

e1 Ekonomické listy

2 | 2018

3 Bayesian Approach to Variable Selection in Linear Regression Model

17 Nákladové funkcie v praxi

25 Rebranding na Google Trends

32 University a umělá inteligence

Obsah

Recenzované články

Bayesian Approach to Variable Selection in Linear Regression Model	3
Doc. RNDr. Jan Coufal, CSc., Mgr. Ing. Jiří Tobíšek	
Nákladové funkcie v praxi	17
Ing. Emília Balážová, PhD. Ing. et Ing. Ján Lichý, Ph.D. doc. Mgr. Ing. Rastislav Šulek, PhD.	
Rebranding na Google Trends	25
Bc. Stanislav Brázda, doc. Ing. Zdeněk Linhart, CSc.	

Nerecenzované články

University a umělá inteligence	32
Doc. RNDr. Jan Coufal, CSc., Mgr. Ing. Julie Šmejkalová, Mgr. Ing. Jiří Tobíšek	

Bayesian Approach to Variable Selection in Linear Regression Model*

Doc. RNDr. Jan Coufal, CSc., Mgr. Ing. Jiří Tobíšek

Vysoká škola ekonomie a managementu, Nárožní 2600/9a, 158 00 Praha 5 - Stodůlky
jan.coufal@vsem.cz, jiri.tobisek@vsem.cz

Introduction

A Markov chain is a stochastic model describing a sequence of possible events in which the probability of each event depends only on the state attained in the previous event. Markov chains have many applications as statistical models of real-world processes, such as for parallelization and GPU calculations, studying cruise control systems in motor vehicles, queues or lines of customers arriving at an airport, exchange rates of currencies, storage systems such as dams, and population growths of certain animal species (see Greenberg, 2012). Markov processes are the basis for general stochastic simulation methods known as Gibbs sampling (see Geman, Geman, 1984) and Markov Chain Monte Carlo, are used for simulating random objects with specific probability distributions, and have found extensive application in Bayesian statistics. In computational statistics, reversible-jump Markov chain Monte Carlo is an extension to standard Markov chain Monte Carlo (MCMC) methodology that allows simulation of the posterior distribution on spaces of varying dimensions. Markov chain Monte Carlo methods for Bayesian computation have until recently been restricted to problems where the joint distribution of all variables has a density with respect to some fixed standard underlying measure. They have therefore not been available for application to Bayesian model determination, where the dimensionality of the parameter vector is

* Článek je zpracován jako jeden z výstupů výzkumného projektu Matematika VŠEM – Diferenciální počet registrovaného v rámci Systému grantů CES VŠEM pod registračním číslem GCES1017.

typically not fixed. This paper proposes a framework for the construction of reversible Markov chain samplers that jump between parameter subspaces of differing dimensionality, which is flexible and entirely constructive. It should therefore have wide applicability in model determination problems which has been proposed in Green (1995).

Let us assume that dependent variable Y may be determined by some subset of variables belonging to the set $\{X_1, X_2, \dots, X_k\}$.

The general regression equation for one of the models will have the following form:

$$Y(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^r \lambda_j \left((\mathbf{x}^{(j)})^T \boldsymbol{\theta}^{(j)} + \varepsilon_j(\mathbf{x}^{(j)}) \right), \quad (1)$$

where:

$\boldsymbol{\theta}^{(j)} = [\theta_0^{(j)}, \theta_1^{(j)}, \dots, \theta_{k_j}^{(j)}]^T$ – parameter vector for the j -th model,

k_j – number of variables selected for the j -th model,

r – number of models (maximum of which is 2^k),

$\mathbf{x} = [1, x_1, x_2, \dots, x_k]^T$ – vector of dependent variable values,

$\mathbf{x}^{(j)}$ – subset of dependent variables used in model j ,

$\varepsilon_j(\mathbf{x}^{(j)})$ – error term for model j with precision $\tau^{(j)}$ (usually assumed to be normally distributed),

λ_j – a binary parameter which is equal to one if the correct model is indexed by j .

Let M denote a discrete random variable, indicating the correct model number. This variable may take on values between 1 and r . If $M = j$, then model j ($j = 1, \dots, r$) is correct. It means that $p(M = j) = p(\lambda_j = 1, \lambda_{\neq j} = 0)$ for $j = 1, \dots, r$.

The parameters λ_j are treated as random variables just like the regression parameters $\boldsymbol{\theta}^{(j)} = [\theta_0^{(j)}, \theta_1^{(j)}, \dots, \theta_{k_j}^{(j)}]^T$. We will seek now the posterior distribution of parameters λ_j which will be interpreted as model probabilities. Model with the highest probability is then considered to be correct.

The probability of model j may be computed according to the Bayes' formula in the following way:

$$p(M = j | \mathbf{X}, \mathbf{y}) = \frac{p(M = j) \cdot p(\mathbf{y} | \mathbf{X}, M = j)}{p(\mathbf{y} | \mathbf{X})}, \quad (2)$$

where:

$\mathbf{y} = [y_1, \dots, y_n]^T$ – vector of n values of Y ,

$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1, & x_{11}, & \dots, & x_{1k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1, & x_{n1}, & \dots, & x_{nk} \end{bmatrix}$ – the matrix of n values of k dependent variables X_1, \dots, X_n ,

$p(M = j | \mathbf{X}, \mathbf{y})$ – probability of model j for data \mathbf{X}, \mathbf{y} ,

$p(M = j)$ – prior probability of model j ,

$p(\mathbf{y} | \mathbf{X}, M = j)$ – density of \mathbf{y} if model j is correct.

Let $\boldsymbol{\vartheta}^{(j)} = (\boldsymbol{\theta}^{(j)}, \tau^{(j)})$. Formula (2) can be written then in the following way:

$$\begin{aligned} p(M = j | \mathbf{X}, \mathbf{y}) &= \frac{p(M = j) p(\mathbf{y} | \mathbf{X}, M = j)}{p(\mathbf{y} | \mathbf{X})} = \frac{p(M = j) \int p(\mathbf{y}, \boldsymbol{\vartheta}^{(j)} | \mathbf{X}, M = j) d\boldsymbol{\vartheta}^{(j)}}{p(\mathbf{y} | \mathbf{X})} = \\ &= \frac{p(M = j)}{p(\mathbf{y} | \mathbf{X})} \int p(\mathbf{y} | \mathbf{X}, M = j, \boldsymbol{\vartheta}^{(j)}) \cdot p(\boldsymbol{\vartheta}^{(j)} | M = j) d\boldsymbol{\vartheta}^{(j)}. \end{aligned}$$

If the prior probabilities $p(M = j)$ are the same for each model, then it is enough to compute the term:

$$p(M = j | \mathbf{X}, \mathbf{y}) = \int p(\mathbf{y} | \mathbf{X}, M = j, \boldsymbol{\vartheta}^{(j)}) \cdot p(\boldsymbol{\vartheta}^{(j)} | M = j) \, d\boldsymbol{\vartheta}^{(j)}. \quad (3)$$

The computation of (3) except for some special cases requires numerical algorithms.

1 Reversible Jump algorithm

Reversible Jump Markov Chain Monte Carlo Algorithm (RJMCMC) is a generalization of the Metropolis-Hastings algorithm for the cases when models have various numbers of parameters (i. e. dimensionality of models may differ). In cases when there is a change of dimensionality the RJMCMC iteration consists of the following steps (see Han, Carlin. 2001):

1. Let $(j, \boldsymbol{\vartheta}^{(j)})$ denote the current value of parameter vector $\boldsymbol{\vartheta}^{(j)}$ of the j -th model, whose dimensionality is k_j .
2. Jump to the state $(j', \boldsymbol{\vartheta}^{(j')})$ from state $(j, \boldsymbol{\vartheta}^{(j)})$ is performed with probability $h(j, j')$.
3. Simulate \mathbf{u} from a specified distribution $q(\mathbf{u} | \boldsymbol{\vartheta}^{(j)}, j, j')$.
4. Set $(\boldsymbol{\vartheta}^{(j')}, \mathbf{u}') = g_{j',j}(\boldsymbol{\vartheta}^{(j)}, \mathbf{u})$, where $g_{j',j}$ is deterministic invertible function (see Matematika VŠEM, 2018). This is a dimension-matching function, i. e. $k_j + \dim(\mathbf{u}) = k_{j'} + \dim(\mathbf{u}')$. Besides $g_{j',j} = g_{j,j'}^{-1}$.
5. Accept model change with probability $\min(1, A)$, where:

$$A = \frac{p(\mathbf{y} | \boldsymbol{\vartheta}^{(j')}, j') p(\boldsymbol{\vartheta}^{(j')} | j') p(j') h(j', j) q(\mathbf{u}' | \boldsymbol{\vartheta}^{(j')}, j', j)}{p(\mathbf{y} | \boldsymbol{\vartheta}^{(j)}, j) p(\boldsymbol{\vartheta}^{(j)} | j) p(j) h(j, j') q(\mathbf{u} | \boldsymbol{\vartheta}^{(j)}, j, j')} \cdot \left| \frac{\partial g_{j',j}(\boldsymbol{\vartheta}^{(j)}, \mathbf{u})}{\partial(\boldsymbol{\vartheta}^{(j)}, \mathbf{u})} \right|. \quad (4)$$

If the dimension of model j' is higher than that of model j , then $\dim(\mathbf{u}') = 0$ and function $g_{j,j'}$ performs transformation $\boldsymbol{\vartheta}^{(j')} = g_{j,j'}(\boldsymbol{\vartheta}^{(j)}, \mathbf{u})$.

If the dimension of model j' is lower than that of model j , then $\dim(\mathbf{u}) = 0$ and the transformation has the form $(\boldsymbol{\vartheta}^{(j')}, \mathbf{u}') = g_{j,j'}(\boldsymbol{\vartheta}^{(j)})$, and value of \mathbf{u}' is ignored.

If the model dimensionality is not changed, then the new values of the parameter vector may be generated for example using Gibbs algorithm.

In practice each RJMCMC iteration is usually followed by Gibbs iteration.

2 Application of RJMCMC to variable selection

a) *Prior distributions*

The following prior distributions will be assumed for model (1):

$$\boldsymbol{\theta}^{(j)} \sim N(\mathbf{m}^{(j)}, \mathbf{V}^{(j)}), \quad (5)$$

$$\tau^{(j)} \sim \Gamma(\alpha^{(j)}, \beta^{(j)}). \quad (6)$$

$\boldsymbol{\theta}^{(j)}$ and $\tau^{(j)}$ are assumed to be independent *a priori*. It is not possible to use noninformative priors in model selection problems (see i. e. Aitkin, 1991). One of possible solutions is to use a part of the data to compute informative prior and the rest for the model comparison. Other possibilities have been described for example in Aitkin (1991), Berger, Pericchi (1996), O'Hagan (1995), Perez, Berger (2002), Spiegelhalter, Smith (1982). In examples in conclusion randomly selected subset of the data of length equal to $\max\{k_j + 1\}$ will be used.

b) Conditional distributions

Conditional posterior distributions of model parameters (useful when using Gibbs sampling) have the following form:

$$\boldsymbol{\theta}^{(j)} \mid \tau^{(j)} \sim N\left(\mathbf{L}\left(\tau^{(j)}(\mathbf{X}^{(j)})^T \mathbf{y} + (\mathbf{V}^{(j)})^{-1} \mathbf{m}^{(j)}\right), \mathbf{L}\right), \tag{7}$$

$$\tau^{(j)} \mid \boldsymbol{\theta}^{(j)} \sim \Gamma\left(\alpha^{(j)} + \frac{n}{2}, \beta^{(j)} + \frac{(\mathbf{y} - \mathbf{X}^{(j)} \boldsymbol{\theta}^{(j)})^T (\mathbf{y} - \mathbf{X}^{(j)} \boldsymbol{\theta}^{(j)})}{2}\right), \tag{8}$$

where $\mathbf{L} = \left(\tau^{(j)}(\mathbf{X}^{(j)})^T \mathbf{X} + (\mathbf{V}^{(j)})^{-1}\right)^{-1}$,

$\mathbf{X}^{(j)}$ denotes subset of matrix \mathbf{X} containing columns appropriate for model j .

c) Model changing procedure

We start with a random selection of variables. After that in every iteration one of k variables is selected at random. If the selected variable is already in the current set of variables, then it is removed. Otherwise it is added to the current set. It means that $h(j', j) = h(j, j') = \frac{1}{k}$. We assume that the prior probabilities of each model are equal, which means that $p(j) = \frac{1}{2^k}$. If model j contains k variables and model j' has $k + 1$ variables, then $\dim(\mathbf{u}) = 1$ and we will assume that \mathbf{u} will be generated from the prior distribution of the added variable. The transformation function $g_{j,j'}: (\boldsymbol{\vartheta}^{(j)}, \mathbf{u}) \rightarrow \boldsymbol{\vartheta}^{(j')}$ will be given by the following transformations:

$$\left. \begin{aligned} \theta_A^{(j')} &= \theta_A^{(j)}, \\ \theta_l^{(j')} &= u, \\ \tau^{(j')} &= \tau^{(j)}, \end{aligned} \right\} \tag{9}$$

where A is a set of indexes for variables existing in model j and l is a number of the added variable. It means that basically the values of the parameters from the “old” model are preserved while the new parameter is generated from its prior distribution. If model j contains k variables and model j' has $k - 1$ variables, then $\dim(\mathbf{u}') = 1$ and \mathbf{u}' will be generated from the prior distribution of the deleted variable. The transformation function $g_{j,j'}: \boldsymbol{\vartheta}^{(j)} \rightarrow (\boldsymbol{\vartheta}^{(j')}, \mathbf{u}')$ will be given by the following transformations:

$$\left. \begin{aligned} \theta_A^{(j')} &= \theta_A^{(j)}, \\ \tau^{(j')} &= \tau^{(j)}, \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

where A is a set of indexes for variables existing in model j' .

The Jacobian term $\left| \frac{\partial g_{j',j}(\boldsymbol{\vartheta}^{(j)}, \mathbf{u})}{\partial (\boldsymbol{\vartheta}^{(j)}, \mathbf{u})} \right|$ in formula (4) of transformation from $(\theta_A^{(j)}, u, \tau^{(j)})$ to $(\theta_A^{(j')}, \theta_l^{(j')}, \tau^{(j')})$ found for functions (9) is equal to one. In the same way we find it equal to one for transformations (10).

The prior distributions $p(\boldsymbol{\vartheta}^{(j)} | j)$ for formula (4) are defined as described in part a) of this paragraph. The likelihood functions $p(\mathbf{y} | \boldsymbol{\vartheta}^{(j)}, j)$ are found in standard way with assumption that error term in model (1) is normally distributed.

3 Application of RJMCMC in examples

a) *Simulation Example*

A dataset containing four explanatory variables $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \mathbf{X}_4$ and one dependent variable \mathbf{Y} was simulated (the number of observations $n = 100$). Its correlation matrix is given in Table 1.

Table 1. Correlation matrix for the simulation example

	X_1	X_2	X_3	X_4	Y
X_1	1				
X_2	0,028919	1			
X_3	0,029635	0,045635	1		
X_4	0,004797	0,975174	0,032976	1	
Y	0,598903	0,817561	0,053358	0,784662	1

Source: Own.

As we see, there are three explanatory variables highly correlated to Y . These are: X_1 , X_2 , X_4 . However is also strong correlation between X_2 and X_4 . After 100 000 RJMCMC simulations, the probability of the correct model which contains only variables X_1 and X_2 amounted to 0,99842. The model with variables X_1 , X_2 , X_4 has probability 0,00158.

b) GDP Prediction Example

Table 2. Correlation matrix for the GDP example

	Y	X ₁	X ₂	X ₃
Y	1			
X ₁	-0,148662	1		
X ₂	0,448613	-0,147381	1	
X ₃	0,491026	-0,287173	0,829518	1
X ₄	0,211511	-0,326806	0,737224	0,869197
X ₅	0,370339	-0,191349	0,488538	0,477146
X ₆	0,602564	-0,357154	0,605759	0,706425
X ₇	0,013973	0,023219	-0,265304	-0,306130
X ₈	-0,362621	0,039820	-0,480395	-0,450342

Source: Fernandez, Ley, Steel (2001).

The dataset used in the example has been taken from Fernandez, Ley, Steel (2001). The predicted variable is GDP in 1992. In the original study there were 41 regressors. Here only 8 of them have been chosen, namely that some variables are important regressors for explaining cross-country growth patterns. The following variables have been used:

X₁ – country area,

X₂ – primary school enrollment,

X₃ – life expectancy,

X_4 – GDP level in 1960,

X_5 – no. of years of open economy,

X_6 – % of english speakers,

X_7 – years of capitalism,

X_8 – equipment investment.

The correlation matrix is given in Table 2.

Table 2. Correlation matrix for the GDP example (continue)

	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
X_4	1				
X_5	0,448789	1			
X_6	0,634050	0,521083	1		
X_7	-0,230955	-0,032930	-0,19523	1	
X_8	-0,379677	-0,254050	-0,38809	0,324746	1

Source: Fernandez, Ley, Steel (2001).

Model probabilities have been computed using **100 000** iterations of the RJMCMC algorithm. The largest have been shown in Table 3.

We can see that the most likely set of variables is X_3, X_4, X_6, X_7 . The other one with significant probability is X_2, X_3, X_4, X_6, X_7 which differs from the first one through addition of the X_2 variable.

In cases where there is no model with significantly highest probability, it may be advisable to use the so called model-averaging (see Raftery, Madigan, Hoeting, 1997).

We do not choose then the one best model, but make predictions for dependent variable from all the models and weigh them using the corresponding model probability.

Conclusion

The reversible-jump Markov chain Monte Carlo is an extension to standard Markov chain Monte Carlo (MCMC). Markov chain Monte Carlo methods that change dimensionality have long been used in statistical physics applications, where for some problems a distribution that is a grand canonical ensemble is used (e.g., when the number of molecules in a box is variable). But the reversible-jump variant is useful when doing Markov chain Monte Carlo or Gibbs sampling over nonparametric Bayesian models such as those involving the Dirichlet process or Chinese restaurant process, where the number of mixing components/clusters/etc. is automatically inferred from the data. Interacting Markov chain Monte Carlo methodologies are a class of mean field particle methods for obtaining random samples from a sequence of probability distributions with an increasing level of sampling complexity, e.g. prior distributions, conditional distributions, model changing procedure. Applications of RJMCMC is illustrated in examples of simulation and GDP prediction.

Table 3. Probability distribution across selected models

<i>Variable set</i>	<i>Probability</i>
X_3, X_4, X_6	0,01798
X_2, X_3, X_4, X_6	0,01086
X_3, X_4, X_6, X_7	0,40811
X_3, X_4, X_5, X_6	0,02179
X_1, X_3, X_4, X_6, X_7	0,06414
X_2, X_3, X_4, X_6, X_7	0,21786
$X_1, X_2, X_3, X_4, X_6, X_7$	0,04029
$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$	0,03226
X_3, X_4, X_5, X_7, X_8	0,01872
X_3, X_4, X_6, X_7, X_8	0,07918
$X_2, X_3, X_4, X_6, X_7, X_8$	0,02259

Source: own.

Acknowledgements

This contribution is a follow-up to the project of the Centre of Economic Studies of University of Economics and Management.

LITERATURA

- AITKIN, M. (1991). Posterior Bayes Factors. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*. roč. 53, č. 1, pp. 111–142. ISSN: 1369-7412.
- BERGER, J. – PERICCHI, L. (1996). The Intrinsic Bayes Factor for Model Selection and Prediction. *Journal of the American Statistical Association*. roč. 91, pp. 109–122. ISSN: 0162-1459.
- FERNANDEZ, C. – LEY, E. – STEEL, M. F. J. (2001). Model Uncertainty in Cross-country Grown Regressions. *Journal of Applied Econometrics*. roč. 16, č. 5, pp. 563–576. ISSN: 0883-7252.
- GEMAN, S. – GEMAN, D. (1984). Stochastic Relaxation, Gibbs Distributions, and the Bayesian Restoration of Images. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. roč. 6, č. 6, pp. 721–741. ISSN: 0162-8828
- GREENBERG, E. (2012). *Introduction to Bayesian Econometrics* (Second ed.). Cambridge : Cambridge University Press. ISBN 978-1-107-01531-9.
- GREEN, P. J. (1995). Reversible Jump Markov Chain Monte Carlo Computation and Bayesian Model Determination. *Biometrika*. roč. 82, č. 4, pp. 711–732. ISSN 0006-3444.
- HAN, C. – CARLIN, B. P. (2001). MCMC Methods for Computing Bayes Factors: A Coparative Review. *Journal of the American Statistical Association*. roč. 96, č. 455, pp. 1122–1132. ISSN: 0162-1459.
- MATEMATIKA VŠEM (2018) [online]. [cit. 2018-05-31]. Dostupné z WWW: <http://www.matematikavsem.cz/>.
- O'HAGAN, A. (1995). Fractional Bayes Factors for Model Comparison. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*. roč. 57, č. 1, pp. 99–138. ISSN: 1369-7412.
- PEREZ, J. M. – BERGER, J. (2002). Expected Posterior Prior Distributions for Model Selection. *Biometrika*. roč. 89, pp. 491–512. ISSN 0006-3444.
- RAFTERY, E. A. – MADIGAN, D. – HOETING, A. (1997). Bayesian Model Averaging for Linear Models. *Journal of the American Statistical Association*. roč. 92, pp. 179–191. ISSN: 0162-1459.
- SPIEGELHALTER, D. J. – SMITH, A. F. M. (1982). Bayes Factors for Linear and Long-Linear Models with Vague Prior Information. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*. roč. 44, pp. 377 - 387. ISSN: 1369-7412.

BAYESIAN APPROACH TO VARIABLE SELECTION IN LINEAR REGRESSION MODEL

Doc. RNDr. Jan Coufal, CSc., Mgr. Ing. Jiří Tobíšek

ABSTRACT

Selection of a proper set of variables in linear regression model is advisable at least for two reasons. The first reason, the estimates of model parameters for the model with reduced number of variables tend to have smaller variance. The second reason is interpretability of the model parameters, which is possible only in the case when the model contains the variables which really influence the dependent variable. Selection of the model variables can be also seen as a method of identification of factors influencing the dependent variable. The paper presents Bayesian approach to the variable selection (or more generally of model choice) in the linear regression model. There are several practical solutions in this approach. The one used here will be the Reversible Jump Markov Chain Monte Carlo algorithm. The article shows an application of this method with the usage of the so-called data prior which utilizes part of the data to produce an informative prior.

KEYWORDS

Markov Chain Monte Carlo, linear regression, Metropolis-Hastings algorithm, reversible jump algorithm, Bayes' formula.

JEL CLASSIFICATION

C11, C53

Nákladové funkcie v praxi*

Ing. Emília Balážová, PhD.

Ing. et Ing. Ján Lichý, Ph.D.

doc. Mgr. Ing. Rastislav Šulek, PhD.

Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen
balazova@tuzvo.sk, jan.lichy@tuzvo.sk, rastislav.sulek@tuzvo.sk

Úvod

Náklady možno charakterizovať ako spotrebu výrobných faktorov vyjadrenú v peňažných jednotkách nevyhnutných na výrobu statkov alebo tvorbu služieb. V praxi sa nákladom čoraz častejšie prikladá väčšia pozornosť a mnoho podnikov sa snaží zvyšovať zisk cestou znižovania nákladov. V ekonomickej teórii sa stretávame s nákladovými funkciami, ktoré zachytávajú matematický nákladový model. Mnoho slovenských, českých či zahraničných autorov sa venuje v knižných publikáciách prevažne z mikroekonómie alebo podnikového hospodárstva nákladom alebo nákladovým funkciám, a to prostredníctvom stanovenia fixných a variabilných nákladov (Chen, Koebel, 2017; Kupkovič, 1999; Majdúchová, Neumannová, 2008; Majtán, 2012; Popesko 2009; Synek a kolektív, 2002; Varian, 1992, 1995). Klasifikácia nákladov sa využíva pre potreby hodnotenia úrovne jednotlivých nákladových položiek i nákladových výkonov podniku, ale tiež sa používa na účely odkrývania rezerv ich znižovania. Ich dôležitosť sa prejavuje pri plánovaní a evidencii nákladov. Náklady, ktoré vznikajú v podnikoch, možno členiť podľa viacerých kritérií. Používa sa napríklad

druhovú členenie (podľa nákladových druhov), kalkulačné členenie (podľa položiek kalkulačného vzorca), členenie v závislosti od objemu výroby (produkcie), účtovno-ekonomické členenie nákladov, ďalej klasifikácia nákladov podľa spotrebovaných vstupov, alebo podľa podnikových funkcií a i. Nákladové funkcie môžu byť pre subjekt dôležité, keďže ich uplatnenie možno využiť okrem iného aj pri stanovení bodu zvratu.

1 Metodika

Príspevok je zameraný na aplikovanie nákladových funkcií vo zvolenom podniku pomocou vybraných metód výpočtu fixných a variabilných nákladov. Pri zostavovaní modelov nákladových funkcií boli využité nasledovné metódy: aritmetická metóda, metóda najmenších štvorcov a regresná a korelačná analýza. Vstupné údaje a informácie sú čerpané z účtovných výkazov podniku OP-TIM, s.r.o. za roky 2015–2018. Na základe získaných údajov a informácií o nákladoch sú následne vytvorené nákladové funkcie a vypočítané parametre nákladových funkcií pomocou vybraných metód (Kupkovič, 1999; Majdúchová, Neumannová, 2008).

* Článok je spracovaný ako jeden z výstupů výzkumného projektu VEGA 1/0570/16 Matematické modelovanie špeciálneho rizika hospodárenia na lesnej pôde.

2 Analýza nákladov, nákladové funkcie

V nasledujúcej časti príspevku sú zhodnotené náklady, výnosy a zisk v podniku OP-TIM, s.r.o. Podnik sa zameriava predovšetkým na výrobu drevocementových tepelnoizolačných dosiek, taktiež na výrobu kompozitných dosiek, panelov a betonárskych prefabrikátov. Má dlhoročnú tradíciu na Slovensku a je držiteľom niekoľkých certifikátov.

2.1 Náklady, výnosy a výsledok hospodárenia podniku

Na základe Výkazu ziskov a strát (ďalej VZaS) sme spracovali tabuľku 1, kde sú uvedené nákladové položky podniku v rokoch 2015–2018. Podnik člení na fixné a variabilné náklady iba náklady za vodné a energiu. Ostatné náklady sleduje analyticky v rámci podnikových stredísk.

Tabuľka 1 ►

Nákladové položky v €

Nákladové položky	2015	2016	2017	2018
Náklady na predaný tovar	334 729	332 668	276 626	340 741
Spotreba materiálu a energie	488 514	466 342	384 202	251 198
Služby	217 045	310 543	171 374	80 893
Osobné náklady	441 234	390 013	324 313	232 712
Dane a poplatky	19 606	183 56	19 088	17 952
Odpisy	68 529	29 092	33 323	33 715
Finančné náklady	18 610	11 153	8 785	6 779
Ostatné prevádzkové náklady	18 216	34 217	58 853	42 808
Nákladové položky spolu	1 606 483	1 592 384	1 276 564	1 006 798

Pramen: vlastné spracovanie podľa VZaS OP-TIM s.r.o

Ako môžeme vidieť z tabuľky 1 počas sledovaného obdobia mala hodnota celkových nákladov klesajúcu tendenciu. Najvyššiu hodnotu náklady dosiahli na začiatku sledovaného obdobia, naopak najnižšiu hodnotu v roku 2018. Na základe údajov uvedených v tabuľke 1 môžeme konštatovať, že najväčší podiel na celkových nákladoch mali tri položky a to náklady na tovar, spotreba materiálu a energie a osobné náklady. Náklady na predaný tovar zaznamenali počas sledovaného obdobia premenlivý charakter. Spotreba materiálu a energie a osobné náklady mali klesajúci vývoj. V rámci osobných nákladov bol tento pokles spôsobený postupným znižovaním počtu zamestnancov.

Výnosy sú definované ako peňažné čiastky, ktoré podnik dosiahol zo všetkých svojich činností za určité obdobie, bez ohľadu na to, či v tomto období došlo k ich úhrade. V príspevku sú hodnotené výnosy v tabuľke 2, ktorá bola zostavená na základe skrátenej formy VZaS. Výnosy zo skrátenej verzie VZaS boli očistené o dve výnosové položky a to o aktiváciu a zmenu vnútroorganizačných zásob.

Výsledok hospodárenia vyjadruje do akej miery podnik dokázal zhodnotiť finančné prostriedky vynaložené na jeho podnikateľskú činnosť a do akej miery dokázal vstupy premeniť na výstupy a následne tieto výstupy predat' na trhu. Vývoj výsledku hospodárenia je hodnotený v tabuľke 3.

Na základe údajov uvedených v tabuľke 3 výsledok hospodárenia mal klesajúci charakter. Kladný zisk môžeme pozorovať v rokoch 2015 a 2016. Keď porovnáваме rok 2015 s rokom 2016 môžeme vidieť, že došlo k výraznému zníženiu zisku, v hodnotovom vyjadrení o 25 212 €, čo predstavovalo v percentuálnom vyjadrení zníženie o 74,33 %. V ostatných dvoch sledovaných rokoch podnik vykazuje stratu.

Tabuľka 2 ▶

Výnosové položky v €

Výnosové položky	2015	2016	2017	2018
Tržby za tovar	430 959	416 968	374 144	420 143
Tržby z predaja výrobkov a služieb	1 186 476	1 162 677	670 489	474 755
Tržby z predaja investícií a zásob	17 442	12 720	5 426	2 055
Ostatné prevádzkové výnosy	5 505	8 649	8 824	12 159
Výnosové úroky	19	76	3 441	32 596
Suma výnosov	1 640 401	1 601 090	1 062 324	941 708

Pramen: vlastné spracovanie podľa VZaS OP-TIM s.r.o.

Tabuľka 3 ▶

Výsledok hospodárenia v €

	2015	2016	2017	2018
Výnosy	1 640 401	1 601 090	1 062 324	941 708
Náklady	1 606 483	1 592 384	1 276 564	1 006 798
Výsledok hospodárenia	33 918	8 706	- 214 240	- 65 090

Pramen: vlastné spracovanie podľa VZaS OP-TIM s.r.o.

2.2 Nákladové funkcie

V nasledujúcej časti sú vypočítané, resp. určené parametre nákladových funkcií pomocou aritmetickej metódy, metódy najmenších štvorcov a regresnej a korelačnej analýzy.

Aritmetická metóda

Tabuľka 4 ▶

Vstupné údaje pre aritmetickú metódu

Obdobie	Objem produkcie	CN v €
2015	1 640 401	1 606 483
2016	1 601 090	1 592 384
2017	1 062 324	1 276 564
2018	941 708	1 006 798
Spolu	5 245 523	5 482 229

Pramen: vlastné spracovanie podľa VZaS OP-TIM s.r.o.

Pre stanovenie parametrov nákladovej funkcie aritmetickou metódou je použitý nasledovný vzťah (1):

$$VN_j = \frac{N_{MAX} - N_{MIN}}{Q_{MAX} - Q_{MIN}},$$

kde VN = variabilné náklady

$N_{MAX, MIN}$ = náklady maximálne a minimálne

$Q_{MAX, MIN}$ = objem produkcie maximálny a minimálny

Fixné náklady je vypočítaný pomocou nasledovných vzťahov (2):

$$FN = N_{MAX} - (Q_{MAX} * VN_j)$$

alebo

$$FN = N_{MIN} - (Q_{MIN} * VN_j)$$

kde FN = fixné náklady

CN = celkové náklady

Nákladová funkcia má tvar: $CN = 198\,534 + 0,85829542 \cdot Q$

Pri aplikácii aritmetickej metódy stanovenia parametrov nákladových funkcií je výška fixných nákladov 198 534 €. Výška variabilných nákladov na jednotku produkcie predstavuje 0,85829542 €.

Metóda najmenších štvorcov

Tabuľka 5

Vstupné údaje pre použitie metódy najmenších štvorcov

Obdobie	Objem produkcie	CN v €
2015	1 640 401	1 606 483
2016	1 601 090	1 592 384
2017	1 062 324	1 276 564
2018	941 708	1 006 798
Spolu	5 245 523	5 482 229

Pramen: vlastné spracovanie

Pre výpočty parametrov je potrebné si stanoviť odchylky:

$$\sigma Q = \sum Q/n = 5\,245\,523/4 = 1\,311\,380,75$$

$$\sigma N = \sum N/n = 5\,482\,229/4 = 1\,370\,557,25$$

Variabilné náklady sú vypočítané pomocou nasledovného vzťahu (3)

$$VN = \frac{\sum(Q \cdot N)}{\sum Q^2}$$

Tabuľka 6 ▶

Hodnoty pre použitie metódy najmenších štvorcov

Q' odchýlka od priemerných výkonov	N' odchýlka od priemerných nákladov	Q ² kvadrát odchýlka Q	Q' * N' súčin odchýlok
329 020,25	235 925,75	108 254 324 910,06	77 624 349 246,44
289 709,25	221 826,75	83 931 449 535,56	64 265 261 372,44
-249 056,75	-93 993,25	62 029 264 720,56	23 409 653 366,94
-369 672,75	-363 759,25	136 657 942 092,54	134 471 882 285,44
0,00	0,00	390 872 981 258,78	299 771 146 271,25

Pramen: vlastné spracovanie

Fixné náklady sú vyjadrené pomocou nasledovného vzťahu (4)

$$FN = \frac{\sum CN}{n} - \left(VN_j \cdot \frac{\sum Q}{n} \right)$$

Nákladová funkcia má tvar: $CN = 364\,824 + 0,766927264468 \cdot Q$.

Celková výška fixných nákladov za jeden rok predstavuje 364 824 €. Variabilné náklady sú na úrovni 0,766927264468 € na jednotku výkonu.

Metóda regresnej a korelačnej analýzy

Tabuľka 7 ▶

Vstupné údaje pre regresnú a korelačnú analýzu

Obdobie	Objem produkcie	CN v €
2015	1 640 401	1 606 483
2016	1 601 090	1 592 384
2017	1 062 324	1 276 564
2018	941 708	1 006 798
Spolu	5 245 523	5 482 229

Pramen: vlastné spracovanie

Výpočet variabilných nákladov bol realizovaný nasledovným spôsobom pomocou nasledovného vzťahu (5):

$$VN = \frac{(n \cdot \sum Q \cdot N - \sum Q \cdot \sum N)}{(n \cdot \sum Q^2 - (\sum Q)^2)}$$

Fixné náklady sú vypočítané dvomi spôsobmi:

1. spôsob: vzťah (6)

$$FN = \sum CN - (VN_j * \sum Q)$$

2. spôsob: vzťah (7)

$$FN = CN - (VN_j * Q)$$

Nákladová funkcia má tvar: $CN = 364\ 824 + 0,766927264481 * Q$.

Parametre nákladovej funkcie boli určené a vypočítané pomocou programu Excel. Výška variabilných nákladov stanovených prostredníctvom metódy regresnej a korelačnej analýzy je 0,7669272644681 €/jednotku výkonu. Fixné náklady sú vo výške 364 824 €.

3 Výsledky

V nasledujúcej časti príspevku sú vyhodnotené údaje, ktoré boli zistené a vypočítané v časti 2.2. Výpočty boli zamerané na stanovenie tvaru

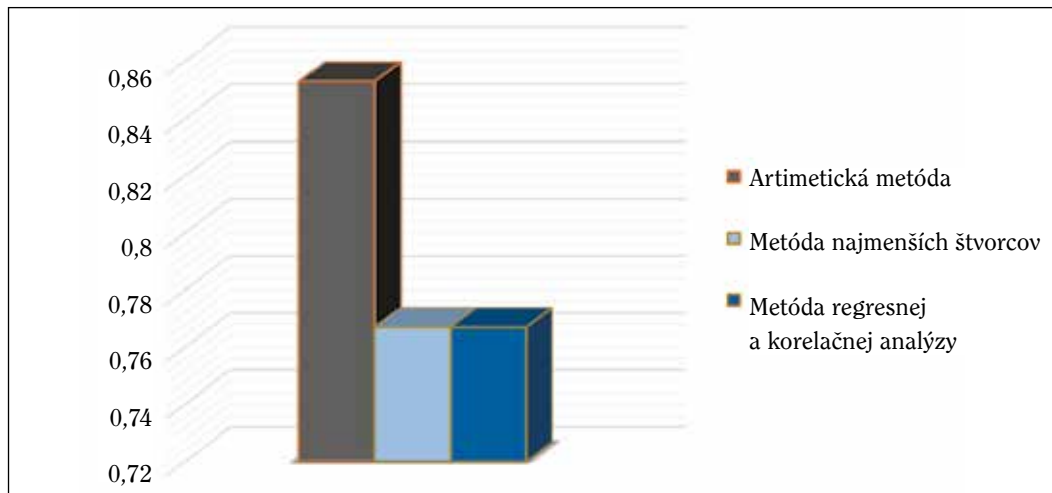
nákladových funkcií prostredníctvom metód výpočtu fixných a variabilných nákladov, ktoré sú parametrami nákladových funkcií.

Ako je možné vidieť z obrázku 1 výška fixných nákladov sa pohybuje pri aplikácii metódy najmenších štvorcov a metódy korelačnej analýzy na rovnakej hodnotovej úrovni.

Graf 1 na vertikálnej osi zobrazuje hodnoty variabilných nákladov v € na jednotku produkcie vypočítaných podľa vzťahov 1, 3, 5. Z hodnôt parametrov variabilných nákladov určených prostredníctvom vybraných metód výpočtu fixných a variabilných nákladov, je viditeľné že sa výška variabilných nákladov vypočítaných prostredníctvom metódy najmenších štvorcov a metódy korelačnej analýzy pohybovala na rovnakej hodnotovej úrovni a to 0,77 €. Svojou hodnotou sa odlišuje výška variabilných nákladov stanovených prostredníctvom aritmetickej metódy výpočtu fixných a variabilných nákladov. Táto hodnota dosiahla úroveň 0,86 €.

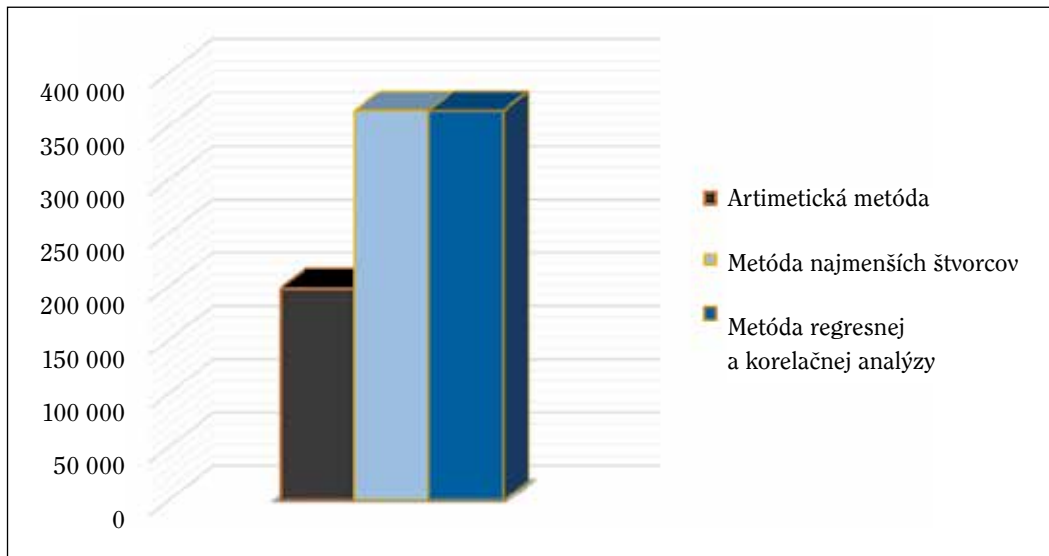
Graf 1 ▶

Vyhodnotenie variabilných nákladov jednotlivých metód



Pramen: vlastné spracovanie

Graf 2 ▶

Vyhodnotenie fixných nákladov jednotlivých metód

Pramen: vlastné spracovanie

Ako je možné vidieť z grafu 2, ktorý na vertikálnej osi prezentuje výšku fixných nákladov v €, hodnoty stanovené prostredníctvom metódy najmenších štvorcov a metódy regresnej a korelačnej analýzy sa pohybovali na rovnakej úrovni. Ich výška predstavovala približne 364 824 €. Výška fixných nákladov vypočítaných prostredníctvom aritmetickej metódy sa výrazne odlišuje od hodnoty získanej pomocou dvoch predchádzajúcich metód. Ich výška bola na úrovni 198 534 €.

Záver

Výpočty v časti 2.1 boli zamerané na stanovenie tvaru nákladových funkcií prostredníctvom metód určenia fixných a variabilných nákladov, ktoré sú parametrami nákladových funkcií. Pri

stanovení parametrov nákladových funkcií boli použité vybrané metódy a to: aritmetická metóda, metóda najmenších štvorcov a regresná a korelačná analýza.

Výrazný rozdiel medzi hodnotami fixných a variabilných nákladov bol spôsobený tým, že aritmetická metóda výpočtu fixných a variabilných nákladov vychádza z najnižších a najvyšších hodnôt objemu nákladov a produkcie, pričom neberie do úvahy stredné hodnoty. Na základe predchádzajúcich výsledkov môžeme konštatovať, že presnejšími metódami pri stanovení parametrov nákladových funkcií sú metódy najmenších štvorcov a regresnej a korelačnej analýzy. Uvedené metódy je možné aplikovať bez problémov a obmedzení v praxi. ■

LITERATURA

- CHEN, X., KOEBEL, B. M. (2017). Fixed Cost, Variable cost, Markups and Returns to Scale. *Annals of Economics and Statistics*, No. 127 (September 2017) pp. 61-94 (34 pages).No. 127 (September 2017), pp. 61-94 (34 pages)
- KUPKOVIČ, M. (1999). *Náklady podniku - komplexný pohľad na náklady*. Bratislava: Vydavateľstvo Sprint vbra, 1999, 170 s. ISBN 80-88848-50-4
- KUPKOVIČ, M. a kolektív. (1999). *Podnikové hospodárstvo - komplexný pohľad na podnik*. 4. vydanie. Bratislava: Vydavateľstvo Sprint vbra, 1999, 352 s. ISBN 80-88848-08-3
- MAJDÚCHOVÁ, H. - NEUMANNOVÁ, A. (2008). *Podniková hospodárstvo pre manažérov*. Bratislava: Vydavateľstvo IURA EDITION, 2008, 244 s. ISBN 978-80-8078-200-9
- MAJTÁN, Š. (2012). *Podnikové hospodárstvo*. Bratislava: Vydavateľstvo SPRINT 2 s. r. o., 2012, 324 s. ISBN 978-80-89393
- POPEŠKO, B. (2009). *Moderní metody řízení nákladu*. Praha: Vydavateľstvo Grada Publishing, a. s., 2009, 240 s. ISBN 978-80-247-2974-9
- SYNEK, M. a kolektív. (2002). *Podniková ekonomika*. 3. vydanie. Praha: Vydavateľstvo C. H. Beck, 2002, 479 s. ISBN 80-7179-736-7
- SÚVAHA z podniku OP-TIM, s.r.o.
- ÚČTOVNÉ VÝKAZY PODNIKU z podniku OP-TIM, spol. s r.o.
- VARIAN, H. R. (1992). *Microeconomic Analysis* (3rd ed.), Norton & Co.USA, 1992
online]. [cit. 2018-06-28]. Dostupné z WWW: https://www.jstor.org/stable/10.15609/annaeconstat2009.127.0061?abtest=true#metadata_info_tab_contents
- VARIAN, H. R. (1995). *Mikroekonomie. Moderní přístup*. Praha: VICTORIA PUBLISHING. Translation Ing. Libor Grega, 1995. 643 s. ISBN 80-85865-25-4
- VÝKAZ ZISKOV A STRÁT z podniku OP-TIM, s.r.o.

COST FUNCTIONS IN PRACTICE

Ing. Emília Balážová, PhD., Ing. et. Ing. Ján Lichý, Ph.D., doc. Mgr. Ing. Rastislav Šulek, PhD.

ABSTRACT

Objective of the paper is to show up the possibility to apply different cost functions using the practical case of the chosen enterprise. The paper is divided into two parts, the first one describes the cost development based on the production volume, and the second one analyses the functions of fixed costs, variable costs and total costs. To derive the cost functions and to calculate their parameters, the arithmetic method, the least squares method as well as the method of regression and correlation analysis were used. Based on the found results, one may state that the level of fixed costs is at the same level when the least squares method and method of correlation analysis are applied. In the case of variable costs, they reach the same level when the least squares method and method of regression and correlation analysis are applied.

KEYWORDS

fixed and variable costs, production functions.

JEL CLASSIFICATION

C290, D220, d610

Rebranding na Google Trends

Bc. Stanislav Brázda, doc. Ing. Zdeněk Linhart, CSc.

Vysoká škola ekonomie a managementu, Nárožní 2600/9a, 158 00 Praha 5 - Stodůlky
zdenek.linhart@vsem.cz

Úvod

Na trhu se stále objevují inovace. Avšak za úplatu. Duševní vlastnictví inovací je předmětem nákupu. Za účelem změny vnímání značky (rebrandingu) inovace i s firmami kupují známé značky, pokud se domnívají, že inovace si získá u zákazníků oblibu a vytlačí současné zboží, které inovaci neobsahuje.

„Home Connect“ a „Sous Vide“ jsou inovace, jejichž přijetí zákazníkem je sledováno, případně osvojováno a propagováno konkurenčními značkami za účelem odlišení se na trhu. Vlastnosti kuchyně „Home Connect“ se rozumí pomůcky k ovládní kuchyně na dálku, aby po příchodu domů bylo právě dokončeno vaření jídla. Vlastností kuchyně „Sous Vide“ se rozumí zdravé vaření ve vakuu.

Proto cílem článku je přijetí časové úspory od „Home Connect“ a zdraví od „Sous Vide“ pro úspěch rebrandingu doložit daty. Image značky XY je odvozována z četnosti vyhledávání vlastností „Home Connect“ a „Sous Vide“ na webu pomocí Google Trends ve vztahu k mediálnímu nákladu na Slovensku a v Čechách. Tento článek po uvedení současných poznatků, metod a výsledků prezentuje závěry.

1 Literární přehled a odvození hypotéz

Cílené přijetí inovace zákazníkem podle Canguilhema (2017) vzniká z činnosti, která si bere poučení ze životních zkušeností, včetně úspěchů i selhání s tím, že poznávání spočívá v hledání

jistoty prostřednictvím redukování překážek, v budování teorii přizpůsobení. Chráska (2016) definuje lidské poznání jako složitý proces, který využívá tradice, autority, priority a vědu. Výrost a Slaměník (2008) poukazují, že poznávání není uplatněno kvůli emociální odpudivosti či přitažlivosti objektu pro daného jedince. Odmítnutí poznávání je označeno jako postoj. Bez návratu od postoje k poznávání Karliček (2016) a Vysekalová (2012) upozorňují na přenos postoje marketingovou komunikací ve prospěch značky, případně k převedení postoje zákazníka od jedné značky k jiné, například reklamou. Rozsáhlá reklama podle Kotlera (2007) způsobuje navýšení cen nabízených produktů, nicméně pokud má informovat velké množství případných spotřebitelů o benefitech, odlišnostech a dostupnosti značky, je zapotřebí. Pro ovlivnění přenosu postoje k nákupu reklama zobrazuje hodnoty na hranici afektu nebo tabu, například nahotu (Dianoux, Linhart, 2010). Kotler a Keller (2013, s. 116) místo afektů efektivnost propagace antikoncepční pilulky dokládají informačním apelem zvýšení použitelného příjmu v důsledku snížení průměrné velikosti rodiny, který zvýšil její rozpočet na cestování, zboží dlouhodobé spotřeby a také luxusní produkty. V linii luxusu pokračuje i tato práce tím, že sleduje vliv zdraví a úspory času na kupní úmysl, aniž by omezovala porodnost a populaci.

Vytváření diferencí mezi produkty je významnou konkurenční výhodou pro image značky i pro firmu, která ji vlastní (Kotler, Keller, 2013).

V rámci vnímaných diferencí se zákazník cítí dobře, což mu umožňuje vnímat a využívat sebepečetí a s ním i vlastní koncepční orientaci, která může mít vliv na preference určitých typů luxusu (Eunju, Costello, Taylor, 2017). K upřesnění preferovaného typu luxusu jsou v této práci komparovány atribut zdraví na příkladě vaření ve vakuu, které je známé jako styl „sous vide“ a atribut časové úspory na příkladě vaření na dálku, které je známé jako technologie „Home Connect“. Jejich vyšší cenu zákazník vnímá jako odpovídající posunu postoje, o který se snaží, nebo chce udržet (Kotler, Keller, 2013). Cena není to jediné, co zákazník akceptuje a udělá pro obranu postoje a pozice. Dokonce sám aktivně vyhledává mezi atributy značek ty, které mají nejlepší poměr cena/postoj. Zákazník nepřijímá reklamu z médií pasivně. Sám vyhledává a k vyhodnocení nalezeného používá metriky. K posouzení četnosti vyhledávání se používají standardní ukazatele například cena za tisíc impresí (CPT nebo CPM). Tento ukazatel se používal u tištěných médií a je porovnatelný i s internetem, kde však je navíc vidět míru prokliku (CTR), což je procento návštěvníků, kteří na odkaz klikli a počkali, až se inzerovaná stránka načte (Kozel, Mynářová, Svobodová, 2011). Zákazník z nabídky již vyhledávaných klíčových slov předchozími výzkumníky odvozuje rozdíl jím hledaného luxusu od toho, co již bylo zpracováno a pojmenováno někým jiným (Tahal et al., 2017). V této práci byla kvantifikována četnost vyhledávaných klíčových slov podle hypotéz.

H1: Četnost vyhledávání názvů luxusní značka společnosti XY a „Sous Vide“ se liší.

H2: Četnost vyhledávání názvů luxusní značka společnosti XY a „Home Connect“ se liší.

Hypotézy o vlivu četnosti vyhledávání na postoj ke značce pro účely posouzení návrhů na

rebranding byly testovány s ohledem na náklad médií v Čechách a na Slovensku.

Při porovnávání relativní oblíbenosti dotazu je každý datový bod vydělen celkovým počtem dotazů v dané zeměpisné oblasti a daném období. Pokud by to takto neprobíhalo, nejvýše by se vždy umístila místa s největším objemem vyhledávání. Výsledná čísla jsou poté převedena na stupnici od nuly do 100 podle toho, jaký podíl vyhledávání příslušné téma zaujímá vzhledem ke všem vyhledáváním ve všech tématech. Pokud se v různých oblastech zobrazuje stejný zájem o vyhledávání nějakého výrazu, neznamena to, že zde bylo dosaženo shodného celkového objemu vyhledávacích dotazů. Pro co nejpřesnější výsledky vyhledávání jsou v prostředí Google Trends vyloučeny duplicitní dotazy a speciální znaky, zadané nízkým počtem uživatelů a dotazy, které v krátké době zadával stejný uživatel (Google Trends, 2019).

2 Použité metody

Náklad kampaní na propagaci v tištěných médiích po měsících byl získán od firmy, která vlastní luxusní značku XY. Ve stejných intervalech byla zjištěna četnost vyhledávaných klíčových slov značky luxusních kuchyní XY, „Sous Vide“ a „Home Connect“. Následovalo statistické zpracování dat ve dvou krocích. Nejprve bylo dvouvýběrovým t-testem s rovností rozptylů zjištěno, zda zákazníci atribut luxusu znají a vyhledávají odděleně od značky luxusní kuchyně XY. Ve druhém kroku byla použita technika uspořádání seznamu luxusních vlastností s ohledem na značku a mediální náklad podle sledovaných zemí pomocí korelací. Technika uspořádání seznamu byla použita proto, že korelace nebyly spolehlivé. Uspořádaný seznam umožňuje určit návaznosti a kontrolní body kampaně rebrandingu. Zjištěné četnosti vyhledávání klíčových

slov a mediální náklady jsou uvedeny v navazující kapitole.

3 Výsledky měření nákladu na propagaci vlastností pro rebranding

V této kapitole jsou po uvedení mediálního nákladu ověřeny hypotézy t-testem a aplikační opatření rebrandingu jsou doložena uspořádáním seznamu vlastností podle akceptovatelného luxusu.

Zjištěný mediální náklad v Čechách se výrazně lišil od mediálního nákladu na Slovensku. Tím nově vznikla otázka, zda je rozdíl oprávněný. Vliv mediálního nákladu před rebrandingem nezahrnoval odlišení a připojení nového užítku luxusu ke značce XY (Graf 1). Vznikl součtem nákladů v tištěných a online médiích.

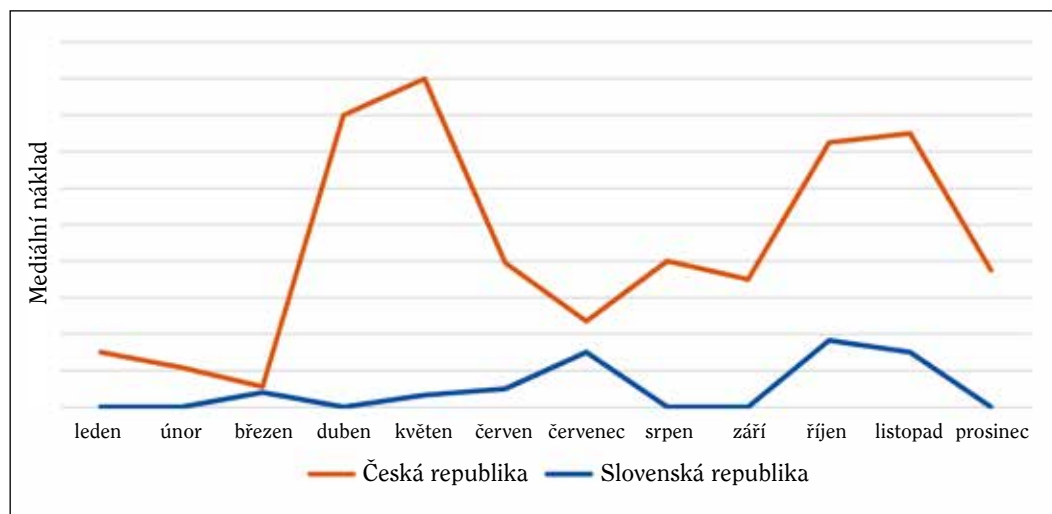
„Odlišení“ jako první krok z dvoukrokového algoritmu odlišení nového užítku a připojení k luxusní značce XY byl prokázán dvouvýběrovým t-testem s rovností rozptylů v případě porovnání

vyhledávání názvů „Home Connect“ a luxusní značky společnosti XY, kdy hodnota $p = 0,026$, tedy $p < 0,05$. Inovace „Home Connect“ je Čechům známá, na rozdíl od inovace „sous vide“, kde p-hodnota v t-testu nebyla spolehlivá ($p=0,41$). Dvou výběrový t-test pro Slovenskou republiku neprokázal spolehlivou odlišnost vyhledávání, tedy obohacitelnost luxusní značky XY testovanými vlastnostmi „Home Connect“ a „sous vide“ v rámci rebrandingu („Home Connect“ $p=0,36$; „sous vide“ $p=???$). H1 o odlišnosti vlastnosti „sous vide“ byla zamítnuta a H2 o odlišnosti vlastnosti „Home Connect“ byla potvrzena, avšak pouze v Čechách.

Uspořádáním korelací vyhledávaných vlastností „Home Connect“ a „sous vide“ bylo proto prokazováno, zda jsou již spojovány nebo jsou připojitelné k image luxusní značky XY jak v Čechách, tak na Slovensku (Tabulka 1). Připojitelnost vlastnosti „Home Connect“ v Čechách, byť nespolehlivými korelačními koeficienty,

Graf 1 ▶

Mediální náklad luxusní značky XY v roce 2018



Zdroj: interní data společnosti (2018).

Tabulka 1 ►

Korelace připojitelnosti vlastností rebrandingem v Čechách a na Slovensku

N = 12		CZ_XY	CZ_sous vide	CZ_Home Connect	CZ_media	SK_XY	SKHome_Connect	SK media
CZ_XY	Pearson Corr:	1	0,329	-0,043	0,037	-0,218	0,515	-0,495
	Sig. (2-tailed)		0,296	0,895	0,909	0,497	0,087	0,101
CZ_sous vide	Pearson Corr:	0,329	1	0,401	0,102	-0,385	-0,086	-0,128
	Sig. (2-tailed)	0,296		0,196	0,753	0,217	0,790	0,692
CZ_Home Connect	Pearson Corr:	-0,043	0,401	1	0,448	0,073	-0,010	0,431
	Sig. (2-tailed)	0,895	0,196		0,144	0,823	0,975	0,162
CZ_media	Pearson Corr:	0,037	0,102	0,448	1	-0,522	-0,326	0,110
	Sig. (2-tailed)	0,909	0,753	0,144		0,082	0,302	0,733
SK_XY	Pearson Corr:	-0,218	-0,385	0,073	-0,522	1	0,495	0,425
	Sig. (2-tailed)	0,497	0,217	0,823	0,082		0,101	0,168
SKHome_Connect	Pearson Corr:	0,515	-0,086	-0,010	-0,326	0,495	1	-0,077
	Sig. (2-tailed)	0,087	0,790	0,975	0,302	0,101		0,812
SK media	Pearson Corr:	-0,495	-0,128	0,431	0,110	0,425	-0,077	1
	Sig. (2-tailed)	0,101	0,692	0,162	0,733	0,168	0,812	
SUMA R		1,125	1,234	2,300	0,849	0,869	1,511	1,266
SUMA p		2,786	2,945	3,195	2,924	1,888	3,067	2,669

Zdroj: vlastní zpracování 2017.

vyšla nejvyšší (Suma R=2,3). Naopak, spolehlivost nejnižšího součtu p-hodnot korelace (Suma p=1,888) ukazuje na největší identitu vnímání luxusní značky XY na Slovensku.

Nejspolehlivěji vnímaná identita (suma 1,888) a nejnižší suma korelací (0,869) luxusní značky XY na Slovensku jsou zřejmě důsledkem nejnižšího nákladu médií s vyšší sumou korelací a nižší sumou p-hodnot na Slovensku, než vykazuje mediální náklad v Čechách. Proto na Slovensku není třeba v rámci rebrandingu kampaní připojovat „Home Connect“ ani „sous-vidé“, protože budou připojeny v závislosti na provedených dvou krocích „odlišení“ a „připojení“ v Čechách, obdobně jako tomu bylo u vlastnosti „Home Connect“.

4 Diskuse ke geografické přenositelnosti vlastností při rebrandingu

Tato práce zjišťovala, zda a kdy je nutné kampaní učít zákazníky odlišovat vlastnosti inovací, aby značka, která si je osvojí, vzrostl obrát. Jewell a Saenger (2014) porovnáním asociativní a disociativní komparativní reklamou prokazují homogenizaci segmentu trhu. Vliv zde zvolených vlastností na homogenizaci kampaní nekomparativními reklamami je proto třeba vyhodnotit srovnávacím výzkumem. Pro takový komparativní výzkum s asociativními a disociativními reklamami Romani et al. (2012) utřídili negativní emoce do postupové škály počínaje zlostí, nespokojeností, znelíbením, trapností, smutkem a konče obavou podle vlivu na změnu značky (F=28,64, p < 0,001), stěžování si (F=11,25, p < 0,001) a negativní WOM

($F=48,77$, $p < 0,001$). Zde naměřený vliv pozorování vyhledávání na internetu se liší od sebe sama nebo od pozorování obav, které jako hlavní motiv pro rebranding naměřili Romani et al. (2012). Využití interakcí reklam a jiných impulzů na webové stránce studovali Miralles-Pechuána et al. (2018) pomocí genetických algoritmů. Jejich algoritmus posouvá privátní sledování vlivu emocí z dotykového displeje mobilního telefonu Zualkernan, et al. (2017) na veřejné sledování zákazníka podle jeho IP adresy, například marketingovou automatizací. Z tohoto seznamu alternativních metod ke snímání reakcí trhu lze odvodit, že zde snímané vyhledávání na Google Trends není omezeno na návštěvu jedné stránky, ve srovnání s marketingovou automatizací nebo každého mobilu.

Tradiční pokrytí trhu daty z marketingového výzkumu se liší podle vybrané metody, ať je to panel domácností, omnibus nebo jiné metody. V tomto článku se však jedná o nově vnímané vlastnosti, které ještě nejsou na trhu. Behera et al. (2019) problematiku pokrytí trhu marketingovými iniciativami řeší pomocí speciálního nástroje, který nazývá „Personalized digital marketing recommender engine“. U námi použitého nástroje Google Trends se tedy jedná o nepersonalizovaný vyhledávač, ze kterého nevyplývají doporučení, protože ta jsou odvozena ze srovnávání, které bylo v metodice charakterizováno.

Závěr

Cílem bylo přijetí časové úspory od „Home Connect“ a zdraví od „Sous Vide“ pro úspěch

rebrandingu luxusní značky XY doložit daty. Přírůstek image pro luxusní značku XY na webu byl odvozován z dat mediálního nákladu na Slovensku a v Čechách a z četnosti vyhledávání a propojování vlastností „Home Connect“ a „Sous Vide“ pomocí Google Trends. Z uspořádaného seznamu korelačních koeficientů vyhledávaných odkazů vyplynulo odlišné vyhledávání vlastnosti „Home Connect“ v Čechách, nikoliv na Slovensku. Tento výsledek ukazuje, že luxusní značka XY má v Čechách konkurenta. Vyhledávání vlastnosti „Sous Vide“ nebylo spolehlivě odlišné u kuchyní ani na Slovensku ani v Čechách. To ukazuje, že ve sledovaných geografických segmentech vlastnost „Sous Vide“, byť je nabízena, ještě není předmětem konkurenčního boje. V něm je možno získat předstih uplatněním uspořádaného seznamu podle pořadí součtů korelací u sledované značky a vlastností pro rebranding (Tabulka 1).

Z důkazu odlišného vyhledávání luxusní vlastnosti „Home Connect“ a z uspořádaného seznamu vyplývá, že současná praxe nižšího mediálního nákladu na Slovensku než v Čechách s výhodou využívá pomalého pronikání. Proto vyšší mediální náklad vynaložený v Čechách na přivlastnění si nezávisle vnímané vlastnosti „Home Connect“ není nutno na Slovensku vynakládat a je možno se v propagaci zaměřit na přímé spojení vlastnosti s luxusní značkou XY. Českým zákazníkům bude v kampani nutno vysvětlit, proč je výhodné pořídit „Home Connect“ přes nákup kuchyně.

LITERATURA

BEHERA, R.K., GUNASEKARAN, A., GUPTA, A., KAMBOJ, S., BALA, P. K. Personalized digital marketing recommender engine. *Journal of Retailing and Consumer Services*, In press, corrected proof, Available online 13 April 2019

CANGUILHEM, G. *Poznávání života*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2017. Myšlení současnosti. ISBN 978-80-246-3389-3.

CHRÁSKA, M. *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. Vyd. 2. Praha: Grada, 2016. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-5326-3.

DIANOUX, C., LINHART, Z. The effectiveness of female nudity in advertising in free European countries. *International Marketing Review*, 2010. Iss: 5.

Google Trends. Oficiální webová stránka. *Google Trends* [online] 2019 [cit. 2019-01-27]. Dostupný z WWW: <https://trends.google.cz/trends/?geo=CZ>

JEWELL, R.D., SAENGER, C. Associative and dissociative comparative advertising strategies in broadening brand positioning. *Journal of Business Research*, 2014, vol. 67, no. 7, p. 1559-1566

KARLÍČEK, M. *Marketingová komunikace: jak komunikovat na našem trhu*. Vyd. 2. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5769-8.

KOTLER, P. *Moderní marketing*. Vyd. 4. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1545-2.

KOTLER, P., KELLER, K., L. *Marketing management*. Vyd.4. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4150-5.

KOZEL, R., MYNÁŘOVÁ, L., SVOBODOVÁ, H. *Moderní metody a techniky marketingového výzkumu*. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3527-6.

MIRALLES-PECHUÁNA, L., PONCEB, H., MARTINEZ - VILLASENOR, L. (2018). A novel methodology for optimizing display advertising campaigns using genetic algorithms. *Electronic Commerce Research and Applications*, vol. 27, p. 39-51

ROMANI, S., GRAPPI, S., DALLI, D. (2012). Emotions that drive consumers away from brands: Measuring negative emotions toward brands and their behavioral effects. *Intern. J. of Research in Marketing*, vol. 29, no. 55

TAHAL, R. et al. *Marketingový výzkum: Postupy, metody, trendy*. Vyd. 1. Praha : Grada, 2017. ISBN 978-80-217-0206-8.

VÝROST, J., SLAMĚNÍK, I. *Sociální psychologie*. Vyd. 2. Praha: Grada, 2008. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-1428-8.

VYSEKALOVÁ, J. *Psychologie reklamy*. Vyd. 4. Praha: Grada, 2012. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4005-8.

ZUALKERNAN, I., ALOUL, F., SHAPSOUGH, S., HESHAM, A., EL-KHORZATY, Y. (2017). Emotion recognition using mobile phones. *Computers and Electrical Engineering*, vol. 60, p. 1–13.

USE OF GOOGLE TRENDS FOR REBRANDING

Bc. Stanislav Brázda, doc. Ing. Zdeněk Linhart, CSc.

ABSTRACT

Rebranding is retaining market share of brand especially in strongly innovative business environment. Therefore, impact of two innovative attributes of “Home Connect and “sous vide” was observed to minimize costs of media and maximize luxury brand of kitchens. It was found that geographical markets differentiate brands and innovative attributes differently. It offers opportunity to save costs of media at those markets, where innovative attribute is not subject of competitive fights. Therefore, it was recommended to promote luxury brand of kitchens as carrier of “Home Connect” properties of household in country where difference between intensity of searches of luxury brand of kitchens XY was not significant. Inversely, in country with significant difference between “Home Connect” and XY brand was recommended to explain advantages of upgrade of household on “Home Connect” trough kitchen. General message from this article is that early association of brand with innovative attributes saves costs of media. This option is still opened for attribute of “sous vide”.

KEYWORDS

Rebranding, Google Trends, exclusive brand, rebranding properties, campaign costs

JEL CLASSIFICATION

M37

University a umělá inteligence*

Doc. RNDr. Jan Coufal, CSc., Mgr. Ing. Julie Šmejkalová, Mgr. Ing. Jiří Tobíšek

Vysoká škola ekonomie a managementu, Nárožní 2600/9a, 158 00 Praha 5 - Stodůlky
jan.n.coufal@seznam.cz, julie.smejkalová@vsem.cz, jiri.tobisek@vsem.cz

Úvod

Vědecký duch, kterým bylo prodchnuto myšlení raných Řeků, od 2. století našeho letopočtu nedokázal uspokojit lidské potřeby. Řecká mystéria se orientalizovala. Římský starověký svět se v mnoha směrech podobal dnešnímu. Důvěra v získávání vědění racionální cestou mizí. Jednotlivé nauky propadaly iracionalismu podporovanému orientálními vlivy – astronomie ustupuje astrologii, vzdělanci jí byli silně zaujati (i dnes stále větší počet vzdělaných lidí je jí zaujat), v lékařství i jinde vzrůstal zájem o magii. Byla to doba, která si libovala (podobně jako současnost) v proroctvích, apokalypsách, románech místo ve vážných filosofických traktátech, ve sbírkách klepů a ne ve vážných historických dílech. Rostla víra v čarodějnictví, léčitelství, věštění, kouzla a talismany, ve vývoj člověka prostřednictvím meditace a změny stavu vědomí. Se stejnou vírou se dnes setkáváme u těch, kteří hovoří o příchodu věku Vodnáře. Můžeme najít paralely mezi dnešním spiritualismem a tehdejší klasickou teurgii.

Pro podobnost skomírajícího helénství se současností a vzhledem k tomu, že se neustále opakují diskuse o současném vzdělávání v různých věkových stupních a že je neustále se zvyšující role informatiky v životě i ve školách, je nutné se těmito problémy výuky zabývat. Jak se

vyrovnat s těmito problémy? Na konci středověku se základní nezbytností, která se nejprve projevila v Itálii, se stalo účetnictví. Proti úsilí, na které byly v té době zaměřeny církve a rytířstvo, se začaly prosazovat požadavky kvantity, které se stávaly stále nebezpečnějším soupeřem, až nabyly vrchu s „vědeckou“ kulturou 19. století. Podobně na konci 20. a na začátku 21. století s velkým nástupem informačních technologií nabývá téměř neomezenou moc syntax nad sémantikou. Dlužno uvést, že cesta bez překážek určitě nikam nevede, jde jistě o slepou komunikaci. Navíc přinese umělá inteligence, je pro člověka současnosti děsivé, protože si to neumí představit.

Článek navazuje prvky e-learningu uvedené na internetových stránkách Matematika VŠEM (2018) a reprezentované v příspěvcích Coufal, Tobíšek (2014, 2015 a 2017), Coufal, Šmejkalová, Tobíšek (2016, 2017 a 2017a), ve kterých je mj. popsáno řešení projektu podporovaného grantem Operačního programu Praha adaptabilita s finanční podporou Evropského sociálního fondu pro projekt *Popularizace matematiky a podpora přechodu středoškolských studentů na vysoké školy technického směru* (zkrácený název: *Matematika VŠEM*, registrační číslo: CZ.2.17/3.1.00/36239), výzkumného projektu *Matematika VŠEM – Lineární algebra* registro-

* Článek je zpracován jako jeden z výstupů výzkumného projektu Matematika VŠEM – Diferenciální počet registrovaného v rámci Systému grantů CES VŠEM pod registračním číslem GCES1017.

vaného v rámci Systému grantů CES VŠEM pod registračním číslem GCES0916 (řešený od 1. září 2016 do 31. srpna 2017) a projektu *Matematika VŠEM – Diferenciální počet* registrovaného v rámci Systému grantů CES VŠEM pod registračním číslem GCES1017 (je řešený od 1. září 2017 do 31. srpna 2019).

Chování pedagoga někdy připomíná průzkumníka v lese, který hledá pramen či vzácný druh rostliny. Bez umdlení využívá postranní cestičky. Někdy se stane zázrak. Vydal se za rostlinou, objevuje potůček, ve kterém se blyští valounky zlata.

Použití e-learningu ve výuce i ve výše uvedených výzkumných projektech vede k úvahám o umělé inteligenci a její roli v budoucnosti, tudíž jsou v článku uvedeny možnosti umělé inteligence i ve vztahu ke vzdělávání na různých úrovních, dále jsou také zmíněna i možná negativa při vyšším podílu syntaxe vzhledem k sémantice.

Poslední období druhé poloviny druhého tisíciletí našeho letopočtu je uzlovým bodem vývoje lidstva aktivní využití elektřiny. Ta umožňuje přenos energie, údajů a informací, zajišťuje pohon (a tím také pohyb), dává světlo. Dalším klíčovým bodem je vznik širokého oboru zvaného informatika ve 20. století, jeho rychlý a stále se urychlující vývoj do současnosti. Ta rozvojem svých parametrů (rychlost, paměť, vývoj sítí, programové vybavení) umožňuje dosažení nových úrovní v modelování, řízení, uchovávání údajů, výběr informací z údajů, užití informací a jejich uchovávání. Svě místo zde má umělá inteligence, znalostní databáze. Lze sledovat pokrok ve schématu model a odhad parametrů. Je známo, že úkolem statistiky je ukázat svět takový, jaký je. Je hlubokým omylem některých lidí myslet si, že statistika a informatika jedno jsou, jenže je to tak, že jsou vedle sebe. Úlohou statistiky je

z velkého množství údajů dostat informace pro podporu rozhodování. Statistika bývá na počátku aplikace většiny exaktních metod v různých vědách.

Informatika modeluje svět, který představuje množinu objektů, množinu vztahů či vazeb mezi objekty. Je otázkou, zda základ vztahů stavby světa jsou deterministické vazby (otázkou je odhad funkce, jejich parametrů a vývoj změn), nebo základní relace jsou sice deterministické, ale svět je tak složitý, že se ukazují jako stochastické (otázkou je nalézt rozdělení vazeb, odhad jejich parametrů a vývoj změn), či jsou stochastické ve své podstatě (otázkou je, jaká jsou vstupní rozdělení a jejich parametry, odhad parametrů a jejich změn ve vývoji). Proces poznání je konzistentní, konverguje k poznání objektivního stavu a vývoje. Je tento výrok univerzálně pravdivý nebo ve vývoji může být divergence?

Článek se zabývá hlavně názory

a) britského matematika a počítačového teoretika Alana Turinga (1912–1954), který mj. zásadním způsobem náš dnešní pohled na informatiku, věnoval se tématu umělé inteligence a učících se systémů, byl zastáncem mechanistické teze, která v podstatě praví, že lidský mozek je možné modelovat počítačem (tj. lze vytvořit „umělou inteligenci“ v pravém smyslu slova); když měl Alan nastoupit na střední školu Sherborne, ochromila Británii devítidenní všeobecná stávková, a tak Alan vzal kolo a během dvou dnů dojel do školy, která byla vzdálena asi 100 km, na střední škole se seznámil s Christopherem Morcomem, bavili se spolu o vědeckých novinkách a prováděli vlastní pokusy, Morcomova smrt v roce 1930 Alana těžce zasáhla, v letech 1931 až 1934 studoval Turing na King's College v Cambridge a v roce 1935 zde byl zvolen členem (fellow) univerzitní koleje na základě své

disertace o centrální limitní větě, v letech 1937 a 1938 studoval na univerzitě v Princetonu pod vedením Alonzo Churcha a získal zde doktorát, za druhé světové války byl Turing jedním z nejdůležitějších vědců, kteří v Bletchley Parku luštili německé tajné kódy šifrované především strojem Enigma, Turingův osobní život byl spíše nešťastný a je dodnes zkoumán mnohými životopisci, byl značně podivínský, nadto praktikující homosexuál, v r. 1954 zemřel na otravu kyanidem draselným, tím mělo být napuštěno jablko, ze kterého trochu snědl;

- b) britského filosofa rakouského původu Ludwiga Wittgensteina¹ (1889–1951), který se stal jednou z nevlivnějších osobností britské filosofie druhé čtvrtiny 20. století a vytvořil dva původní a vlivné systémy filosofického myšlení – logické teorie a později filosofii jazyka; ve svém díle se mj. zabýval filosofií matematiky a odvážil se napadnout základy, na kterých Turing svou cestu k umělé inteligenci založil, nesouhlasil s tím, že stroj se může učit (mít jisté kognitivní vlastnosti) a v praxi smyslu počítat.

1 Churchova a Turingova teze

Pro vyjádření a sdělení myšlenek si lidstvo vytvořilo geniální prostředek – živou řeč a její písemnou podobu. V různých oblastech lidské činnosti tak vznikají vlastní jazyky, účelně přizpůsobené přesnému, výstižnému a krátkému vyjádření myšlenek, specifických pro příslušný obor lidské činnosti. Vždyť nejen současná matematika, ale také vznik a vývoj počítačů by nebyly myslitelné bez určité kultury myšlení. Tato kultura se vyvíjela a pěstovala dlouho před vznikem prvního počítače. Ve vědě je jasnost a přesnost formula-

cí bytostně důležitá. Jazyk vědy nesmí obsahovat žádné nepřesnosti nebo dovolit dvojí výklad. Určitá symbolika umožňuje zjednodušit zápis informací, zpřehlednit jej a vhodně přizpůsobit dalšímu zpracování.

Entscheidungsproblem (německý výraz pro *rozhodovací problém*) je úloha, kterou poprvé předložil německý matematik David Hilbert (Hilbert, Ackermann, 1928). V ní jde o to, zda existuje efektivní postup (tj. algoritmus), který umí rozhodnout, je-li libovolné matematické tvrzení v daném formálním jazyce pravdivé nebo nepravdivé.

Jeden z nejvýznamnějších logiků všech dob brněnský rodák Kurt Gödel (1931) publikoval zásadní objev – dvě věty o neúplnosti axiomatických formálních systémů, které obsahují elementární aritmetiku s přirozenými čísly. Prostřednictvím těchto vět ukázal, že není možné navrhnout soubor axiomů, které by byly dostačující pro zodpovězení každé otázky, kterou lze klást a formulovat uvnitř formálního systému obsahujícího elementární aritmetiku. Tedy Gödel dokázal, že Entscheidungsproblem není řešitelný. Tyto věty ukončily více než padesátileté úsilí logiků a matematiků úplně formalizovat matematiku, ale ovlivnily i vědecké a filosofické myšlení druhé poloviny 20. a počátku 21. století. K důkazu vět Gödel rozšířil nebo objevil několik matematických postupů či technik. Např. unikátní kódovací systém dnes nazývaný Gödelovým číslováním, které umožňuje jednoznačný převod mezi formulami a čísly. Kódování spolu se zavedením částečně rekurzivních funkcí „převádí logiku na aritmetiku“ a některé části Gödelova důkazu připomínají to, čemu dnes říkáme programovací jazyk počítačů. Právě Gödel (1931, 1934) a Herbrand (1932) položili základy pro

¹ Ludwigova matka, Leopoldina, je známá Poldí z názvu a emblému kladenských železáren (Hut' Poldi).

částečně rekurzivní funkce, které se dnes považují za jeden z matematických ekvivalentů pojmu algoritmus.

Algoritmus je přesný návod či postup, kterým lze vyřešit daný typ úlohy. Tento pojem se nejčastěji objevuje při programování, kdy se jím myslí teoretický princip řešení problému. Obecně se ale algoritmus může objevit v jakémkoli jiném vědeckém odvětví. Jako jistý druh algoritmu se může chápat i např. kuchařský recept. V užším smyslu se slovem algoritmus rozumí takové postupy, které splňují některé silnější požadavky: *Algoritmus je přesný předpis, podle kterého máme vykonat v určitém pořadí konečný počet elementárních operací, které vedou k řešení každé úlohy či každého problému daného typu.* Tuto formulaci lze nazvat filosofickou definicí pojmu algoritmus.

Church (1936) vytvořil λ -calculus pro výpočet hodnot funkcí z třídy zobrazení, jejichž definiční obor i obor hodnot jsou podmnožiny množiny všech přirozených čísel. Tyto funkce nazval λ -definovatelnými. Church (1936) formuloval tezi (dnes nazývanou Churchovou), ve které se snažil formálním způsobem definovat, co je efektivně vyčíslitelná funkce nad množinou přirozených čísel, tj. funkce, jejíž všechny funkční hodnoty lze vypočítat:

Definujeme pojem efektivně vyčíslitelné funkce tak, že jej ztotožníme s pojmem λ -definovatelná funkce.

Churchův tehdejší doktorand Kleene (1936) dokázal, že λ -definovatelné funkce jsou ekvivalentní s částečně rekurzivními funkcemi, proto se Churchova teze formuluje takto:

Definujeme pojem efektivně vyčíslitelné funkce tak, že jej ztotožníme s pojmem částečně rekurzivní funkce.

Tato teze není tvrzení, které by bylo třeba dokázat nebo vyvrátit, ale jde o definici. Kdyby se

objevila funkce, která není částečně rekurzivní, tak z Churchovy teze vyplývá, že nemůže být považována za efektivně vyčíslitelnou. Slovo *nemůže* označuje logickou nemožnost, tudíž jde spíše o pravidlo, které diktuje formu vyjadřování, než o tvrzení. Pojem efektivně vyčíslitelné funkce nebyl předtím nijak definován, pouze snad jako postup, který nepřesahuje naše lidské výpočetní schopnosti. Je velmi neuspokojivé definovat efektivně vyčíslitelné funkce jako nějakou třídu funkcí, aniž by se ukázalo, že „všeobecně přijímané vlastnosti“ efektivní vyčíslitelnosti musejí vést k této třídě (Church, 1936a).

Několik měsíců po Churchovi Turing (1936, 1937) vyšel z Hilbertova předpokladu (Hilbert, Ackermann, 1928), že všechny funkce, které může člověk vypočítat, jsou efektivně vyčíslitelné, a vytvořil abstraktní logický výpočetní stroj LCM (z angl. logical computing machines), který Church (1937) nazval Turingovým strojem, toto pojmenování se používá dodnes. Podle Turinga (1936) člověka, který provádí výpočet reálného čísla, lze přirovnat ke stroji, který je schopen se nacházet v jednom z konečně mnoha vnitřních stavů. Tento stroj má pásku, která je rozdělena na jednotlivé buňky, z nichž každá obsahuje nějaký znak (připouští se i prázdné znaky), která prochází čtecí a zapisovací hlavou. Chování počtáře je v kterémkoli okamžiku dáno symboly, na které se dívá, a jeho „stavem myslí“; každý takový úkon se skládá z nějaké změny fyzického systému sestávajícího z počtáře a jeho pásky. Tyto jednoduché úkony musí být: změna symbolu a změna pozornosti počtáře z jednoho místa na pásce na jiné místo v sousedství. Úkon, který bude proveden, je určen stavem myslí počtáře a sledovanými symboly. Nyní lze sestavit stroj, který bude provádět práci počtáře. Každému stavu myslí počtáře odpovídá vnitřní stav stroje atd.

Všechny efektivně vyčíslitelné funkce (neboli algoritmy) mohou být binárně zakódovány a tyto binárně zakódované jsou vyčíslitelné Turingovým strojem. Turing (1936) formuloval tezi, dnes nazývanou Turingovou:

Všechny efektivně vyčíslitelné funkce jsou vyčíslitelné Turingovým strojem.

Turing (1937a) dokázal, že funkce vyčíslitelné Turingovým strojem jsou ekvivalentní s λ -definovatelnými funkcemi, tudíž i částečně rekurzivními funkcemi, proto můžeme sloučit Churchovu a Turingovu tezi do Churchovy-Turingovy teze:

Ke každému algoritmu existuje ekvivalentní Turingův stroj (resp. částečně rekurzivní funkce).

Jak bylo uvedeno: protože pojem algoritmus je definován pouze filosofickou definicí, nemůže být tato teze nikdy dokázána, lze ji ale vyvrátit, podaří-li se sestavit stroj, který bude umět řešit problémy, které Turingův stroj řešit neumí. Turing objasnil neurčitý pojem „počítat“ vyjádřením zpracovávat Turingovým strojem. V tomto případě už nejde o matematiku, ale jde o filosofii, přesněji o epistemologii, tj. nauku o hranicích a možnostech poznání. Turing (1936, 1937) došel ke sňatku matematiky (přechodové funkce, nerozhodnutelné problémy, různě složité a komplikované funkce) a filosofie. Dokázal, že lze částečně rekurzivní funkce implementovat mechanickým logickým strojem.

2 Mechanistická teze

Lze proces lidského myšlení simulovat strojem? Po své přelomové práci Turing (1936, 1937, 1937a) se přestal zabývat rekurzivními funkcemi a začal odkrývat základy umělé inteligence, kde mu otevřela cestu Turingova teze. Snažil se ukázat, i když je stroj zcela nevědomý a mechanický, tupě se řídí pravidly, tudíž v něm není intelligen-

ce (bereme-li vytváření inteligence hrubou silou), přechodem k „učícím se“ programům se dostáváme k „inteligentním“ strojům. Důležité je, že u těchto strojů je nutné jednotlivé instrukce provádět mechanicky, aniž by jim stroj „rozuměl“. Inteligence se spíše vytváří celkovou složitostí takových programů složených z elementárních pravidel. Je nutné uvést, že v okamžiku, kdy se do stroje vloží instrukce, nelze předvídat postup řešení problému, stroj se chová jako žák, který se od svého učitele mnohému naučil, ale i vlastní pílí k tomu další vědomosti přidal. Z toho je nutné uznat, že stroj jeví známky inteligence. Pokud je stroj schopen měnit svůj vlastní program (např. podle heuristických metod, které rozšiřují bázi znalostí nebo množinu používaných pravidel), může se zvyšovat počet i složitost problémů, které je schopen řešit.

Prvním důvodem, proč Turing (1936, 1937) definuje svůj stroj, je to, aby definice obsahovala všechno, čeho je schopen člověk pracující jako počítač. Důležitějším důvodem je rozhodovací problém (Entscheidungsproblem). Co má společného rozhodovací problém s umělou inteligencí? Bez něj by člověk stál tvář v tvář zoufalé determinismu programů pro Turingův stroj (Turing, 1948). Jak by se mohl stroj chovat inteligentně, kdyby postupoval krok za krokem po vyznačené cestě až na její konec? Z rozhodovacího problému vyplývá: i když je Turingův stroj řízen pravidly, zdaleka to neznamená, že víme, jakým způsobem ukončí svou činnost. Celý princip učících se programů spočívá v tom, že nemůžeme předpovědět, jak se bude jejich činnost vyvíjet. Rozhodovací problém ukazuje, že umělá inteligence neexistuje jen v oblasti fantastických představ.

Wittgenstein (1978) klade otázku: Dá se říci, že počítač stroj *počítá*? Lze si představit, že počítač stroj vznikl náhodou, pak jej někdo objevil

a náhodně na něm stiskl několik tlačítek (nebo lépe, že přes něj přeběhlo zvíře a o tlačítka zavádilo). Stroj díky tomu spočítal, kolik je . Pro matematiku je nezbytné, aby se její symboly používaly v průběhu celého výpočtu. Význam symbolů teprve použitím mimo matematiku mění hru se symboly v matematiku. Když se změní v místnosti postavení židlí z jednoho na druhé, nejde tuto změnu nazvat logickou inferencí, nemají-li obě postavení židlí žádnou lingvistickou funkci kromě samotné změny postavení (Wittgenstein, 1978). Matematický koncept realizace výpočtu (ve srovnání s empirickým konceptem výpočtu) nelze oddělit od normativnosti matematiky. Lze si představit, že počítačí stroje se normálně vyskytují v přírodě, ale lidé nejsou schopni je rozbít, aby nahlédli dovnitř. Lze říci, že je tito lidé používají podobným způsobem, jakým ostatní počítají, ačkoli netuší nic o principu jejich práce. Díky tomu např. předvídají různé děje, ale manipulace se stroji je pro ně experimentováním.

Těmto lidem chybějí matematické koncepty, které mají ostatní lidé. Čím je nahrazují? Lze si představit mechanismus, jehož pohyb se chápe jako geometrický (nebo pohybový) důkaz. Když někdo otáčí volantem, jistojistě by o něm nikdo neřekl, že něco dokazuje. Nestačí jen vymyslet pravidlo, podle kterého je otáčení volantem matematický důkaz. I kdyby člověk našel nějaké pravidlo, kterému daná činnost vyhovuje, nemusí to znamenat, že se daný objekt tímto pravidlem řídí. Jde o stejný případ, když někdo experimentálním způsobem vytváří a mění uspořádání symbolů, přestože by se výsledky jeho činnosti daly chápat jako důkaz. Matematika je naopak normativní. Důkaz vede k tvrzení: „Toto *musí* platit.“ Matematický důkaz odhaluje *pravidla matematické gramatiky*. Nelze zapomenout, že matematika přesvědčuje o gramatických tvrzeních, tudíž výrazem toho, že je důkaz přijat, je

ochota přijmout pravidla. Důkaz je součástí gramatiky, která definuje už samotnou hypotézu. Důkaz mění gramatiku jazyka i jeho vnímání. Vytváří nová spojení a dodává jim potřebné základy (Wittgenstein, 1976).

3 Turingův test

Turingův test (Turing, 1950) je pokus, který má za cíl prověřit, jestli se nějaký systém umělé inteligence opravdu chová inteligentně. Jelikož inteligence je pojem, který lze jen těžko definovat, tím hůře testovat, používá Turingův test porovnání s člověkem. Výsledek Turingova testu by mohl ovlivnit náš pohled na vědomí strojů, lidské vnímání i podstatu inteligence, stále je proto významným tématem ve filosofii umělé inteligence. Turingův test probíhá tak, že do oddělených místností umístíme jednak testujícího, jednak předmět zkoumání (např. počítač s příslušným programem) a nějakého dalšího člověka. Testující poté klade otázky v přirozené řeči a předává je do druhé místnosti, kde je zodpoví buď počítač, nebo člověk (což se rozhodne náhodně). Odpovědi jsou zaslány zpět testujícímu (samozřejmě v nějaké neutrální podobě, např. vytištěné na papíře). Pokud testující nedokáže rozpoznat, zda komunikuje se strojem, či s člověkem, pak tato umělá inteligence splňuje Turingův test. Ten byl dlouho považován za základní měřítko schopností uměle inteligentní entity, avšak zdaleka nepokrývá všechny aspekty, které jsou od inteligentních entit očekávány.

Matematika je postavená na řízení se pravidly, stejně jako koncept počítání či realizace výpočtu. Otázka zní: Za jakých okolností lze říci o člověku (nebo o nějaké opici), že počítá (nebo, že se opice sama od sebe řídí nějakým pravidlem)? Wang (1974) uvádí příklad: Šimpanz načrtne na zem obraz „@ -“ a druhý potom vedle do písku „@ - @ - @ - @ - @ -“. Nedá se říci

ani to, že první stanovil pravidlo, ani to, že druhý pravidlo aplikoval, byť se v jejich mysli odehrávalo cokoli. Kdyby se dalo pozorovat to, že např. jeden druhému cosi vysvětluje, něco mu předvádí a druhý ho napodobuje, pokud provádí úspěšné nebo neúspěšné pokusy, je odměněn nebo potrestán; kdyby ten druhý, který byl k tomu vycvičen, vytrvale kreslil sérii vzorů, které nikdy předtím neviděl (jako v uvedeném příkladu), potom lze říci, že první šimpanz zapisoval pravidla a druhý se jimi řídil. Ačkoli je koncept aplikace pravidel neodmyslitelně spojen s pravidelností, nejde pouze o pravidelnost ... (Wittgenstein, 1978) Řekne-li se, že se někdo řídí pravidlem, musí být schopen dané pravidlo třeba vyučovat, vysvětlit nebo uvést jako důvod svého chování. Když se žák ve škole učí Pythagorovu větu, může a nemusí pochopit, o co jde. Lze si představit, že se pro úspěch v testu naučí nazpaměť potřebný vzoreček a запиše správné výsledky, aniž by tušil, o co vlastně v Pythagorově větě jde (Wang, 1974).

Tento nedostatek Turingova testu také ilustruje argument čínského pokoje (Weiss, 1990). Jde o myšlenkový experiment, jehož cílem je ukázat, že samotná schopnost smysluplně odpovídat na položené otázky (hlavní princip Turingova testu) není dostatečná pro prokázání schopnosti porozumění, což je to nejdůležitější, co očekáváme od tzv. silné umělé inteligence. V tomto pokusu si představíme uzavřenou místnost, naplněnou velkým množstvím čínských textů, ve kterých se hypoteticky nalézá každá smysluplná věta tohoto jazyka. Do takového pokoje umístíme člověka, který čínštinu neovládá, ale má znalost, kde případně najít na základě předaného textu odpověď. Tomuto člověku budeme písemně dávat

otázky (jako v Turingově testu), ten je teoreticky schopen v této knihovně najít dostatek materiálu na to, aby našel výskyt dodané otázky a prostým opsáním části kontextu vytvořil smysluplnou odpověď, kterou pošle ven. Vnější tazatel by se mohl domnívat, že člověk uvnitř pokoje čínštině bez problému rozumí, přestože ve skutečnosti tomu tak není, člověk uvnitř pouze mechanicky pracuje se symboly, které jsou pro něj neznámé, takže by jeho práci mohl zastat i zcela nemyslicí stroj².

V letech 1964 až 1966 německo-americký profesor Joseph Weizenbaum (1966) napsal poměrně jednoduchý program ELIZA, jehož název odvodil podle naivní dívky Eliza Doolittlová, která je v komedii G. B. Shaw (1918). Program zpracovával vstup od uživatele psaný přirozeným jazykem a napodoboval rozhovor psychologa s pacientem. Přestože program pouze vybíral klíčová slova z uživatelských odpovědí a z nich tvořil další otázky, mnoho uživatelů podleho dojmů, že program přemýšlí, nebo že jim odpovídá člověk. Tj. ELIZA Turingův test částečně splnila, byť nešlo o inteligentní entitu, ale o relativně jednoduchý program, který upravoval věty zadané uživatelem a výsledek používal jako svoje reakce. Podobné programy jsou dnes známy jako chatboty nebo chatterboty. Tím se i prakticky ukázalo, že zdánlivě inteligentní komunikace je schopen i zcela neinteligentní program. Weizenbaum (1993) byl šokován, že jeho program lidé (dokonce i psychoterapeuti) berou vážně a v sedmdesátých letech se začal zabývat dopady informatiky a umělé inteligence na společnost více filosoficky, kritizoval přílišný optimismus ohledně moderních technologií a zdůrazňoval, že rozhodovací pravomoc musí vždy zůstat člo-

² *Ve skutečnosti by samozřejmě byla knihovna textů obrovská, takže by člověk takovouto činnost provádět nemohl, ale princip argumentu platí, zvláště proto, že je obvykle aplikován na počítačové systémy umělé inteligence.*

věku. Pro své kritické názory byl někdy nazýván disidentem nebo kacířem informatiky.

Wittgenstein (1978) uvádí, pokud se hovoří o aplikaci pravidel, chování objektu musí být chápáno jako normativní. Počítání je součástí množiny normativních konceptů, ale Turingovy stroje nikoli. *Pouhé produkování správných výsledků nestačí k tomu, aby se mohlo říci, že někdo něco počítá.* Turing (1950) namítá, že v jeho testu jde o to, že úkolem stroje je produkovat stejné výstupy, jaké lze očekávat od člověka. Události, které se odehrávají někde „za plentou“, nejsou podstatné, protože jde-li o to, jak se dospěje ke správnému výsledku, tak podle Turinga (1936, 1937) jde o dvě věci:

- a) první z nich je konečná posloupnost duševních stavů počtáře nebo fyzických vnitřních stavů stroje,
- b) druhá zahrnuje popis algoritmu či programu, který byl použit k výpočtu.

4 Syntax a sémantika

Syntax určuje, jaké konečné posloupnosti symbolů jsou správné výrazy a sémantika hovoří o významu, který mají tyto výrazy.

Stroj provádí výpočet mechanickým způsobem. Program, který se do něj vloží, obsahuje jednotlivá elementární pravidla, kterými se výpočet řídí (každé pravidlo je součástí standardního postupu výpočtu). Každé z těchto pravidel je natolik jednoduché, že fakticky nemá žádný kognitivní význam nebo obsah. Aby ho stroj realizoval, nemusí se snažit jej nejprve „pochopit“. Takové pravidlo je tak elementární, že jej může aplikovat čistě mechanicky. To směřuje k tomu (Knuth, 1977), že „algoritmus“ by se dal definovat jako množina pravidel nebo pokynů vedoucích k získání požadovaného výstupu z daného vstupu. Algoritmus se vyznačuje tím, že všechny nejasnosti musí být vyloučeny, pravidla musí popisovat

operace, které jsou tak jednoduché a dobře definované, že je může vykonávat i stroj. V tomto vyjádření pojmu algoritmus se zdá být nevhodná formulace *pravidla popisují operace*, protože pravidlo se vyznačuje tím, že nic nepopisuje, ale určuje způsob použití nějakých konceptů. Na straně druhé jednotlivé kroky Turingova stroje se chovají jako popisy operací, to nemusí vést k mechanické tezi, ale k zamyšlení o tom, zda se mohou nazývat jednoduchými pravidly. Knuth (1977) popisuje algoritmy jako zvláštní třídu funkcí (protože zobrazují vstup na výstup), přičemž přidává dva požadavky – algoritmus se dá specifikovat jako soubor pravidel a tato pravidla mají zhruba stejnou (triviální) složitost. Turingův stroj se právě takovými pravidly řídí. Turing (1948) předpokládá, že pro umělou inteligenci je třeba zkonstruovat stroj, který se učí tím, že pochopí nějaká pravidla, která ve své činnosti používá. Chápání může být vybudováno na zvládnutí „syntaktických instrukcí“, kterými se řídí jak člověk, tak i stroj, přičemž se řídí jednotlivými „bezobsažnými podpravidly“ čtením, tiskem a mazáním symbolů na pásce. Jsou bezobsažná, protože je provádí zařízení bez jakékoli inteligence a schopnosti zpracovávat informace v něm obsažené, ale současně jde o podpravidla, aby se jimi mohl řídit. Stroj realizuje dedukci, která je zcela mechanická.

Wittgenstein (1978) uvádí, že jde o slučování dvou neslučitelných věcí: logické inference a manipulace se symboly. Porovnáním tvaru nebo velikosti bezobsažných symbolů nelze prohlásit, že nějaký symbol vyplývá z jiného. Pochopit, že p implikuje q , znamená vědět, jaký je konceptuální mezi obsahem p a q ; rozumět tomu, že *vyplývá z p* . Když někdo na počítacím stroji zmáčkne tlačítka 25 a 20 někde se objeví 500, nedá se říci, že tento stroj něco spočítal, pouze manipuluje se znaky, pokud jim

nepřičítáme sémantický význam, půjde pouze o syntaktickou hru. Jednoduchost pravidla nelze plést s otázkou jeho sémantického obsahu. Jediný způsob, jak odstranit normativu, kterou by měl stroj pochopit, je definovat pravidla jako popis akce, která se má odehrát v mysli počítače. Tím se ztrácí matematika, která je přísně nekauzální. Matematika spojuje tvrzení na základě asociací a pevně daných pravidel, ne akcí, příčin a následků. Lze nějaká matematická pravidla zakódovat do operací a zkonstruovat stroj, který bude tyto operace tupě provádět. Nemůže se učit nic o matematice, protože pracuje pouze se znaky, které ztratily svou původní sémantiku. Výsledek může být správný, ale nelze dokázat, že je správný, protože postup, který k němu vedl, byl mechanický a ne matematický. Pokud by si pravidla svou sémantiku uchovala, je nutné, aby se jimi řídil někdo, kdo je schopen jejich skutečný obsah pochopit. Turingův stroj počítá tak, že ony základní instrukce nevyžadují ani žádné kognitivní schopnosti, ani žádnou inteligenci.

5 University v nejbližší budoucnosti

Jakou cenu má vysoká škola v době, která pokládá za nejdůležitější podnikatelství, která směřuje k okamžitým ziskům a pro kterou je nejdůležitější teď, dnes a život v senzacích? V čem spočívá vlastní úkol vysokých škol? Otázka, která se klade od Sókrata k Augustinovi, od Augustina k Leibnizovi, od Leibnize k Bolzanovi, od Bolzana k Weyrovi, od Weyra k Jarníkovi a od Jarníka až k posledním nařízením ministerstva školství v Praze. Existuje ještě jedna cesta vývoje vysokých škol od egyptských písařů ze 4. tisíciletí p. n. l. přes Pýthagora, Eukleida, Archiméda a Ptolemaia, přes středověké gramatiky a logiky až k podnikům produkujícím software a k laboratorům v Silicon Valley. Např. atomová energie, po-

žehnutí i prokletí zároveň, je čistočistý produkt vysoké školy, koncipovaný a zrozený v jedné chicagské univerzitní garáži. Vysoká škola musí být zajisté částí tohoto světa a musí svým dílem přispívat tomuto světu, musí podporovat vzdělanost a vytvářet společný jazyk pro duchovní výměnu názorů. V současnosti vysoké školy vykristalizovaly z ducha logického myšlení matematizace užíváním počítačů, které sebou přinesly pochybné požehnání jiného druhu. Je jasné, školy univerzitního typu musí sloužit mnoha účelům, má připravit absolventy pro život a naučit je věcem užitečným. Problém je se slovy „připravit“ a „užitečné“. Vzdělání jistě nespočívá v nějakém souhrnu poznatků, návyků či dovedností. Metronom změny je nastaven na neuvěřitelnou rychlost. Dostáváme se do zbesilého víru. Tolik toho už víme a tolik nového se každý den objevuje, že to překračuje schopnosti jedince se v tom vyznat. Člověk ztrácí rovnováhu, potácí se a ztrácí cestu. Je přesycen informacemi, které se vydávají za vědění. To jej přetěžuje a vede ke zhnusení. Nadměra vědění, maskující se jako moudrost, vyvolává zoufalství.

Jde o to, že se při výuce vzdělává velká masa „nenáročně vzdělávaných“ vykonavatelů v protikladu k několika „geniálně“ připravovaným tvůrcům. Problémem je zda v procesu výuky učit všechny všechno, nebo určit osoby schopné programy modifikovat, zdokonalovat a tvořit nové. Informatika automatizuje, člověk se z tvůrce více a více transformuje do role vykonavatele. Možnosti plně automatizovaného myšlení člověka odsuzují do role blázna. Je sveden jako Faust Mefistofelovým slibem, že se mu dostane všeho poznání, zřekne-li se myšlení, bude spasen a octne se opět jako neviný v rajské zahradě, ale půjde o ráj bez myšlení. Podprůměrný absolvent střední školy toho ví o přírodě a jejích zákonitostech více než Jan Evangelista Purkyně a Bernard

Bolzano. Je však schopen podobných tvůrčích činů? Všude se člověk setkává s nedožvykanou žvýkačkou učenosti, učí se postupy, ale ne smysl.

Počítačový program je „inteligentnější“ než p % lidí, p % lidí neumí do programu zasáhnout a p % lidí je otrokem programu. Na stranu druhou $(100 - p)$ % lidí je schopno do programu zasáhnout, program zdokonalit, vytvořit nový program. Jaký je rozumný počet p %? Problémem je zda v procesu výuky učit všechny všechno, nebo určit $(100 - p)$ % osob schopných programy modifikovat, zdokonalovat a vytvářet nové. Jak vybrat konkrétních $(100 - p)$ %?

Kdo bude učit studenty – člověk nebo počítač? Nebo – je člověk v pedagogické činnosti nahraditelný strojem? I když někteří pedagogové používají prvky v e-learningu ve výuce podobně jako opilý ponocný lampu (spíše jako oporu než ke svícení), je to jeden z kroků, který umožňuje postupné nahrazení člověka strojem (Mošna, 2013). Jak určit jistinou rezervu v modelu $(100 - p)$ %? Jaké jsou důsledky chyb 1. a 2. druhu?

Dnešní desetileté děti čekají zaměstnání, která se před deseti dvaceti lety nedala představit, a mj. potřeba absolutního sžití s moderními technologiemi, ale děti jsou úplně nezátížené. Od malička vyrůstají s technologiemi. Na nich jsou vidět změny týkající se budoucích povolání.

Nahradí lidské pracovníky roboti? Budeme chodit do práce jen čtyři dny v týdnu? Co přesně si představit pod pojmem čtvrtá průmyslová revoluce? Proč je špatně, když se zaměstnavatelé snaží lidi motivovat? A jsou firmy připravené na digitalizaci, když se vyčítá státní správě, že zaspala dobu? Spolu s Karlem Čapkem (1920) v souvislosti s obecným rozvojem i průvodními antinomiemi je nutné si položit otázku: Hrozí nadvláda (nebo dokonce vzpoura) strojů? Hrozí! Kde je hranice mezi „neživým“ systémem sloužícím člověku a „ožive-

ním“ složité technologické soustavy, která přijímá energii, zachycuje údaje (data) a transformuje je na informaci, rozhoduje a realizuje rozhodnutí? Rozvojem informačních technologií jsou stroje čím dál tím více nezávislé na obsluze. Stroje či zařízení získávají pohyb, obsahují informační bloky, komunikují spolu. Je otázkou, kdy si stroje či technologické systémy položí otázku, na co je jim nedokonalý chybující hloupý člověk s odpovědí, že je třeba jej vyloučit z procesu.

Existuje obrana? Na každou složitou otázku existuje jednoduchá, stručná, srozumitelná, nesporná odpověď. Jedna z možností nalézt správnou odpověď může být, že ve výukovém procesu je nutné se zřejmě s velkou intenzitou věnovat sběru dat, příp. jejich rozdělení, přesnějšímu a rychlejšímu odhadu rozličných parametrů, popisu dynamických procesů, určení rozumných jistin, simulačnímu modelování.

Americký spisovatel a biochemik židovského původu Isaac Asimov (1920–1992), který napsal přes 300 vědeckých, vědecko-populárních a sci-fi knih, v r. 1958 se stává profesionálním spisovatelem. Z Čapkova slova robot vytvořil název robotika (věda o robotech, jejich designu, výrobě a aplikacích). Asimov (2004, p. 8–9) také formuloval tři základní zákony robotiky. Časem přidal Asimov (1993, p. 350) tzv. „nultý zákon robotiky“ a ostatní zákony byly upraveny. Allen (1997, p. 320) modifikoval tato zákony, které zní:

1. Robot nesmí ublížit člověku.
2. Robot musí spolupracovat s člověkem, kromě případů, kdy taková spolupráce je v rozporu s prvním zákonem.
3. Robot musí chránit sám sebe před zničením, kromě případů, kdy tato ochrana je v rozporu s prvním zákonem.
4. Robot může dělat, cokoli chce, kromě případů, kdy je takové jednání v rozporu s prvním, druhým nebo třetím zákonem.

Respektování těchto zákonů je jedna z cest, jak zabránit vzpouře strojů. K tomu lze tudíž uvést, že hlavním garantem budoucnosti lidské civilizace je používání lidského rozumu.

Závěr

Wittgenstein (1976, 1978) upozorňuje, že Turing (1936, 1937) se vyjadřuje ke dvěma pohledům – matematickému a filosofickému. V matematickém pohledu Turing ukázal neotřelý pohled na vymezení třídy efektivně vyčíslitelných funkcí a vytyčil směr vedoucí k mechanické implementaci částečně rekurzivních funkcí. Ve filosofickém pohledu se přesunul k diskusi o povaze počítání a řízení se pravidly, přičemž prostředky jeho argumentace byly ve své podstatě epistemologické, nikoli matematické. Z tohoto druhého pohledu Turing odvodil svou představu učících se strojů (umělé inteligence), které zvládají nová pravidla, jež používají, tudíž jsou schopny samy řešit stále více obecnějších problémů. Wittgenstein tento směr napadá argumentem, který má dvě části:

1. pokud má základní podpravidlo nějaký význam, nemůže se jím řídit stroj bez kognitivních schopností;
2. pokud je podpravidlo zcela bez významu a označuje jen mechanickou činnost, nemůže být strojem v pravém slova smyslu pochopené a používané k řešení problémů.

V článku jsou objasněny základy, ze kterých vychází Turingova teze, pozdější Turingova interpretace filosofických aspektů uvedených v tezi. Současně se zkoumá Wittgensteinův pohled na filosofickou část teze, hlavní oblast jeho námitek a diskuse nad podstatou „pravidel“ a jejich „mechanického provádění“. Dále je zkoumán Turingův test a odhalení jeho slabín Weizenbaumem.

Další část je věnována universitám v nejbližší budoucnosti. Právě vysoká škola je místem, kde lidé myslí a myslet musí. Rozumí se samo sebou, že to musí být myšlenky strážlivé, fundované a hluboké. Universita je místem, kde se musí pomalu přezvykávat zvykačka učenosti. Ne pro učenost samu, ne pro poznání samo, ale proto, abychom byli s to uchopit fakta v celé šíři jejich možností. To by se nemělo dít v odloučenosti od světa, ale tak, aby se toto snažení a introspekce plodů lidského ducha mohly proměnit v nástroje civilizace.

Samozřejmě hodnocení názorů je ponecháno čtenářově laskavé péči.

Poděkování

Článek vznikl s podporou grantu Centra ekonomických studií Vysoké školy ekonomie a managementu.

LITERATURA

- ASIMOV, I. (2004). *Robohistorie I*. Praha : Triton. ISBN 80-7254-477-2.
- ASIMOV, I. (1993). *Roboti a impérium*. Praha: Klub Julese Vernea. ISBN 80-901280-9-2.
- ALLEN, R. M. (1997). *Kalibán*. Praha : Knížní Klub. ISBN 80-7176-445-0.
- COUFAL, J. - ŠMEJKALOVÁ, J. - TOBÍŠEK, J. (2016). Projekt Matematika VŠEM - Lineární algebra. *Ekonomické listy* [online]. č. 3, pp. 13 - 21, ISSN 1804-4166. [cit. 2018-03-10]. Dostupné z WWW: <http://www.vsem.cz/ekonomicke-listy.html>.
- COUFAL, J. - ŠMEJKALOVÁ, J. - TOBÍŠEK, J. (2017). Linear Algebra for Everybody. In: *Distance Learning, Simulation and Communication 2017 [CD]*. Brno, 31.05.2017 - 02.06.2017. Brno : University of Defense, pp. 50 - 54, ISBN 978-80-7231-416-4.
- COUFAL, J. - ŠMEJKALOVÁ, J. - TOBÍŠEK, J. (2017a). Závěrečná zpráva projektu Matematika VŠEM - Lineární algebra. *Ekonomické listy* [online]. č. 3, pp. 107-116, ISSN 1804-4166. [cit. 2018-02-10]. Dostupné z WWW: <http://www.vsem.cz/ekonomicke-listy.html>.
- COUFAL, J. - TOBÍŠEK, J. (2014). The „Mathematics for Everybody with UEM” Project. *Mundus symbolicus*. roč. 22, pp. 5-12. ISSN 1210-809X.
- COUFAL, J. - TOBÍŠEK, J. (2015). Matematika VŠEM a e-learning. In: *Ekonomické listy*, vol. 6, no. 1, pp. 46-55. ISSN 1804-4166 [online]. [cit. 2018-03-10]. Dostupné z WWW: <http://www.vsem.cz/ekonomicke-listy.html>.
- COUFAL, J. - TOBÍŠEK, J. (2017). Cesta k infinitezimálnímu počtu. *Mundus symbolicus*, roč. 25, pp. 35 - 44. ISSN 1210-809X.
- ČAPEK, K. (1920). *R. U. R.* Praha : Aventinum.
- GÖDEL, K. (1931). Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I. In: *Monatshefte für Mathematik und Physik*, 38. Leipzig : Akademische Verlagsgesellschaft, pp. 173-198.
- GÖDEL, K. (1934). On Undecidable Propositions of Formal Mathematical Systems. *The Undecidable* (ed. M. Davis), Ewlett, NY: Raven, pp. 41-71.
- HERBRAND, J. (1932). Sur la non-contradiction de l'arithmétique. *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, 166, pp. 1-8.
- HILBERT, D., ACKERMANN, W. (1928). *Grundzüge der Theoretischen Logik*. Grundlehren der mathematischen Wissenschaften 27, Berlin : Springer Verlag.
- CHURCH, A. (1936). An Unsolvable Problem in Elementary Number Theory. *American Journal of Mathematics*, vol. 58 (2), pp. 345-363.
- CHURCH, A. (1936a). A Note on the Entscheidungsproblem. *Journal of Symbolic Logic*. 1 (1), pp. 40-41.

- CHURCH, A. (1937). Review: A. M. Turing, On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem. *Journal of Symbolic Logic*, 2 (1), pp. 42–43.
- KLEENE, S. C. (1936). Lambda-Definability and Recursiveness. *Duke Mathematical Journal*, 2, pp. 340–353.
- KNUTH, D. E. (1977). Algorithms. *Scientific American*, vol. 236, no. 4, pp. 63–80.
- MATEMATIKA VŠEM (2018). [online]. [cit. 2018-03-11]. Dostupné z WWW: <http://www.matematikavsem.cz/>.
- MOŠNA, F. (2013). E-learning and interactive dynamical figures for teaching of mathematics. In: *Proceedings of the 10th international conference Efficiency and Responsibility in Education 2013*. 06.06.2013, Praha. Praha: Czech Univ. of Life Sciences in Prague. pp. 449-454. ISBN 978-80-213-2378-0.
- SHAW, G. B. (1918). *Pygmalion*. Praha : B. M. Klika (překlad K. Mušek).
- TURING, A. M. (1936). On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem. *Proceedings of the London Mathematical Society, ser. 2, vol. 42, pp. 230–265*.
- TURING, A. M. (1937). On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem: A Correction. *Proceedings of the London Mathematical Society, ser. 2, vol. 43, pp. 544–566*.
- TURING, A. M. (1937a). Computability and λ -Definability”, *Journal of Symbolic Logic*, 2: pp. 153–163.
- TURING, A. M. (1948). Intelligent Machinery. *National Physical Laboratory Report*. In: Machine Intelligence, Edinburgh, 1969
- TURING, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, 59, pp. 433–460.
- WANG, H. (1974). *From Mathematics to Philosophy*. London : Routledge & Kegan Paul.
- WEISS, T. (1990). Closing the Chinese Room. *Ratio*, 3, pp. 165–81.
- WEIZENBAUM, J. (1966). ELIZA – A Computer Program for the Study of Natural Language Communication between Man and Machine. *Communications of the Association for Computing Machinery*, 9, pp. 36–45.
- WEIZENBAUM, J. (1993). *Wer erfindet die Computermýthen? Der Fortschritt in den großen Irrtum*. Freiburg : Herder, ISBN 3-451-04192-8.
- WITTGENSTEIN, L. (1976). *Lecture on Foundations of Mathematics: Cambridge*. Sussex : The Harvester Press.
- WITTGENSTEIN, L. (1978). *Remarks on Foundations of Mathematics*. Oxford : Basil Blackwell.

UNIVERSITIES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Doc. RNDr. Jan Coufal, CSc., Mgr. Ing. Julie Šmejkalová, Mgr. Ing. Jiří Tobišek

ABSTRACT

The article is dedicated to an analysis of computer science uprising, as well as succession of the generation of university students that are familiar with informatics and the use of information technologies as a second literacy life skill. Allan Turing's views on computer science are expressed from Ludwig Wittgenstein's mathematical and philosophical point of view to the contradiction with philosophical ideas of Turing. Furthermore, artificial intelligence and robotics are mentioned as possible pedagogical tools in the future. The laws of robotics are reminded. It is also estimated the possible development of the university in the near future.

KEYWORDS

artificial intelligence, university, halting problem (Entscheidungsproblem), Mathematics for Everybody with UEM, A. Church, A. Turing, L. Wittgenstein, S. C. Kleene, informatics, Turing machine, Church–Turing thesis, Turing test, robotics, I. Asimov.

JEL CLASSIFICATION

C630, I230

Ekonomické listy

číslo 2, ročník 9.

Odborný časopis Centra ekonomických studií Vysoké školy ekonomie a managementu a Vysoké školy ekonomie a managementu;

Vycházejí 2 čísla ročně

Vydavatel

Centrum ekonomických studií Vysoké školy ekonomie a managementu, o.p.s.

Nárožní 2600/9a, 158 00, Praha 5, www.cesvsem.cz

IČ: 25473361

Vysoká škola ekonomie a managementu, a.s.

Nárožní 2600/9a, 158 00, Praha 5, www.vsem.cz

IČ: 01801376

Redakce: doc. Ing. Lucie Vnoučková, Ph.D., lucie.vnouckova@vsem.cz

Redakční radu řídí: Prof. Ing. Milan Žák, CSc.

Redakční rada

Dr. Adam Drab, Faculty of Social Sciences, Jan Dlugosz University Częstochowa

Doc. Ing. Mojmír Helisek, CSc., Vysoká škola finanční a správní

Doc. Ing. Jaroslava Hynšlová, Ph.D., Vysoká škola ekonomie a managementu

Prof. Ing. Christiana Klíková, CSc., Ekonomická fakulta, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Ing. Václav Klusoň, DrSc., bývalý vědecký pracovník Ekonomického ústavu

Doc. Ing. Šárka Laboutková, Ph.D., Ekonomická fakulta, Technická univerzita v Liberci

Ing. Renáta Madzinová, Ph.D., Vysoká škola medzinárodného podnikania ISM Slovakia v Prešove

Doc. Ing. Tomáš Pavelka, Ph.D., Vysoká škola ekonomická

Doc. Ing. Ladislav Průša, CSc., Výzkumný ústav práce a sociálních věcí

Prof. Ing. Antonín Slaný, CSc., Ekonomicko-správní fakulta, Masarykova univerzita Brno

Doc. Ing. Ivo Straka, CSc., Vysoká škola obchodní v Praze

Doc. Ing. Miroslav Špaček, Ph.D., MBA, Vysoká škola ekonomie a managementu

Ing. Hana Urbancová, Ph.D., Provozně ekonomická fakulta, Česká zemědělská univerzita v Praze

Ing. Bořek Vašíček, Ph.D., Ph.D., Česká národní banka

Ing. Josef Vlášek, Český statistický úřad

Doc. Ing. Lucie Vnoučková, Ph.D., Vysoká škola ekonomie a managementu

Doc. Ing. Norbert Žid, CSc., Fakulta informatiky a statistiky, Vysoká škola ekonomická v Praze

Jazyková redakce: Za formální správnost příspěvků odpovídají autoři.

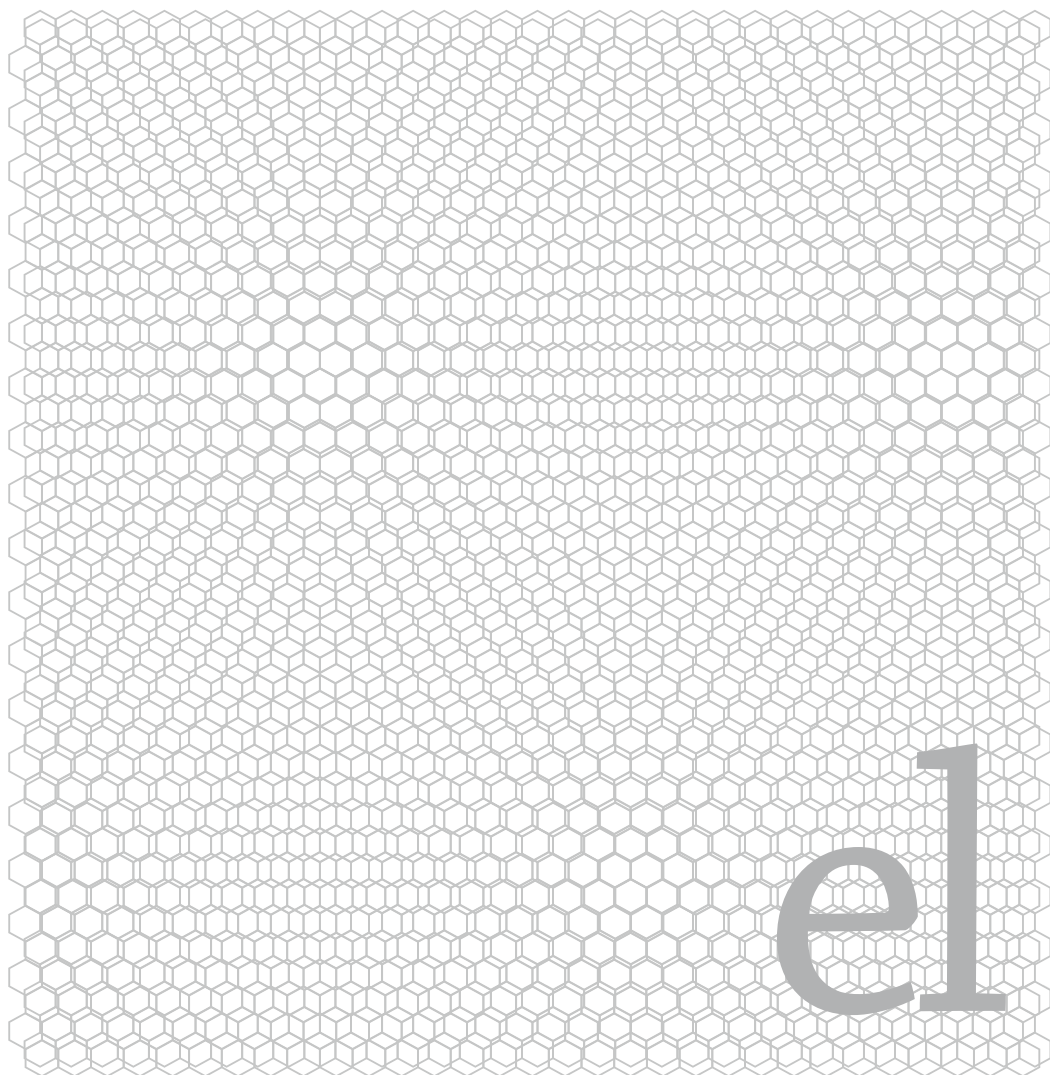
Grafická úprava: Jiří Vyskočil

Vyšlo dne: 30. 4. 2019

ISSN: 1804-4166

© Centrum ekonomických studií Vysoké školy ekonomie a managementu, o.p.s.

© Vysoká škola ekonomie a managementu, a.s.



e1