

2013

ROČNÍK 4

ČÍSLO 4

LOGOS POLYTECHNIKOS

V Š P

J

Vysoká škola
polytechnická
Jihlava

Vážené čtenářky, vážení čtenáři,

otevřeli jste právě závěrečné číslo aktuálního ročníku časopisu LOGOS POLYTECHNIKOS, který vychází čtvrtletně na Vysoké škole polytechnické Jihlava. Již tradičně je toto poslední ročníkové číslo věnováno především oblastem elektrotechniky, informatiky a matematiky.

Vysoká škola polytechnická Jihlava prošla v tomto roce úspěšně procesem reakreditace svých studijních oborů. V souvislosti s reakreditacemi se také živě diskutovalo o náplni jednotlivých předmětů, o možnostech zefektivnění výuky, o moderních trendech a technologiích, které by neměly zůstat studentům neznámé. Možná i proto se v tomto čísle LOGOS POLYTECHNIKOS v množství větším než obvyklém objevují příspěvky úzce související s výukou a její modernizací či s rozvojem odborných učeben. Tyto stati tak přesně naplňují část poslání časopisu LOGOS POLYTECHNIKOS, vždyť jedním z jeho cílů je právě dát prostor k prezentaci rozvoje studijních programů a oborů. I ostatní příspěvky tohoto čísla však zaujmou především díky své konkrétnosti a aplikačnímu zacílení.

Jsem přesvědčen, že toto trochu jubilejní číslo – totiž čtvrté ve čtvrtém ročníku – představuje sbírku velice zajímavých příspěvků přinášejících poučení.

Přeji Vám, milí čtenáři, příjemné čtení,

Ing. Bc. Michal Vopálenský, Ph.D.
Vedoucí katedry elektrotechniky a informatiky
Vysoká škola polytechnická Jihlava

FRANTIŠEK SMRČKA, MICHAL BÍLEK, FRANTIŠEK ZEZULKA

Management of Remote Mechatronic Models	3
--	----------

IVAN KREJČÍ

StellarisLab – výuková platforma pro předmět Mikroprocesorová technika.....	10
--	-----------

JANA KREJČOVÁ

Algorithms of Credit Scoring Methods	17
---	-----------

LIBUŠE MĚRTLOVÁ

Vývoj zaměstnanosti v Kraji Vysočina.....	27
--	-----------

PETRA HORÁČKOVÁ

Analýza znalostí funkcí MS Excel potřebných k výuce pravděpodobnosti a statistiky	41
--	-----------

MARIE HOJDAROVÁ

FLC Method for Controlling Process of Vehicle Operation Costs Minimization	49
---	-----------

Management of Remote Mechatronic Models

František Smrčka, Michal Bílek, František Zezulka

College of Polytechnics Jihlava

Department of Electrical Engineering and Computer Science

Abstract

The current paper deals with the principle of creating a reservation login system for remote mechatronic laboratory models. By means of a web application, the student books the periods of time when he will work with individual models. For each model, a virtual computer runs and with its help it is possible to make experiments with the models. The workplace lighting is automatically switched on after logging into the model, the power supply of the model is connected, and the PLC (Programmable logic controller) and an IP camera are switched on. A finishing script is executed to switch off the equipment by means of an IP power controller after expiry of the reserved time. An editorial system which allows to creating and editing users, models, and user groups is a part of the reservation application. The entire system is implemented in PHP (Hypertext Preprocessor) language. Data from experiments are stored in a MySQL database. A VMWare Workstation running above the Centos operating system is used for virtualisation of experiments.

Key words

Remote Mechatronic Models, Management, VMWare Workstation, remote laboratory, virtual computer.

Introduction

A remote laboratory of automation technology has been used at our college for several years[1]. The lab consists of seven mechatronic models which students can log on to remotely and work with. So far, the system Lablink, created at the Czech Technical University in Prague, has been used for logging in[2]. This system is not suitable for our needs. We thus decided to create a new system with features specified in the following text. The student books the time when he wants to work with a laboratory model. At that time, a virtual computer is switched on, as well as the model, lighting, a PLC (Programmable Logic Controller) based control system and an IP camera for monitoring the model. The student connects to the virtual computer by means of a remote desktop and is enabled to work with the model. There is also necessary to limit the time of remote connection in order to use the classroom with laboratory models efficiently. The whole technology is based on the Linux operating system and the VMWare Workstation virtualization system [3].

Basic characteristics of the reservation system

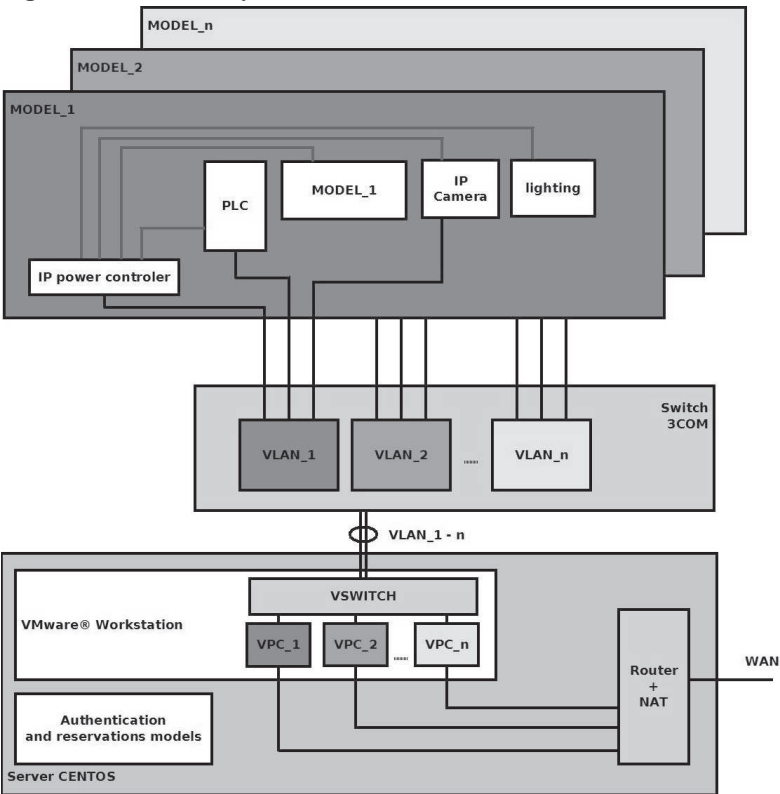
The application for reservation and logging into the remote desktop has the following key features. The students can book the time for working with the models, this reservation can be either single or periodic. The reservation can be cancelled by the administrator. Due to utilization of the laboratory for teaching, it must be possible to limit the period of connection time. The timetable blocking in the system is again either single or periodical. An important feature of the reservation system is the possibility of running the start-up script before launching the virtual computer. This will connect the power supply of the model and its control. For example, the model and control lighting switch IP cameras. After the booked period of time runs out, the finishing script is executed to switch off all the devices. An editorial system in which it is possible to create and edit users is part of the reservation application. Thanks to user backup/recovery system it is possible to carry out a batch import of users from or to a csv (Comma-separated values) file. It is also possible to create and edit models in the system [4].

The user can only connect to the model. He cannot add new models. The administrator can install software or set up the virtual computer. Another feature of the new system is the possibility to display a selected subset of models for a certain group of students. To prevent a student from blocking a model for too long it is possible to set the maximum number of hours per week that the student can work with a particular model. This limitation can also be set for a group.

The student can cancel or shorten their reservation also during the proceeding time of reservation and thus the model is provided for further reservations.

The overall principle of the management system of the mechatronic models is shown in Figure 1. It is based on a server with Linux operating system where the VMWare Workstations virtualization system is installed. The system includes individual virtual computers. Individual models are separated by virtual networks created by means of a programmable switch.

Fig. 1: Basic scheme of the remote mechatronic models



There is possible to create statistics on the server of how much time students have spent working with a model and from which IP addresses.

Fig. 2: User interface of the reservation system

V Š P
J

Jméno: Pepa Novák
Práva: Student
Přihlášení: 3-5-2013

PŘEHLED
REZERVACE
ADMINISTRACE
ODHLÁŠENÍ

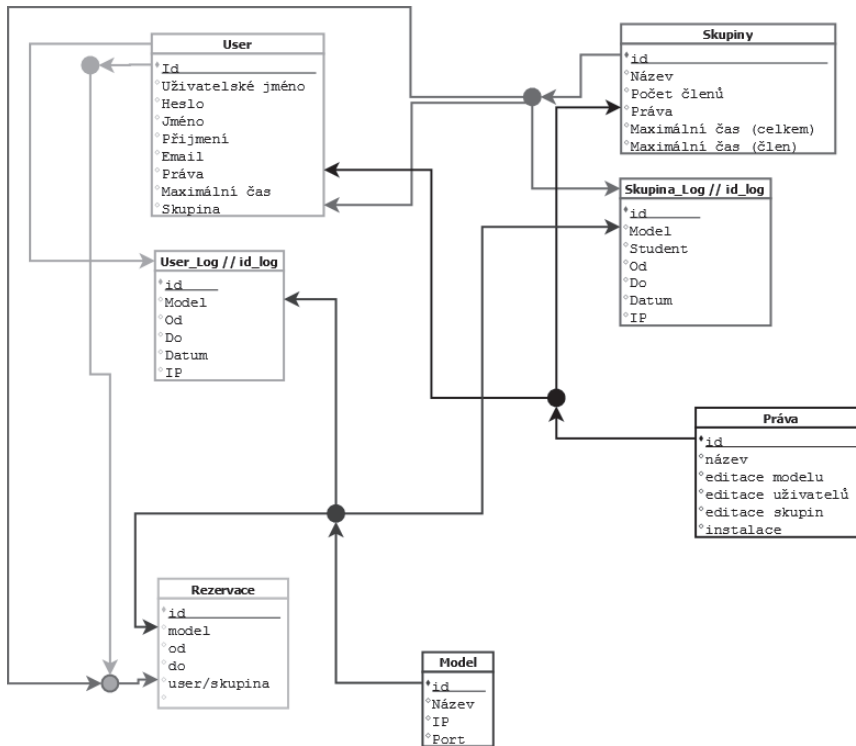
Aktuální rezervace

MODEL	ZAČÁTEK	KONEC	RDP
Model1 - window 7	11:00	11:30	link / uvolnit
TestModel - window 7	16:00	17:00	link / uvolnit
TestModel - window 7	17:00	17:15	link / uvolnit
Model1-window 7	18:00	18:45	link / uvolnit

The log-in procedure

The web-based log-in application itself is implemented in the PHP language [6]. User data and model data are stored in a MySQL database. Figure 3 shows the data model containing, in particular, the tables of users, rights, and reservations. The User_Log table is introduced in order to gather the user access statistics. Users can have different rights in the system. These rights are specified in the Rights table. The Model table contains the list of models with remote access.

Fig. 3: Data model of the reservation system



The principle of the log-in procedure is following. The student books the time of connection (from - till). The Linux command “at” is used for launching the remote desktop. This command is used for planning of Linux commands in real time. By means of this command, the virtual computer is launched. For launching the virtual computer from WMWare, the following general command is used:

```
vmrun start /usr/local/VMs/<virtual_machine_name>.vmx
```

Subsequently, the link with the access to the remote desktop (RDP) in the web login application is shown to the student. At the same time, the “at” command connects the power supply to all the required devices (see the start-up script).

Another “at” command launches the finishing script and switches off the power supply of the model, PLC, lighting, and IP camera.

Controlling the switch

A 3COM 4400 SE 24PT switch is used for network branching. This switch has 24 ports with data transfer rates of 10/100 MB/s. Another advantage is that verified users can be automatically placed into a certain VLAN according to the model they log in. This switch is configured so that each model and virtual computer will be in one virtual network. This ensures that it is possible to control only the specified model from one virtual computer.

Fig. 4: 3COM 4400 SE 24 PT switch



Operating the IP power controller

Equipment NETIO-230B IP is used to control the power of individual models, their lighting and IP cameras. It can be controlled remotely by means of a web interface, via the telnet or by CGI commands.

Fig. 5: IP NETIO-230B socket



The device includes four controllable sockets and four buttons for manual control. It supports HTTP, SMTP, SNTP, DHCP, DNS, and Telnet protocols. No special program is needed for controlling the device. The web interface is already integrated in the device. Control by means of web browser is carried out by a CGI script. CGI control of the device is directed by the command in the following format:

`http://<IPaddress>/tgi/control.tgi?<command>`

The following examples show how to switch on and switch off the control of all the four ports by means of a web browser with a CGI script:

`http://192.168.0.100/tgi/control.tgi?l=p:user:password&port=1111`

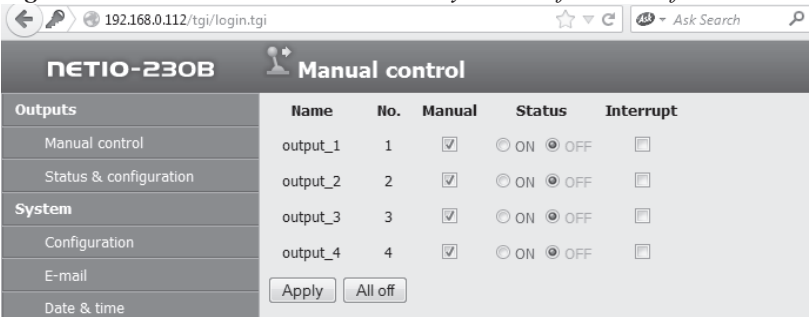
`http://192.168.0.100/tgi/control.tgi?l=p:user:password&port=0000`

The following code is used for switching off the IP socket by means of a Linux script:

```
#!/bin/bash
# wget netio230a minimal HTTP example
#!/bin/bash
TCP_HOST=192.168.0.110
TCP_PORT=1234
exec 5<>/dev/tcp/${TCP_HOST}/${TCP_PORT}
echo -e "login admin admin\nport 1 0\nport 2 0\nport 3 0\nport 4 0\nquit" >&5
cat<&5linux-dye3:/lablink/bin #
```

After logging in, the student can control the power supply of individual elements of the model via the web interface and thus enforce, for example, the control unit restart.

Fig. 6: IP socket NETIO-230B – control by means of web interface



Conclusion

The article describes a programmable web application which enables students to book a time period for working with remote models. The application runs at an Apache server, data are stored in a MySQL database. Each model can be controlled by means of PCL (Programmable Logic Controller) or IPC (Industrial Computers), the model operation can be inspected by an IP camera.

This system meets the requirements to enable students to connect to a laboratory model via a virtual computer. The student books the period of time when he wants to work with a lab model. At that time the virtual computer is launched, the model, lighting, and PLC are switched on, and an IP camera is turned on to monitor the model. The remote connection is limited to time when lessons do not take place in the classroom with lab models. The whole technology is based on the Linux operating system and the VMWare Workstation virtualization program. For each model a virtual computer is run under the VMWare Workstation system. Linux firewall solves

the access from the Internet. Compared to the current system, the new system can run the start and stop scripts used for model initialization and shutdown. Furthermore, the reservation of connection times can be periodic. In the recent time, it is possible to work remotely with seven mechatronic models [1][5].

Literature

- [1] SMRČKA, F., BÍLEK, M., ZEŽULKA, F. Teaching by Means of Remote Access to Models. In Proceedings of 15th International Conference on Mechatronics: Mechatronika 2012. MAGA, Dusan, STEFEK, Alexandr, BREZINA, Tomas. 1st edition. Praha: CVUT FEL. 2012. s. 215-219. ISBN 978-80-01-04985-3.
- [2] BURGET, P, et al. RemoteLabs and ResourceSharing in Control Systems Education, In Preprintsofthe17th IFAC WorldCongress. Seoul: IFAC, 2008, ISBN 978-3-902661-00-5.
- [3] ZEŽULKA, F., SMRČKA, F. A computer lab with Internet access management. In: The Institute of Technology and Business Ceske Budejovice, 2012, s. 263-274. ISSN 1802-503X.F.
- [4] ZEŽULKA, F. et al, Trends in Automation - investigation in Network Control Systems and Sensor Networks, In 10th IFAC Workshop on Programm able devices and Embedded Systems PDeS 2010, Salezian University Gliwice, 2010, p. 131-135.
- [5] SMRČKA, F., BÍLEK, M. Vzdálená laboratoř pro Allen–Bradley. In Conference Informatika XXV/2012. Mendel University in Brno, Czech Republic. 1st edition. ČR: MU Brno. 2012. s. 97-98. ISBN 978-80-7375-628-4.

Contacts

PaedDr. František Smrčka, Ph.D.

College of Polytechnics Jihlava, Department of Electrical Engineering and Computer Science
Tolstého 16, 586 01 Jihlava

e-mail: frantisek.smrcka@vspj.cz

Ing. Michal Bílek

College of Polytechnics Jihlava, Department of Electrical Engineering and Computer Science
Tolstého 16, 586 01, Jihlava, Czech Republic

e-mail: michal.bilek@vspj.cz

Prof. Ing. František Zezulka, CSc.

College of Polytechnics Jihlava, Department of Electrical Engineering and Computer Science
Tolstého 16, 586 01, Jihlava, Czech Republic

e-mail: frantisek.zezulka@vspj.cz

StellarisLab – výuková platforma pro předmět Mikroprocesorová technika

Ivan Krejčí

Vysoká škola polytechnická Jihlava
Katedra elektrotechniky a informatiky

Abstrakt

Příspěvek popisuje koncepční úvahy modernizace výuky předmětu Mikroprocesorová technika a realizaci technického vybavení pro praktická cvičení – platformy StellarisLab. Jsou diskutovány možnosti tohoto přípravku a naznačeno jeho využití v dalších předmětech zabývajících se číslicovou technikou.

Klíčová slova

Číslicové zpracování signálu (DSP), analogově-číslcový a číslicově analogový převodník (AD, resp. DA převodník). Mikrokontrolér, číslicová syntéza (DDS).

Úvod

V průběhu zimního semestru, na sklonku roku 2012, se při diskusích s kolegy začalo hovořit o nutnosti modernizace a nového pojetí předmětu Mikroprocesorová technika. Důvodem těchto úvah byl technický a technologický pokrok v technických prostředcích mikroprocesorů, resp. její podмноžiny mikrokontrolérů, určených pro tzv. zabudované aplikace, tedy pro zařízení, která nejsou počítači jako takovými, ale jejichž elektronická vybava obsahuje jednoúčelový počítač, který řídí činnost zařízení a komunikuje s okolím. Dostupnost a masivní nasazení moderních mikrokontrolérů i v oblasti spotřební elektroniky vedly postupně k výraznému poklesu jejich ceny. Důsledkem je snaha po jejich aplikaci v nově konstruovaných elektronických systémech a klesající zájem o aplikaci starších, méně výkonných procesorů.

Trh mikrokontrolérů ovládají v současnosti procesory s redukováným instrukčním souborem (RISC) s architekturou ARM (Advanced RISC Machine), obsahující jádro Cortex. Tato architektura prošla složitým vývojem, stejně jako jádro Cortex, jehož existuje celá řada variant. Dnes tyto procesory charakterizuje zejména 32bitová šířka datové sběrnice a nízká spotřeba energie. Zejména energetická výhodnost zapříčinila rychlé rozšíření této techniky v zařízeních napájených z baterií, např. v mobilních telefonech. V průmyslu se tyto procesory nasazují v teplotně náročných prostředích zejména proto, že nepotřebují přídavné chlazení.

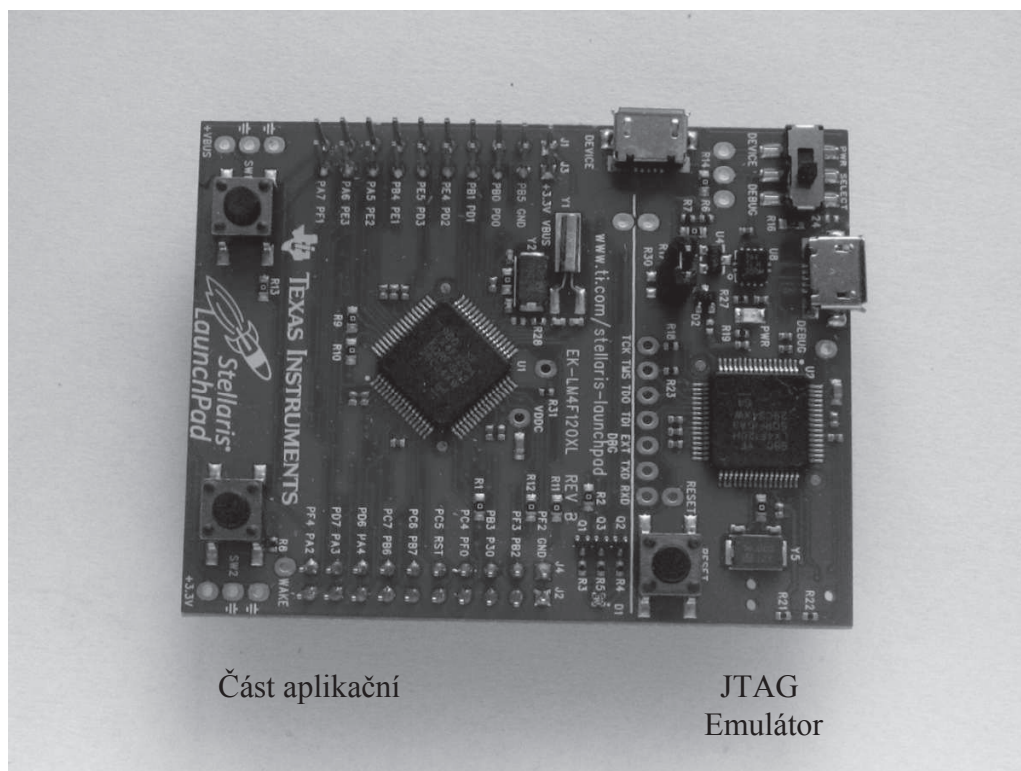
Naše úvahy o nové náplni výuky se proto ubíraly tímto směrem a bylo třeba rozhodnout, který z procesorů ARM vybrat pro výuku, pokud možno již v letním semestru. Tento termín donutil přejít od úvah k činům a kromě zhodnocení parametrů

vlastních procesorů bylo nutné uvážit praktické otázky dostupnosti a znalosti vývojových prostředků pro sestavení a ladění programů v cílové aplikaci. Rozhodujícími faktory byly, jednak znalost vývojového prostředí Code Composer Studio (CCS) používaného pro práci s mikrokontroléry Texas Instruments, jednak dostupnost levné základní zkušební desky Stellaris Launchpad téže firmy, která je osazena procesorem ARM s jádrem Cortex M4F. Tato deska také obsahuje emulátor, který spolupracuje s prostředím CCS a dovoluje komfortní ladění cílového programu v procesoru desky. Toto rozhodnutí dovolilo v krátké době připravit novou náplň předmětu bez narušení plynulosti výuky.

Základní deska Stellaris Launchpad a procesor Stellaris LM4F120

Základní deska Stellaris Launchpad slouží k rychlému seznámení s technickými možnostmi mikrokontrolérů Stellaris firmy Texas Instruments s architekturou ARM a jádrem Cortex M4F. Přípona F znamená, že procesor je vybaven technickými prostředky, které dovolují práci s datovým formátem v plovoucí čárce. Tato vlastnost, spolu s vnitřním uspořádáním dovolujícím efektivní provádění operací násobení/akumulace, jej určuje pro DSP aplikace v reálném čase. Deska je rozdělena na dvě části, jedna z nich je osazena aplikačním procesorem LM4F120H5QR z rodiny Stellaris, druhá, osazená týmž procesorem, má funkci emulátoru v aplikaci (ICE In-Circuit-Emulator). K aplikačnímu mikrokontroléru jsou připojena dvě tlačítka a tři svítivé diody pro realizaci jednoduchých aplikačních hříček a rozhraní USB v. 2.0, které je v procesoru integrováno (podobně jako u většiny procesorů ARM). Ostatní brány procesoru jsou vyvedeny na aplikační konektory přístupné z obou stran desky. Emulační jednotka je opatřena dalším rozhraním USB, které spojuje emulátor s počítačem PC, opatřeným prostředím Code Composer Studio. Toto prostředí pracuje v editačním nebo ladicím režimu. Dovoluje psaní a syntaktickou kontrolu zdrojových textů v jazyce C/C++ nebo v jazyce symbolických adres (v assembleru) a ladění programu cílové aplikace pomocí krokování, bodů zastavení, zobrazení stavu vybraných proměnných, atd. Emulační a aplikační jednotku propojuje rozhraní JTAG, které je procesorem. Desku Stellaris Launchpad ukazuje obrázek Obr. 1.

Procesor LM4F120H5QR patří do rodiny mikrokontrolérů Stellaris, který je schopen pracovat s hodinovou frekvencí do 80 MHz. Jeho jádro Cortex M4F obsahuje základní mikroprocesorovou jednotku MCU, emulační trasovací modul (ETM), jednotku pro zpracování dat v plovoucí čárce (FPU), jednotku ochrany paměti (MPU) a jednotku pro řízení přerušení (NVIC). Paměť je rozdělena na několik bloků podle funkce a použité technologie – paměť programu (Flash 256 kB), paměť dat (32 kB SRAM), paměť parametrů (2 kB EEPROM) a paměť knihoven (ROM). V systému jsou integrovány 32-kanálový systém přímého přístupu do paměti – DMA, programovatelné čítače a časovače, včetně dvou ochranných typu watch-dog (WDT), řízení spánkového režimu, rozhraní CAN a USB a 43 vstupně-výstupních bran pro všeobecné použití. Každá z těchto bran má alespoň jednu alternativní funkci pro vytváření synchronních (SSI, I2C) nebo asynchronních (UART) sériových rozhraní, analogových vstupů pro dva zabudované analogově-číslicové převodníky a analogových komparátorů.



Část aplikační

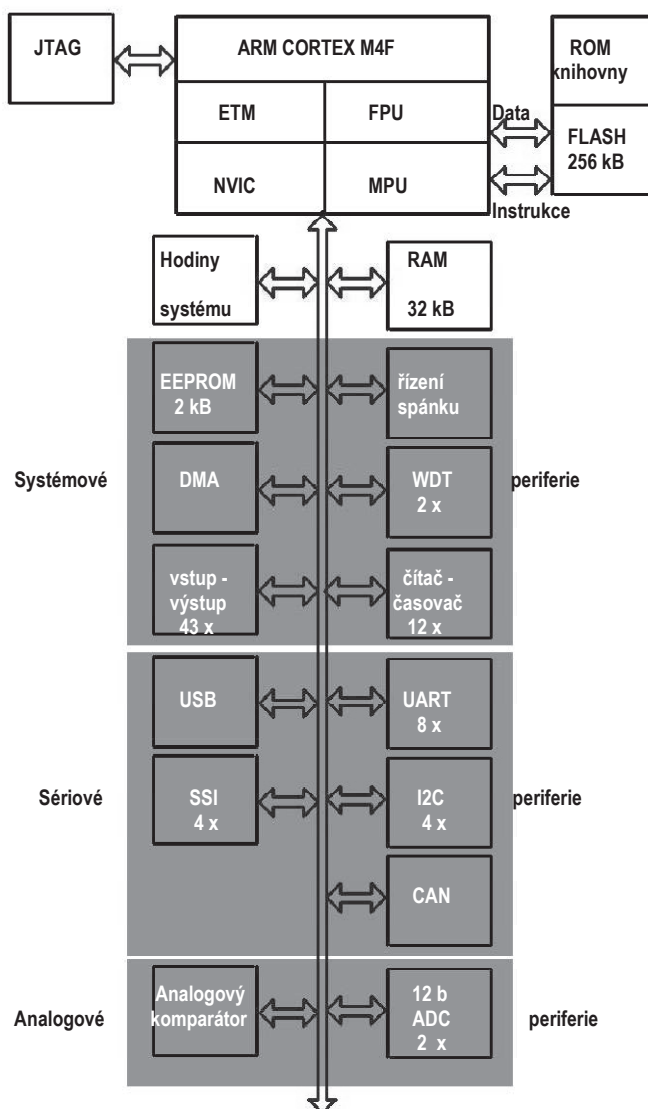
JTAG
Emulátor

Obr. 1: Pohled na desku Texas Instruments Stellaris Launchpad.

Blokové schéma procesoru je na obrázku Obr. 2 [1].

Výukový systém StellarisLab

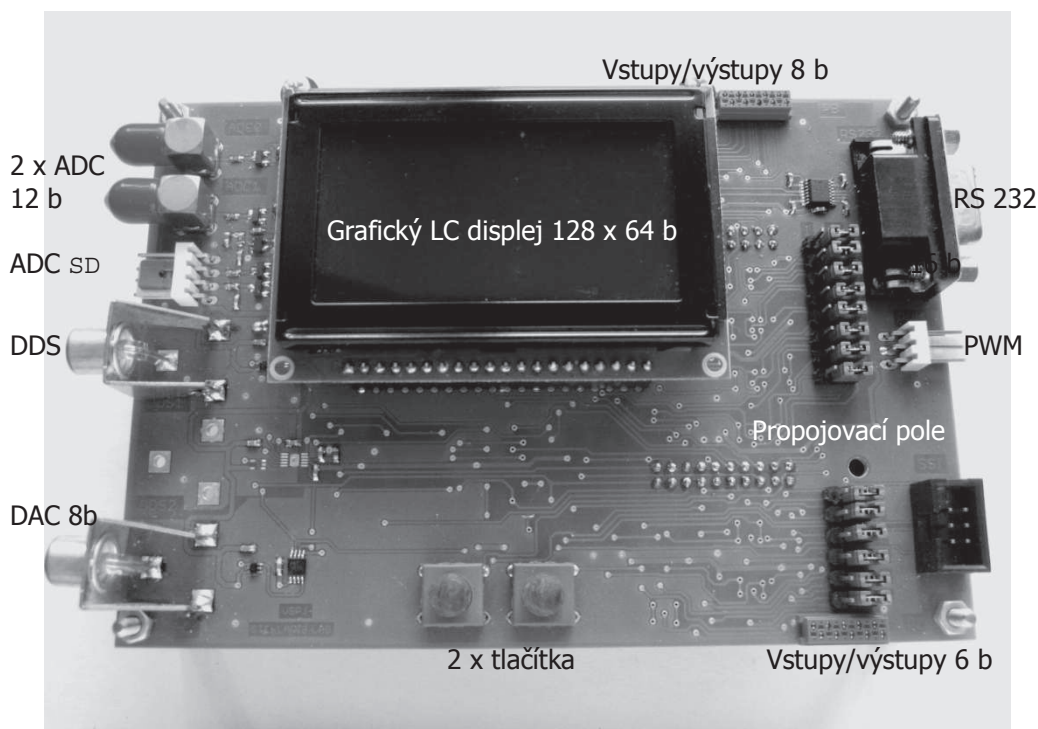
Protože základní deska Stellaris Launchpad neposkytuje mnoho příležitostí k efektivnímu tréninku dovedností pro práci s mikroprocesory, bylo nutné vytvořit platformu, která by vytvořila dostatečný prostor pro práci s procesory i spolupracujícími periferními zařízeními, často se vyskytujícími v technické praxi a popřípadě by poskytla použití při výuce v předmětech zabývajících se digitálními obvody a zpracováním signálu. Na základě požadavků kladených na konstrukci moderních číslicových systémů byl vytvořen systém StellarisLab, který podstatně rozšiřuje možnosti desky Stellaris Launchpad a dovoluje vytvářet různé měřicí a řídicí systémy, a to díky výkonnému procesoru a použitým periferním zařízením. Na desce jsou posilovací a přizpůsobovací obvody obousměrné sběrnice tvořené čtrnácti jednobitovými branami pro všeobecné použití. Směr posilovacích obvodů se nastavuje pomocí propojek na desce. Tyto vstupně-výstupní jednotky jsou vyvedeny na dva konektory, na které lze připojit stávající přípravky, které jsou ve výbavě laboratoře. Dále je rozšiřující deska opatřena dvěma tlačítky pro ovládání zařízení obsluhou, grafickým LC displejem se zobrazením 128 x 64 bodů, dvěma posílenými linkami signálů s pulzní šířkovou modulací (PWM), šestnáctibitovým AD převodníkem využívajícím modulaci SD s připojením měřicího Wheatstonova mostu, osmibitovým DA převodníkem a číslicovým syntezátorem, kterým lze generovat střídavé signály



Obr. 2. Zjednodušené blokové schéma mikrokontroléru Texas Instruments Stellaris LM4F120H5QR.

sinusového, trojúhelníkového a obdélníkového průběhu v kmitočtovém rozsahu od 1 mHz do 1 MHz. Tyto tři periferie se ovládají pomocí rozhraní SSI a programovatelného adresového dekodéru. K tréninku obsluhy rozhraní I2C je k procesoru připojena paměť typu FRAM opatřená právě touto linkou. Na desce StellarisLab je také realizováno asynchronní sériové rozhraní UART s úrovnňovým transformátorem podle standardu RS 232. Tato linka představuje alternativu linky USB pro připojení k počítači typu PC, pokud je tímto rozhraním vybaven (COM). Pro digitalizaci signálu lze ještě použít oddělené vstupy obou integrovaných rychlých dvanáctibitových AD převodníků pracujících na vzorkovacím principu s postupnou

aproximací a dobou převodu 1 ms. Pohled na rozložení jednotlivých prvků na desce StellarisLab je na obrázku Obr. 3.



Obr. 3: Pohled na desku platformy StellarisLab ukazující rozložení periferních zařízení.

Výukové a aplikační možnosti systému StellarisLab

Na začátku letního semestru 2013 byly realizovány desky StellarisLab v počtu odpovídajícím kapacitě cvičební laboratoře.

Koncept výuky vycházel z času, který byl pro předmět vyhrazen. To znamenalo vybrat z materiálů popisujících procesor a programovací prostředí nejpodstatnější témata, která by dovolila pochopit základní možnosti procesoru a jejich využití v praxi. Tato témata byla rozdělena do čtrnácti přednášek a čtrnácti cvičení.

Náplní přednášek byl na jedné straně popis vlastního procesoru a jeho jádra, na straně druhé princip, pracovní režimy integrovaných periférií, pomocných zařízení, časování procesoru a periférií a vlastnosti jednotlivých druhů paměti. Součástí přednášek byl i popis postupu programování těchto částí mikrokontroléru pomocí jeho vnitřních registrů.

Ve cvičeních byli studenti seznámeni s programovacím prostředím CCS a se základy techniky programování, tj. nastavení potřebných vlastností a režimů systému pro danou aplikaci a vytvoření řídicího programu použitého periferního zařízení. Kromě toho

byly formou doplňkové přednášky na počátku cvičení popsány principy a programování externích periférií, které jsou osazeny v systému StellarisLab.

Studenti si tak mohli ověřit vlastnosti procesoru při různých časováních a poznat vlastnosti číslicových vstupů a výstupů pro všeobecné použití, vč. ovládání grafického displeje – vytváření knihovny alfanumerických znaků a kreslení grafu $y = f(t)$. Kurs dále pokračoval programováním integrovaných čítačů/časovačů v režimech tvorby časových značek a generování signálů PWM, použitelných např. při řízení otáček stejnosměrných motorů. Následovala cvičení, jejichž náplní bylo programování sériových rozhraní, asynchronního (UART) pro komunikaci s PC pomocí terminálového programu a synchronního (SSI), které v různých režimech ovládalo AD a DA převodníky a číslicový syntezátor pro generování střídavých signálů. Ze zabudovaných analogových periférií bylo jedno ze cvičení věnováno programování AD převodníku a jeho využití ve funkci dvoukanálového voltmetru se zobrazením výsledků na grafickém displeji. Z pomocných obvodů byly ověřeny funkce ochranného systému watch-dog a zabudovaného vnitřního časovače SysTick, který je součástí jádra procesoru.

Při sestavování programů záměrně byly jen minimálně využívány knihovny pro obsluhu periferních zařízení, které jsou součástí balíčku StellarisWare poskytovaného firmou Texas Instruments. Tento záměr sledoval seznámení studentů alespoň s částí z asi 800 vnitřních registrů. Je to způsob práce sice poněkud intelektuálně i časově náročnější, avšak programátor systém lépe pochopí a má ho pod kontrolou. Pokud to časové možnosti dovolily, zařízení byla programována jak v běžném režimu pomocí řídicích podprogramů, tak v režimu přerušení. Aby se podmínky práce přiblížily technické praxi, byla funkce periférií testována pomocí přístrojů (např. osciloskopů), které byly v laboratoři dostupné.

Rozsah cvičení, až na malé výjimky, nedovolil realizovat rozsáhlejší funkční celky jednoduchých přístrojů a číslicových systémů. Tím byly možnosti systému StellarisLab využity většinou jen na sestavení ovládacích programů jednotlivých periférií. Zajisté by stálo za úvahu využití desky StellarisLab v dalších předmětech k demonstraci funkce, vlastností a správné obsluhy periférií, s jejichž principy jsou studenti v jejich rámci seznamováni (AD a DA převodníky, číslicový syntezátor). Další využití může být např. v měřicí technice k stanovení chyb AD a DA převodníků, praktickým ukázkám připojení snímačů neelektrických veličin a jejich kalibrace, k demonstraci příkladů správného a nesprávného vzorkování atd., v automatizační technice či robotice k realizaci zpětnovazebních systémů a při výuce číslicového zpracování signálu, neboť technické prostředky systému StellarisLab umožňují řešení hlavních úloh DSP, tj. digitalizaci analogových signálů, převod číslicových signálů na analogové, číslicovou syntézu, číslicovou filtraci dat v reálném čase, či komplexní Fourierovu transformaci. K takovému nasazení je však potřebné vytvořit v případě zájmu příslušné programy.

Závěr

Po skončení letního semestru a zkouškového období lze provést závěrečnou rekapitulaci průběhu výuky nového typu procesoru pomocí systému StellarisLab a zhodnotit první zkušenosti s jeho aplikací. Co se týče konstrukce platformy, ta se ukázala dosti robustní a přestála i mnohdy necitlivé zacházení ze strany studentů. Po stránce výukových možností přesahuje rámec úvodního kursu Mikroprocesorová technika. Může být použitelná i jako základna pro bakalářské projekty, s jejichž pomocí by bylo možné vytvořit demonstrační pomůcky pro další výukové účely. Výuka proběhla bez zásadních problémů, jedinou nevýhodou byl omezený časový rozsah, který nedovolil bližší seznámení s tímto moderním typem mikroprocesoru. Přesto pozornému posluchači dal kurz příležitost nahlédnout do oblasti širokých aplikačních možností této techniky.

Literatura

- [1] Stellaris® LM4F120H5QR Microcontroller, uživatelský manuál, firemní literatura Texas Instruments Inc., 2007.

StellarisLab – the Microprocessor Technique Training Platform

Abstract

New trends in the technology of microprocessors for embedded applications ask for new approaches to the education of future embedded systems designers. One of possible solutions, the microcomputer training platform taking advantage of the ARM Cortex based microcontroller Texas Instruments (TI) Stellaris, is described. Its design is discussed and example applications are demonstrated.

Key words

Digital signal processing (DSP), analog-digital and digital-analog converters (AD and DA converters respectively), microcontroller, direct digital synthesis (DDS).

Kontaktní údaje

Ing. Ivan Krejčí, CSc.

Vysoká škola polytechnická Jihlava, katedra elektrotechniky a informatiky

Tolstého 16, 586 01 Jihlava

e-mail: ivan.krejci@vspj.cz

Algorithms of Credit Scoring Methods

Jana Krejčová

College of Polytechnics Jihlava

Abstract

In this article, credit scoring methods used in certain financial institutions in the Czech Republic are described. Two basic types of scoring are explained, the application and the behavioral credit scoring models. These models are chiefly based on logistic regression. Using a case obtained from an unnamed financial institution, an algorithm of the method for calculating the percentage of the probability of the failure or non-failure of the retail client is presented. Regression coefficients of some parameters scorecard are also presented and we discuss which characteristics of the client have the most or the least influence on credit risk. Due to the fact that for corporate clients external rating is primarily used in this financial institution, we do not know the value of the individual indicators. Thus, in this case, only the indicators that are used in assessing the corporate client are described.

Key words

Credit scoring, logistic regression, scorecard, credit risk.

Introduction

Every institution that provides loans to customers is exposed to credit risk, that is, the risk that the client will not repay the loan. Therefore, it is important to correctly quantify this risk. Scoring methods are used to assess the creditworthiness of clients. Thus, credit scoring calculates the level of the risk and reduces the level of the subjective assessment in deciding the creditworthiness of the debtor. This technique greatly facilitates the procedures for assessing applications, and in addition, the credit scoring model allows a faster and easier control of the risk in the credit risk management department. Credit scoring is one of the most reliable and consistent techniques, which defines the level of potential risks associated with a potential or existing debtor in an equitable manner. Traditional scoring models enable the sorting of clients according to the likelihood of their failure which has been derived on the base of the achieved score. The inversely proportional scale of points, which corresponds to the probability of failure, is the standard in many financial institutions all around the world.

Credit scoring methods

In order to obtain a satisfied credit scoring model, numerous methods have been proposed. These methods can be classified into parametric and nonparametric statistical methods.

Belonging primarily among the parametric methods are:

- linear regression (using the method of least squares),
- discriminant analysis (the main method is Mahalanobis distance),
- logistic regression (the main method is maximum-likelihood estimation).

The best-known non parametric methods include:

- neural network,
- decision trees,
- linear programming (using the simplex algorithm).

Each of these methods has its advantages and disadvantages. Therefore it is always necessary to consider which method will be suitable for the specified type of data. The main differences between these methods are the speed of calculation, the time demands of calculation and also possible interpretations of the output. In [10], there are presented the most common methods used in the process of credit scoring. In practice, the most commonly used method is logistic regression. For example the comparison of logistic regression and the classification tree is described in [4]. Another comparison of methods with examples see in [5]. One of the newest methods is genetic programming. Construction of the discriminant function for credit scoring problems using genetic programming is described in [6].

In addition, credit scoring is divided into application and behavioral methods. The application scoring model is based on data obtained through the acquisition of new clients, especially data from the client's request. The basic variables used in this model are socio-demographic variables, characteristics of the subject and also the information from available credit registers and from the databases of debtors. The application of this model is mainly used for acceptance or rejection of a potential debtor, by setting credit limits, or determining the interest rate based on the risk-based pricing method. On the contrary, the behavioral credit scoring model is based on data obtained from information about the behavior of the debtor as a client, a customer or a creditor. Thus it is a scoring model using data from the major accounting or transaction systems and other databases within the financial institution. This model is primarily used for portfolio management, monitoring and the possible adjustment of credit limits, re-approval of certain loan products and also for setting interest rates. A special type of this scoring model is one which supports decision-making about appropriate methods applicable to debt collection and overdue debt obligations.

Credit scoring models have been widely studied in the area of statistics, see thesis [2, 3, 7]. The overview of the methods used for credit scoring and the history of credit scoring are presented in [9]. In [8] a credit scoring model for retail loans is described in

great detail. The goal of this paper is to introduce credit scoring processes in an unnamed building society in the Czech Republic. Because credit scoring is basically the know-how of each company, we neither publish the name of the building society, nor describe the process in detail. The process of credit scoring in this building society is divided into two parts: the credit scoring of retail clients and the credit scoring of corporate clients. This paper describes both processes, but emphasis is put on the credit scoring related to retail clients. The method for retail clients is based on logistic regression, which is also described here. In order to properly distinguish the different aspects of retail credit scoring, we also provide a discussion on the indicators that are typically important in the credit-scoring models. For clarity, the impact of individual indicators is illustrated by an example.

We begin with the credit scoring of retail clients of that building society.

The credit scoring of retail clients

Credit scoring belongs to methods that enable the bank to predict the probability that a customer will repay the loan. Statistical models used for retail clients, called as score-cards, use predictor variables from application forms and other sources to yield estimates of the probabilities of defaulting. On the grounds of applications and experiences in the past, the bank quantifies all the variables related to the loan applicant and to its creditworthiness. Therefore they provide a score for each of his personal characteristics, ie. they create the score-card. Usually, the score-card resembles a table containing a list of questions and possible answers. To each answer a score is assigned, which usually satisfies the paradigm that “the higher the score, the bigger the risk to be in default”. Then the scoring model assigns a total score to each loan applicant and this represents the expected ability to repay. A decision as to both the acceptance and rejection of a particular client is taken by comparing the estimated probability of defaulting with a suitable threshold. Thus, the total score must be lower than a predetermined maximum score limit in order to get a loan from the bank. Therefore an appropriate threshold of the total score must be defined, which would separate undesirable applicants from creditworthy ones. The appropriate limit is determined on the basis of both the data analysis and the desired percentage of approved applications. The resulting scoring model will be evaluated by test data and then it will be used for processing new cases. A very important part of the scoring process is the regular control of models.

According to the total score the bank will decide under what conditions it would provide a loan. If the applicant's score is on the border, it is common that the bank provides a loan with additional terms. For example, the amount of the loan may be reduced, the maturity changed, a guarantor added etc.

As already mentioned, in practice the most popular statistical tools for solving classification problems are logistic regression models. Logistic regression is used for the credit scoring of retail clients, as well as in that building society. Therefore a brief description of this method follows.

Logistic regression

Logistic regression is a method of mathematical statistics, which deals with estimating the probability of a phenomenon, the so-called dependent variable, based on certain known facts that constitute the independent variables which may affect the occurrence of the phenomenon. The event of this phenomenon occurring is modeled by a random variable with alternative distribution.

Let us denote Y the outcome (dependent) variable and $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ a vector of n independent variables. Denote $E(Y|x)$ the expected value of Y , given the value x . The variable Y takes two values 0 and 1, which means success and failure. Linear regression function is of the form

$$E(Y|x) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n. \quad (1)$$

The components of the vector $\beta=(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)$ determine characteristics which have positive or negative effects on the variable Y . β_0 is a constant (often called the error term or the disturbance term) which represents the value of the criterion when the predictor is equal to zero. That variable captures all other factors which influence the dependent variable. The expression (1) implies that $E(Y|x)$ can take on any real value.

But the outcome variable Y is dichotomous, so it is appropriate to use the logistic distribution. Thus, we use the logistic function $\pi(x)$ to represent the conditional mean of Y given x when the logistic distribution is used. The specific form of the logistic regression model is

$$\pi(x) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n)}} = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n}}. \quad (2)$$

$\pi(x)$ is confined to values between 0 and 1 and hence it is interpretable as a probability.

The description of the logistic regression model is compiled according to Hosmer and Lemeshow [1], see that for more detailed information.

Score-card

An example of score-card is shown in Table 1. This table includes just a few basic characteristics. All possible characteristics cannot be published, because it comprises part of bank confidentiality. Some items are very delicate and the applicant would not think what impact all could have on obtaining a loan. To each characteristic are assigned categories and corresponding regression coefficients. Such characteristics and values of the regression coefficients are not constant, but are updated regularly.

The regression coefficient illustrates the difference between data which are specified by a client.

Tab 1: Score-card (own processing of data provided)

Variable	Category	Regression coefficient
Marital status	not specified, single, divorced	0.4230
	married, widower, partner	0.0000
Solvency	< 1.25	0.7359
	>= 1.25 and < 1.62	0.6869
	>= 1.62 and < 2.51	0.1922
	>= 2.51	0.0000
Age	< 24	0.6706
	>= 24	0.0000
Required monthly deposit	< 2000 CZK	0.2965
	>= 2000 CZK	0.0000
Saved amount	< 20000 CZK	0.4826
	>= 20000 CZK	0.0000
Job position	manual worker, company owner	0.4985
	others	0.0000
Length of current employment	not specified	0.4580
	=< 18 months	0.3706
	> 18 months and < 60 months	0.1364
	=> 60 months	0.0000

For the calculation of the item “Solvency” is used a process whereby the amount of monthly net income is divided by the total sum of average expenses. These expenses include a monthly subsistence minimum, monthly payments of financial commitments, a required repayment of the loan and a monthly deposit to a building society account.

To calculate the probability that a client is default we use equation (2). In this model parameters β_i are regression coefficients, β_0 is a given constant and x_i can be 0 or 1 depending on the category. The calculation is illustrated in the following example.

Example 1. Consider a client who is single and 20 years old. He has worked as a manual worker for one year now. He has not saved any money and his solvency is 1.3. He has asked for a loan with monthly deposit of 1000 CZK. Other unpublished characteristics of the client are considered in the calculation and the corresponding part of the logistic regression function has been included into the member β_0 in this case.

$$\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n = -0.9809 + 0.4230 + 0.6869 + 0.6706 + \\ + 0.2965 + 0.4826 + 0.4985 + 0.3706 = 2.4478$$

$$\pi(x) = \frac{e^{2.4478}}{1 + e^{2.4478}} \doteq 0.9204$$

The probability that the client will be in default is 92 %.

Thus, $\pi(x)$ gives the probability that a client is default. The probability that a client will not fail is

$$P(x) = 1 - \pi(x).$$

What is the threshold for a decision that the value of $P(x)$ is satisfactory? In that building society the threshold has been set by the following table.

Tab. 2: The threshold value (own processing of data provided)

the value of $P(x)$	conclusion
$P(x) < 0.05$	insufficient
$0.05 \leq P(x) < 0.085$	the limit value
$P(x) \geq 0.085$	sufficient

Example 2. Consider the client from Example 1. His probability not to fail is 0.0796. Thus, as he has not passed this validation, he ends up in the group of the limit's values. Nevertheless, his salary may rise and consequently his solvency may change from 1.3 to 1.7. Then his probability not to fail would be 0.1242. Or after six months his probability not to fail would be 0.0985. Thus in these cases he would achieve a sufficient value.

Taking into account some other characteristics which are not presented in the Table 1, for example, the length of the loan, educational background and a number of persons in a household, we obtain the following example.

Example 3. Consider the client from Example 1. In this case, we have considered the person who lives alone in his household, who has graduated at secondary vocational school without a state secondary school-leaving examination and who requires a loan with a maturity of 5 years. On the contrary, consider the client who lives with another person in their household and who has graduated at secondary school with the school-leaving examination. Then the probability that the client will be in default will be 88 %. Thus, $P(x) = 0.12$ and the client will end up in the group of the sufficient value.

Clients who have the sufficient probability of more than or equal to 8.5 % are passed further to another check. As an example, we can name check in credit registers or check the veracity of their data in their applications. One of the most important of these inspections is control by the program SOLUS, which includes databases of defaulters. If the client passes all these controls, then the loan is approved. Otherwise, the assessment of the client is transferred to the Risk Management Department. There are credit analysts who go through each item listed in the scorecard and also check the obligations of the clients in the credit registers. Furthermore, it is based on their assessment whether the loan will be approved or rejected.

Indicators

It is not easy to assess the characteristics and to conclude which characteristic has the greatest influence on the probability of being in default. It depends on all values of all characteristics, which cannot be presented here. The characteristics are divided into four main categories:

- Demographic indicators: age, the marital status, the number of dependants, address, etc.
- Financial indicators: total assets of the borrower, the higher limit of the income of the borrower and of the household, monthly costs of the household, solvency, saved amount, etc.
- Employment indicators: the type of employment, the length of current employment, the number of jobs, etc.
- Behavioral indicators: the checking account, the average balance on checking account, loans outstanding, the number of payments per year, guarantee, etc.

The most important indicators, with the biggest differences in regression coefficients, are of behavioral character: if a client has already had a loan and whether this loan was successfully repaid or if he was late with some of the payments. These are very important characteristics of a client. Thanks to bank registers, overdue payments or previous defaults and the existence of other loans can be mapped. All these characteristics can be seen and not only in the bank in which a client is requesting a loan. This information is shared between all financial institutions. Young people or students who use, for example, a credit card or overdraft are unaware of this fact and sometimes they overrun or do not repay on time. All these facts will affect their loan applications over subsequent years.

The other important indicators are financial indicators. These indicators indicate the possibilities that a client will repay the loan. They represent incomes and costs in the family and the solvency of the client. As it is evident from the Table 1, there are big differences between the values of regression coefficients for the solvency.

Employment and demographic indicators have less importance. Employment indicators illustrate the stability of employment and may provide a sign of the payment stability. Table 1 shows that clients of that building society are divided into only two groups depending on their job position. The greater risk will be considered by clients who are manual workers or company owners. An emphasis on the length of the current employment can be observed, too.

The category of demographic indicators is bound to various regional properties or the difference between gender. In Table 1 the difference of the regression coefficients for the characteristic age is evident. Statistics show that the biggest problems with debt are held by people living in the Karlovy Vary and Ústí regions. From the perspective of banks clients who are from these two regions are almost three times more at risk than clients from the Zlin region.

The credit scoring of corporate clients

We continue with the credit scoring of corporate clients of that building society.

The building society has in its portfolio four legal forms of corporate clients: housing association (HA), owners associations (OA), trade companies (TC), municipalities (M). Loans of TC and M form quite a minor part of total loans (4 %). The vast majority of loans are granted for the purpose of reconstruction or privatization of a residential building. Loans which are provided to HA and OA are almost without any risk (the amount of non repaid loans is less than 0,01 % of all these loans). The rating of corporate clients will be performed by an external firm using an on-line application. Data that are evaluated in the external rating are from the financial statements, as general information related to the subject.

There is a need to calculate from the financial statements the following: the overall liquidity, quick ratio, total debt, credit debt, credit protection indicator, the share of long-term advances of fixed assets, etc. From other information, the size of the subject (the number of managed or owned flats), the level of repair fund, the number of defaulters, the economic stability of the region, etc., will be taken into account. The values of the indicators and their weights are unknown, only the result is known. External rating does not answer the question: whether a loan should be provided or not. The result only further categorizes clients or in exceptional cases it has an effect on the interest rate. Possible rating grades are: A, B+, B, B-, C+, C, C-. "A" represents a client who is without any risk and "C-" represents a client with a very high risk of default.

In addition to the external rating, an internal analysis is performed there, too. In this analysis similar economic indicators are evaluated, as in the case of external rating and other risk factors, for example, the loan amount and the repayment period, whether the supplier of a reconstruction calls for payment in advance and whether the client has added his own sources to the plan. In the internal analysis is primarily an overall view of the assessment of credit transaction and risks that could jeopardize smooth repayment. These risks are called risk transactions.

Thus, the external analysis is the first point of the assessment of a client which is further expanded with the risks of the transaction which means the result of the internal analysis. Then the loan approval or rejection is based on these two reports.

There is an example of the result of the external analysis in the following table.

Tab. 3: *External rating (own processing of data provided)*

Low risk "B"
Review: HA has a very good ability to timely meet its financial obligations. Most of the economic indicators show a very good financial stability. Favorable economic conditions of the region and the parameters characterizing the internal situation of HA give very good prerequisites for further development.

The maximum recommended total amount of loans with the maturity	
10 years	6 963 000 CZK
15 years	9 339 000 CZK
20 years	11 191 000 CZK

Results

The paper reviews the methods as to how the building society proceeds by the credit scoring of a retail or corporate client. The article concentrates more on the credit scoring of retail clients. The logistic regression method is described therein and the calculation of the probability of a client to be in default is shown by examples. The comparison of the characteristics of a client demonstrates the categories which have the most or the least influence on the approval or the rejection of a loan.

References

- [1] Hosmer, D. W., Lemeshow, S.: *Applied logistic regression*, John Wiley & Sons, Canada, 2000.
- [2] Hrdinová, M.: *Hodnocení bonity klienta před poskytnutím úvěru*, Diplomová práce, Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta, Brno, 2010.
- [3] Křivák, M.: *Měření kreditního rizika podle konceptu Basel II (vývoj scoringového modelu)*, Diplomová práce, Vysoká škola ekonomická, Praha, 2007.
- [4] Li, X., Ying, W., Tuo, J., Li, B., Liu, W.: *Applications of Classification Trees to Consumer Credit Scoring Methods in Commercial Banks*, Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man & Cybernetics: The Hague, Netherlands, 10-13 October 2004.
- [5] Min, J. H., Lee, J.: *A practical approach to credit scoring*, Expert Systems with Applications, Volume 35, Issue 4, November 2008.
- [6] Ong, C. S., Huang, J. J., Tzeng, G. H.: *Building credit scoring models using genetic programming*, Expert Syst. Appl. 29(1), 2005.
- [7] Rychnovský, M.: *Postupná výstavba modelů hodnocení kreditního rizika*, Bakalářská práce, Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, Praha, 2008.
- [8] Thanh, D. T. H., Kleimeier S.: *A credit scoring model for Vietnam's retail banking market*, International Review of Financial Analysis, Volume 16, Issue 5, Pages 471-495, 2007
- [9] Thomas, L. C.: *A survey of credit and behavioural scoring: forecasting financial risk of lending to consumers*, International Journal of Forecasting, vol. 16, issue 2, 2000.
- [10] Vojtek, M., Kočenda, E.: *Credit-Scoring Methods (in English)*, Finance a úvěr, Charles University Prague, Faculty of Social Sciences, vol. 56(3-4), March, 2006.

Algoritmy metod pro credit scoring

Abstrakt

V tomto článku jsou popsány metody pro credit scoring používané v některých finančních institucích v České republice. Rozlišujeme dva základní typy scoringu: aplikační a behaviorální credit scoring. Tyto modely jsou založeny především na logistické regresi, která je zde také popsána. Na základě údajů z nejmenované finanční instituce uvádíme metodu pro výpočet procentuální pravděpodobnosti selhání, nebo neselhání retailového klienta. Jsou zde zveřejněny regresní koeficienty některých parametrů skórovací karty a posuzuje se, které charakteristiky klienta mají největší, nebo nejmenší vliv na úvěrové riziko. Vzhledem k tomu, že pro korporátní klienty se v této finanční instituci používá převážně externí rating, není známa hodnota jednotlivých ukazatelů. V tomto případě tedy pouze uvádíme jednotlivé ukazatele.

Klíčová slova

Credit scoring, logistická regrese, skórovací karta, úvěrové riziko.

Kontaktní údaje

RNDr. Jana Krejčová

Katedra matematiky Vysoké školy polytechnické Jihlava

e-mail: jana.krejцова@vspj.cz

Vývoj zaměstnanosti v Kraji Vysočina

Libuše Měrtlová

Vysoká škola polytechnická Jihlava

Abstrakt

Príspevok se zabývá vývojem zaměstnanosti v Kraji Vysočina v letech 2000 až 2012. Príspevok je rozdělen do dvou částí, kdy v první části je zaměřen na trh práce, jeho vývoj a vývoj zaměstnanosti v České republice. Následně je přiblížen vývoj ukazatelů trhu práce – míry zaměstnanosti, míry ekonomické aktivity, počtu volných pracovních míst a počtu uchazečů na pracovní místo v České republice. Druhá část příspěvku je zaměřena na situaci v Kraji Vysočina. Je zaměřena na mikroregiony, kde zkoumá závislosti mezi zaměstnaností a nezaměstnaností vzhledem ke vzdálenosti a časové dostupnosti krajského města Jihlavy z jednotlivých mikroregionů. Jsou zkoumány vztahy mezi dopravními podmínkami a počty ekonomických subjektů v mikroregionech a také situace v oblasti ukazatelů trhu práce v jednotlivých mikroregionech.

Klíčová slova

Trh práce, nezaměstnanost, ekonomicky aktivní obyvatelstvo, dopravní podmínky.

Úvod

Mezi základní ukazatele pracovního trhu patří míra zaměstnanosti, vyjadřující podíl zaměstnaných obyvatel na celkovém počtu aktivních obyvatel ve věku 15–64 let, která se sleduje na základě výběrového šetření pracovních sil v jednotlivých státech EU 27. Toto šetření probíhá od roku 1983, kdy šetření probíhalo jedenkrát ročně, od roku 2002 se šetření změnilo na čtvrtletní. Výsledky šetření jsou publikovány ve statistikách Eurostatu EU LFS na základě jednotné metodiky, která vychází z mezinárodních standardů Mezinárodní organizace práce (ILO) a systému národních účtů. Ukazatel míry zaměstnanosti se liší jak v rámci jednotlivých členských států EU, tak i v regionech jednotlivých států. Na míru zaměstnanosti má vliv celá řada faktorů, zejména pohlaví, vzdělání, věk a charakteristiky regionů z pohledu historického a současného vývoje, který generuje vznik pracovních příležitostí pro obyvatele regionů. V roce 2010 dosáhla míra zaměstnanosti v EU-27 u mužů 70,1 %, zatímco u žen činila 58,2 %, když v předchozích letech docházelo od roku 2002 k neustálému růstu tohoto ukazatele [3]. Ukazatel zaměstnanosti je důležitým ukazatelem pro sledování a podporu zaměstnanosti v celé EU. V rámci Evropské strategie zaměstnanosti je cílem vytvářet nová pracovní místa a zvyšovat jejich nabídku v celé Evropské unii, posílit dynamiku pracovních trhů a zvýšit řízení politiky v oblasti zaměstnanosti.

Dalším ukazatelem používaným v oblasti pracovního trhu je registrovaná míra nezaměstnanosti, která vyjadřuje počet uchazečů o práci evidovaných na úřadech práce v poměru k celkovému aktivnímu obyvatelstvu ve věku 15–64 let. Je výsledkem mnoha ekonomických i demografických faktorů, kde se prolínají ukazatele charakterizující úroveň ekonomiky, i faktory demografického vývoje obyvatelstva a v neposlední řadě politické zásahy a opatření vlády. Dosahování vysoké zaměstnanosti a potažmo nízké nezaměstnanosti je předpokladem dostatečné tvorby hrubého domácího produktu (dále HDP), generování dostatečných příjmů státního rozpočtu, ale zároveň i snížení nároků na sociální dávky a podpory v nezaměstnanosti pro zabezpečení sociálního smíru a maximální životní úrovně obyvatelstva.

Materiál a metody

V příspěvku byly popsány výsledky analýzy sekundárních dat získaných z veřejných portálů Eurostatu, Českého statistického úřadu, Ministerstva práce a sociálních věcí, Krajského úřadu Kraje Vysočina, Úřadu práce v oblasti vývoje zaměstnanosti a míry nezaměstnanosti v období let 2000 až 2012 a to jak za Českou republiku, tak za Kraj Vysočina a nakonec i za mikroregiony. Jako mikroregiony byly vzaty obce s rozšířenou působností (dále ORP), za které lze použít statistická data. V další části bylo provedeno vyhodnocení vlivu dopravních podmínek na ekonomicko sociální ukazatele v ORP Kraje Vysočina, zejména z pohledu kilometrové a časové vzdálenosti od krajského města. K posouzení závislosti bylo použito metody korelace, porovnání základních statistických charakteristik souboru ORP a metody stanovení pořadí. V další části výzkumu bude provedeno vyhodnocení získaných dat i metodou regresní analýzy a vícenásobné korelace, na závěr potom bude provedena i shluková analýza podle ORP, ze které budou zřejmé i nejdůležitější společné faktory, ovlivňující úroveň zaměstnanosti v mikroregionech ORP.

Výsledky a diskuse

3.1. Vývoj zaměstnanosti v ČR

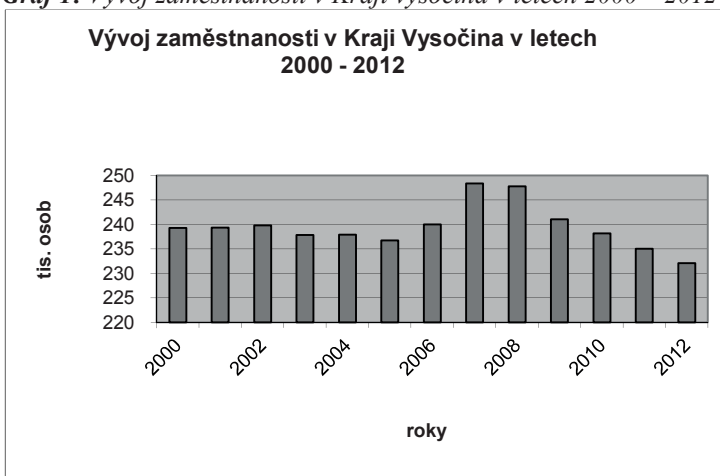
Celková zaměstnanost se v České republice dlouhodobě drží na úrovni okolo 65 %, s mírným zvýšením v roce 2007 a 2008 o zhruba 1, respektive 1,6 p.b. Zaměstnanost žen se pohybuje na úrovni 56,9 % v roce 2000 a v desetiletém vývoji kolísá zhruba v rozmezí 1 procentního bodu. Míra zaměstnanosti mužů je vyšší, pohybuje se v rozmezí od 73,2 % v roce 2000 s nárůstem v letech 2007 a 2008 na 74,8 % a 75,4 %, s následným poklesem v období krize a hospodářské recese na 73,5 % v roce 2010 a 74,1 % v 2. čtvrtletí 2011. Zaměstnanost těsně kopíruje vývoj ekonomiky ve společnosti, což je viditelné na kolísání zaměstnanosti v období krize a následné recese, takže lze velice obtížně stanovit celkový vývojový trend. Ve struktuře zaměstnanosti v České republice pokračuje trend snižování počtu zaměstnanců v primárním a sekundárním sektoru a nárůst v sektoru terciárním. Podle statistik Eurostatu [3] za roky 2000 až 2010 došlo k poklesu zaměstnanosti v zemědělství o 0,8 procentních bodů z 3,4 % na 2,6 % v roce 2010, podobně v průmyslu se snížila zaměstnanost ze 42,9 % na 41,3 % a došlo k nárůstu zaměstnanosti v sektoru služeb o 2,4 p.b. na 56,1 %. V porovnání s EU 25, EU 27 i Eurozónou má Česká republika

i přes uvedené změny nadprůměrnou zaměstnanost v sektoru průmyslu. Ta představuje více než deseti procentní vyšší hodnoty než je průměr uvedených zemí.

3.2. Vývoj zaměstnanosti v Kraji Vysočina

V Kraji Vysočina počet zaměstnaných v roce 2000 a 2001 činil 239,3 tisíc lidí, v roce 2002 se o 500 osob zvýšil, avšak v letech 2004 a 2005 klesal, kdy v roce 2005 představoval 236,7 tisíc zaměstnaných osob. Následně v dalších dvou letech 2006 až 2007 vzrostl počet zaměstnaných o 11,6 tisíc na 248,3 tisíc osob v roce 2007. Tento růst se zastavil už v roce 2008, kdy se počet zaměstnaných snížil o 500 lidí. V roce 2009 počet zaměstnaných meziročně prudce klesl o 6,7 tis. osob na 241,1 tis. osob a v roce 2010 se tento počet dále snížil o 2,9 tis. osob na 238,2 tis. osob a pokles pokračoval i v následujících třech letech, kdy v roce 2012 bylo zaměstnáno pouze 232,1 tisíc osob, což je nejnižší hodnota v období od roku 1993 [4]. Přehledně je vidět situaci v grafu 1.

Graf 1: Vývoj zaměstnanosti v Kraji vysočina v letech 2000 – 2012



zdroj: czso.cz, zpracování vlastní

Terciární sektor představoval v roce 2012 49,21 % zaměstnanosti v kraji a představuje nárůst proti roku 2000 o 5,04 p.b. Podíl zaměstnaných v **sekundárním sektoru** se ve sledovaném období snížil z 44,36 % v roce 2000 na 43,9 % zaměstnanosti v kraji v roce 2012. **Primární sektor** představoval v roce 2012 6,8 % celkové zaměstnanosti v kraji, což bylo o 4,48 p.b. méně než v roce 2000. Nejvíce se na ekonomické aktivitě Kraje Vysočina podílejí firmy zpracovatelského průmyslu díky tradiční strojírenské výrobě (32,1 %), která se v současné době zaměřuje na výrobu komponent pro automobilový průmysl a představuje hlavní zaměstnavatele v kraji.

Názorně o změně ve struktuře zaměstnanosti informuje graf 2.

Graf 2: Struktura zaměstnanosti podle sektorů v Kraji Vysočina v letech 2000 – 2012

zdroj: czso.cz, zpracování vlastní

Počet volných pracovních míst byl nejvyšší v roce 2007, kdy činil 5 764, v roce 2008 klesl na 41,9 % a v roce 2009 bylo evidováno k 31.12. pouze 762 volných pracovních míst. V letech 2010 a 2011 se projevovalo oživení poptávky na trhu práce a počet volných pracovních míst se pohyboval kolem 900. Rok 2012 reagoval na dlouhodobou recesi ekonomiky a na trhu práce došlo opět k poklesu pracovních míst na nejnižší hodnotu, tj. 664 míst, viz graf 3.

Graf 3: Uchazeči o zaměstnání a volná pracovní místa v Kraji Vysočina v letech 2000 – 2012

zdroj: czso.cz, zpracování vlastní

Počet uchazečů na 1 volné pracovní místo postupně klesal z 19,27 v roce 2004 na 2,81 v roce 2007, následně došlo ke zvyšování počtu uchazečů v roce 2008, zejména však v roce 2009, kdy na jedno místo bylo rekordních 37,5 uchazeče, v letech 2010 a 2011 došlo k postupnému mírnému oživení ekonomiky a snižování počtu uchazečů, avšak v roce 2012 dosáhl počet uchazečů nejvyšší hodnoty a to 40,6 osob na volné pracovní místo.

Z pohledu dosaženého vzdělání největší podíl nezaměstnaných na trhu práce k 31.12.2012 představují vyučení 49 %, pracovníci se základním vzděláním 18 %, absolventi s úplným středním vzděláním a absolventi středních odborných škol 21 % a vysokoškoláci 6 % [5].

3.3 Vývoj zaměstnanosti v obcích s rozšířenou působností v Kraji Vysočina

V rámci interního grantu VŠP Jihlava byla zkoumána závislost mezi dopravní infrastrukturou a zaměstnaností a dále mezi počtem ekonomických subjektů a dopravní infrastrukturou v rámci ORP v Kraji Vysočina. Dopravní dostupnost a dopravní obslužnost vytvářejí předpoklady pro rozvoj území, zvyšování ekonomiky v regionu a mikroregionech a zlepšování sociální a ekonomické úrovně života obyvatel. Dopravní infrastruktura regionů i mikroregionů je výsledkem historického vývoje sídelní struktury s ustálenými vazbami mezi důležitými a méně důležitými sídly. Na mikroregionální úrovni je možno dominantní úlohu jednoznačně přisuzovat pouze dvěma regionálním procesům, a to dojíždce obyvatelstva za prací a dojíždce za službami [2]. Podle Haláse a Klapky, kteří prováděli analýzu regionálního uspořádání Česka za pomoci modelování prostorových interakcí pomocí Reillyho modelu [1] je poloha Jihlavy specifická v řídce osídleném území na pomezí vlivů dvou nejdominantnějších středisek, Prahy a Brna. Jihlava je považována z pohledu pravidla prostorové spravedlnosti za středisko s akcentovaným regionálním významem jednak na základě předpokladu vytvoření dostatečně velkého regionu jak z pohledu počtu obyvatel, tak i rozlohy, což odpovídá současnému administrativnímu vymezení Kraje Vysočina. Jihlava je jediné krajské město, které nemá charakter mezoregionálního centra. Kraj Vysočina je charakteristický polycentrickou strukturou s typickým radiálním uspořádáním vůči hlavním jádrům kraje, kterými jsou bývalá okresní města Jihlava, Třebíč, Havlíčkův Brod, Pelhřimov a Žďár nad Sázavou, dále vysokou hustotou silniční sítě a velkou celkovou délkou silniční sítě, která odpovídá velice rozdrobené sídelní struktuře s velkým počtem malých sídel.

3.3.1 Ekonomicky aktivní obyvatelstvo a zaměstnanost v ORP Kraje Vysočina

Podle výsledků posledního sčítání SLDB v roce 2011 má Kraj Vysočina 505 565 obyvatel, z tohoto počtu je 243 720 ekonomicky aktivních a z nich je 220 743 osob zaměstnaných. Celý kraj je rozdělen do 15 obcí s rozšířenou působností, které představují organizační stupně státní správy na úrovni LAU 2. Největší počet obyvatel podle předpokladů vykazují ORP, které fungují v bývalých okresních městech, kdy nejvíce obyvatel má ORP Jihlava 97 904, následuje Třebíč se 74 425 obyvateli, potom Havlíčkův Brod s 51 787 obyvateli, Pelhřimov s 44 814 obyvateli a Žďár nad Sázavou s 43 037 obyvateli. Ostatní ORP mají mnohem méně obyvatel, kdy nejmenší je Pacov s 9 756 obyvateli, Telč s 13 036 obyvateli a Náměšť nad Oslavou s 13 636 obyvateli. V tabulce 1 jsou uvedeny údaje o ORP Kraje Vysočina a o kilometrové a časové dostupnosti krajského města.

Tab. 1: Charakteristiky ORP v Kraji Vysočina

	Ekonomicky aktivní celkem	Zaměstnaní	Počet obyvatel	Podíl EAO/obyv. 15-64 let	Podíl zam./obyv. 15-64 let	Dostupnost km	Dostupnost časová
Kraj Vysočina	243720	220743	505565	70,10	63,49		
Bystřice nad Pern.	9061	8093	19866	66,91	59,76	68	65
Havlíčkův Brod	24990	22953	51787	70,51	64,76	25	23
Humpolec	8154	7536	17344	70,31	64,98	27	30
Chotěboř	10181	9331	21850	68,88	63,13	42	41
Jihlava	48481	44468	97904	71,24	65,35	1	1
Mor. Budějovice	11002	9394	23632	67,83	57,91	47	48
Náměšť nad Osl.	6359	5543	13636	67,70	59,01	68	45
Nové Město n.M.	8857	8001	19004	68,64	62,00	53	50
Pacov	4448	4147	9756	68,58	63,94	65	53
Pelhřimov	21717	20316	44814	70,98	66,40	32	33
Světlá n. Sáz.	9929	8834	20162	70,25	62,51	42	43
Telč	6040	5333	13036	68,61	60,57	34	43
Třebíč	36418	32010	74425	70,35	61,84	39	40
Velké Meziříčí	17101	15480	35312	70,04	63,40	35	27
Žďár n. Sáz.	20982	19304	43037	71,06	65,38	38	42

zdroj: czso.cz, Výsledky SLBD k 26.3.2011 podle správních obvodů, zpracování vlastní

Pokud budeme zkoumat ekonomickou aktivitu obyvatel – podíl ekonomicky aktivního obyvatelstva k populaci 15-64letých (dále EAO/15-64 let) v jednotlivých ORP, největší procento je vykazováno v ORP bývalých okresních měst, kdy vede krajské město, následované v těsném závěsu Žďárem nad Sázavou a potom s odstupem následují ostatní okresní města. Nejmenší ekonomická aktivita je vykazována v ORP Bystřice nad Pernštejnem, Náměšti nad Oslavou, Moravských Budějovicích. Průměr Kraje Vysočina v ekonomické aktivitě obyvatel je 70,10 %, medián je 70,04 %, směrodatná odchylka 1,33 % a variační koeficient je 1,98 %.

Dále byla zkoumána zaměstnanost jako podíl zaměstnaných k populaci 15-64letých obyvatel vzhledem k dopravním podmínkám jednotlivých ORP. Tady už je situace poněkud jiná, i když na prvních třech místech se opět umístily ORP bývalých okresních měst Kraje Vysočina. Změnilo se pořadí ORP, Jihlava je na 3. místě, na 1. místě je Pelhřimov s nejvyšší zaměstnaností, následuje Žďár nad Sázavou a Jihlava. Havlíčkův Brod se umístil na 5. místě a Třebíč až na 11. Na posledních třech místech se umístily stejné ORP jako v ekonomické aktivitě obyvatel, pouze v jiném pořadí.

Průměr zaměstnanosti v ORP Kraje Vysočina je 62,73 %, medián 63,13 %, směrodatná odchylka je 2,54 % a variační koeficient je 4,05 %. Není možné říci, že by se jednoznačně projevil význam krajského města jako nodálního centra rozvoje. Pořadí jednotlivých ORP z pohledu ekonomické aktivity a zaměstnanosti je uvedené v tabulce 2.

Tab. 2: Pořadí ORP podle ekonomické aktivity obyvatelstva a zaměstnanosti

Pořadí	ORP podle EAO	Procento	Pořadí	ORP podle zaměstnanosti	Procento
1.	Jihlava	71,24	1.	Pelhřimov	66,40
2.	Žďár nad Sázavou	71,06	2.	Žďár n. Sázavou	65,38
3.	Pelhřimov	70,98	3.	Jihlava	65,35
4.	Havlíčkův Brod	70,51	4.	Humpolec	64,98
5.	Třebíč	70,35	5.	Havlíčkův Brod	64,76
6.	Humpolec	70,31	6.	Pacov	63,94
7.	Světlá nad Sázavou	70,25	7.	Velké Meziříčí	63,40
8.	Velké Meziříčí	70,04	8.	Chotěboř	63,13
9.	Chotěboř	68,88	9.	Světlá nad Sázavou	62,51
10.	Nové Město na Moravě	68,64	10.	Nové Město na Moravě	62,00
11.	Telč	68,61	11.	Třebíč	61,84
12.	Pacov	68,58	12.	Telč	60,57
13.	Moravské Budějovice	67,83	13.	Bystřice n. Pernštejnem	59,76
14.	Náměšť nad Oslavou	67,70	14.	Náměšť nad Oslavou	59,01
15.	Bystřice n. Pernštejnem	66,91	15.	Moravské Budějovice	57,91

Zdroj: data czso.cz, výpočty vlastní

V návaznosti na zadání interního grantu byly zkoumány korelační závislosti mezi ekonomickou aktivitou obyvatel a dopravní a časovou vzdáleností od Jihlavy. Korelační závislost mezi kilometrovou vzdáleností ORP od krajského města a ekonomickou aktivitou obyvatel je vysoká a má hodnotu -0,8013 a závislost mezi časovou dostupností krajského města a ekonomickou aktivitou obyvatel je -0,7558. Při zjišťování korelační závislosti zaměstnanosti na dopravní vzdálenosti od krajského města je korelace -0,6083 a korelační závislost na časové dostupnosti je -0,5986.

3.3.2 Míra nezaměstnanosti a vývoj počtu ekonomických subjektů v ORP Kraje Vysočina

Míra nezaměstnanosti (dále MN) je počítána k 31.12.2011 na počet ekonomicky aktivních osob podle sčítání SLBD k 1.3.2001 [6]. Průměrná nezaměstnanost v Kraji Vysočina byla k tomuto datu 10,1 %, medián je 9,9 procent. Směrodatná odchylka je 2,5 % a variační koeficient 0,2 %. Nejmenší nezaměstnanost je v okrese Pelhřimov, kde se nachází jednak ORP s nejmenší nezaměstnaností a to Pacov s 6 %, tak i dvě zbývající ORP s nejmenší nezaměstnaností Humpolec a Pelhřimov. Na 4. až 6. příčce

jsou umístěny ORP Žďár, Havlíčkův Brod a Jihlava. Poslední „okresní“ ORP Třebíč zaujímá až 13. místo a i ostatní ORP okresu Třebíč jsou na posledních příčkách v pořadí podle nezaměstnanosti (viz tabulka 3). **Při korelování míry nezaměstnanosti a dopravní dostupnosti** byla zjištěna kladná korelace ve výši 0,3578 a u korelace nezaměstnanosti s časovou dostupností je hodnota korelačního koeficientu 0,3150, to znamená, že s růstem vzdálenosti od Jihlavy roste nezaměstnanost v obou případech. Korelační závislost je poměrně malá, což vypovídá o tom, že patrně existují další faktory, které nezaměstnanost ovlivňují mnohem více. Může se jednat o počet ekonomických subjektů v mikroregionech nebo o existenci velkého zaměstnavatele, který má mimořádný vliv na zaměstnanost obyvatel nebo další dosud neidentifikované faktory, např. demografické, vzdělanostní a specifické potřeby trhu práce.

Tab. 3: ORP podle míry nezaměstnanosti a dopravní dostupnosti

ORP	MN v %	dost. km	dost. čas	Pořadí
Bystřice nad Pernštejnem	12,2	68	65	12.
Havlíčkův Brod	8,6	25	23	5.
Humpolec	7,4	27	30	3.
Chotěboř	9,4	42	41	7.
Jihlava	8,8	1	1	6.
Moravské Budějovice	13,9	47	48	14.
Náměšť nad Oslavou	14,1	68	45	15.
Nové Město na Moravě	10,9	53	50	9.
Pacov	6,0	65	53	1.
Pelhřimov	6,2	32	33	2.
Světlá nad Sázavou	9,9	42	43	8.
Telč	11,3	34	43	10.
Třebíč	13,1	39	40	13.
Velké Meziříčí	11,5	35	27	11.
Žďár nad Sázavou	8,4	38	42	4.

zdroj czso.cz, výpočty vlastní

Závažným faktorem pro zaměstnanost, který je zároveň podmíněn dopravními podmínkami dané lokality, je počet ekonomických subjektů v jednotlivých obvodech obcí s rozšířenou působností. Největší podíl (tj. 26,1 %) z celkového počtu 105 185 ekonomických subjektů se sídlem v Kraji Vysočina tvoří subjekty, které se zabývají obchodem, ubytováním a stravováním. Stále více obyvatel nachází uplatnění v průmyslu, stavebnictví a službách.

3.3.3 ORP podle počtu ekonomických subjektů FO a PO k 31.12.2011

Počet ekonomických subjektů (dále ES) je v jednotlivých ORP velice rozdílný, na prvních pěti místech jsou umístěny ORP okresních měst Kraje Vysočina, což vyplývá z jejich významu místního rozvojového centra a historického významu, který se odráží

ve značném počtu ekonomických subjektů jak právnických, tak i fyzických osob. Uprostřed tabulky na 6. až 12. místě jsou ORP, u kterých se jedná o místa s horší dopravní a časovou dostupností (s výjimkou Humpolce a Velkého Meziříčí), kde počet ekonomických subjektů je 4 – 5x nižší v porovnání s krajským městem. Na posledních třech místech jsou stejné ORP Pacov, Náměšť nad Oslavou a Telč, a to jak u subjektů FO i PO. Jedná se o místa málo atraktivní z pohledu lokalizace kapitálu do investic a to zejména z důvodu dopravní dostupnosti, nedostatku kvalifikované pracovní síly a malé velikosti ORP.

Tab. 4: Pořadí ORP podle počtu ekonomických subjektů FO a PO k 31.12.2011

Pořadí ORP	Počet firem cel.	Pořadí ORP	Počet firem FO	Pořadí ORP	Počet firem PO
1. Jihlava	21 121	1. Jihlava	16 464	1. Jihlava	4 657
2. Třebíč	15 448	2. Třebíč	12 224	2. Třebíč	3 224
3. Pelhřimov	10 368	3. Pelhřimov	8 327	3. Havl.Brod	2 127
4. Havl.Brod	10 339	4. Havl. Brod	8 212	4. Pelhřimov	2 041
5. Žďár n.Sáz.	9 295	5. Žďár n.Sáz.	7 607	5. Žďár n.Sáz.	1 688
6. Vel.Meziříčí	7 279	6. Velké Meziříčí	6 014	6. Vel.Meziříčí.	1 265
7.Mor. Budějovice	4 423	7.Mor. Budějovice	3 660	7. Chotěboř	808
8. Chotěboř	4 300	8.Chotěboř	3 492	8. Humpolec	769
9. Světlá n.Sáz.	4 084	9.Světlá n.Sáz.	3 393	9. Mor. Budějovice	763
10.Humpolec	3 846	10.Nové Město	3 126	10. Světlá n.Sáz.	691
11.Nové Město	3 764	11.Humpolec	3 077	11. Bystřice n.Per.	673
12. Bystřice n.Per.	3 730	12. Bystřice n.Per.	3 057	12.Nové Město	638
13.Telč	2 759	13.Telč	2 245	13.Telč	514
14.Náměšť	2 500	14.Náměšť n.Osl.	2 016	14. Náměšť	484
15 Pacov	1 929	15.Pacov	1 544	15. Pacov	385
Celkem	105185	Celkem	84458	Celkem	20727
průměr	7012	průměr	5631	průměr	1382
medián	4300	medián	3 576	medián	789

zdroj czso.cz, výpočty vlastní

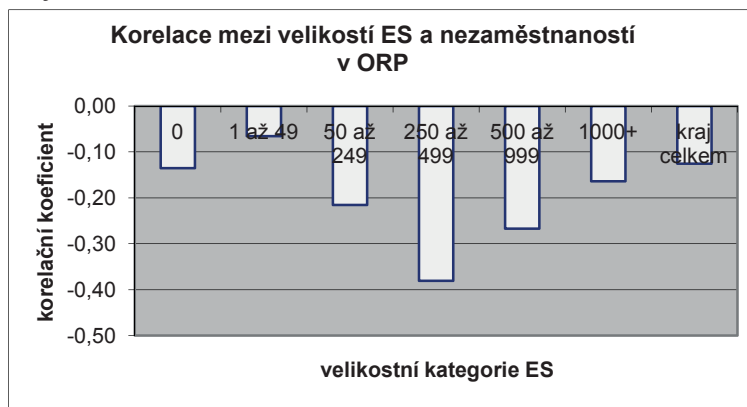
Pro lepší porovnání počtu ekonomických subjektů je potřeba vzít v úvahu různou velikost ORP z pohledu počtu ekonomicky aktivních obyvatel, proto byl proveden přepočítání ekonomických subjektů na počet ekonomicky aktivních obyvatel v jednotlivých ORP. Počet ekonomických subjektů byl vztažen k počtu ekonomicky aktivních obyvatel ve věku 15–64 let. Údaje jsou uvedené v tabulce 5 a je zřejmé, že dostáváme jiný pohled na možnosti pracovních příležitostí a počet osob samostatně výdělečně činných a zároveň i možné vysvětlení, proč je v okrese Pelhřimov a jeho ORP nejvyšší nezaměstnanost v celém Kraji Vysočina.

Tab. 5: Pořadí ORP podle počtu ES na EAO a MN v % k 31.12.2011

Pořadí	ORP	ES/EAO	Pořadí	ORP	MN v %
1.	Pelhřimov	0,47741	1.	Pacov	6,0
2.	Humpolec	0,47167	2.	Pelhřimov	6,2
3.	Telč	0,45679	3.	Humpolec	7,4
4.	Žďár nad Sázavou	0,44300	4.	Žďár nad Sázavou	8,4
5.	Jihlava	0,43566	5.	Havlíčkův Brod	8,6
6.	Pacov	0,43368	6.	Jihlava	8,8
7.	Velké Meziříčí	0,42565	7.	Chotěboř	9,4
8.	Nové Město na Moravě	0,42497	8.	Světlá nad Sázavou	9,9
9.	Třebíč	0,42419	9.	Nové Město na Moravě	10,9
10.	Chotěboř	0,42236	10.	Telč	11,3
11.	Havlíčkův Brod	0,41373	11.	Velké Meziříčí	11,5
12.	Bystřice nad Pernštejnem	0,41165	12.	Bystřice nad Pernštejnem	12,2
13.	Světlá nad Sázavou	0,41132	13.	Třebíč	13,1
14.	Moravské Budějovice	0,40202	14.	Moravské Budějovice	13,9
15.	Náměšť nad Oslavou	0,39314	15.	Náměšť nad Oslavou	14,1

zdroj czso.cz, výpočty vlastní

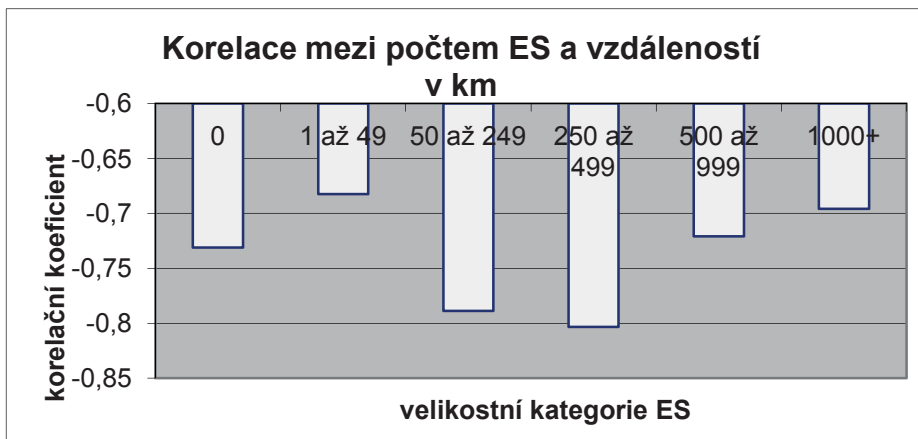
Největší počet ekonomicky aktivních subjektů v přepočtu na ekonomicky aktivní obyvatelstvo je v ORP Pelhřimov, Humpolec, Telč, Žďár nad Sázavou, Jihlava a Pacov. Na nezaměstnanost v kraji má podstatný vliv i rozložení ekonomických subjektů v jednotlivých ORP a potom zejména jejich velikost. Korelace vztahu mezi velikostí firem podle zaměstnanců a nezaměstnaností v ORP je záporná a má hodnotu -0,13. Když se podíváme na korelaci podle jednotlivých velikostních kategorií firem, zjistíme, že největší vliv na nezaměstnanost mají firmy s 250 až 499 zaměstnanci, kde je korelace -0,38, dále s 500 až 1000 zaměstnanci, kde je korelace -0,27 a potom s 50 až 249 zaměstnanci s korelací -0,22. Velikostní kategorie ekonomických subjektů bez zaměstnanců má korelaci -0,14, s jedním zaměstnancem -0,07 a korelace mezi zaměstnavateli nad 1000 zaměstnanců a nezaměstnaností je rovněž malá -0,16. Celková korelační závislost mezi velikostí ekonomických subjektů danou počtem pracovníků a nezaměstnaností je zřejmá z grafu 4.

Graf 4: Korelace mezi velikostí ES a nezaměstnaností v ORP

zdroj czso.cz, výpočty vlastní

Dále byl zkoumán vztah **mezi počtem a velikostí ES a vzdáleností kilometrovou a časovou od krajského města Jihlavy**. Opět byla použita metoda korelačního koeficientu pro stanovení těsnosti závislosti. Je možné konstatovat, že závislost je poměrně vysoká, za Kraj Vysočina představuje hodnotu $-0,729$ z pohledu kilometrové vzdálenosti a $-0,7389$ z pohledu vzdálenosti časové. Největší závislost a tudíž i vliv na nezaměstnanost je u ekonomických subjektů s 250 až 499 zaměstnanci, kde dosahuje hodnotu $-0,8033$ u kilometrové vzdálenosti a hodnotu $-0,7734$ u časové dostupnosti. Na druhém místě je silná závislost i u firem s 50–249 zaměstnanci, kde je korelační závislost u vzdálenosti v km $-0,7889$ a $-0,8133$ u časové vzdálenosti. Na třetím místě je potom závislost u ekonomických subjektů s 500 až 1000 zaměstnanci, kde i tady se jedná o silnou závislost $-0,7209$ u kilometrové vzdálenosti a $-0,7657$ u časové vzdálenosti. Závislost mezi celkovým počtem ES a vzdáleností kilometrovou i časovou je přibližně stejná a pohybuje se ve výši $-0,731$ a $-0,7385$.

Graf 5: Korelace mezi počtem ES a vzdáleností v km



Zdroj: czso.cz, výpočty vlastní

Shrnutí k příspěvkové organizaci

Příspěvkové organizace nadále představují nejčastější druh organizace, jejímž prostřednictvím obce a kraje plní úkoly vyplývající z jejich působnosti.

Charakteristické znaky příspěvkové organizace

- je právnickou osobou veřejného práva,
- vzniká na základě individuálního správního aktu (rozhodnutí, usnesení) zastupitelstva obce či kraje,
- může mít vždy jen jednoho zřizovatele – není možné, aby vůči jedné organizaci vystupovalo více zřizovatelů,
- disponuje právní subjektivitou,
- v rámci hlavní (veřejně-prospěšné) činnosti je nezisková,
- jako právní forma je univerzálně použitelná a na rozdíl od jiných právních forem ji lze použít v zásadě pro všechny možné veřejně prospěšné činnosti obce či kraje,

- nemá soustavu orgánů, je řízena jedinou osobou – ředitelem, kterého jmenuje zřizovatel,
- při hospodaření i nakládání s majetkem je výrazně ovlivňována (omezována) zřizovatelem,
- je napojená na rozpočet zřizovatele (mj. hospodaří s prostředky-příspěvky na provoz z rozpočtu svého zřizovatele),
- odměňování zaměstnanců není postaveno na smluvním principu, ale dle platových tarifů v nařízení vlády.

I přes určitou univerzálnost příspěvkové organizace (v zásadě použitelná ve všech odvětvích samosprávy), měly by územní samosprávné celky vhodnost této právní formy posuzovat individuálně a využívat ji především pro činnosti neziskové.

Tento příspěvek vychází z reálného prostředí (z nerespektování výše uvedených principů je již vyvozována trestní odpovědnost příslušných statutárních orgánů). Prostřednictvím tohoto článku předkládám danou problematiku k diskusi.

Závěr

Kraj Vysočina je charakteristický polycentrickou strukturou osídlení s typickým radiálním uspořádáním vůči hlavním jádrům kraje, kterými jsou bývalá okresní města Jihlava, Třebíč, Havlíčkův Brod, Pelhřimov a Žďár nad Sázavou, dále vysokou hustotou silniční sítě, která odpovídá velice rozdrobené sídelní struktuře s velkým počtem malých sídel, pro které je typická velká délka celkové silniční sítě a vysoká celková hustota silniční sítě.

Korelační závislost **mezi kilometrovou vzdáleností** ORP od krajského města a **ekonomickou aktivitou obyvatel** je vysoká a má hodnotu -0,8013 a závislost mezi časovou dostupností krajského města a ekonomickou aktivitou obyvatel je -0,7558.

Při zjišťování korelační závislosti **zaměstnanosti na dopravní vzdálenosti** od krajského města je korelace -0,6083 a korelační závislost na časové dostupnosti je -0,5986. To znamená, že závislost na vzdálenosti od krajského města je nižší než u ekonomické aktivity obyvatel, pro kterou je však důležitější kilometrová vzdálenost než časová dostupnost.

Na **lokalizaci ekonomických subjektů mají dopravní podmínky** podstatný vliv, který se promítá do jejich počtu i velikosti, tím i do zaměstnanosti v regionu a výše nezaměstnanosti. Korelační závislost mezi počtem a velikostí ekonomických subjektů a kilometrovou a časovou vzdáleností od krajského města Jihlavy je vysoká a představuje hodnotu -0,729 u kilometrové, respektive -0,7839 u časové vzdálenosti.

Na **výši nezaměstnanosti** má větší vliv vzdálenost v km než časová dostupnost, pokud korelujeme závislost mezi mírou nezaměstnanosti a kilometrovou vzdáleností, je závislost 0,3577, u časové dostupnosti potom 0,3150.

Korelace vztahu mezi velikostí firem podle zaměstnanců a nezaměstnaností v ORP je poměrně malá a má hodnotu -0,13. Když se podíváme na korelaci podle jednotlivých velikostních kategorií firem, zjistíme, že největší vliv na nezaměstnanost mají firmy

s 250 až 499 zaměstnanci, kde je korelace -0,38, dále s 500 až 1000 zaměstnanci, kde je korelace -0,27 a potom s 50 až 249 zaměstnanci s korelací -0,22.

Závislost mezi počtem a velikostí ES a vzdáleností kilometrovou a časovou od krajského města Jihlavy je poměrně vysoká, za Kraj Vysočina celkem je -0,729 z pohledu kilometrové vzdálenosti a -0,7389 z pohledu vzdálenosti časové. Největší závislost a tudíž i vliv na nezaměstnanost je u ekonomických subjektů s 250 až 499 zaměstnanci a u firem s 50–249 zaměstnanci. Na třetím místě je potom závislost u ekonomických subjektů s 500 až 1000 zaměstnanci, kde i tady se jedná o silnou závislost -0,7209 u kilometrové vzdálenosti a -0,7657 u časové vzdálenosti.

Z výsledků zkoumaných aspektů vyplývá význam dopravních podmínek pro socioekonomický rozvoj mikroregionů, zejména z pohledu lokalizace ekonomických subjektů a následně i výše zaměstnanosti a nezaměstnanosti v ORP. Tyto aspekty by měly být zvažovány zejména při tvorbě opatření v oblasti politiky zaměstnanosti a v opatřeních strategie regionálního rozvoje kraje.

Jako důležité se však jeví pokračovat v dalším výzkumu i využitím dalších metod, zejména regresní analýzy a vícenásobné korelace, případně vícekritériální analýzy.

Literatura

- [1] Halás, M. – Klapka, P.: Regionalizace Česka z hlediska modelování prostorových interakcí. Geografie, rok 2010, č.2, ročník 115, str. 144–160.
- [2] Hampl, M. – Gardavský, V. – Kuhn, K.: Regionální struktura a vývoj systému osídlení ČR, UK, Praha 1987
- [3] http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Employment_statistics/cs [cit. 2013-08-18]
- [4] http://www.czso.cz/xj/redakce.nsf/i/casove_rady_kraj_2_cast_prace_nezamestnanost_organizacni_struktura_zemedelstvi [cit. 2013-08-18]
- [5] Statistická ročenka trhu práce v České republice 2011, Praha [online] 2012, [cit. 2013-08-18]. Dostupné z URL: <http://portal.mpsv.cz/sz/stat/stro>.
- [6] Život žen a mužů z pohledu SLDB 2001 ČSÚ, Analýzy, Praha [online] 2004, [cit. 2013-08-18]. Dostupné z <http://www.czso.cz/csu/ediciplan.nsf/aktual/ep-1>

The Development of Employment in the Vysočina Region

Abstract

The paper deals with the development of employment in the Vysočina Region for years 2000 to 2012. The paper is divided into several parts. The first part is focused on the labor market and the development of employment in the Czech Republic. Consequently it describes the development of labour market indices – employment rate, economically active population, number of vacancies and number of job applicants in the Czech Republic. The second part is focused on the situation in the Vysočina Region. The subsequent part is focused on the microregions, where research is conducted

on the relation between the employment/unemployment and distance/time availability from the Jihlava city. The paper examines effects between the traffic conditions and number of companies in the microregion and also situation on the labor marker in the microregion.

Key words

Labour market, unemployment, economically active population, traffic conditions.

Kontaktní údaje

Ing. Libuše Měrtlová, Ph.D.

VŠP Jihlava, katedra ekonomických studií

Tolstého 16, 586 01 Jihlava

Analýza znalostí funkcí MS Excel potřebných k výuce pravděpodobnosti a statistiky

Petra Horáčková

Vysoká škola polytechnická Jihlava

Abstrakt

Příspěvek představuje výsledky analýzy znalostí základních funkcí MS Excel, které se používají při praktické výuce v předmětu Pravděpodobnost a statistika na VŠPJ. Je zde časový pohled (dobu, kdy se studenti s funkcí poprvé setkali), úroveň znalosti funkcí a povědomí, jedná-li se o maticovou funkci. V příspěvku jsou i zkušenosti s použitím MS Excel ve výuce zmíněného předmětu.

Klíčová slova

Maticová funkce, MS Excel, pravděpodobnost, statistika.

Úvod

V rámci výuky předmětu Pravděpodobnost a statistika, který je na Vysoké škole polytechnické Jihlava povinný pro studenty oborů Cestovní ruch a Finance a řízení, je používán MS Excel 2010 s cílem urychlit potřebné výpočty pomocí využití statistických a matematických funkcí, kterými je software vybaven. Obsah výuky tohoto předmětu vychází z [1] a studenti při svém studiu mohou využívat opory [3].

Podle údajů z informačního systému VŠPJ ([6]) studijní výsledky studentů při studiu předmětu Pravděpodobnost a statistika jsou ve srovnání s jinými předměty velmi podprůměrné. Průměrně si povinný předmět podruhé zapisuje 8 % studentů, zatímco povinný předmět Pravděpodobnost a statistika si v loňském roce podruhé zapsalo 33 % studentů. Vzhledem k tomu, že během cvičení studenti konzultují s vyučujícími zejména otázky spojené s obsluhou programu MS Excel, nabízí se otázka, zda neznalost nástrojů MS Excel nemůže být jednou z příčin vyššího podílu neúspěšných studentů při studiu tohoto předmětu ve srovnání s jinými předměty.

Z dostupné literatury plyne, že se zatím nikdo nepokusil shrnout, kdy se studenti s MS Excelem seznamují, v jaké míře, jestli tento software dokáží aplikovat i v jiných předmětech, než ve kterých se učí jeho základy. Existují pouze práce, které se zabývají výčtem a návodem některých statistických funkcí, např. [4], případně srovnáním MS Excel s jiným statistickým softwarem, např. [5].

Proto jsme rozhodli realizovat průzkum mezi studenty metodou dotazníkového šetření, jehož cílem bylo odpovědět na následující otázky:

- kdy se studenti seznámili se samotným prostředím MS Excel,
- kdy se naučili vytvářet vzorce a funkce,

- jak postupují při práci s funkcemi v MS Excel,
- na jakém typu školy se seznámili s konkrétní funkcí,
- jak s příslušnou funkcí umí pracovat,
- zda mají MS Excel nainstalovaný i na svém vlastním počítači, který využívají pro přípravu na výuku doma.

Studentům byla na závěr dotazníku položena i jedna znalostní otázka, která měla poskytnout obrázek o základních znalostech maticových funkcí. Odpověď na tuto otázku byla nepovinná, na rozdíl od předchozích otázek, kde byly odpovědi vyžadovány nastavením elektronické podoby dotazníku.

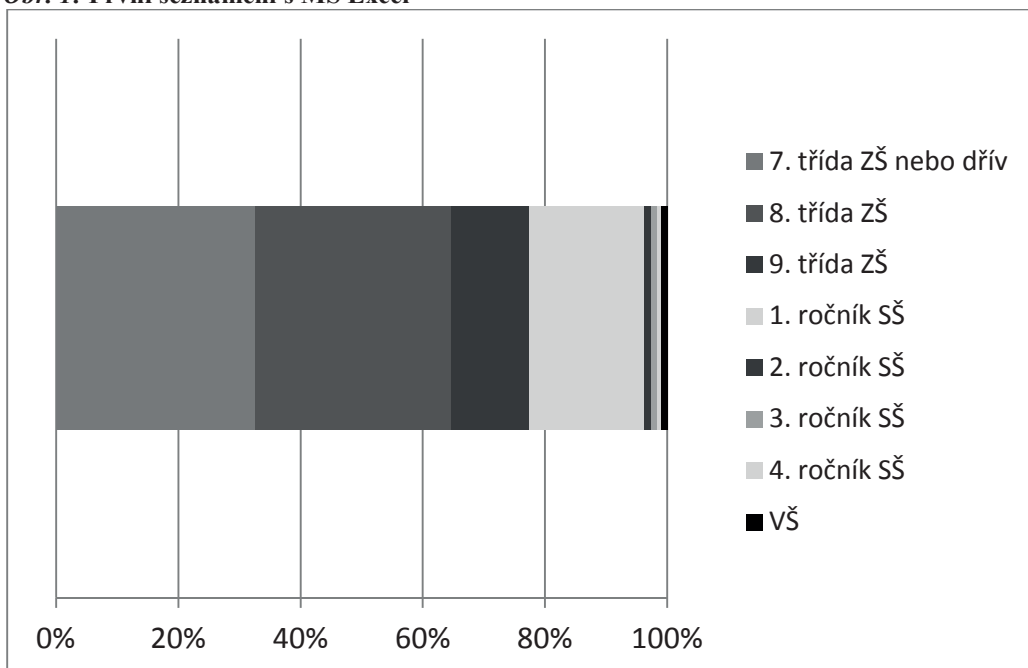
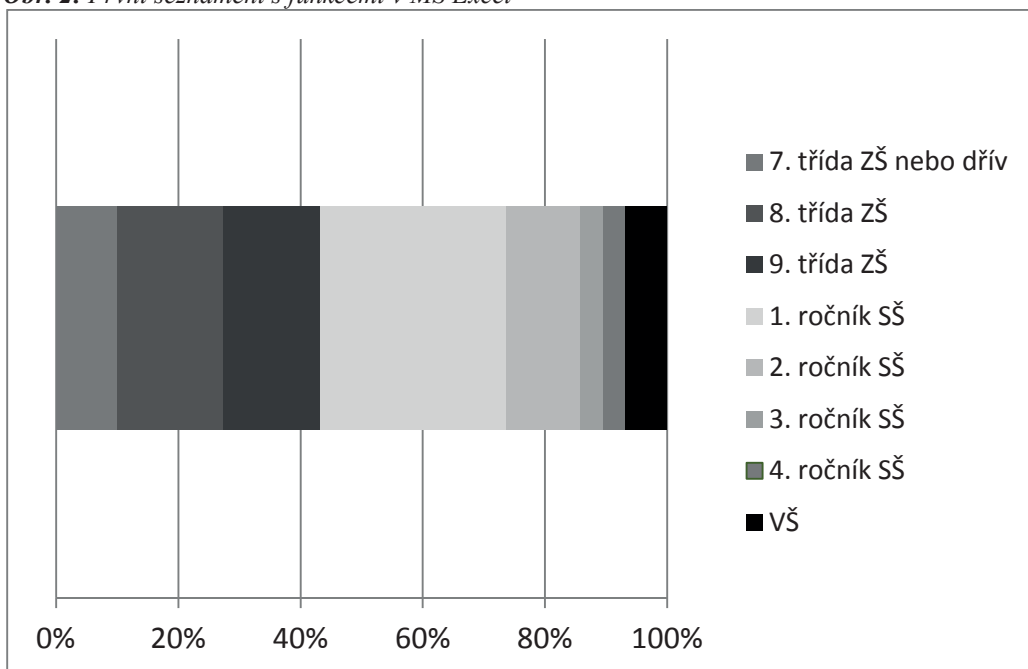
V dotazníku pracujeme s následujícími excelovskými funkcemi: ABS, BINOM.DIST, COUNTIF, ČETNOSTI, GEOMEAN, HYPGEOM.DIST, MAX, MEDIAN, MIN, MODE.MULT, NORM.DIST, ODMOCNINA, PERCENTIL.INC, POČET, POWER, QUARTIL.INC, SMODCH.P, SUMA, TRANSPOZICE, VAR.P.

Podle údajů z informačního systému VŠPJ ([6]) předmět Pravděpodobnost a statistika v akademickém roce 2012/2013 absolvovalo 385 studentů z toho 67 % z oboru Cestovní ruch a 33 % z oboru Finance a řízení. Populaci tvořilo 25 % mužů a 75 % žen. Dotazník vyplnilo 190 studentů, kteří v akademickém roce 2012/2013 absolvovali Pravděpodobnost a statistiku, 66 % studentů bylo z oboru Cestovní ruch, 33 % z oboru Finance a řízení. Odpovídalo 22 % mužů a 78 % žen. Rozdělení respondentů tedy odpovídá rozdělení všech studentů, kteří tento předmět v akademickém roce 2012/2013 v oborech Cestovní ruch a Finance a řízení na VŠPJ absolvovali.

Seznámení se s MS Excel

Převážná většina studentů (77 %) odpovídá, že se se samotným prostředím MS Excel poprvé seznámili na základní škole (7. třída ZŠ nebo dříve 33 %, 8. třída ZŠ 32 %, 9. třída ZŠ 13 %). Práci se vzorci resp. funkcemi na ZŠ uvádí ale už jenom 45 % resp. 43 % studentů. Nejvíce studentů se s vzorci resp. funkcemi v MS Excel seznamuje v 1. ročníku SŠ (32 %, resp. 31 %). Seznámení se se základními funkcemi v MS Excel kopíruje hodnoty první výuky vzorců. Můžeme tedy předpokládat, že tyto dvě části se vyučují společně.

Na obrázku 1 a 2 jsou znázorněny typy škol a četnosti jednotlivých skupin.

Obr. 1: První seznámení s MS Excel**Obr. 2:** První seznámení s funkcemi v MS Excel

Tvorba funkce

Před samotným zjištěním, jak studenti ovládají konkrétní funkce, byla otázka na samotnou tvorbu funkce. Excel nabízí více možností, jak je vytvářet. 35 % (66) studentů používá pouze syntaktický zápis (do buňky za = vepíší název a parametry funkce). Skoro stejný počet studentů (34 %, 64) využívá kombinaci vložení funkce

přes kartu Vzorce -> Vložit funkci, tlačítka , které je umístěné mezi excelovskou nabídkou a samotným prostředím jednotlivých buněk, a syntaktickým zápisem. Studenti se mohli vyjádřit, jestli používají i jinou metodu, tvorby funkce v MS Excel, ale další metodu nikdo nepopsal.

Funkce vzhledem k typu školy

Studenti odpovídali na otázku: „Zaškrtněte údaje o tom, kde jste se naučili používat dané excelovské funkce.“ Pokud byl jiný název funkce ve verzi MS Excel 2007 a nižší, byl tento uvedený v závorce, např. QUARTIL.INC (QUARTIL).

Funkce bychom si mohli rozdělit podle nejvyšších četností jednotlivých typů škol.

Tab. 1: "Kde jste se naučili používat excelovské funkce?" V závorce jsou uvedené rel. četnosti příslušných skupin v pořadí, jaké je uvedené v levém sloupci.

Typ školy	Sledované funkce (v %)
ZŠ, SŠ	SUMA (46, 41)
SŠ, ZŠ	MIN (53, 36), MAX (53, 35), ODMOCNINA (56, 29), POČET (53, 29)
VŠ, SŠ	COUNTIF (57, 42), ČETNOSTI (63, 36), MEDIAN (64, 31)
VŠ	NORM.DIST (97), SM- ODCH.P (91), GEOMEAN (83), BINOM.DIST (82), VAR.P (80), HYPGEOM.DIST (72)
Funkci neznám	TRANSPOZICE (88), MODE.MULT (83)
Jiné	ABS (VŠ 43, neznám 31, SŠ 22), POWER (VŠ 41, neznám 31, SŠ 24), PERCENTIL.INC (VŠ 46, neznám 40), QUARTIL.INC (VŠ 64, neznám 32)

Z tabulky je patrné, že na základních a středních školách se vyučují nejzákladnější statistické funkce (celkový součet, extrémy, odmocnina, počet). Více než třetina

studentů uvedla, že na SŠ se setkala se statistickými funkcemi, které určují četnost statistické proměnné (COUNTIF, ČETNOSTI) a téměř třetina s funkcí MEDIAN.

Významově podobné funkce QUARTIL (dolní kvartil – mezní hodnota oddělující první čtvrtinu, tj. 25 % seřazených údajů od zbytku, případně horní kvartil – mezní hodnota oddělující první tři čtvrtiny, tj. 75 % seřazených údajů od zbytku), PERCENTIL (percentil – mezní hodnota oddělující libovolné procento seřazených údajů od zbytku) nezná přibližně třetina dotázaných.

Téměř třetina studentů (31 %) nezná funkci ABS (absolutní hodnota) a POWER (obecná mocnina, po provedení matematické úpravy také i jako obecná odmocnina). S těmito funkcemi se sice studenti setkávají nejčastěji až na vysokých školách (přes 40 % dotázaných), ale běžně se používají i v jiných matematických výpočtech.

Neznalost funkce TRANSPOZICE je dána zřejmě faktem, že si studenti sami nepřevádějí mezi vodorovnými a svislými tabulkami. Tabulky buď doplňují v připravených pracovních listech, případně si je vytvářejí podle předlohy, kterou si v hodinách procvičili (většinou svislé tabulky).

Nejméně známá funkce je MODE.MULT (případně i MODE.SNGL, v dřívějších verzích MODE). 83 % dotázaných studentů uvedlo, že funkci, která vypisuje modus (nejčastěji se vyskytující hodnotu), nezná. Přičemž modus se řadí mezi nejzákladnější charakteristiky úrovně, které se pro datový soubor zjišťují. Navíc správné výsledky v seminárních a jiných pracích studentů u této charakteristiky jsou vcelku dobré a jsou srovnatelné např. se správnými výsledky charakteristiky medián.

Úroveň znalosti příslušných funkcí

U všech jmenovaných funkcí studenti hodnotili, jak s danou funkcí umí pracovat. Hodnocení bylo ve škále 1 – 5 (stejně jako ve škole 1 – výborně, ..., 5 – nedostatečně).

Funkce si můžeme rozdělit do následujících skupin podle průměrné hodnoty.

Tab. 2: Rozdělení úrovně znalosti excelovských funkcí podle průměrné hodnoty

Průměr	Sledované funkce
<1; 2)	MAX (1,16), MIN (1,17), SUMA (1,20), ODMOCNINA (1,21), POČET (1,23), MEDIAN (1,58)
<2; 3)	ČETNOSTI (2,05), COUNTIF (2,21), GEOMEAN (2,25), NORM.DIST (2,37), SMODCH.P (2,43)
<3; 4)	VAR.P (3,04), POWER (3,12), BINOM.DIST (3,22), ABS (3,39), HYPGEOM.DIST (3,42), QUARTIL.INC (3,63), PERCENTIL.INC (3,77)
<4; 5)	MODE.MULT (4,51), TRANSPOZICE (4,64)

Pokud mezi sebou porovnáme tabulku 1 s tabulkou 2, je na první pohled patrné, že čím déle studenti s danou funkcí pracují, tím ji lépe ovládají. Jako poslední jsou MODE.MULT a TRANSPOZICE, u nichž více než 80 % studentů uvedlo, že je nezná.

Příčinou slabého hodnocení některých funkcí by mohla být neznalost dané funkce, případně jiné značení potřebných vstupních parametrů.

Slabá hodnocení některých funkcí mohou být také zapříčiněna tím, že lze postupovat i jiným způsobem než pomocí dané excelovské funkce.

Např. místo použití funkce ČETNOSTI můžeme data třídit seskupením v kontingenční tabulce, POWER se dá nahradit matematickým operátorem $^$, TRANSPOZICI můžeme obejít přes Kopírovat -> Vložit jinak -> Transponovat. Funkce MEDIAN, MODE.MULT, QUARTIL.INC, PERCENTIL.INC jsou použitelné pouze na netříděná data.

Maticové funkce

Způsob vytváření maticových funkcí v MS Excel je jiný než u běžných funkcí. Postup je popsán např. v [2].

Studenti, co neznali pojem MATICOVÁ FUNKCE v MS Excel, nemuseli na otázku, která se týkala toho, zda je/není příslušná funkce maticová, odpovídat. Na otázku odpovídalo nejčastěji 28 % dotázaných studentů.

Z uvedených funkcí byly maticové pouze ČETNOSTI, MODE.MULT a TRANSPOZICE, z toho poslední dvě studenti téměř neznají (viz tab. 1).

Sledujeme pouze odpovědi u studentů, kteří vědí, co je maticová funkce v MS Excel a funkce, u nichž se na odpovědi shodla více než polovina takových studentů.

Více než 70 % takových studentů správně odpovědělo, že funkce ČETNOSTI je maticová a funkce ODMOCNINA není. (V absolutních četnostech je to přibližně 40 studentů, 21 % z celku.) 60–70 % studentů, kteří vědí, co je maticová funkce, správně ví, že maticovými funkcemi nejsou POČET, MIN, MAX, MEDIAN (abs. četnosti 33 až 37, 17–19 % z celku). 50–60 % studentů, kteří vědí, co je maticová funkce, správně odpovědělo, že maticovými funkcemi nejsou SUMA, GEOMEAN (abs. četnosti 32 a 28; 17 %, 15 % z celku).

Naopak odpověď: „Nevím, jestli je maticová,“ uvedlo u funkce MODE.MULT 75 % studentů, kteří vědí, co je maticová funkce, (40 studentů, 21 % z celku), u funkce TRANSPOZICE 62 % studentů (33, 17 % z celku), u funkce ABS 55 % studentů (35, 18 % z celku) a u funkce QUARTIL.INC 52 % studentů (28, 15 % z celku), kteří vědí, co je maticová funkce.

Pokud srovnáme pojem maticové funkce s typem školy, na které se o funkci dozvěděli, je patrné, že studenti mají největší povědomí o „maticovosti“ u funkcí, které znají od ZŠ příp. SŠ.

Srovnáme-li pojem maticové funkce s úrovní znalosti příslušné funkce, opět vidíme jasnou souvislost mezi výbornou úrovní znalosti a povědomím o „maticovosti“ funkce,

resp. o nedostatečné úrovni znalosti a tím, že studenti nevědí, zda se o maticovou funkci jedná.

Rozebereme-li více maticovou funkci ČETNOSTI, nezná ji pouze 0,5 % (1) studentů. Na ZŠ a SŠ s ní pracovalo 37 % studentů. Subjektivní hodnocení všech studentů naznačuje, že s touto funkcí nejsou žádné větší problémy (tab. 2). Znalost, že funkce je maticová, mělo ale pouze 23 % studentů.

Závěr

Z výsledků dotazníkového šetření vyplývá, že všichni studenti pro svoje výpočty mají možnost MS Excel využívat a téměř všichni ze středních škol vědí, jak se obecně s excelovskými funkcemi počítá. Kromě nejzákladnějších statistických funkcí v MS Excel (extrémy, celkové součty, četnosti kategoriálních proměnných, medián, odmocnina) se potvrdily slabé znalosti ostatních funkcí, které se v předmětu Pravděpodobnost a statistika na VŠPJ mohou použít. Dále se ukázalo, že studenti v MS Excel mají velký problém s detekcí maticových funkcí.

Pedagogická zkušenost ze cvičení zmíněného předmětu je taková, že některé funkce, se kterými se studenti setkají až na vysoké škole (směrodatná odchylka, rozptyl, pravděpodobnost normálního rozdělení,...), se snaží využít, ale často v nich chybují, neboť je neumí správně používat, případně neznají jejich jednotlivé parametry. Dále jsou tu funkce (výpočet modální hodnoty, kvartilů, percentilů, převody horizontálních tabulek na vertikální), které studenti téměř neznají. Možné negativní hodnocení u takových funkcí může ovšem být dané faktem, že studenti při výpočtu používají jiný způsob.

Díky provedené analýze máme datový podklad základních statistických funkcí z MS Excel, které jsou potřebné při výuce Pravděpodobnosti a statistiky. V případech jiného možného postupu než pomocí implementované excelovské funkce by bylo vhodné dotazník o takové způsoby doplnit.

Dalším krokem bude doplnění dotazníku a v následujícím akademickém roce opakování průzkum před a po skončení výuky předmětu Pravděpodobnost a statistika na VŠPJ. Cílem opakování průzkumu by mělo být ověření výsledků. Pomocí stejného dotazníku se provede výzkum znalostí excelovských funkcí také u maturantů. Obě analýzy by poté mohly sloužit jako podklad pro návrh inovace předmětu, ve kterém by se studenti seznámili s potřebnými funkcemi již v úvodu svého studia na VŠPJ.

Literatura

- [1] HINDLS, R. – HRONOVÁ, S. – SEGER, J. *Statistika pro ekonomy*. 6. vyd. Praha: Professional Publishing, 2006, 415 s. ISBN 80-864-1999-1.
- [2] KOŽÍŠEK, J. – STIEBEROVÁ, B. *Statistika v příkladech: praktické aplikace řešené v MS Excel*. Praha: Dashöfer, 2012, 287 s. ISBN 978-80-86897-48-6.
- [3] MINAŘÍK, B. *Statistika (e-learningová studijní opora pro studenty bakalářských oborů)*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita, 2013, 266 s. ISBN 978-80-7375-721-2.

- [4] POPELKA, J. Vybrané aspekty výuky základního kurzu statistiky v MS Excel. In: *Pedagogický software*. České Budějovice: Scientific Pedagogical Publishing, 2006, str. 268 – 270. Dostupné z: http://most.ujep.cz/~popelka/04popelka_N.pdf. ISBN 80-85645-56-4.
- [5] STRNADOVÁ, L. *Srovnání využitelnosti programů MS Excel a SAS*. Katedra exaktních metod, 2013. Bakalářská práce. Praha: VŠE.
- [6] Informační systém Vysoké školy polytechnické Jihlava. *Vysoká škola polytechnická Jihlava* [online]. [cit. 2013-08-10]. Dostupné z: <https://is.vspj.cz/>

Analysis of MS Excel Functions Knowledge Required for Teaching Probability and Statistics

Abstract

The contribution presents the results of basic MS Excel functions knowledge research. The functions examined are used in teaching a subject called Probability and Statistics at the VŠPJ. The aspects examined include time, level of practical knowledge and the ability to distinguish a matrix function. There are own experience with the usage of MS Excel in teaching the subject in the article.

Key words

Matrix operation, MS Excel, probability, statistics.

Kontaktní údaje

Mgr. Petra Horáčková
Katedra matematiky VŠPJ
Tolstého 16, 586 01 Jihlava
e-mail: petra.horackova@vspj.cz

FLC Method for Controlling Process of Vehicle Operation Costs Minimization

Marie Hojdarová

College of Polytechnics Jihlava

Abstract

The paper introduces the use of fuzzy logic control (FLC) for optimization of the right moment for maintenance of a vehicle. Outputs from the classical method become inputs into the client failure risk tolerance model which provides effective results when high precision is not required and the control object variables cannot be measured or estimated precisely enough to provide only one precise output.

Key words

Decision making, fuzzy logic control, failure risk tolerance.

1. Introduction

Let us have one of the methods for minimization of operation costs with motor vehicles. It results in finding the right point **T** for maintenance or substitution of a vehicle engine so that we could get the minimum of average total costs per operation time unit in the period of optimal technical life of the vehicle.

The method provides an output **T** as a function of inputs given by several experts. The latter example shows the situation when there are two experts.

Obtained outputs **T** and **M** can become the base for further evaluation of operation losses in consequence of too early or too late maintenance or substituting the engine - or the vehicle as a whole, see [3].

Anyway there is a problem: each expert evaluates the input terms according to his experience rather differently and the results – the output value **M** of the minimum average costs and the following value **T** of the right point for maintenance – differ. And in this case, it is possible to continue in processing these different outputs by the FLC method (fuzzy logic control).

2. Short Description of the Classical Method

Inputs for the calculation:

FC [Kc] – fixed costs (price of the vehicle and other investment costs connected with the vehicle);

VCa_i [Kc] – variable costs in the time $a=0$ km - according to i -th expert estimation (especially unexpected maintenance costs);

VCb_i [Kc] – variable costs in the time $b = 100\,000$ km - according to i -th expert estimation;

VCc_i [Kc] - variable costs in the time $c = 200\,000$ km - according to i -th expert estimation;

t [km] – operating time expressed by covered kilometers (unit **km** for time is in compliance with international standards).

The method evaluates:

a) the curve of average fixed costs $AFC(t) = \frac{FC}{1000t}$

[Kc/km] (independent on the experts data);

b) the curve of average variable costs $AVC_i(t)$ with the help of interpolation by a quadratic function from three values given by the i -th expert [Kc/km];

c) the curve of total average costs $AC_i(t) = AFC(t) + AVC_i(t)$ [Kc/km];

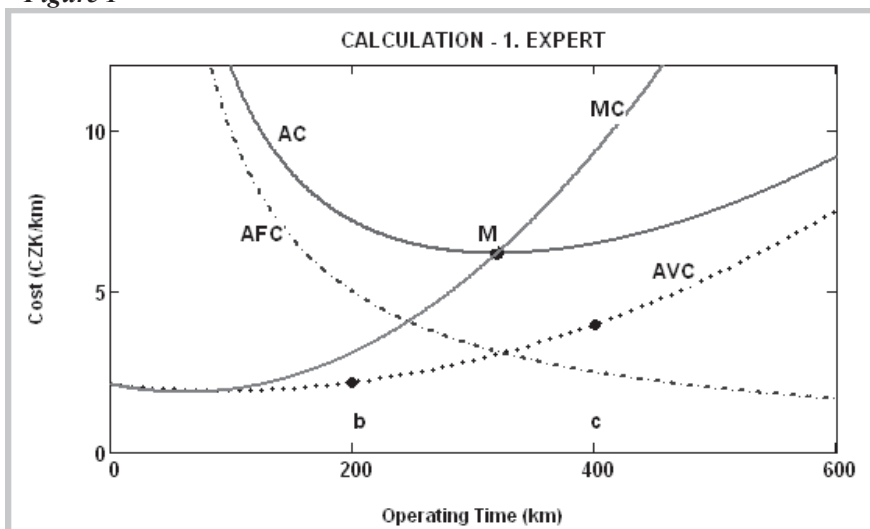
d) the curve of Marginal costs $MC_i = \frac{d}{dt}(AVC(t) \cdot t)$ made on the base of i -th expert data [Kc/km].

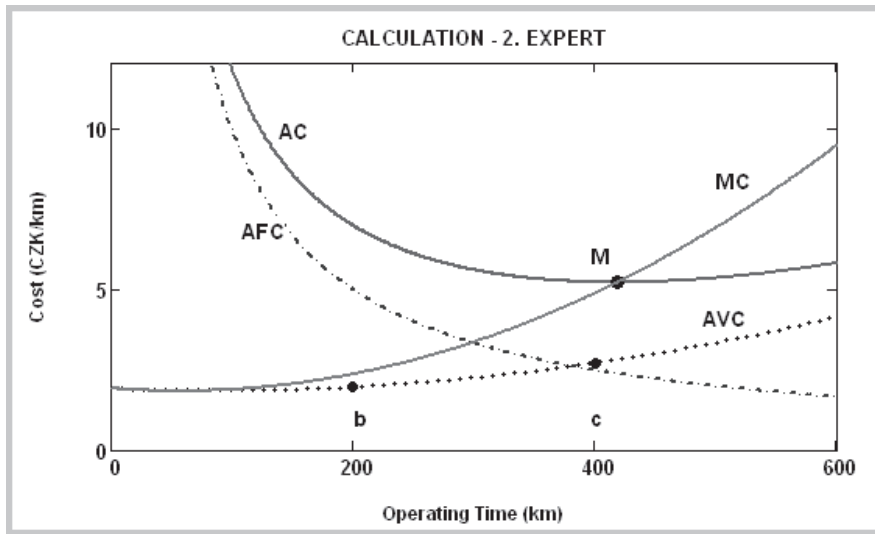
Output from the calculation:

T – the time point when the curve of $MC_i(t)$ intersects the curve $AC_i(t)$ is the optimal time for maintenance or substitution of the vehicle (engine);

M – the value of marginal costs in the time point T .

Figure 1





Source: [3]

(On the horizontal axis it is necessary to multiply the unit by 10^5 , on the vertical axis by 10^3).

With 1-th expert: $T = (3.2) \cdot 10^5$ km and $M = 6,2 \cdot 10^3$ Kc/km;

With 2nd expert: $T = (4,2) \cdot 10^5$ km and $M = 5,2 \cdot 10^3$ Kc/km .

We can easily notice that the calculated results substantially differ. There is a question, which expert results should be taken into account.

3. A client risk tolerance model – setting variables

The different results of the classical method show its imprecision and we have just to admit that there is a possibility of the fatal failure even before the calculated point of maintenance. It will be interesting to find out what a rate of risk comes out of the final solution. The control objective of the failure risk model is for any given pair of input variables to find a corresponding output: rate of risk– **RR**, and as a result the right moment for maintenance.

Suppose that both experts outputs for **T** are described by the fuzzy sets **E1**, **E2** and output variable **RR**:

point of maintenance by 1st expert:

$$\mathbf{E1} = \{\mathcal{A}_1, \mathcal{A}_2, \mathcal{A}_3\} = \{\mathbf{LE1}, \mathbf{ME1}, \mathbf{HE1}\},$$

point of maintenance by 2nd expert:

$$\mathbf{E2} = \{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2, \mathcal{B}_3\} = \{\mathbf{LE2}, \mathbf{ME2}, \mathbf{HE2}\},$$

(these fuzzy sets are the input data for the following processing by the introduced method),

rate of risk: $\mathbf{RR} = \{\mathcal{C}_1, \mathcal{C}_2, \mathcal{C}_3\} = \{\mathbf{LRR}, \mathbf{MRR}, \mathbf{HRR}\}$.

$$\begin{aligned}\text{Here } \mathcal{A}_i &= \{(t, \mu_{E1}(t) \mid t \in U)\}, i = 1, 2, 3, \\ \mathcal{B}_j &= \{(t, \mu_{E2}(t) \mid t \in V)\}, j = 1, 2, 3, \\ \mathcal{C}_k &= \{(t, \mu_{RR}(z) \mid z \in W)\}, k = 1, 2, 3.\end{aligned}$$

The universa – sets U, V are intervals

$\langle 2 \cdot 10^5, 6 \cdot 10^5 \rangle$, the unit is **km**,

The univesum set W is an interval $\langle 0, 100 \rangle$, the unit is **percent**.

The size of sets U, V was consulted with the authors of [3]. It is an interval in which a failure can appear. Then the engine is maintained even if there is no failure. The membership functions will be of the usual triangular shape. The number of inputs was consulted with these authors as well.

Symbols **L**, **M**, **H** have the following meaning: **LX** is **LOW** of X, **MX** is **MEDIUM** of X, **HX** is **HIGH** of X, where X is E1, E2 or RR, respectively. These are fuzzy numbers whose supporting intervals belong to the universal sets U, V or W, respectively.

For $i = 1, 2$, **LOW** means short operation time, **MEDIUM** means medium operation time and **HIGH** long operation time,

for $i=3$ **LOW**, **MEDIUM** and **HIGH** mean low, medium or high rate of risk, respectively.

Let us define the membership functions: (1)

$$\begin{aligned}\mu_{LE1}(t) &= \frac{3 \cdot 10^5 - t}{10^5} \quad \text{for } 2 \cdot 10^5 \leq t \leq 3 \cdot 10^5, \\ &= 0 \quad \text{otherwise.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{ME1}(t) &= \frac{t - 2 \cdot 10^5}{10^5} \quad \text{for } 2 \cdot 10^5 \leq t \leq 3 \cdot 10^5, \\ &= \frac{4 \cdot 10^5 - t}{10^5} \quad \text{for } 3 \cdot 10^5 \leq t \leq 4 \cdot 10^5, \\ &= 0 \quad \text{otherwise.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{HE1}(t) &= \frac{t - 3 \cdot 10^5}{10^5} \quad \text{for } 3 \cdot 10^5 \leq t \leq 4 \cdot 10^5, \\ &= 1 \quad \text{for } 4 \cdot 10^5 \leq t \leq 6 \cdot 10^5, \\ &= 0 \quad \text{otherwise.}\end{aligned}$$

Similarly, we define (see Figure 2)

$$\begin{aligned}\mu_{LE2}(t) &= 1 && \text{for } 2 \cdot 10^5 \leq t \leq 3 \cdot 10^5, \\ &= \frac{4 \cdot 10^5 - t}{10^5} && \text{for } 3 \cdot 10^5 \leq t \leq 4 \cdot 10^5, \\ &= 0 && \text{otherwise.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{ME2}(t) &= \frac{t - 3 \cdot 10^5}{10^5} && \text{for } 3 \cdot 10^5 \leq t \leq 4 \cdot 10^5, \\ &= \frac{5 \cdot 10^5 - t}{10^5} && \text{for } 4 \cdot 10^5 \leq t \leq 5 \cdot 10^5, \\ &= 0 && \text{otherwise.}\end{aligned}$$

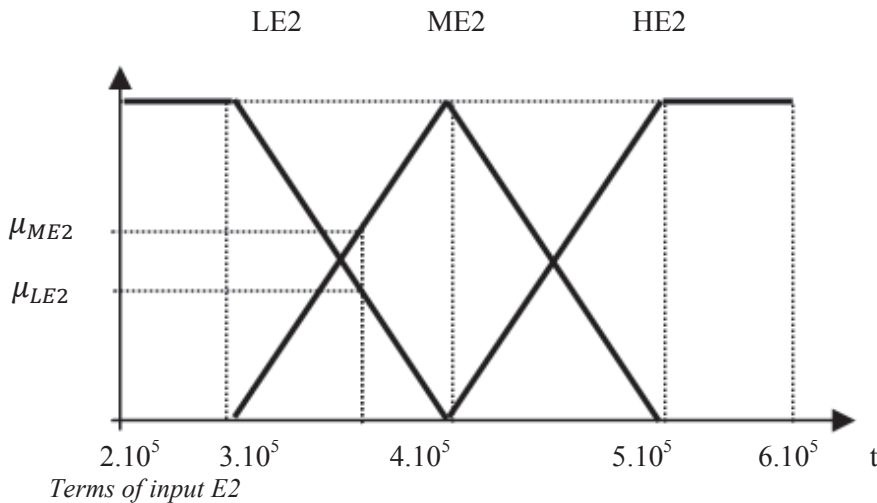
$$\begin{aligned}\mu_{HE2}(t) &= \frac{t - 4 \cdot 10^5}{10^5} && \text{for } 4 \cdot 10^5 \leq t \leq 5 \cdot 10^5, \\ &= 1 && \text{for } 5 \cdot 10^5 \leq t \leq 6 \cdot 10^5, \\ &= 0 && \text{otherwise.}\end{aligned}$$

and

$$\begin{aligned}\mu_{LRR}(z) &= 1 && \text{for } 0 \leq z \leq 20, \\ &= \frac{50 - z}{30} && \text{for } 20 \leq z \leq 50, \\ &= 0 && \text{otherwise.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{MRR}(z) &= \frac{z - 20}{30} && \text{for } 20 \leq z \leq 50, \\ &= \frac{80 - z}{30} && \text{for } 50 \leq z \leq 80, \\ &= 0 && \text{otherwise.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{HRR}(z) &= \frac{z - 50}{30} && \text{for } 50 \leq z \leq 80, \\ &= 1 && \text{for } 80 \leq z \leq 100, \\ &= 0 && \text{otherwise.}\end{aligned}$$

Figure 2

Now let us set up control rules. The rules are designed to produce various outputs, i.e. the terms of output variable, as a consequence. For each pair of input variables (there are 9) we assume an output variable (from the different three).

Let us notice that the centers of both inputs are not the same. It reflects the different inclinations of experts on the base of their experience.

Chart 1: Rules

	$\mathcal{B}_1 = \text{LE2}$	$\mathcal{B}_2 = \text{ME2}$	$\mathcal{B}_3 = \text{HE2}$
$\mathcal{A}_1 = \text{LE1}$	LRR	LRR	MRR
$\mathcal{A}_2 = \text{ME1}$	LRR	MRR	HRR
$\mathcal{A}_3 = \text{HE1}$	MRR	HRR	HRR

Source:[1]

The examples of reading control rules:

1. If Expert 1 suggests maintenance early (low T) and Expert 2 suggests maintenance early (low T) then the risk of unexpected failure is low as well.
2. If one of experts suggests maintenance in the middle of supposed technical life then the risk of unexpected failure is equal to the estimation of the other expert.
3. If both experts suggest maintenance to the end of supposed technical life then the risk of unexpected failure is high.

These rules stem from the real maintenance process and depend on our experience with this process. If, for instance, our experience with some type of an engine is very good, we admit that the risk of unexpected failure is low even in the middle of the engine technical life.

4. Evaluation and defuzzification

According to Mamdani control rule, see [5], the implication **IF**($p \wedge q$)**THEN** r can be expressed in fuzzy logic as $p \wedge q \wedge r = \min \{ \mu_{\mathcal{A}}(t), \mu_{\mathcal{B}}(t), \mu_{\mathcal{C}}(z) \}$.

Let us do it now first for the antecedent part of each rule. Let us consider our outputs from the classical method, i.e. $T_{E1} = 3.2 \cdot 10^5$, $T_{E2} = 4.2 \cdot 10^5$, and denote

$\alpha_{ij} = \mu_{\mathcal{A}_i}(t) \wedge \mu_{\mathcal{B}_j}(t) = \min \{ \mu_{\mathcal{A}_i}(t), \mu_{\mathcal{B}_j}(t) \}$, so called strength of rules, for all combinations of i and j in Chart 1. Using equations (1) we get a chart

Chart 2: strength of rules

	μ_{LE2}	μ_{ME2}	μ_{HE2}
μ_{LE1}	0	0	0
μ_{ME1}	0	0.8	0.2
μ_{HE1}	0	0.2	0.2

source: own

The control output of each rule is defined by operation conjunction (Mamdani) as follows: $\alpha_{ij} \wedge \mu_{\mathcal{C}_{ij}}(z) = \min \{ \alpha_{ij}, \mu_{\mathcal{C}_{ij}}(z) \}$. (2)

Using (2) we get

$$\alpha_{22} \mu_{MC}(z) = \min \{ 0.8, \mu_{MC}(z) \}$$

$$\alpha_{23} \mu_{MC}(z) = \min \{ 0.2, \mu_{MC}(z) \}$$

$$\alpha_{32} \mu_{MC}(z) = \min \{ 0.2, \mu_{MC}(z) \}$$

$$\alpha_{33} \mu_{HC}(z) = \min \{ 0.2, \mu_{HC}(z) \}$$

Now the outputs of all rules have to be aggregated in order to produce one control output of the FLC system with membership function $\mu_{agg(t)}(z)$. For the aggregation, it is natural to use the operator $\vee$ expressing maximum.

Other aggregation operators can be possibly used, too, see [4].

Here, we use the formula for calculating the membership function of the aggregation FLC output as follows:

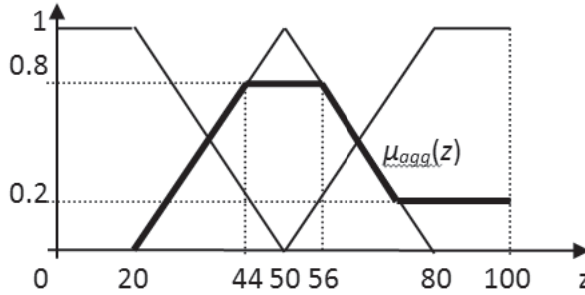
$$\mu_{agg}(z) = \vee \left(\alpha_{ij} \wedge \mu_{\mathcal{C}_{ij}}(z) \right), \quad (3)$$

where operator $\vee$ denotes the operation of maximum over all pairs i, j .

In this case we get using (3)

$$\mu_{agg}(z) = \max \{ \min \{ 0.8 \mu_{MC}(z), 0.2 \mu_{HC}(z) \} \}, \text{ see Figure 3.}$$

Figure 3



Aggregated output

Now it is necessary to perform defuzzification, it means to find a single value z_0 that adequately represents the membership function $\mu_{agg}(z)$. There are more methods of defuzzification. Here, method CAM (center of area method) is used. Geometrically this method calculates the first abscissa of the center of the area under the curve $\mu_{agg}(z)$ and along the z -axis.

It would be also possible to use integrals for this evaluation which would bring a little better result. But it was accommodated to the technical praxis where similar evaluations are made by numerical methods.

The interval, where $\mu_{agg}(z) > 0$, i.e. the interval

$\langle 2 \cdot 10^5, 6 \cdot 10^5 \rangle$ is divided into $n+1$ subintervals by the points $z_1, \dots, z_n$ and the value z_0 is calculated as the weighted average of the values of the membership function $\mu_{agg}(z)$ as follows

$$z_0 = \frac{\sum_{i=1}^n z_i \mu_{agg}(z_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_{agg}(z_i)}$$

Here we assume $n=8$, and the length of six subintervals is $\frac{1}{2} 10^5$.

$$\text{We get } z_0 = \frac{3 \cdot \frac{1}{3} + 4 \cdot \frac{2}{3} + 5 \cdot \frac{8}{10} + 6 \cdot \frac{2}{3} + 7 \cdot \frac{1}{3} + 8 \cdot \frac{2}{10} + 9 \cdot \frac{2}{10} + 10 \cdot \frac{2}{10}}{\frac{1}{3} + \frac{2}{3} + \frac{8}{10} + \frac{2}{3} + \frac{1}{3} + \frac{2}{10} + \frac{2}{10} + \frac{2}{10}} = 54.1 \%$$

It means that the risk of unexpected failure is 54.1 % and the corresponding right time T for maintenance is $4.16 \cdot 10^5$ km

(which is obtained from $2 \cdot 10^5 + \frac{4 \cdot 10^5}{100} \cdot 54.1$).

5. Conclusions

In this paper the method FLC was introduced as one of methods for evaluation of the risk of unexpected failure before the point of maintenance evaluated differently by two experts. It is clear that the parameters of this model may be changed depending on the real maintenance situation. The antecedent rules can be altered as well.

References

- [1] Bojadziev, G. Bojadziev, M.: Fuzzy logic for business finance and management. Singapore: World Scientific, 1997, 232 p. ISBN 981-02-2894-5
- [2] Hojdarová, M., Ramík, J.: Fuzzy logic for business and management, Hradec Králové, QUAERE 2013, 8 p., ISBN 978-80-905243-7-8
- [3] Kadleček, B., Pejša, L., Pexa, M.: Virtual vehicle driving cycle for measuring emission and fuel consumption, Report EU COST 346, 2004, 57 p., CZU Prague
- [4] Ramík, J., Vlach, M.: Generalized concavity in optimization and decision making, Kluwer Publ. Comp., Boston-Dordrecht-London, 2001, 305 p. ISBN 0-7923-7494-9
- [5] <http://www.mathworks.com/help/toolbox/fuzzy/fp61.html>

FLC metoda pro rozhodovací proces při stanovení minimalizace nákladů provozu stroje

Abstrakt

Článek uvádí FLC metodu pro optimalizaci správného okamžiku údržby vozidla. Výstupy klasické metody se stávají vstupem do modelu tolerance rizika, který poskytuje efektivní výsledky v případě, že není požadována vysoká přesnost a proměnné nemohou být měřeny nebo odhadnuty s dostatečnou přesností pro poskytnutí jediného přesného výstupu

Klíčová slova

Rozhodování, řízení procesu pomocí fuzzy množin, model tolerance rizika.

Kontaktní údaje

RNDr. Marie Hojdarová, CSc.
Katedra matematiky Vysoké školy polytechnické Jihlava
Tolstého 16, 586 01 Jihlava
e-mail: marie.hojdarova@vspj.cz

LOGOS POLYTECHNIKOS

Odborný recenzovaný časopis Vysoké školy polytechnické Jihlava, který svým obsahem reflektuje zaměření studijních programů VŠPJ. Tematicky je zaměřen do oblastí společenskovedních a technických. Jednotlivá čísla jsou úžeji vymezená.

Časopis vychází 4x ročně v nákladu 150 výtisků

Šéfredaktor: doc. PhDr. Martin Hemelík, Ph.D.

Odpovědný redaktor tohoto čísla:

Ing. Bc. Michal Vopálenský, Ph.D.

RNDr. Radek Stolín, Ph.D.

Editor: Mgr. Alena Šetková (komunikace s autory a recenzenty)

Technické zpracování: Petr Ház

Web editor: Jitka Kalabusová

Redakční rada:

doc. PhDr. Ladislav Benyovszky, CSc., prof. PhDr. Ivan Blecha, CSc.,

doc. Mgr. Ing. Martin Dlouhý, Dr., prof. Ing. Tomáš Dostál, DrSc.,

Ing. Jiří Dušek, Ph.D., prof. RNDr. Ivan Holoubek, CSc., Mgr. Petr Chládek, Ph.D.,

prof. PhDr. Ivo Jirásek, Ph.D., prof. Ing. Bohumil Minařík, CSc.,

doc. PhDr. Ján Pavlík, doc. PhDr. Karel Pstružina, CSc.,

prof. MUDr. Aleš Roztočil, CSc., prof. Ing. Jan Váchal, CSc.

Pokyny pro autory a deklarovaná forma příspěvků jsou dostupné na <https://www.vspj.cz/tvurci-cinnost/casopisy-vspj/logos-polytechnikos>

Zasílání příspěvků

Redakce přijímá příspěvky v českém, slovenském nebo světovém jazyce elektronicky na adrese logos@vspj.cz

Adresa redakce:

Vysoká škola polytechnická Jihlava, Tolstého 16, 586 01 Jihlava

Distribuce: časopis je dostupný v elektronické podobě na webových stránkách školy. V omezeném množství jej lze vyžádat zdarma na adrese redakce.

Vytiskl: AMAPRINT-Kerndl s.r.o., Třebíč

Vydání: prosinec 2013

© Vysoká škola polytechnická Jihlava

ISSN 1804-3682

Registrace **MK ČR E 19390**



Vysoká škola polytechnická Jihlava

Tolstého 16, 586 01 Jihlava

e-mail: vspj@vspj.cz | tel.: 567 141 111

www.vspj.cz

