Science and Information Systems*. doi: 10.2298/CSIS130610033M.

Martin Lippert, S. R. (2006) *Refactoring in Large Software Projects: Performing Complex Restructurings Successfully*, *Wiley*.

Nacheva, R. (2017) ‘Architecture of Web-Based System for Usability Evaluation of Mobile Applications’, *Izvestiya Journal of Varna University of Economics*, 61(2), pp. 187–201.

O’Brien, J., Marakas, G. (2011) *Developing Business/IT Solutions In Management Information Systems*. New York: McGraw-Hill/Irwin.

Purba, S. (1999) *Handbook of Data Management*. CRC Press.

Raychev, T. (2018) ‘Assessment of canceled and problematic concession projects in the water supply and sewerage sector worldwide (in Bulgarian)’, *Izvestia Journal of the Union of Scientists -Varna. Economic Sciences Series*, 7(3), pp. 184–195.

Rocha, Á. *et al.* (2015) ‘New contributions in information systems and technologies’, in *Advances in Intelligent Systems and Computing*. doi: 10.1007/978-3-319-16528-8.

Schink, H. (2013) ‘Sql-schema-comparer: Support of multi-language refactoring with relational databases’, in *IEEE 13th International Working Conference on Source Code Analysis and Manipulation, SCAM 2013*. doi: 10.1109/SCAM.2013.6648199.

Stoyanova, M. (2015) ‘Gamification process in information systems’, *Special Issue Proceedings of ETAEc 2015 Conference, Scientific Bulletin – Economic Sciences*, 14, pp. 174–180.

Timofeeva, A. (2018) ‘Information systems and databases in malls and opportunities for their improvement (in Bulgarian)’, *Izvestia Journal of the Union of Scientists - Varna*, 7(3), pp. 124–132.

Todoranova, L. (2014) ‘Implementation of Business Intelligent Systems in the Public Sector in Bulgaria (in Bulgarian)’, *Izvestia Journal of the Union of Scientists - Varna*, pp. 115–123.

Technical feasibility of a software project for virtualization of tasks performed by students in the higher education course - problems and solutions in evolutionary development

Ivan KUYUMDZHIEV[1]

[1] University of Economics, Varna, Bulgaria
ivan_ognyanov@ue-varna.bg

Abstract. The dynamics of business requirements necessitates the modernization of teaching methods in schools and universities. The purpose of the publication is to explore the technological aspects of creating and maintaining a complex software system for virtual learning. In order to assess technical feasibility, a classifier of potential software changes is proposed, taking into account the impact they have on the database administrators and developers. The article offers different approaches to managing changes, both at the programming code level and at the database level. The limitations imposed by the technologies used are analyzed and, on this basis, the best methods for managing changes in the virtual learning software system are outlined. The results of the study can be useful for software system designers and database administrators.

Key words: code refactoring, database, database management systems, NoSQL, software changes.

ЕЛЕКТРОННО СПИСАНИЕ „ИКОНОМИКА И КОМПЮТЪРНИ НАУКИ“, БРОЙ 2, 2019,
ISSN 2367-7791, ВАРНА, БЪЛГАРИЯ
ELECTRONIC JOURNAL “ECONOMICS AND COMPUTER SCIENCE”, ISSUE 2, 2019,
ISSN 2367-7791, VARNA, BULGARIA

Специфични административни задачи при MongoDB и MySQL

Иван КУЮМДЖИЕВ[1]

[1] Икономически университет - Варна
ivan_ognyanov@ue-varna.bg

Резюме. Системите за управление на бази от данни определят до голяма част от ограниченията, които ще имат използващите ги софтуерни приложения. По тази причина администраторите на бази от данни се грижат за управление на редица процеси от които зависи качеството на софтуера. Публикацията има за цел да бъдат изследвани и сравнени методите за извършване на основни административни задачи при извършване на архивиране и възстановяване на бази от данни. За обект на сравнението са избрани системите за управление на бази от данни MySQL и MongoDB. Анализирани са приликите и разликите в категориите логическа и физическа организация на данните, методи за измерване размера на базата от данни, нарастването ѝ, както и времето за изпълнение на операции по архивиране и възстановяване. Изследвани са само безплатните версии на продуктите в качеството им на най-разпространени в световен мащаб. Открити са някои сходства в управлението на двете системи, както и силни и слаби страни на всяка от тях спрямо другата. Изследването може да бъде полезно за администратори на бази от данни

Ключови думи: администриране на бази от данни, архивиране, сравнение на бази от данни, системи за управление на бази от данни.

1. Въведение

Познаването на характеристиките и методите за измерване за количествено измерване на качествата на СУБД е важна част от отговорностите на администраторите им. Това може да помогне за подобряване на бързодействието, повишаване на сигурността и създаване на устойчива стратегия за архивиране и възстановяване.

Публикацията разглежда безплатните версии на две от най-популярните СУБД в световен мащаб – MySQL и MongoDB. Причините за широкото им разпространение могат да бъдат свързани с възможността за безплатно използване и скорост на работа и при двете; отворен код, използване на разпределена обработка на информацията и нерелационна схема в MongoDB. Целта на публикацията е да открои методи за извършване на следните административни задачи - измерване размера на базата от данни и откриване на тенденции в нейния растеж, методите за измерване на времето необходимо за изпълнение на команди за архивиране и възстановяване, както и да подчертае силни и слаби страни на двете СУБД в тези области.

2. Особености при логическа и физическа организация на данните в MySQL и MongoDB

Размерът на базата от данни е фактор, оказващ влияние, както на процеса на архивиране, така и на процеса на възстановяване. За да може да бъде изследвана степента му на значимост, е необходимо да се изследват характеристиките на MySQL, оказващи влияние на размера на базата от данни, методите за измерване на размера, както и добиване на информация, позволяваща увеличаването му със запазване на тенденциите за растеж.

Архитектурата на MySQL позволява избор на различни хранилища за всяка от таблиците в базата от данни. (Bell, 2013) определя използването на различни хранилища в MySQL като една от най-добрите възможности предлагани от продукта, защото това позволява да бъде настроена базата данни като се избира най-подходящото хранилище в зависимост от изискванията на приложенията към всяка таблица. Например използване на хранилище, което осигурява контрол на транзакциите за много активни бази от данни или използване на хранилище, което съхранява данните в оперативната памет в случаи, в които те се достъпват често, но не се променят.

MySQL 5.7 поддържа следните хранилища за данни: MyISAM, MERGE, MEMORY, InnoDB, CSV, Blackhole, Archive, Example (шаблон за създаване на нови хранилища) и FEDERATED (MySQL, 2019g), като представя всяка таблица на твърдия диск като поне един файл. Той има разширение .frm, съдържа описание на структурата на таблицата и се създава от сървъра, а различните хранилища могат да създадат допълнителни файлове, съдържащи данните от таблиците и информация за индексите, като имената и структурата им зависи от хранилището (DuBois, 2008).

MyISAM е типът хранилище на данни по подразбиране в MySQL до версия 5.5. Таблиците са създадени чрез методи за компресия и оптимизация на индексирането за подобряване на скоростта и по тази причина се използва при реализация на складове от данни и приложения за електронна търговия (Bell, 2013), както и при статистически анализ на данните (Kaneva, 2019)(Vasilev and KEHAYOVA-STOYCHEVA, 2017). Заключването е на ниво таблица и изборът на това хранилище се препоръчва, когато скоростта на четене е от най-голямо значение. MyISAM представя всяка таблица като три файла на твърдия диск – освен файла, описващ структурата на таблицата, се използват и файлове с разширение .myd (за запис на съдържанието на редовете) и .myi (запис на информация за индексите) (MySQL, 2019g).

InnoDB поддържа механизъм за превъртане назад на неизпълнени до край транзакции, като таблиците от този вид могат да нарастват до 64 TB (по-малко от MyISAM – 256TB). Въпреки по-малкия максимален размер хранилището се използва по подразбиране за всички новосъздадени таблици и от фирмата разработчик (Oracle) препоръчват прилагането му. InnoDB е първото хранилище в MySQL, което поддържа работа с транзакции (съгласуване с принципа ACID) и поддържане на референтна цялост на данните. Таблици, съхранявани в такъв формат, предлагат заключване на ниво запис (единствено платеното хранилище NDB предлага подобна възможност) – докато се изпълнява транзакция върху дадени записи от таблицата, те остават заключени, но други транзакции могат да се изпълняват върху останалите записи.

Таблиците от тип InnoDB използват два начина за съхраняване на данните: индивидуално и споделено таблично пространство. Споделеното се състои от един или повече големи файлове, които формират логически свързана област за съхраняване на данни с размер равен на сумата от размерите на индивидуалните файлове (DuBois, 2008). В такъв случай единственият файл специфичен за всяка таблица е файлът с разширение .frm. При използване на опциите, зададени по подразбиране в MySQL (до версия 5.6), се създава единствен файл с данни с име ibdata1 (нарича се споделено таблично пространство) и два лог файла ib_logfile0 и ib_logfile1. В тези файлове се записват данните от таблиците от всички бази от данни на сървъра, както и операциите, извършвани върху тях. След версия 5.6 по подразбиране (MySQL, 2019b) е включена опцията innodb_file_per_table, при която за всяка таблица се създава файл с данни с разширение .ibd.

Хранилището позволява създаване и изтриване на индекси с по-малко влияние на производителността и достъпността, а структурата му е ефективна за полета с дълъг текст и BLOB. Според нас това е и една от причините да се препоръчва за среди, в които се извършват множество операции по запис, докато MyISAM е препоръчително за таблици предимно за четене.

Хранилищата Merge и Federated имат сходно предназначение. Докато първото е виртуална таблица създадена, чрез комбиниране на няколко таблици с еднаква структура от тип MyISAM от един сървър (Vaswani, 2009), то Federated може да се базира на таблици от различни сървъри (Bell, 2013).

Таблиците от тип Memory използват единствено файл с разширение .frm и не се представят по друг начин във файловата система, защото данните и индексите ѝ се записват в оперативната памет (MySQL, 2019f). При спиране на сървъра съдържанието се изтрива и при рестартиране таблиците са празни. Таблиците от тип Blackhole също се представят на твърдия диск с единствен файл с разширение .frm, но за разлика от Memory таблиците не съдържат никакви данни (MySQL, 2019d).

Хранилището Archive е създадено за съхраняване на големи количества рядкодостъпвани исторически данни в компресиран вид. Няма индексация и единственият начин за достъп до данните е чрез сканиране на таблицата (MySQL, 2019c).

Описаните характеристики на хранилищата в MySQL но видят до извода, че от гледна точка на архивирането и възстановяването, значение имат предимно хранилищата MyISAM и InnoDB – използват се най-често и за разлика от Memory и Blackhole съхраняват оперативни данни на твърдия диск.

MongoDB е значително по-нов софтуерен. Въпреки това добива голяма популярност и се използва от широк кръг световноизвестни компании за обслужване на части от информационните им системи, поддържащи големи обеми от данни. Нарастващата популярност на MongoDB налага нуждата да бъдат оценени възможностите ѝ за изпълнение на класически административни задачи.

MongoDB е СУБД, създадена за бърза разработка на уеб приложения (Vohra, 2015), и по тази причина е проектирана да дава по-голяма свобода на програмистите при проектиране на базата от данни. За разлика от системите за управление на релационни бази от данни като MySQL, терминологията не следва йерархията „база от данни – релация – запис“, а „база от данни – колекция – документ“.

Документите в MongoDB са базирани на JSON, популярен метод за съхраняване на променливи структури от данни. JSON е акроним за JavaScript Object Notation и структурата му се състои от ключове и стойности, които могат да бъдат и вложени, което ги прави аналогични на речниците и хеш-таблиците в други езици за програмиране.

Документите се сериализират на диска във формат познат като Binary JSON (BSON) – двоично (бинарно) представяне на JSON документ. От версия 2.6 MongoDB използва стратегия за предоставяне на дисково пространство, именувана „предоставяне на размер на втора степен" (França, 2015). Официалната документация (MongoDB, 2019d) сочи, че за разпределяне на пространството се използват степени на двойката (32 KB, 64, 128, 256, 512, … 2MB), като най-малкият възможен документ е с размер 32 байта, а размерите над 2 MB се получават като се закръгли нагоре до най-близкото кратно на числото 2. При тази организация след всеки документ има празно място, което е предпоставка за намаляване на преместванията и фрагментацията.

Колекциите и индексите се съхраняват във файлове, които първоначално са два – съответно с размери 64 и 128 MB. Целта на предварителното заемане на дисково пространство е данните в тях да заемат съседни сектори на твърдия диск, което да доведе до по-бърз достъп (Sulov, 2014). С увеличаването на данните MongoDB продължава да създава нови файлове с данни. Всеки нов файл заема двойно повече място от предхождащия го, докато размерът достигне 2 GB. В този момент всички следващи файлове са с размер 2GB. Така файлът с разширение .2 ще бъде с размер 256 MB, .3 с 512 и т.н.

След като проучихме официалната документация и друга литература, стигнахме до извода, че MongoDB може да се стигне до ситуация, в която има съществена разлика между реалното използвано пространство и заетото на твърдия диск, докато това не е възможно при MySQL.

Както и при MySQL, хранилищата са компонент, отговорен за управлението на съхраняването и достъпа до данните. Изборът на хранилище влияе върху производителността на приложението и зависи от неговите изисквания. Различни хранилища могат да бъдат избирани в рамките на различните възли от репликирана база от данни или дори различни възли на разпределена база от данни. Хранилището MMAPv1 се използва по подразбиране до версия 3.2, а за по-новите версии официалната документация (MongoDB, 2019f) препоръчва WiredTiger. Хранилището, съхраняващо цялата база от данни в оперативната памет In-Memory, е налично само в платената версия.

Хранилището на данни заема важно място в изследването, защото оказва влияние на редица характеристики на поведението на базата данни, включително и на допълнителните файловете, записващи извършените операции в базата от данни, които са източник на историческа информация. Тази информация може да бъде използвана за проследяване на тенденциите в развитието и растежа на базата от данни и по този начин да бъде симулирана нейната работа за продължителен период от време, за да се изследват характеристиките на избрана стратегия за архивиране и възстановяване, както и бързодействието на базата данни.

3. Методи за измерване размера на базата данни и тенденции в нарастването ѝ

За изчисляване на реалния размер на базата от данни в MySQL (Bradford, 2012) препоръчва да се сумират размерите на таблиците и на индексите в базата от данни. До тази информация може да бъде получен достъп чрез таблицата Tables от INFORMATION_SCHEMA (MySQL, 2019e). Според същия автор изчисляването на размера на базата от данни е от съществено значение за архивирането и възстановяването, защото размерът на получения логически архив е приблизително равен на размера на данните с разлика 10 – 15%.

Един от методите за реализиране на възстановяване към момент от време изисква да бъде поддържан списък на изпълняваните операции в СУБД. След версия MySQL 3.23.14 всички команди, които се изпълняват към базата данни, се записват в допълнителни един или повече файла. Този файл е в двоичен вид и по тази причина се нарича бинарен лог (Vaswani, 2009). За разглеждането му може да се използва инструмента mysqlbinlog, който го конвертира в текстов файл. Създаването и поддържането на лога предполага допълнително натоварване на системата, както и нужда от допълнително място на твърдия диск. Като допълнение, тъй като логовете съдържат важна информация, могат да бъдат използвани за компрометиране на сигурността и по тези причини някои администратори (Murach, 2012) предпочитат да ги изключат, което автоматично ограничава възможностите за изследване на тенденциите за развитие размера на базата данни.

По този начин стигаме до извода, че за да бъдат проследени тенденциите в развитието на базата от данни в MySQL са възможни следните подходи:

1) създаване на специфични потребителски процедури, които да записват операциите по таблиците, в случай, че наблюдение на кратък период може да осигури достоверна информация;

2) достъп до бинарния лог и анализ на наличната информация за честота на изпълнение на командите.

Архивите в MySQL могат да бъдат редактирани и с текстов редактор, което позволява да бъде изчислен брой операции изпълнявани за всяка от таблиците за определен период от време. От тази гледна точка, към горните два метода предлагаме да бъде добавен и:

3) преглед и сравнение на съществуващи архивни файлове.

Считаме, че създаването на специфични потребителски процедури може да намери изражение в създаване на тригери или инсталиране на добавки (plugins) към MySQL. Те могат да добавят собствени променливи и команди, таблици в INFORMATION_SCHEMA, да работят на фонов режим и т.н. (Schwartz, Zaitsev and Tkachenko, 2012). Пример за такава добавка е audit_log – той получава събития при изпълнението на заявки, за да може да запише какво се случва на сървъра. Audit_log е разработен от McAfee и акцентира на изисквания, свързани със сигурността и одита на бази от данни. Безплатен е и се разпространява с GNU General Public License (GitHub, 2012). Поради тази причина се използва в различни приложения – като Percona (Percona, 2019) и комерсиалната версия на MySQL (MySQL Enterprise Audit (MySQL, 2019a)), които предлагат функционалност за проследяване на възникнали събития на сървъра на база възможностите на тази добавка.

Достъп до операциите записани в бинарния лог може да бъде извършен чрез инструмента mysqlbinlog. Той дава възможност за конвертиране на двоичния файл в текстов, съдържащ SQL команди и времето за тяхното възникване (Murach, 2012). По този начин вторият и третият метод за анализ на натовареността на базата от данни добиват почти еднакво изражение от алгоритмична гледна точка – прочитане на текстов файл и извеждане на брой изпълнени операции към даден обект за единица време.

В MongoDB Влиянието на размера на файловете и реалния размер на съхраняваните в тях данни, върху скоростите на архивиране и възстановяване, може да се установи след като се избере подходящ метод за изчисление на тези размери. Директният достъп до стойностите на тези два размера е възможен чрез използване на системна команда. Резултатът от изпълнението на командата stats() е документ съдържащ различни характеристики на базата от данни в т.ч. и полетата fileSize, dataSize, IndexSize и dataSize.

Полето fileSize показва общия размер на файловете за текущата база от данни. Ако тя е току-що създадена, то това е сумата от размерите на първите два файла .0 и .1. Подкрепяме твърдението на някои автори (MLab, 2014), че разликата между dataSize и storageSize е, че първата характеристика показва реалния размер на обектите от тип BSON в базата от данни, а втората включва допълнително пространство запазено за нарастване на колекцията, както и непреразпределено изтрито пространство. IndexSize показва общия размер на индексите за базата от данни. Полето FileSize е по-голям от storageSize защото включва и екстентите използвани за индекси. За целите на изследването ще бъдат използвани и трите показателя (dataSize, StorageSize, IndexSize), като по този начин ще бъдат решени следните задачи:

- Определяне на влиянието на размера на неизползваното дисково пространство върху характеристиките на архивирането и възстановяването.

- Дефиниране на точността, с която може да се измери зависимостта между трите елемента - скорост на архивиране и възстановяване, размер на данните и размер на индексите им.

Всички операции върху данните се записват в специални журнални файлове. Ако системата спре неочаквано, записите от журналите се прилагат върху файловете с данни, когато сървърът рестартира. Те се съхраняват в директория с име journal и при запълване на последния файл се презаписва съдържанието на първия (Islam, 2011).

И двете хранилища на MongoDB имат сходен начин на работа на журналните файлове. При използване на MMAPv1 в тях се съдържат само операции, които все още не са извършени/приложени върху файловете с данни, които се прехвърлят на всеки 100 милисекунди. При WiredTiger прехвърлянето се извършва на 50, но това не гарантира изтриването им от журналния файл. Вместо това на всеки 60 секунди (или 2GB данни от журнала) се отбелязва контролна точка и се изтриват всички журнални записи, които вече са отразени във файловете с данни (MongoDB, 2019e).

От описанието на възможностите на журналните файлове става ясно, че основната им цел е да се поддържа копие на операциите от последната контролна точка до момента в случай на неочаквано спиране на сървъра, което ги прави неподходящи за целите на изследването – т.е. не могат да бъдат източник на информация за тенденциите при нарастване на базата данни.

Като алтернативен подход може да бъде използван достъп до лога на операциите (oplog). Той е специфична колекция, която съхранява хронология на логическите операции по запис в база от данни в MongoDB и според официалната документация на продукта (MongoDB, 2019d) е основен механизъм за извършване на репликация. Този вид колекция има фиксиран размер, документите се достъпват по реда на добавяне, а при запълване на размера новите данни презаписват първите документи. Съхранява се в системната база данни Local и може да бъде достъпена като всяка друга колекция. Някои от полетата са:

- h – уникален код;
- t – точен дата и час на възникване на операцията;
- ns – комбинация от име на базата данни и колекция;
- o – код на обекта, върху който се изпълнява операцията;
- op – операция (insert, delete, create...) като единичен символ.

Имайки предвид посочените характеристики на използваните методи за запис на исторически данни от MongoDB стигаме до извода, че за проследяване на тенденциите за развитието на базата данни следва да променим определени настройки. Логът на операциите е по-подходящ източник на такава информация в сравнение с журналните файлове. Понеже е колекция с фиксиран размер (при запълване се презаписват първите документи), е непредсказуемо данни за какъв времеви интервал ще съдържа. На тази база стигаме до извода, че логът на операциите може да се използва като източник на историческа информация за тенденциите в растежа на базата от данни само ако данните от разгледания период не са по-големи от неговия размер. В противен случай размерът му следва да бъде увеличен и да се изчака събиране на данни в избрания период.

4. Методи за измерване времето за извършване на архиви

След като бяха уточнени методите за измерване размера на базата от данни и инструментите за изследване на темповете на нарастване на таблиците, е нужно да бъдат изследвани и подходите за измерване скоростта на архивиране и възстановяване.

Въпреки, че един от най-важните въпроси при стратегията за архивиране и възстановяване е да се предвиди колко време ще отнеме създаването на архива, не съществува метод, който да даде точен отговор. Причината за сложността се корени във факта, че размерът на базата от данни, обемът оперативна памет, използваното хранилище на данни, конфигурацията на MySQL, скоростта на твърдия диск и натоварването на системата имат влияние към времето за изпълнение.

Както беше посочено, за проследяване на извършените операции на сървъра може да използвана добавка за одит. Операцията по архивиране може да доведе до ограничения върху функционирането на приложенията, натоварване на системата, а самият процес може да ограничи други операции, в това число операции по поддръжка на софтуера или автоматизирано изпълнение на множество команди. За да се намали до минимум влиянието провеждане на тестове е препоръчително да не се използват допълнителни инструменти и по тази причина изключваме като възможност използването на добавки за измерване времето за изпълнение на проследяваните операции. Вместо това препоръчваме използването на командата time в Unix базирани операционни системи, като префикс на командата за архивиране в MySQL. Това ще осигури информация за точното време нужно за създаване на архива (Bradford, 2012). Ако се използва друга ОС ще трябва да се разработи приложение, изпълняващо командите по архивиране и възстановяване, в което да бъдат използвани специални маркери.

Възможностите за измерване на времето, необходимо за извършване на архивиране и възстановяване на базата от данни MongoDB ще бъдат разгледани в в две направления:

- достъп до информация, съхранявана в MongoDB, за параметрите на извършени команди;
- методи за измерване на времето за протичане на процесите по архивиране и възстановяване.

Може да се приеме, че достъпът до историческа информация съкращава процеса по обобщаването на данни и извеждането на резултати за производителността на алгоритмите за архивиране и възстановяване на разглежданата СУБД, в сравнение с извършване на измервания по време на протичането им. За постигането на този ефект обаче е нужно да съществува достатъчно надежден и удобен механизъм. Под тези характеристики предлагаме да се разбира:

1) да бъде възможен унифициран достъп до данните при различни платформи;

2) данните да бъдат надеждно съхранявани и да няма възможност да бъдат изтрити или променени – случайна или преднамерена редакция на данните за проведените тестове би обезсмислила провеждането им;

3) механизмът да предоставя точна информация – резултатите трябва да отразяват реалните характеристики на изпълняваните команди, за да бъдат достоверни и направените изводи;

4) механизмът да не оказва осезаемо влияние нито на производителността на сървъра, нито на тестовия алгоритъм.

Според официалната документация (MongoDB, 2019b) инструментът database profiler събира данни за командите и изпълняваните операции и ги записва в колекцията system.profile, която има същите характеристики като лога на операциите. Възможностите за настройка на състоянието на инструмента са три:

- 0 – изключено – стойност по подразбиране;
- 1 – записва само операции отнели над 100 мс за изпълнение;
- 2 – записва всички операции.

По подразбиране размерът на колекцията system.profile е 1 мегабайт и при запълване новите документи презаписват най-старите. Колекция с такъв размер може да съхрани около няколко хиляди документа. В случай, че проведените тестове могат да генерират повече данни е възможно размерът на колекцията да бъде променен според нуждите, така че да не се стигне до загуба на информация.

Според цитираната официална документация database profiler има минимален ефект върху производителността на сървъра, а достъпът до колекцията се извършва със стандартните за MongoDB команди.

Като основен недостатък на този подход ще посочим необходимостта от промяна на настройки на системата за управление на базата от данни – превключване на състоянието на database profiler на включено и промяна на размера на използваната колекция. Последната операция изисква изтриване и създаване отново на system.profile, което може да доведе до конфликт с други приложения и/или задачи. По тази причина считаме, че database profiler не трябва да бъде избиран като единствено решение за тестване възможностите за архивиране и възстановяване.

Алтернативен метод за събиране на информация е характеристиките им да бъдат отчитани по време на изпълнението им. Командата cursor.explain() с параметър „executionStats“ осигурява статистики за изпълнението на заявка (MongoDB, 2019a). Тя може да предостави информация както за избрания план, така и за отхвърлените алтернативи. Тази информация включва общото време в милисекунди, необходимо за избор на план за изпълнение на заявката и нейното изпълнение (MongoDB, 2019c). При изпълнение на командите по архивиране и възстановяване с посочената функция, всяко приложение с възможност за връзка към MongoDB ще може и да има достъп до данните за времето, нужно за изпълнение на процесите на архивиране и възстановяване, и да ги съхрани по предпочитан начин в зависимост от нуждите си.

5. Резултати и заключение

Направеното изследване води до следните изводи.

1. MySQL разполага с повече възможности за избор на хранилища на данните, което увеличава гъвкавостта при разработка на приложения, но от друга страна затруднява изпълнението на административни задачи. Това налага специфичен подход в зависимост от използваното хранилище.

2. Измерването на размерите на базите от данни е по-лесно в MongoDB в сравнение с MySQL.

3. Определяне на тенденциите за развитие на базата данни въз основа на анализ на исторически данни за командите изпълнени към нея са трудна задача и в двете СУБД, като методите за провеждането ѝ се различават съществено.

4. Измерването на времето за създаване на архив и неговото възстановяване е затруднено в MySQL, което налага да се използват решения свързани с операционната система или допълнително разработен софтуер. Този процес е значително опростен и улеснен в MongoDB

Въпреки общите черти между MySQL и MongoDB, администрирането им изправя специалистите пред различни предизвикателства. Може да се твърди, че удобството и независимостта на решенията от ОС е в полза на MongoDB, въпреки че е сравнително нова система за управление на бази от данни.

Literature

Bell, C. (2013) *Expert MySQL*, *Expert MySQL*. Apress. doi: 10.1007/978-1-4302-4660-2.

Bradford, R. (2012) *Effective MySQL Backup and Recovery*. McGraw Hill Professional.

DuBois, P. (2008) *MySQL*. Fourth Edi. Pearson Education.

França, W. da R. (2015) *MongoDB Data Modeling*. Packt Publishing Ltd.

GitHub (2012) *mysql-audit License*. Available at: https://github.com/mcafee/mysql-audit/wiki/License (Accessed: 10 February 2019).

Islam, R. (2011) *PHP and MongoDB Web Development Beginner's Guide*. Packt Publishing.

Kaneva, M. (2019) 'Telecommunications infrastructure and GDP/Jipp curve', *Economics and computer science*. Publishing house" Knowledge and business" Varna, (1), pp. 6–29.

MLab (2014) *How big is your MongoDB?* Available at: https://blog.mlab.com/2014/01/how-big-is-your-mongodb/ (Accessed: 10 February 2019).

MongoDB (2019a) 'Analyze Query Performance'. Available at: https://docs.mongodb.com/v3.2/tutorial/analyze-query-plan/ (Accessed: 10 February 2019).

MongoDB (2019b) 'Database Profiler'. Available at: https://docs.mongodb.com/manual/tutorial/manage-the-database-profiler/ (Accessed: 10 February 2019).

MongoDB (2019c) 'Explain Results'. Available at: https://docs.mongodb.com/manual/reference/explain-results/#explain.executionStats.executionTimeMillis (Accessed: 10 February 2019).

MongoDB (2019d) 'Glossary'. Available at: https://docs.mongodb.com/manual/reference/glossary/#term-oplog (Accessed: 10 February 2019).

MongoDB (2019e) 'Journaling'. Available at: https://docs.mongodb.com/manual/core/journaling/ (Accessed: 10 February 2019).

MongoDB (2019f) 'Storage Engines'. Available at: ttps://docs.mongodb.com/manual/core/storage-engines/ (Accessed: 10 February 2019).

Murach, J. (2012) *Murach's MySQL*. Mike Murach & Associates, Incorporated.

MySQL (2019a) 'MySQL Enterprise Audit'. Available at: https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/audit-log.html (Accessed: 10 February 2019).

MySQL (2019b) 'MySQL Glossary: ibdata file'. Available at: http://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/glossary.html#glos_ibdata_file (Accessed: 10 February 2019).

MySQL (2019c) 'The ARCHIVE Storage Engine'. Available at: https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/archive-storage-engine.html (Accessed: 10 February 2019).

MySQL (2019d) 'The BLACKHOLE Storage Engine'. Available at: https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/blackhole-storage-engine.html (Accessed: 10 February 2019).

MySQL (2019e) 'The INFORMATION_SCHEMA TABLES Table'. Available at: http://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/tables-table.html (Accessed: 10 February 2019).

MySQL (2019f) 'The MEMORY Storage Engine'. Available at: https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/memory-storage-engine.html (Accessed: 10 February 2019).

MySQL (2019g) 'The MyISAM Storage Engine'. Available at: https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/myisam-storage-engine.html (Accessed: 10 February 2019).

Percona (2019) 'Audit Log Plugin'. Available at: https://www.percona.com/doc/percona-server/5.6/management/audit_log_plugin.html (Accessed: 10 February 2019).

Schwartz, B., Zaitsev, P. and Tkachenko, V. (2012) *High Performance MySQL: Optimization, Backups, and Replication*. O'Reilly Media, Inc.

Sulov, V. (2014) 'On the Essence of Hardware Performance', *Research Journal of Economics, Business and ICT*, 9(1), pp. 13–18.

Vasilev, J. and KEHAYOVA-STOYCHEVA, M. (2017) 'Sales analysis by the rectangle method', *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies*, (30), pp. 149–160.

Vaswani, V. (2009) *MySQL Database Usage & Administration*. McGraw Hill Professional.

Vohra, D. (2015) *Pro MongoDB™ Development*, *Pro MongoDB™ Development*. doi: 10.1007/978-1-4842-1598-2.

Електронно списание „Икономика и компютърни науки“, брой 2, 2019,
ISSN 2367-7791, Варна, България
Electronic journal "Economics and computer science", Issue 2, 2019,
ISSN 2367-7791, Varna, Bulgaria

Specific administrative tasks with MongoDB and MySQL

Ivan KUYUMDZHIEV[1]

[1] University of Economics, Varna, Bulgaria
ivan_ognyanov@ue-varna.bg

Abstract. Part of software limitations depends of the database management systems in use. Database administrators are managing a number of processes on which the quality of the software depends. The publication aims to investigate and compare methods for performing important administrative tasks in the process of archiving and restoring databases. The MySQL and MongoDB database management systems have been selected for comparison. We have analyzed the similarities and differences in the categories of logical and physical data organization, methods for measuring the size of the database, its growth, as well as the time for performing backup and restore operations. Only free versions of the products are being studied as the most widely distributed products on the world market. We found some similarities in the management of both systems, as well as the strengths and weaknesses of each of them over the other. The research can be useful for database administrators.

Key words: database administration, backup, database comparison, database management systems.

ЕЛЕКТРОННО СПИСАНИЕ „ИКОНОМИКА И КОМПЮТЪРНИ НАУКИ“, БРОЙ 2, 2019,
ISSN 2367-7791, ВАРНА, БЪЛГАРИЯ
ELECTRONIC JOURNAL “ECONOMICS AND COMPUTER SCIENCE”, ISSUE 2, 2019,
ISSN 2367-7791, VARNA, BULGARIA

Improving the work of traffic lights by using real-time control system software

Boyan KARAKOLEV[1]

[1] University of Economics, Varna, Bulgaria
boyankarakolev@ue-varna.bg

Abstract. Traffic problems are inherent to urban movement worldwide. Effective management of traffic control devices is the main instrument for dealing with these problems. The aim of this article is to suggest a model of a software product for real-life traffic light control and thus optimize traffic. Designing the model and its practical implementation would inevitably result in reducing traffic jams and cutting the time motorists spend behind the wheel. This in turn would lead to considerable economic and environmental benefits for the population of the city.

Key words: traffic, congestions, traffic lights, control system software.

1. Introduction

Traffic lights are the main instrument for the regulation and control of urban traffic. The effective work of these systems leads to reducing traffic jams, raising the average vehicle speed, cutting the time spent travelling and lowering the number of road accidents. The morally obsolete methods of programming and control of intersection traffic lights that are widely used in Bulgaria are unable to respond to the needs of the growing numbers of automobiles. It is only in the last few years that in some large cities (Sofia and Varna) measures have been taken to modernize traffic light equipment, but these are still not effective enough. The aim of this article is to suggest a model of a software product for real-time traffic light control, which will help optimize traffic under the existing limitations of the urban environment.

2. Problems of urban traffic

Over the last few decades there have been serious traffic problems in large cities worldwide (Katwijk *et al.*, 2005), as a result of the continuous growth of urban population and the ever-increasing number of automobiles moving across the urban road network, respectively. This is due to the migration of the population from smaller towns and villages to large cities. Over the last two centuries the earth’s population has increased 6 times, while over the same period the numbers of city dwellers have grown 60 times. The tendency of a growth in urban population is expected to last for the following years as well, and a report (McKinsey Global Institute, 2012) estimates that by the end of 2025 the world urban population will increase by another 1.2 billion people. The growing numbers of city dwellers require additional living space. This entails a change in the settlement structure directed at the territorial expansion of large cities.

Parallel to the trend of increasing urban population, another process takes place – that of the growing number of automobiles in cities across Bulgaria, as well as worldwide. According to a research of the International Energy Agency (IEA, 2012), over the period 2000 – 2010 the number of automobiles across the world has increased tenfold: from 4 automobiles per 1000 people to 40 automobiles per 1000 people. This dynamics is expected to be active in the following years, too, and in 2035 there will be 310 automobiles per 1000 people (see Fig.1). The local statistics show that in 2016 in Bulgaria (Eurostat, 2016) , there are more than 440 vehicles per 1000 people, and this value is similar to the average in the Europe Union. According to a third source (the meeting of the biggest car producers in Qatar (Hamprecht, 2012), the number of automobiles on the world roads is expected to rise over 4 times: from 700 million at present to the impressive 3 billion!

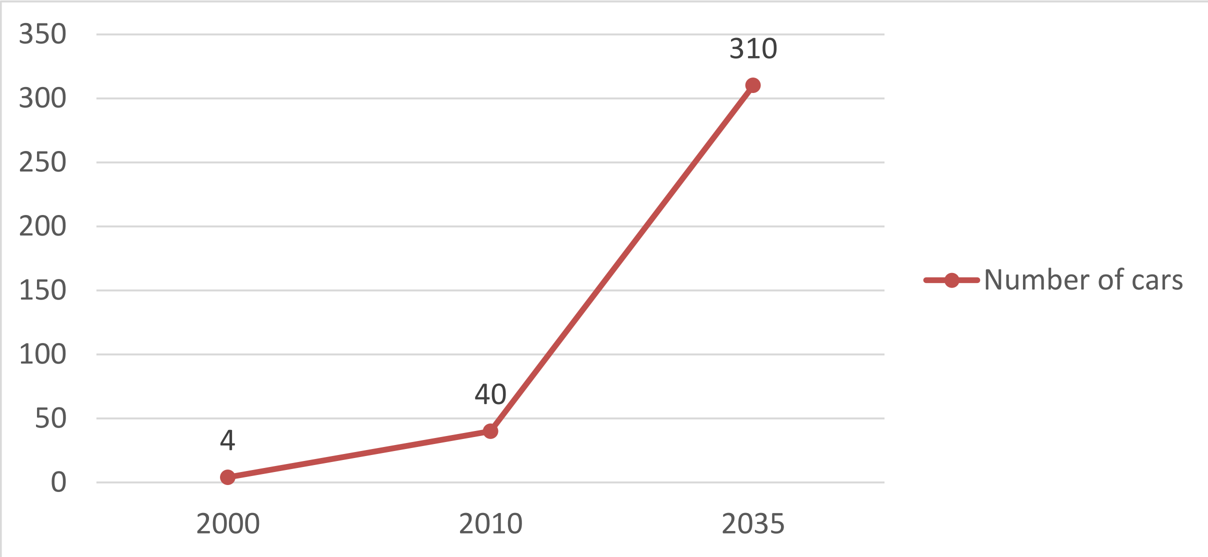

Figure 1. Number of cars per 1000 persons worldwide

The increase in the number of automobiles and the excessive road network overload result in huge economic and social losses. The significance of the problem is determined by the large numbers of casualties and injured in road accidents and the resulting economic losses sustained. It is necessary to ensure safe road environment by reducing the number of traffic accidents. According to data published in the World Health Organization’s annual Global status report on road safety for 2018, approximately 1.35 million people die in traffic accidents worldwide every year (World Health Organization, 2018). Road accidents also feature as the main cause of disability with approximately 50 million injured each year, and are the leading cause of mortality for people aged between 15 and 29. The said report makes it clear that the financial losses from road crashes cost medium- and low-income countries, such as Bulgaria, between 1 and 2% of their gross domestic product. According to another research, also included in the same WHO report and carried out in 178 countries accounting for 98% of the world population, it turns out that in one single day 3287 people worldwide die in road traffic accidents and the number of injured amounts to 140 000 people a day, of which 15 000 sustain lasting damages as a result of the accident. Many of the countries featuring in the research lack the relevant legislation to fight road deaths: only 15% of these countries have adopted the regulations to reduce the main risk factors on the road such as speeding, drinking-and-driving, failure to use child car seats, telephone conversations while driving, failure to fasten car seat belts, etc. WHO data show that nearly half of the road traffic deaths are those of cyclists and pedestrians and statistic indicates that car crashes are among the leading causes of young people mortality.

According to data for 2018 of WHO in the Global status report on road safety, more people are dying as a result of road traffic injuries than from HIV/AIDS, tuberculosis and diarrhoeal diseases.

Traffic jams are another major problem resulting from the ineffective management of urban traffic. The urban road network overload is one of the main transport problems that affect large cities worldwide. A reference concerning the world’s 30 biggest cities prepared by the consulting firm “Roland Berger” (Roland Berger, 2013) shows that the annual economic and social losses these cities sustain, due to road congestion, amount to 266 billion USD. Cities all over the world are trying to cope with the problems of the urban traffic overload resulting from the growing demand and the inability to build adequate road infrastructure to meet the growing needs.

The ever-growing flow of automobiles in central urban areas causes frequent traffic jams and the trend is on the increase each year. In Sofia, for example, there were 71 000 newly registered cars in 1998. Over a period of 10 years, their number has grown nearly 5 times to reach 350 000 in 2008. The last few years have seen an increase in the number of passenger automobiles per 1000 persons from the population of Bulgaria (Eurostat, 2015) (see Fig.2). In view of the objective character of this analysis, it should be noted that the growth in the numbers of newly registered cars is not directly proportional to the number of car owners, due to the social inequality among Bulgarian population.

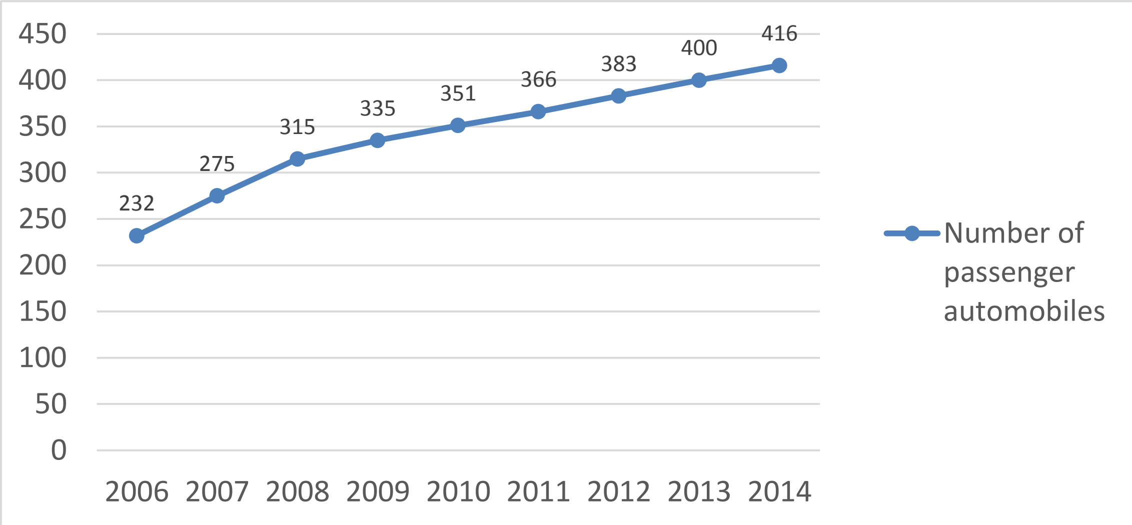

Figure 2. Number of passenger automobiles per 1000 persons in Bulgaria

The growing number of automobiles results in the increase of traffic jams in large cities with the problem aggravating because of the fact that these cities’ street network was not designed to accommodate the traffic levels of today. A large part of urban road pavement is in poor condition, which slows traffic down and entails frequent traffic jams and delays. The number of car owners is growing at rates that are faster than those of street infrastructure and traffic management systems being modernized and restored.

Along with the tendency of increasing the number of automobiles, another trend is observed - that of the growth of urban population, which further raises the concentration of automobiles in large cities and deteriorates the problem of traffic jams in city central zones. According to data from a research by (IBM, 2012), it is believed that, under conditions of growing globalization, by the year 2050 70 per cent of world population will live in the cities.

In order to optimize traffic in large cities and define an arterial road as a heavily loaded, and also in order to make a decision on the need to implement additional software solutions to regulate traffic, it is necessary not only to study traffic along the particular road, but also analyze the underlying causes for this traffic: where and why this traffic is generated, what determines motorists’ choice of driving along this particular road, what are the future prospects of drawing further traffic to this arterial road. In Bulgaria, by law, these activities are performed exclusively by the Central Institute of Road Technologies, National and European Regulations and Standards (the Central Roads and Bridges Laboratory), which every 5 years performs measurements of mostly intercity traffic. The research of the institute gathers data on the number of passing vehicles but without analyzing frequency of travel or choice of travel route. Practically, the lack of sufficient data makes it difficult to research the problem of city traffic network overload in this country and take relevant measures to regulate this load.

There does not seem to be a single and straightforward solution to the problems described above. The traffic control tools are created to bring security measures – to prevent having 2 vehicles at the same time on the same place (Gazis, 2017). Despite that around 10 years ago there were not enough researches of these issues, due to the complexity of the matter (Guo, 2009), nowadays a lot of algorithms, paradigms and traffic control simulators already exist (Chedjou and Kyamakya, 2018). Information technologies can function as a possible instrument for dealing with these problems, but they are, as it was mentioned before, unable to solve the problem entirely. Yet they can lead to a lasting improvement in urban traffic, particularly when they are combined with an adequate improvement in road infrastructure. According to some researches (Al-Qadi, I., Sayed, T., Alnuaimi, N., Masad, 2008) the improperly setup traffic control instruments are causing between 5 and 10 per cent of the congestions in the cities. They also claim that the investment in improvement of these instruments is giving 40 times revenue.

In this connection, we suggest a model of a software product for the automated management of traffic control devices, whose development and implementation would lead to a most noticeable improvement in urban traffic. The model provides an effective solution to the problem of the high volume of vehicles and the traffic jams they create, these congestions being an inseparable part of the daily life of a big city.

3. Model of a software product for traffic light management

There are 3 different ways to control the time schedule of the traffic lights – predefined, semi-automated and fully-automated (Sfetcu, 2014) . Despite that it is well known that the fixed time schedule is ineffective because it is impossible to predict the traffic’s dynamics (Chen, Y., Yao, J., He, C., Chen, H., Jin, 2017), the traffic light controllers that are widely used both in Bulgaria and worldwide are working exactly this way. This schedule contains a preliminary set fixed period of time for the green signal for the various phases every hour. The choice of the time period of the phases of a traffic light controller is made on the basis of statistical data on traffic density. This approach, though relying on real data concerning vehicle traffic, cannot cope with the increasingly overloaded urban road network.

This is why in the last several years the semi-automated solutions in this field are gaining popularity, relying on self-organization (Prothmann *et al.*, 2011). In these intelligent transport systems that cope with traffic jams and increase the average speed of automobiles, are used different means for receiving information about the state of the car traffic in real time. The said information is collected by a centralized software system which analyzes it and, if necessary, makes adjustments in the traffic light controllers work mode. As a main disadvantage of such systems, some authors (Boel and Marinica, 2015) say that their internal algorithms are so complicated that from the user’s point of view, it is too hard to intuitively understand what will happen after a certain change in infrastructure or the traffic.

On this basis, we will offer a system that will have minimum complexity, but despite that will be able to deal with the challenges of the urban traffic control. The most important functionality that this programming product contains is real-time regulation of the traffic lights work mode, which is achieved by means of a sequence of operations. These basic steps are presented as a scheme in Fig.3.

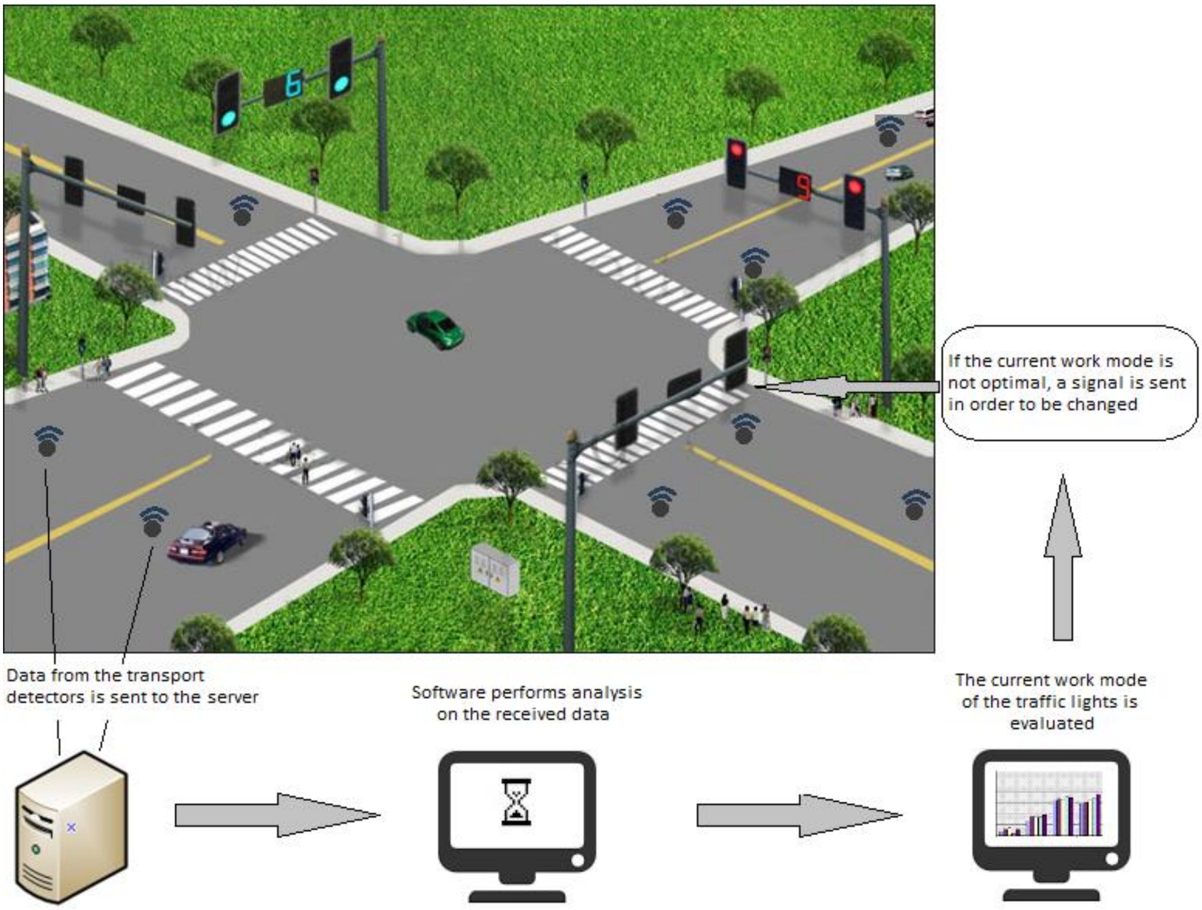

Figure 3. A scheme of how the traffic light control module functions
Source: Own elaboration

• Initially the system receives data about the volume of traffic in real time, which come from the transport detectors mounted at intersections;

• Software performs analysis on the received data and defines the density volumes for the different directions of the intersection;

• The data are compared to data coming from neighbouring intersections, so that the expected transport flow to each intersection can be determined;

• The optimal work mode for the traffic light at a given intersection is defined not only based on the state of the intersection itself, but also taking in consideration the overall state of traffic at its neighbouring intersections;

• If the optimal work mode for the particular traffic lights differs from its current mode, a command is sent to change the parameters of traffic lights functioning.

Owing to the facilities that the software product provides, the performance of traffic lights across the city can be boosted. By means of this software correlation between two neighbouring intersection takes place in real time. This allows for an adequate and timely reaction to a change in traffic intensity. For example, in case of a considerable crowd of automobiles at a certain intersection, most often close to city entrances, depending on the destination they follow, we can establish where is the next intersection cars will end up at and in what time. The traffic light control at the said intersection will be prepared for a change in traffic by modifying its work mode, and in particular, a change in the signal program it follows, which has been performed automatically by the central control module.

In order for the software system for traffic light control to function, it is necessary to make sure that information on traffic conditions is received in real time. To this end, there need to be used technical devices for reporting on the traffic in question, which should be mounted at the intersections themselves. These can be induction frames, camcorders and other, depending on the software solution chosen. The received information should be stored and for that purpose we suggest the building and usage of a relational database. Fig 4 presents a scheme of the tables where information necessary for the functioning of the traffic light control software will be recorded.

We suggest the following content of the tables in the DB and the way they are going to be used by the management system.

One of the basic tables in the database is the “Traffic_lights” table. This is a nomenclature table describing all the controlled intersections that exist in a particular settlement and the traffic light controls that are mounted there.

In another nomenclature table – “Green_waves” are recorded the sequence of intersections with their starting point and ending point, for which a green wave is provided, in case traffic conditions allow that. When the records for a particular green wave are retrieved and arranged by their serial number, the result is a sequence of intersections along which the traffic lights should ensure a green signal for passing cars.

Each one intersection contains several destinations and road lanes. Information about them is stored in the tables “Traffic_lights_destinations” and “Road_lanes” respectively. Destinations come as vehicle destinations and pedestrian destinations, each belonging to a type described in the nomenclature table “Types_of_destinations”. They are go straight, right turn, left turn, U-turn, pedestrians crossing and should be described for each street of the intersection. A destination can contain one or more road lanes. This is one of the reasons why data are divided into two tables to which another one is added to stipulate the relations between the two – “Road_lanes_by_destination”. Each destination of movement is determined by a direction, which is recorded in a “Directions” table.

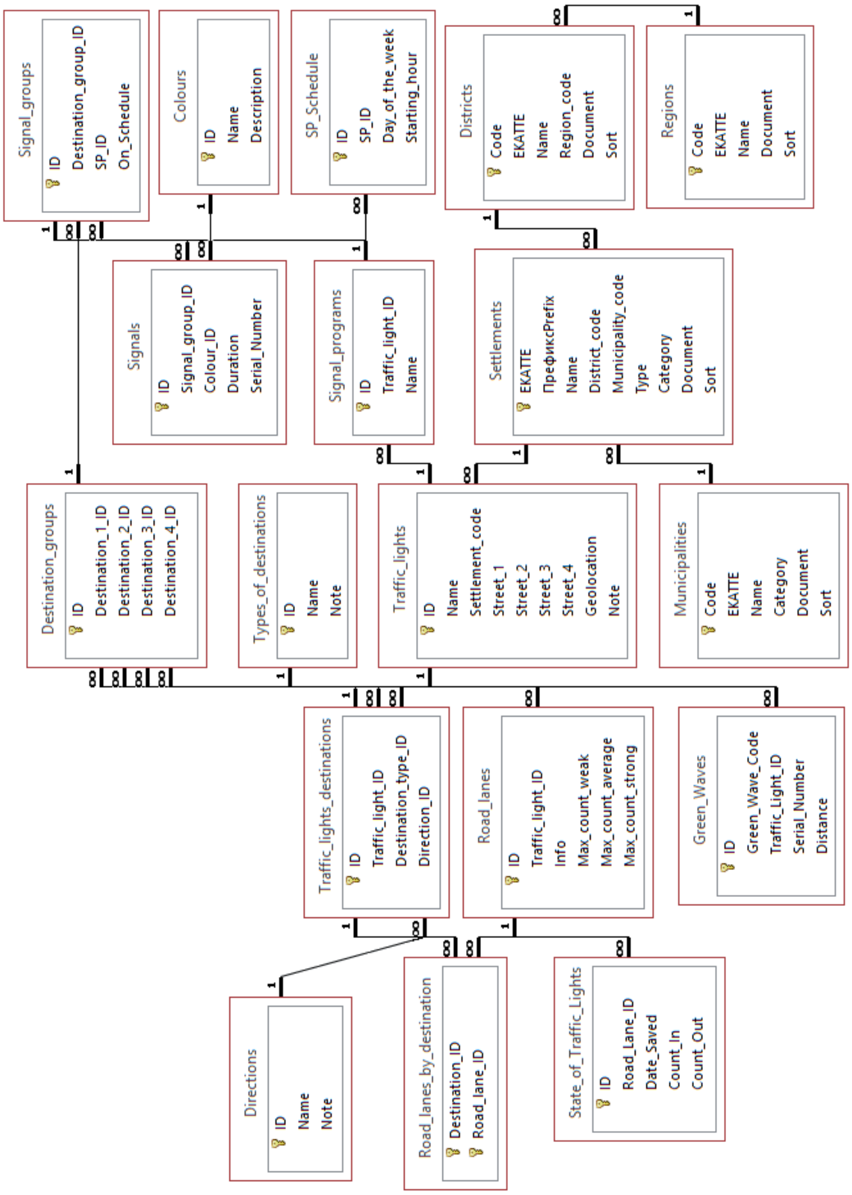

Figure 4. Relational diagram of the module DB
Source: Own elaboration

Another reason for separating road lanes from destinations of traffic is the devices that count the number of cars at the intersection at any given moment. They gather information on automobile traffic for each separate lane, and this information is directly recorded in the “State_of_Traffic_Lights” table. Information about all surveyed lanes of all regulated intersections should enter the DB every 10 seconds. If during the process of analysis, it is found out that a shorter or longer time period is necessary, this can be adjusted.

After this information arrives, it is compared to what is available in the “State_of_Traffic_Lights” table for this particular intersection in order to define whether there has been a change in traffic intensity. If a change is reported, based on the data received, the module performs the necessary calculations in order to establish whether at this particular moment vehicle traffic is optimal or it needs to be optimized. This analysis is performed by means of comparing the results of the calculations with the current settings of the traffic lights controllers. For this purpose, it is necessary that the DB should contain information on the current work modes of all traffic lights.

Traffic light controllers are managed by means of traffic signal programs. Each signal program defines which destinations of traffic at any given moment have the right-of-way at the intersections and which ones do not. The signal programs (SP) themselves are recorded in the table of the same name in the DB, where each SP consists of the so-called Signal Groups (SG). They determine which destinations receive the same signals of regulation. A single SG may refer to one or more destinations. This is shown in the "Destination_groups" where up to 4 destinations of a given traffic lights can be grouped together. Thus all of them receive the same signal for crossing an intersection. For example, destinations of this type can be opposing destinations of going straight or right, which most often simultaneously receive a green signal. For each SG, a sequence of signals is available and these signals are recorded in the "Signals" table. The next number field shows the sequence of turning on the signals. Start is from the first signal in the row and after its pre-set time is up, the signal is off and is replaced by the next one. Signal execution takes place in loops, i.e. after the last signal the process starts all over again.

The table "SP_Schedule" contains the pre-set schedule according to which traffic lights are managed. It is possible to select a particular day and hour when a given signal program is used. The signal programs schedule is created based on experience accumulated over the years and is used when traffic does not need to be optimized. This is exactly how almost all of the traffic light controllers in Bulgaria work at present.

The last four DB tables have been borrowed from the Single Classifier of administrative-territorial and territorial units in Bulgaria (Edinen klasifikator na administrativno-teritorialnite edinitsi v Balgaria – EKATTE[24]). EKATTE is supported by the National Statistical Institute (NSI[25]) under agreement with the Ministry of Regional Development and Public Works (Ministerstvo na regionalnoto razvitie i blagoustroistvoto – MRRB[26]) by virtue of art. 37, par. 1 of the Law on Administrative-Territorial Structure of the Republic of Bulgaria (LATSRB). As of 9.12.2018 EKATTE includes 5256 settlements – 257 cities, 2 monasteries and 4997 villages. Settlements are grouped into 265 municipalities, 28 districts and 3187 local boroughs. This information was last updated on 19.01.2018.

In order to function, the suggested software product requires a stable server machine which is able to handle the huge volume of information and computations necessary for making decisions on the optimal traffic light management. We believe it is best to use a computer with a minimum 6core Intel Xeon E5 second generation processor, based on "Ivy Bridge EP" microarchitecture (Intel, 2012), with a minimum clock rate of 2GHz per each core. The machine needs a RAM of at least 16GB DDR3 and two hard disks installed, each with a minimum of 250GB memory, working in RAID1 mode. Under this mode information is simultaneously recorded on both disks with one disk being the mirror image of the other. Thus, better system security is achieved, as should one of the discs fail, work can continue uninterrupted. The suggested server would ensure the reliable and seamless work of the centralized traffic light management in the next 10 years. Its parameters are quite sufficient even if changes are made or new functionalities are added to the program.

The choice of a database management system (DBMS) of the traffic light management software system is based on the following evaluation criteria: security, speed and productivity, ability of the software to reflect the specifics of the developed system, easy maintenance, product price and maintenance price. Criteria are arranged in a descending order according to their weight in the formation of the overall evaluation.

As a possible choice providing speed, scalability, and free version could be a NoSQL DBMS such as MongoDB. Delivering load-sharing capabilities on different machines increases performance and productivity, but the ability to back up and restore is limited (Kuyumdzhiev, 2015a). We believe that the data stored in the system should be secure not only by malicious users but also by various forms of disasters and accidents that affect their integrity.

According to data published by db-engines.com (DB-Engines, 2018), "Oracle Database" and "SQL Server" are, respectively, the world's first and third most popular DBMS. A key factor in choosing a DBMS is the highest possible level of security, as the application that is being developed directly impacts the way a town's road network functions and the inviolability of the data contained in the application, as well as any chance of unauthorized access and alteration of data is of crucial importance for the local population. According to statistical data of the National Institute of Standards and Technologies in the USA (2012), since 2002 "SQL Server" has been the best-protected and secure database among all major producers. Regarding efficiency, a research by Softex (2013) points out that "SQL Server" causes less strain on the processor and consumes less memory[27]. As an added advantage, there are many tools developed by third parties to support the administrative tasks of backing up data (Kuyumdzhiev, 2015b).

For all these reasons, Microsoft's "SQL Server DBMS has been chosen for the implementation of the software product for traffic controller management. Hence, the operating system of the server machine must be Microsoft's "Windows Server 2016". „SQL Server" only runs on "Windows" operating system, so we have chosen to use servers with the latest version of this operating system, as we expect a better level of security, speed of performance and better technical characteristics compared to the older versions of the operating system.

[24] http://www.ekatte.com/
[25] http://www.nsi.bg/nrnm/
[26] http://www.mrrb.government.bg/
[27] Tests have been carried out under Windows Server operating system.

The programming language we have chosen to write the application for traffic light management is “C++”. It is an object-oriented high-level language, which allows for a high degree of abstraction in creating applications. “C++” is designed for system and application programming. It has all the advantages of “C” (low level of abstraction and a great control over hardware), and at the same time includes classes and objects, multiple inheritance, virtual functions, polymorphism, templates, exception processing and embedded dynamic memory operators. The development environment chosen is one of the latest versions of Microsoft – MSVS 2017.

4. Conclusion

By far the major part of automobile traffic takes place in the urban environment. Millions of vehicles move across the world’s urban network every day. The examined problems of urban movement demonstrate the pressing need of measures being taken for improving the state of car traffic. The implementation of the suggested software product would reduce traffic jams and would shorten the time spent travelling in the cities, for both personal automobiles and public transport. The economic and environmental benefits deriving from this would be considerable. The resulting positive effect would be noticeable to motorists as well as pedestrians, citizens and tourists.

Literature

Al-Qadi, I., Sayed, T., Alnuaimi, N., Masad, E. (2008) *Efficient Transportation and Pavement Systems: Characterization, Mechanisms, Simulation, and Modeling*. CRC Press.

Boel, R. and Marinica, N. (2015) ‘Leader–Follower Coordination Control for Urban Traffic’, *Lecture Notes in Control and Information Sciences*, 456, pp. 35–44. doi: 10.1007/978-3-319-10407-2_5.

Chedjou, J. C. and Kyamakya, K. (2018) ‘A review of traffic light control systems and introduction of a control concept based on coupled nonlinear oscillators’, in *Studies in Systems, Decision and Control*. doi: 10.1007/978-3-319-58996-1_6.

Chen, Y., Yao, J., He, C., Chen, H., Jin, H. (2017) *Adaptive Traffic Signal Control with Network-Wide Coordination*, *Algorithms and Architectures for Parallel Processing: 17th International Conference, ICA3PP 2017*. Helsinki: Springer.

DB-Engines (2018) *DB-Engines ranking*. Available at: http://db-engines.com/en/ranking (Accessed: 9 December 2018).

Eurostat (2015) *Motorisation rate*. Available at: http://data.trendeconomy.com/dataviewer/eurostat/sd_pc_con/tsdpc340?kf=tsdpc340_DSD&time_period=2004,2005,2006,2007,2008,2009,2010,2011,2012,2013,2014,2015&geo=BG&unit=THS (Accessed: 17 October 2018).

Eurostat (2016) *Passenger cars in the EU*. Available at: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Passenger_cars_in_the_EU (Accessed: 12 December 2018).

Gazis, D. C. (2017) ‘Contributions of Traffic Theory Toward Deployment of Intelligent Transportation Systems’, *IFAC Proceedings Volumes*. doi: 10.1016/s1474-6670(17)43792-x.

Guo, H. (2009) *Automotive Informatics and Communicative Systems: Principles in vehicular networks and Data exchange*, *Chemistry & …*. doi: 10.4018/978-1-60566-338-8.

Hamprecht, H. (2012) *Challenges and opportunities in Qatar*, *Automotive News Europe*. Available at: http://www.autonews.com/article/20120127/BLOG15/301279997/challenges-and-opportunities-in-qatar (Accessed: 9 December 2018).

IBM (2012) *Smarter Cities*. Available at: http://www.ibm.com/smarterplanet/my/en/smarter_cities/overview/ (Accessed: 4 December 2018).

IEA (2012) *World Energy Outlook 2012*. Available at: https://www.iea.org/Textbase/npsum/weo2012sum.pdf (Accessed: 17 October 2018).

Intel (2012) *Ivy Bridge*. Available at: http://ark.intel.com/products/codename/68926/Ivy-Bridge-EP#@All (Accessed: 4 December 2018).

Katwijk, R. T. Van *et al.* (2005) ‘Test Bed for Multiagent Control Systems in Road Traffic Management’, *Transportation Research*.

Kuyumdzhiev, I. (2015a) ‘Backup and recovery of MongoDB database: features, state, problems’, *Izvestia Journal of the Union of Scientists -Varna. Economic Sciences Series*, pp. 125–133.

Kuyumdzhiev, I. (2015b) ‘Primary methods and models to optimize backup and restore databases in MS SQL Server Express’, *Vanguard Scientific Instruments In Management : Bulgarian Academic Simulation and Gaming Association (BASAGA)*, 11(2), pp. 56–61.

McKinsey Global Institute (2012) *Urban world: Cities and the rise of the consuming class*. Available at: http://www.mckinsey.com/global-themes/urbanization/urban-world-cities-and-the-rise-of-the-consuming-class (Accessed: 8 December 2018).

Prothmann, H. *et al.* (2011) ‘Organic Traffic Control’, in *Organic Computing — A Paradigm Shift for Complex Systems*. doi: 10.1007/978-3-0348-0130-0_28.

Roland Berger (2013) *Connected Mobility 2025*, *Think:Act*. Available at: https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_tas_connected_mobility_e_20130123.pdf.

Sfetcu, N. (2014) *The Car Show*.

World Health Organization (2018) *Global status report on road safety 2018*. Available at: http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/.

ЕЛЕКТРОННО СПИСАНИЕ „ИКОНОМИКА И КОМПЮТЪРНИ НАУКИ“, БРОЙ 2, 2019,
ISSN 2367-7791, ВАРНА, БЪЛГАРИЯ
ELECTRONIC JOURNAL “ECONOMICS AND COMPUTER SCIENCE”, ISSUE 2, 2019,
ISSN 2367-7791, VARNA, BULGARIA

Some aspects of the decision to buy, not to produce parts and components

Plamena MILUSHEVA[1]

[1]University of Economics, Varna, Bulgaria
plammena@ue-varna.bg

Abstract. The strategic decision taken by every manufacturing enterprise comprises the choice whether to produce or buy the materials incorporated in their product. The purpose of this paper is to find possible factors influencing the decision to buy, not to produce. A brief overview of the specialized literature is done. A questionnaire-based survey is conducted among a group of manufacturing companies in Bulgaria. Some conclusions are formulated based on the aggregated data of the survey. The importance of a group of factors in the decision making process whether to buy parts and components and not to produce them is proved. The obtained results refer to the analyzed group of manufacturing companies. The results of this study are useful for manufacturing companies who make the strategic choice on the make-or-buy decision.

Key words: purchase, manufacturing enterprise, manufacture or buy, parts, components.

1. Introduction

In the conditions of increased competition, the determination of which goods and services may come from suppliers and which from internal sources is an important strategic decision for every enterprise. The subject of the analysis are the factors leading to the decision to buy parts and components, which will be used by the manufacturing enterprises. The purpose of this article is to determine the importance of the factors suggested in specialized sources that influence the aforementioned decision made by the manufacturing companies.

2. Literary overview

The decision whether to produce or buy goods, which will be used in the manufacturing process of a particular product is made based on a number of factors. In this respect, in the specialized literature, many authors have worked on this topic. According to (Leenders and Fearon, 2006), the reasons for the purchase of materials from suppliers are as follows:

- the company does not have any administrative or technical experience required for the manufacture of a product;
- the manufacture may oblige the company to break into the market and to compete with former suppliers. This may influence the relations with them. The suppliers have an excellent reputation for winning customers to buy their components;
- if a long-term maintenance of the technological and economic viability of the non-core activity is required;
- if there are difficulties related the repeal of a decision made;
- there are difficulties in the determination of the real long-term expenses related to the decision to produce materials;
- there is considerable flexibility in the choice of possible substitutes;
- availability of qualified supply specialists;
- if the purchase is related to lower costs;
- the companies shall determine where their value added tax activities are part of the main business.

According to (Korbankoleva, 2010), there are quantity and quality factors. The first group includes the following:

- limitations in the company’s capacity; cost avoidance for specialized equipment or work force, reduction of stocks; lower total expenses for purchase compared to those for own manufacture; the necessary quantity is too small for economical manufacture; difficulties in the determination of the long-term expenses for the own manufacture, alternative cost avoidance /possible losses of advantages and profits/; gaining free production capacity.

The quality factors include the following:

- sharing the financial risk with the supplier; higher flexibility in the choice of a substitute; there is environmental insecurity; availability of a competent supplier, specialized equipment or patents; increase of expenditure transparency; possible control over the supplier’s quality; there is competition among suppliers; lack of technical experience and know-how for the product’s design and manufacture; need to keep track of new technologies, market opportunities and customer needs; the supplier offers a production technology, specialized research and know-how.

Another specialist (Blagoev, 2010) considers that the decisions are usually made on the grounds of two criteria – expense level and achieved quality level. For (Anikina and Rodnikoy, 2011) the arguments supporting the decision for purchase are as follows:

- lack of production capacity and personnel;
- possible choice of alternative sources on the market which may cover the quality requirements, reliability, etc.
- the purchase expenses are lower than the production expenses;
- optimization of the inventory costs;
- supplier’s know-how or patent

According to Koraliev, 2013/ the factors supporting the decision to use suppliers are as follows:

- lack of administrative or technical experience for the manufacture of the necessary goods or services;
- opposed interests with former suppliers which may influence the relations with other suppliers or customers;
- excellent reputation of suppliers and possible achievement of complex purchase and supply;
- required maintenance of long-term technological and economic viability of the non-core activities;
- there are difficulties in the determination of the long-term expenses related to the decision for own manufacture;
- high flexibility in the choice of the available sources and product substitutes.

According to (Dibskaya, 2013), the reasons for choosing the purchase instead of manufacture are as follows:

- discharging management personnel and focusing on the main activity;
- decreasing the expenses
- compliance with the commitments with the supplier;
- gaining technical and management advantages;
- lack of production capacity;
- decreased inventory costs
- access to alternative sources, insufficient management and technical resources;
- cooperation with a supplier, products with protected patent.

It may be argued that the topic on decision making related to the choice whether to purchase or produce is permanently discussed in the specialized literature. A number of authors /not limited to the aforementioned ones/ focus on the various aspects taken into consideration in the decision making process. All the authors try to make a more complete and accurate interpretation of them. The most accurate interpretation of the factors seem to be one given by Korbankoleva and they are used in the formulation of answers to the questions asked.

3. Results of the survey conducted among a group of Bulgarian manufacturing companies.

Concerning the overview of the specialized literature, what is interesting is the importance of many of the aforementioned factors for a group of manufacturing companies in the decision making process related to the choice whether to buy and not produce the materials used in their products. In order to gather a source data related to the topic, a standard personal questionnaire has been used. The companies have been asked the following questions: 1/ What is the approximate percentage of the parts and components used in a particular product that are produced in the plant and what is the percentage of the parts and components bought from other companies? 2/ How often does the company take into consideration the following factors in the decision not to produce on their own the parts and components and to buy them from other companies? The companies providing answers have been given the option to reply to the second question according to a scale from 1/does not influence/ to 5 /influences considerably/ and to assess the degree of influence of the factors.

44 manufacturing companies chosen at random participated in the survey. There are representatives of micro-, small-, medium- and large-sized companies among them. The period of survey is from April 2018 to February 2019. The conclusions made refer to the interviewed companies. Among the interviewed manufacturing companies, the small-sized companies have the largest share (34 %). They are followed by the medium-sized ones (31 %), large-sized (25 %) and micro-sized (10%). The sample includes mostly manufacturers in the field of the food sector – 23 %, followed by the representatives of light industries – 18 %, construction – 18 %, mechanical engineering – 16 %, clothing and textile – 14 %, chemical industry, etc. – 11 %. The following results have been obtained.

- ✓80% of the manufacturing companies choose to manufacture and buy the parts and components used in the final product;
- ✓the percentage of purchased and manufactured parts and components is different with a predominant number of companies choosing to buy the materials;
- ✓18% of the interviewed companies buy entirely the materials used in their product;
- ✓2% of the companies manufacture entirely the materials used.

It has been established that the decision not to produce and buy the materials, parts and components, in the companies subject to the survey, is made on the basis of the following factors having the strongest influence /assessed with 4 and 5/ :

- ✓Lower expenses – 84% of the companies;
- ✓Difficulties in the determination of the long-term expenses – 70% of the companies
- ✓Influential supplier /manufacturer/ – 65%
- ✓Availability of a large number of suppliers on the market and competition among them – 51%
- ✓Difficulties related to the manufacturing – 47% of the companies;
- ✓Lack of technical experience and know-how for the manufacturing – 42%
- ✓A shorter period of customer order performance– 37% of the companies;
- ✓A higher product quality assurance – 23% of the companies;
- ✓Production load alleviation - 23% of the companies;
- ✓Reduction od stocks – 21%
- ✓Possible control over the supplier – 14%
- ✓Free production capacity – 14%

Among the analyzed companies, one only manufactures entirely all the materials used in their products. The rest of them buy entirely or partially parts and components. Among the second group, the purchased materials prevail. All the aforementioned factors are more or less taken into consideration by the companies. Those with the highest degree of influence are as follows: lower expenses, difficulties in the determination of the long-term expenses, influence of the supplier and the availability of choice on the market. For a small number of companies, the opportunity to control the suppliers is extremely important for making the decision for purchase. When the companies compete with each other through their supply chains, the small percentage of this group is interesting and the result shall be taken into consideration in future surveys concerning the opinion of the respondents. There is a small percentage of companies having their own free production capacity, so the lack of it does not have a high degree of influence.

4. Conclusion

The results obtained from the survey lead to the following conclusions:

First. A great part of the aforementioned factors leading to the decision of purchase have been described by various authors and have been taken into consideration by the surveyed companies. There are some factors that do not get enough attention and consideration.

Second. The obtained results refer to the analyzed group of manufacturing companies. The analyzed factors and their degree of influence are different in each particular case.

Considering the conclusions made and as a result of the changes occurred in the external and internal environment as well as in the strategy and goals of the companies, it is necessary to consider, at regular intervals, the decision to buy and not to produce parts and components at a strategical and tactical level.

Literature

Anikina, B., Rodnikoy, T., 2011. Basic and supporting functional subsystems of logistics, Prospect, Moscow, p. 16.

Blagoev, B. and et. al., 2009. Economic Logistics, UE - Science and Economics, University of Economics - Varna, 237 (in Bulgarian).

Dibskaya, V. et. al., 2013. Logistics – Integration and optimization of logistic business-processes in the supply chain, ЭKSMO, Moscow.

Korbankoleva, I., 2010. Supply, meaning and planning of supply, Sofia (in Bulgarian).

Koraliev, Ya., 2013. Management of supply chain, UNWE, Sofia, 219. (in Bulgarian).

Leenders, M., Fearon, H., 2006. Purchsing and supply management, Irvin, 309.