

Ročník/Volume: XX.

**Číslo/Number: 46
2/2021**

Rok/Year: 2021



PODNIKOVÁ REVUE

**vedecký časopis
Podnikovohospodárskej fakulty
Ekonomickej univerzity v Bratislave
so sídlom v Košiciach**

BUSINESS REVIEW

**Scientific journal
of the Faculty of Business Economics
of the University of Economics in Bratislava
with a seat in Košice**

Obsah

<i>Martin BOSÁK – Juliána TOKÁROVÁ</i> Optimalizácia podnikových výrobných procesov	7
<i>Zuzana KUDLOVÁ</i> Sklenený strop verzus sklenený útes	15
<i>Juliána JENČOVÁ</i> Vyhodnotenie ekonomických výsledkov podniku v stavebnom priemysle aplikáciou metód viackriteriálneho rozhodovania	20
<i>Kamila SOTÁKOVÁ</i> Analýza vývoja kryptomeny Bitcoin	32
<i>Klaudia ŠOLTÉSOVÁ</i> Riešenie dopravného problému využitím rôznych metód optimalizácie	44

Recenzie

<i>Vanda LIESKOVSKÁ</i> FORET, M. – MELAS, D. 2001. <i>Marketingový výzkum v udržitelném marketingovém managementu</i> . 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2021. 168 s. ISBN 978-80-271-1723-9.	57
--	----

Contents

<i>Martin BOSÁK – Juliána TOKÁROVÁ</i> Optimization of Business Production Processes	7
<i>Zuzana KUDLOVÁ</i> Glass ceiling versus Glass Cliff	15
<i>Juliána JENČOVÁ</i> Evaluation of the Economic Performance of the Company in the Construction Industry by Application of Multikriterial Decision-making Methods	20
<i>Kamila SOTÁKOVÁ</i> Analysis of the Development of the Cryptocurrency Bitcoin	32
<i>Klaudia ŠOLTÉSOVÁ</i> Solving a Transportation Model Using Various Optimization Methods	44

Reviews

<i>Vanda LIESKOVSKÁ</i> FORET, M. – MELAS, D. 2001. <i>Marketingový výzkum v udržitelném marketingovém managementu</i> . 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2021. 168 s. ISBN 978-80-271-1723-9.	57
--	----

Vedecký časopis

Podniková revue č. 46
2/2021

vyšiel za prispenia spoločností



Nadácia prof. Ing.
Júliusa Pázmana
Tajovského 13
040 01 Košice



Nadácia profesora Čolláka
Masarykova 9
071 01 Michalovce

*Gym***Beam**



TOYOTA



Optimalizácia podnikových výrobných procesov

Martin BOSÁK – Juliána TOKÁROVÁ

Úvod

Výrobné procesy vo väčšine výrobných podnikov sa priebežne inovujú a modernizujú, pretože konkurenčný tlak na vyrábané výrobky sa neustále zvyšuje. Výroba výrobkov musí zodpovedať takej úrovni kvality, ktorú zákazníci očakávajú, ale zároveň podniky musia dodržiavať úroveň nákladov na minime. Vhodnou alternatívou na dosiahnutie tejto situácie je investovanie finančných prostriedkov spoločnosti do novších a modernejších technológií, marketingu. Nevyhnutnosťou sa ukazuje aj investícia do ľudských zdrojov a informačných systémov.

Úspešnosť výrobného podniku závisí okrem pružnej reakcie na požiadavky zákazníkov aj od nastavenia efektívneho výrobného procesu. Pre dosiahnutie tohto cieľa je potrebné neustále zlepšovanie a optimalizácia procesov v podniku. Jedným z nástrojov je aj využívanie Business Process Managementu.

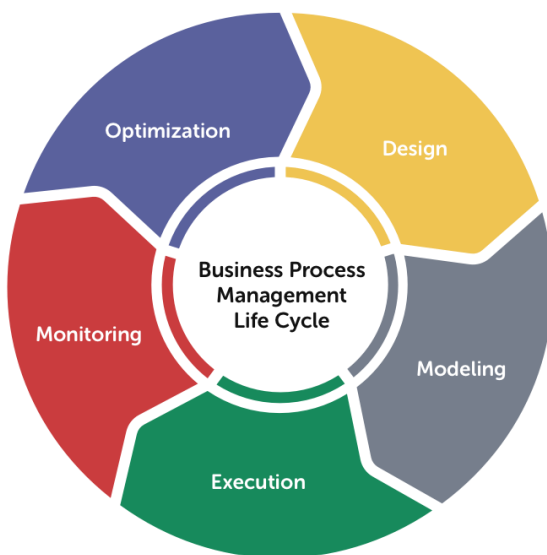
Business Process Management

V každom výrobnom podniku je výrobný proces jednou z najdôležitejších a najvýznamnejších úloh bez ohľadu na druh výrobkov, ktoré podnik vyrába. Analýza podniku a následne vyhodnotenie výrobného procesu sú pre výrobný podnik najdôležitejším meradlom, na základe ktorého môže manažment určiť konkrétny stav a situáciu podniku. Úspešnosť výrobného procesu závisí nielen od finálnej produkcie podniku, ale aj od dĺžky trvania výrobného procesu.

Výrobné podniky sa musia usilovať o výrobu konkurencieschopných výrobkov pri dosahovaní najvyššej kvality a minimalizácii nákladov. Zároveň je potrebné nastaviť výrobné procesy tak, aby maximalizovalo využitie strojov v podniku na základe efektívneho riadenia. (Bosák – Rudy, 2016; Paška – Kozáková – Lančarič – Savov, 2015)

Business Process Management (BPM) je riešenie navrhnuté tak, aby bola organizácia efektívnejšia a schopnejšia prispôbiť sa rastúcim obchodným výzvam. Prostredníctvom tohto procesného riadenia v podnikoch dochádza k zvýšeniu podnikového výkonu prostredníctvom optimalizácie podnikových „business“ procesov.

Dôležitosť Business Process Management je postavená na schopnosti podniku vytvárať rýchlejšie a presnejšie procesy. Okrem toho podniky sú schopné flexibilnejšie a rýchlejšie reagovať na vnútorné podnety a robia efektívnejšie rozhodnutia v spoločnosti. (Indulska – Green – Recker – Rosemann, 2009)



Obr. č. 1 Procesné riadenie v podnikoch

Na znázornenie procesov a interakcie medzi rôznymi oddeleniami v organizácii je vhodný Business Process Modeling, ktorý sa vzťahuje na vytváranie grafickej reprezentácie výrobných tokov. Existujú viaceré nástroje na vytvorenie grafického zobrazenia výrobných postupov, ale podnik si musí nájsť ten najvhodnejší, ktorý prinesie do procesov najefektívnejšiu zmenu.

Model je teda nástroj pre spoločnosti, ktoré používajú metódy riadenia procesov na vizualizáciu svojich súčasných alebo budúcich procesov. Je to nevyhnutné pre všetky spoločnosti, ktoré sa snažia vylepšiť svoje procesy. Podľa logickej postupnosti niektorých aktivít a udalostí, toku informácií a pochopiteľne toku materiálov je prípustné umožniť ojedinelý pohľad na proces prostredníctvom vytvorenia procesného grafického modelu. Na základe tohto modelu je možné proces analyzovať alebo navrhnúť adekvátne zlepšenia. (Hammer, 2015)

Charakteristika spoločnosti

Spoločnosť PLASTYMAT s.r.o. bola založená v roku 1992 v Žiline a v súčasnosti má dve prevádzky. Prvou je spoločnosť so sídlom vo Varíne pri

Žiline a druhou je dcérska prevádzka na východnom Slovensku v meste Strážske založená v roku 2014.

Jednou z hlavných výrobných činností spoločnosti je výroba rôznych druhov plastových výrobkov. Tieto výrobky sú určené pre rôzne priemyselné odvetvia, ale prioritne je to pre strojársky priemysel. Spoločnosť vyrába výrobky aj pre automobilovú a dopravnú techniku a čiastočne uspokojuje požiadavky aj chemického a stavebníckeho priemyslu. Na nasledujúcom obrázku je príklad výrobkov pre rôzne typy odvetví.



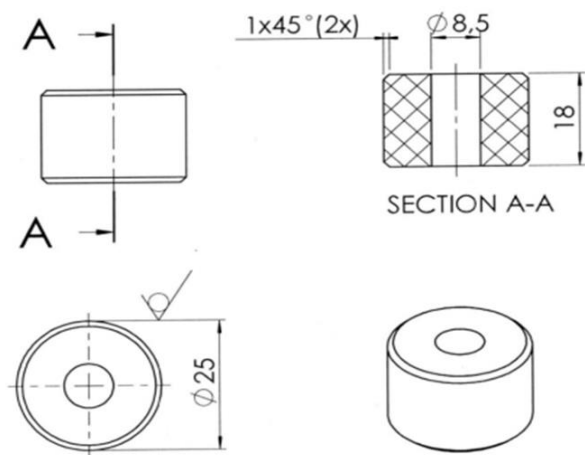
Obr. č. 2 Výrobky podniku

Zdroj: www.plastymat.sk

Pri výrobe výrobkov a súčiastok z plastového materiálu sa väčšinou jedná o veľmi príbuzné druhy výrobkov patriace do jednej kategórie, ale zároveň každá skupina výrobkov je špecifická svojimi vlastnými parametrami, tvarom a veľkosťou. Vďaka tomu sa výrobný program spoločnosti považuje za zákazkovú výrobu konkrétnych výrobkov a súčiastok vyrobených na mieru. Najväčšiu časť vyrábaných výrobkov a súčiastok je pre odberateľov, ktorí si udržiavajú dlhodobý kontakt so spoločnosťou a majú s ňou viacročnú spoluprácu. Na základe kladných hodnotení zákazníkov dopyt po výrobkoch spoločnosti každoročne rastie.

Z tohto dôvodu vznikla požiadavka na zvýšenie kapacity výroby podniku plastových súčiastok na hodnotu min. 500 ks/deň s perspektívou až 1000 ks/deň. Pri súčasnom využívaní hrotového sústruhu TOS SV 18 RA a jednozmennej prevádzke je to však nepostačujúce.

Plastová súčiastka zobrazená na obr. 3 patrí k jednej z najviac vyrábaných plastových súčiastok. Vyrába sa každý pracovný deň v priebehu 8 hodinovej pracovnej zmeny.



Obr. č. 3 Technický výkres plastovej súčiastky



Obr. č. 4 Hrotový sústruh TOS SV 18 RA

Optimalizácia výrobných procesov

Vhodným riešením pre spoločnosť je zakúpenie nového CNC sústružníckeho obrábacieho stroja Leadwell Pinnacle LTC 20, ktorý pokryje najväčšiu časť zadanych objednávok a skráti dĺžku výrobného procesu. To zabezpečí realizáciu väčšieho počtu objednávok a tie následne zvýšia zisk v spoločnosti. Popri zvýšení výrobných kapacít v oblasti sústruženia plastov povedie nákup nového stroja aj k vytvoreniu nových výrobných cieľov a to obrábaniu materiálov z nehrdzavejúcej ocele.

Uvedený CNC sústružnícky obrábací stroj je vhodný pre výrobu, ktorá je malosériová až veľkosériová a je určený na výrobu strojných súčiastok z týči. Na nasledujúcom obrázku je CNC stroj a jeho technické parametre.



Obr. č. 5 Leadwell Pinnacle LTC 20

Zdroj: www.mikron.sk

Tab. č. 1 Parametre CNC sústružníckeho obrábacieho stroja LTC 20

Technické informácie	Jednotka	LTC 20
Hmotnosť stroja	kg	4 000
Príkon stroja	kVA	30
Maximálna dĺžka obrábania	mm	500
Priemer tyčového materiálu	mm	65
Maximálne zaťaženie	kg	392
Výkon pohonu vretena	kW	15
Počet polôh nástrojovej hlavy	ks	12

Celkový čas τ potrebný na výrobu jedného kusu súčiastky je súčet strojového času, vedľajšieho a pomocného času.

$$\tau = \tau_s + \tau_v + \tau_p$$

τ_s – strojový čas (S)

τ_v – vedľajší čas (V)

τ_p – pomocný čas (P)

Tab. č. 2 Parametre

Jednotlivé fázy výroby	čas	sústruh [sek.]	CNC [sek.]
1. Príprava materiálov a nástrojov	V	11	11
2. Upnutie nástroja	V	15	5
3. Zarovnanie čela	S	5	3
4. Sústruženie	S	11	5
5. Zrezanie hrán	S	3	1
6. Výmena nástrojov	V	15	5
7. Vŕtanie	S	12	10
8. Výmena nástrojov	V	15	5
9. Upichnutie súčiastky	S	12	6
10 Výmena nástrojov	V	15	5
Spolu		114	56

Celkový čas výroby jedného kusu súčiastky pri CNC stroji klesol na 56 sek. oproti pôvodným 114 sek. pri výrobe na sústruhu. Pomocný čas pri oboch typoch výroby nie je, t.j. je nulový. Celková výrobná cena jedného kusu plastovej súčiastky vyrobenej prostredníctvom hrotového sústruhu je 0,60 Eur/ks, pri CNC stroji výrobná cena klesla na 0,55 Eur/ks.

Na základe výpočtu výrobných nákladov na jeden kus plastovej súčiastky na súčasnom hrotovom sústruhu a CNC sústružníckom obrábacom stroji je možné porovnať výšku úspor nákladov a zisku. Pri prepočte výrobných nákladov prostredníctvom výroby uskutočnenej na sústruhu výška hodinových nákladov na obrábanie je 19 eur, pomocou CNC stroja je to vo výške 35 eur za hodinu. Táto suma zahŕňa položky ako sú spotreba energie, kvapalín, opotrebenie strojov a nástrojov.

Tab. č. 3 Porovnanie jednotlivých ukazovateľov

Výrobný proces	sústruh	CNC
Hodinové výrobné náklady	19 €	35 €
Náklady na zmenu (8 hod.)	152 €	280 €
Výrobná kapacita za zmenu	250 ks	514 ks
Výrobná cena	0,60 €/ks	0,55 €/ks
Predajná cena	0,90 €/ks	0,90 €/ks
Zisk za zmenu	75 €	180 €
Mesačný zisk (21 prac. dní)	1 575 €	3 780 €
Ročný zisk (12 mesiacov)	18 900 €	45 380 €

Celkový ročný zisk podniku pri zavedení CNC sústružníckeho obrábacieho stroja, ktorého nákupná cena je vo výške 66 000 Eur, je navýšený o 26 460 Eur. Pri výrobe uvedenej súčiastky je návratnosť stroja približne za dva a pol roka, čo sa ukazuje pre podnik výhodné a opláti sa realizovať uvedenú investíciu.

Záver

Optimalizácia podnikových procesov je dôležitejšou súčasťou fungovania každého podniku s ohľadom na minimalizáciu nákladov a maximalizáciu zisku. Predložený návrh výrazne urýchli výrobný proces spoločnosti, zvýši flexibilitu výroby a v neposlednom rade zvýši aj jej produkciu a zisk. Nová technológia prostredníctvom CNC stroja dá možnosť spoločnosti rozšíriť štruktúru produktového radu, čím zabezpečí prosperitu spoločnosti a zvýši jej konkurencieschopnosť na domácich a zahraničných trhoch.

Na základe vykonanej analýzy a výpočtov je možné konštatovať, že investícia do nového CNC stroja sa opláti a jej návratnosť je do 3 rokov, pričom zároveň sa otvoria spoločnosti nové možnosti na rozšírenie výroby.

Literatúra:

1. BOSÁK, M. – RUDY, V. 2016. *Manažérstvo výroby*. Bratislava : Ekonóm, 2016. 196 s. ISBN 978-80-225-4369-9.
2. HAMMER, M. 2015. *Handbook on Business Process Management 1: Introduction, Methods, and Information Systems*. 2015. 16 s. ISBN 978-3-642-00416-2.
3. INDULSKA, M. – GREEN, P. – RECKER, J. – ROSEMAN, M. 2009. *Conceptual Modeling - ER 2009*. Gramado, Brazil : 2009. 471 s. ISBN 978-36-420-4839-5.

4. PAŠKA, E. – KOZÁKOVÁ, J. – LANČARIČ, D. – SAVOV, R. 2015. *Manažment výroby*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2015. ISBN 978-80-552-1436-8.
5. www.mikron.sk
6. www.plastymat.sk

Summary

To achieve an efficient production process, it needs to be constantly improved. And it is only up to companies to secure this. One option may be to use system the optimization of production process trough Business Process Management. Based on the results obtained in the company, it can be said that the new production process is more efficient than the actual process.

Kľúčové slová:

výroba, strojársky podnik, optimalizácia výroby

Adresy autorov:

Prof. h. c. Ing. Martin Bosák, PhD.

Ekonomická univerzita v Bratislave, Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach

Katedra manažmentu

Tajovského 13, 041 30 Košice

e-mail: martin.bosak@euba.sk

Ing. Juliána Tokárová

Ekonomická univerzita v Bratislave, Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach

Katedra manažmentu

Tajovského 13, 041 30 Košice

Sklenený strop verzus sklenený útes

Zuzana KUDLOVÁ

Úvod

K hlavným a najaktuálnejším otázkam v Európskom priestore zaradujeme problematiku rovnosti šancí mužov a žien. Začalo sa viesť mnoho diskusií a nastavovať možnosti na trhu práce v oblasti rodovej rovnosti, a to už od otvorenia sa hraníc v rámci Európskej únie. Existovali neustále tlaky v podobe predsudkov voči vlastnostiam a schopnostiam žien, nakoľko spoločnosť už odpradáвна vnímala ženy len ako matky, ktoré sa majú starať o domácnosť a rodinu.

Dôvody ako makroekonomický tlak na domácnosť, flexibilita pracovného trhu, rozpad tradičného manželstva, emancipačné procesy, rastúca vzdelanosť žien je súčasťou národohospodárskeho systému, ktorý vplýva na ženské pohlavie. Dnes na trhu práce existuje vysoká participácia žien, ktorá je v súčasnosti ekonomickou nutnosťou v podobe makroekonomickej úrovne štátu, ale aj z mikroekonomickej úrovne domácností. Nakoľko jednotlivé podniky na trhu práce nie sú kontrolované, tak nevládnu tam rovnaké podmienky a určité skupiny môžu byť značne znevýhodňované.

Slovensko ako jedna z krajín Európskej únie sa len veľmi pomaly začína zaoberať otázkami ohľadom mužov a žien a ich odlišným postavením v spoločnosti. Nastáva tu problém riešenia tohto procesu nakoľko je pomalší ako proces rastúcej diskriminácie žien najmä na pracovnom trhu. Z ekonomického hľadiska môžeme zhodnotiť pretrvávajúci problém, ktorý zohráva dôležitú úlohu v oblasti rodovej rozdielnosti odmeňovania.

Hoci sú aj u nás ženy na vedúcich pozíciách niekoľko rokov, ich počet v porovnaní s mužmi je značne nižší. Nastáva tak otázka prečo je ich iba tak málo a ako sa im darí na vysokých postoch. Rodová rozdielnosť odmeňovania ako fenomén platovej diskriminácie je problémom, ktorý úzko s tým súvisí. Motivácia, schopnosti a zručnosti u žien zvyknú byť porovnateľné s mužmi, pričom vzniká aj tak bariéra vstupu žien do vrcholových manažérskych pozícií. Dalším faktom je situácia, kedy môžeme konštatovať, že každý druhý človek je ženského pohlavia, ale iba niekoľko percent žien dokáže postúpiť na pracovnú pozíciu v top manažmente. Nie je to spôsobené tým, že by ženy nechceli byť na tomto poste, alebo nemali dostatočnú motiváciu či kvalifikáciu. Ide o problém súvisiaci s efektom skleneného stropu, ktorý deformuje globálne trh práce.

Kariérny postup u žien je nastavený a prispôbený pracovnému trhu,

firemným predpisom, zvyklostiam a tiež samotným ženám. Niektoré spoločnosti vytvárajú ideu o ženách – matkách, ktoré nepredstavujú pre danú spoločnosť „dobrého“ šéfa tak ako muž. Preto majú ženy problém s nedôverou vo svoje schopnosti a nízke sebavedomie. Celá Európska únia sa zaoberá týmto problémom rodovej nerovnosti kariérneho rastu.

Vymedzenie skleneného útesu a skleneného stropu

Rozdiel medzi terminológiou sklenený strop a sklenený útes zaznamenávame v rôznych oblastiach ako v manažmente, politike, akademickej obci, ale aj v technológiách. Vo svete bežnejším a často krát viac využívaným pojmom je práve sklenený strop, ktorý vypovedá o neviditeľnej bariére zabráňujúcej ženám dosahovať najvyššiu pozíciu v rámci svojej spoločnosti. Sklenený útes zase umiestňuje ženy na najvyššie riadiace posty (prelomia sklenený strop), avšak tieto posty sú dané v časoch krízy podniku, kedy žena nemá šancu podnik „oživiť“, preto bude jej výkon klesať, čo symbolizuje pád akoby z útesu.

Sklenený strop

Sklenený strop sa vyznačuje množstvom predsudkov a stereotypov, ktoré bránia ženám realizovať sa. Ide o takzvanú neviditeľnú bariéru, ktorá neumožňuje ženám dosiahnuť pracovné miesto, ktoré by zodpovedalo ich vzdelaniu a schopnostiam.

V minulosti prevažne v 80-tych rokoch si ženy mysleli, že môžu dosiahnuť všetko čo chcú, a tak pokoria sklenený strop. Avšak neskôr zistili, že pokiaľ nie sú v tej „pravej“ spoločnosti, hoci by boli považované za tie najskúsenejšie, vrchol rebríčka by nedosiahli. Na základe toho sa definoval sklenený strop ako bariéra postupu žien na tie najvyššie pracovné pozície. Nazývaný je tak preto, že bariéra je zdola neviditeľná. Ženy ich spoznajú až v momente, kedy by chceli vystúpiť na vyššie pracovné miesto. Zaraďujeme ich ku skrytým formám diskriminácie. Tieto bariéry – prekážky, nie sú „viditeľným“ znevýhodňovaním, ale sú ich výsledkom. V praxi sa stretávame na najvyšších miestach s prevahou mužov. Ide o najprestížnejšie obory a miesta, ktoré sú najlepšie ohodnotené. (Kábrhelová, 2004)

Na obrázku 1 vidíme najvýznamnejšie bariéry, ktoré súvisia so skleneným stropom, a ktoré boli identifikované na základe rôznych štúdií.

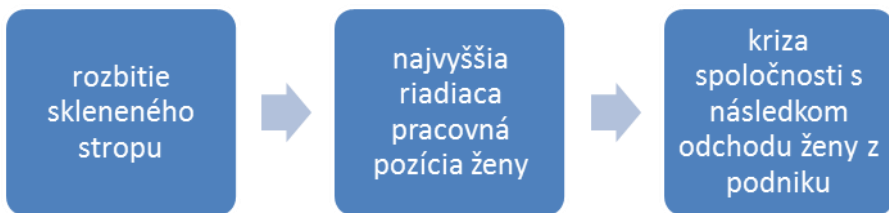


Obr. č. 1 Prekážky skleneného stropu

Zdroj: vlastné spracovanie podľa Křížková a Pavlica, 2004

Sklenený útes

Jav, ktorý zaraďujeme ku nepriamej diskriminácii sa volá sklenený útes (z ang. glass cliff effect). Ide o druhú fázu diskriminácie, kde žena prelomí sklenený strop, ale s rizikom vrcholovej riadiacej pozície. Riziková riadiaca pracovná pozícia spočíva v tom, že spoločnosť s dlhodobou krízou, niekedy na pokraji krachu, dosadí do tejto pozície práve ženu. Táto žena je neskôr neprávom označovaná za zlú vedúcu, pretože spoločnosť „vedie“ do krachu. V prípade krachu alebo zlyhania spoločnosti, vlna kritiky sa uvalí neprávom na ženu – líderku, ktorá je neprávom obvinená za daný výsledok.



Obr. č. 2 Postup krokov pri sklenenom útese

Zdroj: vlastné spracovanie

Ďalšia definícia uvádza sklenený útes za jav, v ktorom ženy majú tendenciu povyšovať na mocenské pracovné pozície v období krízy, kedy sa zlyhanie už očakáva.

Aj keď je pojem sklenený útes značne využívaný hlavne pre ženy, môže sa použiť aj v súvislosti s menšinami alebo akoukoľvek skupinou marginalizovanou predsudkami.

Medzi prvých, ktorí sa zaslúžili o vytvorenie tohto pojmu považujeme britských profesorov Michelle K. Ryan a Alexandra Haslama z University of Exeter vo Veľkej Británii.

Súvisí tiež s pojmom sklenený strop, ktorý sa vyznačuje neviditeľnou a nevyslovenou hranicou – bariérou, pri ktorej môžu ženy v podniku v pracovnom rebríčku stúpať.

Záver

Životy žien poznamenali za posledné obdobie veľa zmien. Vo veľkom počte nastúpili na pracovný trh, získali možnosti ekonomickej nezávislosti. Akokoľvek je obecne pripisované ženskej participácii vo sfére platenej práce veľkého významu, je z uvedených informácií jasné že ich pozícia ako vo sfére zamestnaní tak i v sfére privátnej je v porovnaní s mužmi znevýhodnená. Indikátory miery nezamestnanosti a zamestnanosti nám jasne ukazujú potrebu intervencií.

Tento príspevok je súčasťou projektu VEGA č. 1/0363/20: Ekonomické súvislosti podielu žien na manažérskych pozíciách v podnikoch Slovenskej republiky.

Literatúra:

1. KÁBRHELOVÁ, L. 2004. Proč stále chybějí ženy ve vedoucích pozicích? In *BBC: BBC Czech* [online]. 8. 11. 2004 [cit. 2022-01-02]. Dostupné na: http://www.bbc.co.uk/czech/indepth/story/2004/11/041108_omnibus_glass_ce

- iling.shtml
2. KRÍŽKOVÁ, A. – PAVLICA, K. 2004. *Management genderových vzťahů. Postavení žen a mužů v organizaci*. Praha : Management Press, 2004. 198 s. ISBN 80-7261-117-8.
 3. RYAN, M. – HASLAM, A. Introducing the glass cliff. In *BBC News*. Online: <http://newsvote.bbc.co.uk>
 4. Not so much a glass ceiling as a glass cliff. In *Management Issues*. Online: <http://www.management-issues.com>
 5. *The Bottom Line. Catalyst Study*. Online: <http://www.catalystwomen.org/files/full/financialperformancereport.pdf>

Summary

In this paper, we have focused on the theoretical definition of the terms glass ceiling and glass cliff. At present, some women find higher jobs in the corporate structure and think they have broken the glass ceiling. Unfortunately, they later find out that the company has appointed them to these positions only because of instability. Then these women are exposed to a wave of criticism for the collapse of society, although they cannot blame it. They are subsequently released and have difficulty penetrating the labor market.

Kľúčové slová:

sklenený útes, sklenený strop, bariéry, ženy

Adresa autora:

Ing. Zuzana Kudlová, PhD.

Ekonomická univerzita v Bratislave, Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach

Katedra finančného riadenia podniku

Tajovského 13, 041 30 Košice

tel.: +0421(0)55 / 722 31 11

e-mail: zuzana.kudlova@euba.sk

Vyhodnotenie ekonomických výsledkov podniku v stavebnom priemysle aplikáciou metód viackriteriálneho rozhodovania

Juliána JENČOVÁ

Úvod

V živote sa stretávame s množstvom problémov a úloh, ktoré riešime na základe určitých kritérií. Riešenie problémov má viacero alternatív, no my sa snažíme vybrať si pre nás tu najvhodnejšiu. Pandémia koronavírusu spôsobila, že množstvo podnikov rieši prevádzkové či existenčné problémy. Nie je tomu inak ani v podniku, ktorý vedie svoje podnikanie v stavebnom sektore.

Cieľom tohto príspevku je na základe metód viackriteriálneho rozhodovania vybrať najvhodnejšiu alternatívu, ktorá bude predstavovať referenčný rok, v závislosti od ktorého bude podnikateľ realizovať ďalšie rozhodnutia.

V príspevku sme sa rozhodli pre aplikáciu metód viackriteriálneho rozhodovania ako je metóda váženého súčtu, metóda TOSPIS a metóda AHP, nakoľko počet kritérií, na základe ktorých budeme rozhodovať o vhodnom variante.

Vymedzenie metód viackriteriálneho rozhodovania

Schoemaker a Russo (2014) uvádzajú, že rozhodovanie je proces, ktorým jednotlivec, skupina alebo organizácia dospieva k záverom o tom, aké budúce kroky majú vykonať, vzhľadom na súbor cieľov a obmedzení dostupných zdrojov. Klasifikácia rozhodovacích procesov nemá jednoznačne vymedzenú škálu kritérií, no v mnohých publikáciách sa stretávame s klasifikáciou rozhodovacích problémov z hľadiska počtu kritérií. Vtedy hovoríme o jednokriteriálnych metódach, ktorých podstatou je voľba najlepšieho variantu na základe jediného kritéria, a o viackriteriálnych metódach, v ktorých rozhodovateľ pristupuje k voľbe najlepšieho variantu podľa niekoľkých kritérií súčasne.

Metóda váženého súčtu

Metóda váženého súčtu, známa tiež ako metóda WSA (Weighted Sum Approach), vyžaduje kardinálne informácie, kriteriálnu maticu Y a vektor váh kritérií $\vec{w}$. Konštruje celkové hodnotenie pre každý variant, a tak je možné túto metódu použiť ako pre hľadanie najvhodnejšieho variantu, tak aj pre usporiadanie

variant od najlepšieho po najhoršie. (Šubrt a kol., 2011)

Metóda váženého súčtu je špeciálnym prípadom metódy funkcie úžitku. Vychádza z princípu maximalizácie úžitku. Ak dosiahne variant a_i podľa kritéria j určité hodnoty y_{ij} , prinesie tak užívateľovi úžitok, ktorý je možné vyjadriť pomocou lineárnej funkcie úžitku. Celkový úžitok variantu je vyjadrený váženým súčtom hodnoty čiastkových funkcií úžitku:

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j u_j(y_{ij}) \quad (1)$$

kde u_j sú čiastkové funkcie úžitku jednotlivých kritérií a v_j sú váhy kritérií. (Šubrt a kol., 2011)

Algoritmus metódy váženého súčtu (Šubrt a kol., 2011):

1. krok: Určenie ideálneho variantu H s ohodnotením $(h_1, \dots, h_n)$ a bazálneho variantu D s ohodnotením $(d_1, \dots, d_n)$.
2. krok: Vytvorenie štandardizovanej kritériálnej matice R , ktorej prvky získame pomocou vzťahu:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j} \quad (2)$$

3. krok: Výpočet agregovanej funkcie úžitku pre jednotlivé varianty

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j r_{ij} \quad (3)$$

4. krok: Zoradenie variant zostupne podľa hodnoty $u(a_i)$. Variant s najvyššou hodnotou je považovaný za najlepšie riešenie problému

Metóda TOPSIS

Metóda TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) posudzuje varianty z hľadiska ich vzdialenosti od ideálneho a bazického variantu. Tak ako predchádzajúca metóda, tak aj táto vyžaduje kardinálne hodnotenie variant podľa jednotlivých kritérií a váhy týchto kritérií. Postup pre použitie tejto metódy je nasledovný (Šubrt a kol., 2011):

1. krok: Skonstruovanie normalizovanej kritériálnej matice $R = (r_{ij})$ podľa vzťahu:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^p y_{ij}^2}} \quad (4)$$

2. krok: Výpočet normalizovanej váženej kritériálnej matice $W = (w_{ij})$ podľa vzťahu:

$$w_{ij} = v_j r_{ij} \quad (5)$$

3. krok: Určenie ideálneho variantu H s ohodnotením $(h_1, \dots, h_m)$ a bazálneho variantu D s ohodnotením $(d_1, \dots, d_m)$ vzhľadom k hodnotám matice W .

4. krok: Výpočet vzdialenosti jednotlivých variant od ideálneho variantu:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - h_j)^2} \quad (6)$$

a od bazálneho variantu:

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - d_j)^2} \quad (7)$$

5. krok: Výpočet relatívneho ukazovateľa vzdialenosti od bazálneho variantu, tzv. indikátor úžitku, kedy maximálna hodnota určuje variant s najvyšším úžitkom:

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (8)$$

6. krok: Zostupné usporiadanie variant podľa hodnôt úžitku c_i

Metóda AHP

Metóda AHP (Analytic Hierarchy Process) je metóda navrhnutá profesorom Saatym v roku 1980. Poskytuje rámec na prípravu efektívnych rozhodnutí v zložitých rozhodovacích situáciách, pomáha zjednodušiť a zrýchliť prirodzený proces rozhodovania. AHP je metódou rozkladu zložitých neštruktúrovaných situácií na jednoduchšie komponenty, čím vytvára hierarchický systém problému. Tento hierarchický systém je zovšeobecnením – rozšírením možností viackriteriálneho rozhodovacieho systému. (Šubrt a kol., 2011)

Každá úroveň hierarchickej štruktúry si vyžaduje použitie Saatyho metódy kvantitatívneho párového porovnanie. Pomocou subjektívneho hodnotenia párového porovnávania sú pridelené všetkým komponentom na každej úrovni hierarchie kvantitatívne charakteristiky vyjadrujúce ich dôležitosť, resp. preferenciu. V skutočnosti zostavujeme matice párových porovnaní, ktoré vyjadrujú vzájomný vzťah medzi všetkými dvojicami prvkov na danej úrovni. Hodnoty, ktoré získame sa nazývajú preferenčné indexy variantov z hľadiska všetkých kritérií.

Koeficienty intenzity vzťahu i -tého variantu ku j -tému variantu sú určené tým istým spôsobom ako u Saatyho metódy stanovania váh:

$$w_{ij} = \sqrt[m]{\prod_{k=1}^m s_{ik}^j} \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (9)$$

kde m je počet variantov, n je počet kritérií a $S_j = (s_{im}^j)$ matica hodnotenia pre j -té kritérium. Výsledné hodnotenie sa určí ako vážený súčet koeficientov intenzity:

$$c_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} v_j \quad i = 1, \dots, m \quad (10)$$

kde v_i je váha j -tého kritéria z vyššej úrovne.

Výber kritérií

Rozhodnutie v prospech nejakej alternatívy závisí od určitých kritérií. V príspevku sa rozhodujeme, ktorý rok (2014 – 2019) je z hľadiska finančných ukazovateľov pre podnik v stavebnom priemysle referenčný. Väčšie množstvo autorov sa zhoduje na tom, že analýza pomerových ukazovateľov je najpoužívanejšou metódou pre hodnotenie finančnej stability a výkonnosti firmy, preto je často označovaná aj ako jadro finančnej analýzy. Je teda zrejmé, že za kritéria sme si zvolili finančné ukazovatele zo skupiny ukazovateľov rentability, zadlženosti, likvidity a aktivity. (Kotulič a kol., 2018)

Tab. č. 1 Hodnoty vybraných kritérií

Ukazovatele rentability	Rentabilita aktív – ROA	$ROA = \frac{EBIT}{\text{Celkové aktíva}}$	(11)
	Rentabilita tržieb – ROS	$ROS = \frac{EBIT}{\text{Tržby}}$	(12)
Ukazovateľ likvidity	Likvidita III. Stupňa	$\text{Likvidita III. stupňa} = \frac{\text{Obežný majetok}}{\text{Cudzíe zdroje}}$	(13)
Ukazovatele zadlženosti	Celková zadlženosť	$\text{Celková zadlženosť} = \frac{\text{Cudzíe zdroje}}{\text{Celkové aktíva}}$	(14)
	Ukazovateľ úrokového krytia	$\text{Ukazovateľ úrokového krytia} = \frac{EBIT}{\text{Nákladové úroky}}$	(15)
Ukazovateľ aktivity	Obrat aktív	$\text{Obrat aktív} = \frac{\text{Tržby}}{\text{Celkové aktíva}}$	(16)

Zdroj: vlastné spracovanie

Pred samotnou aplikáciou jednotlivých metód je dôležité si uvedomiť, ktoré ukazovatele považujeme za maximalizačné a ktoré za minimalizačné kritérium.

- Maximalizačné kritéria: ROA, ROE, Likvidita III. stupňa, Ukazovateľ úrokového krytia
- Minimalizačné kritéria: Celková zadlženosť, Obrat aktív

Na základe výkazov z účtovných závierok za roky 2014 – 2019 sme kvantifikovali vybrané ukazovatele. Ukazovatele teda predstavujú kritéria hodnotenia a uvedené účtovné obdobia, a teda roky (2014 – 2019), identifikujeme ako alternatívy riešenia rozhodovacieho problému.

Tab. č. 2 Hodnoty vybraných kritérií

		ROA	ROS	Likvidita III. stupňa	Celková zadlženosť	Ukazovateľ úrokového krytia	Obrat aktív
		K1 - max	K2 - max	K3 - max	K4 - min	K5 - max	K6 - min
2014	A1	0,15	0,07	1,37	0,73	3,83	2,23
2015	A2	0,28	0,30	2,42	0,41	25,31	0,93
2016	A3	0,16	0,09	2,30	0,43	0,00	1,84
2017	A4	0,09	0,09	1,64	0,52	3,45	0,93
2018	A5	0,07	0,06	1,78	0,46	2,67	1,15
2019	A6	0,09	0,06	1,24	0,62	5,74	1,64

Zdroj: vlastné spracovanie

Výsledky práce

Podnik pôsobiaci v stavebnom priemysle budeme hodnotiť za vybrané účtovné obdobia, ktoré ako už bolo spomenuté vyššie, predstavujú alternatívy: A1 – 2014, A2 – 2015, A3 – 2016, A4 – 2017, A5 – 2018, A6 – 2019.

Vybrané kritéria predstavujú škálu kritérií K1 – K6: K1 – ROA, K2 – ROS, K3 – Likvidita III. Stupňa, K4 – Celková zadlženosť, K5 – Ukazovateľ úrokového krytia, K6 – Obrat aktív.

Pred aplikáciou metód viackritériálneho rozhodovania je potrebné stanoviť váhy jednotlivých kritérií. Pre tieto potreby sme sa rozhodli pre výpočet váh pomocou Saatyho metódy. Táto metóda spočíva v postupnom vzájomnom porovnaní každého kritéria s každým podľa ich významu obdobne ako pri Fullerovej metóde, avšak oproti nej sa navyše vyjadruje aj intenzita rozdielu vo význame porovnávanej dvojici kritérií. Na vyjadrenie rozdielu kritérií, respektíve ich preferencií sa používa nasledujúca stupnica:

- 1 – Rovnocenné kritéria i a j
- 3 – Slabo preferované kritérium i pred j
- 5 – silno preferované kritérium i pred j
- 7 – veľmi silno preferované kritérium i pred j
- 9 – absolútne preferované i pred j

Pokiaľ je preferované kritérium h pred kritériom i, využívajú sa prevrátené hodnoty (Šubrt a kol., 2011)

Tab. č. 3 Výpočet váh pomocou Saatyho metódy

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Geometrický priemer	Váhy
K1	1	3	5	7	5	5	3,71	0,41
K2	0,33	1	5	5	5	5	2,43	0,27
K3	0,20	0,20	1	7	5	5	1,38	0,15
K4	0,14	0,20	0,14	1	7	7	0,76	0,09
K5	0,20	0,20	0,20	0,14	1	7	0,45	0,05
K6	0,20	0,20	0,20	0,14	0,14	1	0,23	0,03
							8,98	1,00

Zdroj: vlastné spracovanie

Z uvedenej tabuľky 3 si môžeme všimnúť, že výpočtami sme dospeli k stanoveniu váh pre vybrané kritéria. Najvyššiu váhu spomedzi vybraných finančných ukazovateľov má ukazovateľ ROA (0,41), za ním nasleduje ukazovateľ rentability ROS (0,27). Najnižšiu váhu dosahuje ukazovateľ obrat aktív.

Po výpočte váh kritérií môžeme pristúpiť k aplikácii jednotlivých metód viackritériálneho rozhodovania.

Metóda WSA

Pokladáme za dôležité opomenúť že ukazovatele ROA, ROS, Likvidita III. stupňa a ukazovateľ úrokového krytia považujeme za maximalizačné kritéria. Naproti tomu celková zadlženosť a doba obratu sú kritéria minimalizačného charakteru. Z toho dôvodu je nevyhnutné transformovať minimalizačné kritéria na maximalizačné

Tab. č. 4 Transformácia minimalizačných kritérií na maximalizačné

		K1	K2	K3	K4	K5	K6
		max	max	max	max	max	max
2014	A1	0,15	0,07	1,37	0,00	3,83	0,00
2015	A2	0,28	0,30	2,42	0,32	25,31	1,30
2016	A3	0,16	0,09	2,30	0,30	0,00	0,39
2017	A4	0,09	0,09	1,64	0,21	3,45	1,30
2018	A5	0,07	0,06	1,78	0,27	2,67	1,08
2019	A6	0,15	0,07	1,37	0,00	3,83	0,59
Ideálny variant h_j		0,28	0,30	2,42	0,32	25,31	1,30
Bazálny variant d_j		0,07	0,06	1,24	0,00	0,00	0,00

Zdroj: vlastné spracovanie

Pre vybrané kritéria sme určili ideálny variant h_j , čo vlastne predstavuje maximálnu hodnotu každého kritéria a bazálny variant d_j , teda minimálnu hodnotu pre každé kritériu.

Vychádzajúc zo vzťahu (2) bola vytvorená kritériálna matica R , na základe ktorej boli pre jednotlivé alternatívy vypočítané agregované funkcie úžitku podľa vzťahu (3). Priemerný úžitok v každom roku sme vypočítali ako súčet jednotlivých hodnôt úžitkov každého kritéria a jemu priradenej váhy.

Tab. č. 5 Kritériálna matica a agregovaná funkcia úžitku

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	u	Poradie
A1	0,38	0,04	0,11	0,00	0,15	0,00	0,19	4.
A2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1.
A3	0,46	0,13	0,90	0,93	0,00	0,30	0,45	2.
A4	0,10	0,15	0,34	0,66	0,14	1,00	0,22	3.
A5	0,00	0,00	0,46	0,85	0,11	0,83	0,17	5.
A6	0,12	0,00	0,00	0,34	0,23	0,45	0,10	6.
Váhy	0,41	0,27	0,15	0,09	0,05	0,03		

Zdroj: vlastné spracovanie

Metódou váženého súčtu sme dospeli k nasledujúcemu záveru. Podľa zostupného usporiadania alternatív dosiahol stavebný podnik v roku 2015 podľa vybraných kritérií najlepšie ekonomické výsledky ($u = 1,00$). Naopak, za ekonomický najhorší rok evidujeme rok 2019 ($u = 0,10$). Podľa metódy WSA podnik dosiahol druhé najlepšie ekonomické výsledky v roku 2016 ($u = 0,45$). Úžitok 0,17 dosiahla piata alternatíva, rok 2018, čo ho radí na predposledné miesto.

Metóda TOPSIS

Ďalšou z metód viackritériálneho rozhodovania je metóda TOPSIS. Predpokladá sa, že sú všetky kritéria maximalizačného typu, vychádzame teda z tabuľky 4. Podľa vzťahov (4) sme zostavili normalizovanú kritériálnu maticu. Jednotlivé prvky matice sme vynásobili príslušnými váhami, podľa vzťahu (5) a zostavili sme váženú kritériálnu maticu. Po vytvorení váženej kritériálnej matice určíme ideálnu H a bazálnu D alternatívu.

Tab. č. 6 Vážená kritériálna matica s ideálnou a bazálnou alternatívou

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	0,16	0,05	0,05	0,00	0,01	0,00
A2	0,30	0,24	0,08	0,05	0,05	0,02
A3	0,18	0,07	0,08	0,04	0,00	0,00
A4	0,09	0,07	0,06	0,03	0,01	0,02
A5	0,07	0,04	0,06	0,04	0,00	0,01
A6	0,10	0,04	0,04	0,02	0,01	0,01
Ideálny variant h_j	0,30	0,24	0,08	0,05	0,05	0,02
Bazálny variant d_j	0,07	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00

Zdroj: vlastné spracovanie

Podľa vzťahu (6) a (7) sme vypočítali d_i^+ a d_i^- . Po výpočte týchto hodnôt sme dosadili jednotlivé hodnoty do vzťahu (8) a vyjadrili tak c_i pre jednotlivé alternatívy.

Tab.č. 7 Výsledná tabuľka pre metódu TOPSIS

	Rok	d_i^+	d_i^-	c_i	Poradie
A1	2014	0,09	0,25	0,27	6.
A2	2015	0,92	0,00	1,00	1.
A3	2016	1,01	0,22	0,82	2.
A4	2017	0,98	0,27	0,78	3.
A5	2018	0,98	0,31	0,76	5.
A6	2019	0,96	0,29	0,77	4.

Zdroj: vlastné spracovanie

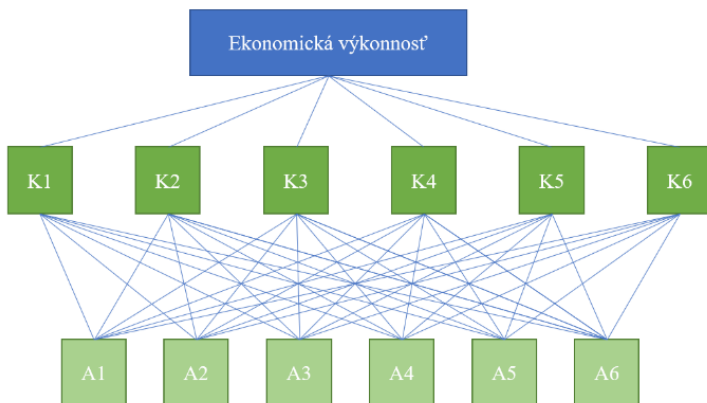
Tak ako predchádzajúca metóda, tak aj táto si vyžaduje následne zoradenie výsledných hodnôt c_i zostupne. Na základe výslednej tabuľky sme dospeli k nasledujúcemu záveru. Najlepšie ekonomické výsledky podnik dosiahol v roku 2015 ($c_2 = 1,00$). Usporiadanie ďalších rokov sa však použitím tejto metódy líši. Ako druhé najlepšie ekonomické obdobie je v tomto prípade považovaný účtovný rok 2016 ($c_3 = 0,82$), za ním nasleduje rok 2017 ($c_4 = 0,78$), rok 2019 ($c_6 = 0,77$) a rok 2018 ($c_5 = 0,76$). Posledné miesto, a teda najhoršie ekonomické výsledky podľa metódy TOPSIS vykazuje prvá alternatíva s hodnotou 0,27, ktorá predstavuje rok 2014.

Metóda AHP

Poslednou aplikovanou metódou viackriteriálneho rozhodovania v sledovanom podniku pôsobiacom v stavebnom sektore je metóda AHP. Každá úroveň hierarchickej štruktúry si vyžaduje použitie Saatyho metódy kvantitatívneho párového porovnanie. Ako bolo spomenuté, pomocou subjektívneho hodnotenia párového porovnávania sú pridelené všetkým komponentom na každej úrovni hierarchie kvantitatívne charakteristiky vyjadrujúce ich dôležitosť.

Pre výpočet váh jednotlivých kritérií sme použili Saatyho metódu. Váhy kritérií sú ako pre predchádzajúce dve metódy, tak aj túto rovnaké, čo zodpovedá tabuľke 3.

Následne po vzájomnom porovnaní jednotlivých kritérií sme rovnakým spôsobom hodnotili alternatívy. Výsledkom sú matice párového porovnávania podľa kritérií K1 až K6.



Obr. č. 1 Hierarchická štruktúra

Zdroj: vlastné spracovanie

Tab. č. 8 Hodnotenie alternatív podľa kritéria K1 – ROA

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Geometrický priemer	Váha
A1	1	0,2	0,5	5	7	5	1,61	0,17
A2	5	1	4	8	9	8	4,75	0,49
A3	2	0,25	1	5	7	5	2,11	0,22
A4	0,20	0,13	0,20	1	3	1	0,50	0,05
A5	0,14	0,11	0,14	0,33	1	0,33	0,25	0,03
A6	0,20	0,13	0,20	1	3	1	0,50	0,05
							9,72	1,00

Zdroj: vlastné spracovanie

Úlohou metódy AHP je nájsť najvhodnejšiu alternatívu, ktorá spĺňa vopred stanovené kritériá pre vopred zadefinovaný cieľ. Vo výslednej tabuľke 9 možno sledovať jednotlivé kritériá zoradené podľa váh zostupne – od najvýznamnejšieho po menej významné kritérium. Ďalej môžeme pozorovať vážené súčty jednotlivých alternatív. Podľa nami zvolených kritérií je optimálna druhá alternatíva, rok 2015. Za ním nasleduje rok 2016 a 2014. Následne ostatné alternatívy, rok 2017 až rok 2019.

Tab. č. 9 Výsledná tabuľka metódy AHP

	Váha	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Kritérium		2014	2015	2016	2017	2018	2019
ROA	0,414	0,17	0,49	0,22	0,05	0,03	0,05
ROS	0,271	0,07	0,59	0,11	0,14	0,05	0,04
Likvidita III. stupňa	0,154	0,03	0,43	0,30	0,05	0,13	0,07
Celková zadlženosť	0,085	0,03	0,34	0,27	0,12	0,17	0,06
TIE	0,050	0,12	0,50	0,02	0,08	0,05	0,24
Doba obratu	0,026	0,47	0,03	0,26	0,04	0,08	0,14
Vážený súčet		0,11	0,48	0,20	0,08	0,06	0,06
Poradie		3.	1.	2.	4.	5.	6.

Zdroj: vlastné spracovanie

Tak ako predchádzajúce dve metódy, tak aj táto priniesla odlišné výsledky. Vo všetkých troch prípadoch bol ale účtovný rok 2015 považovaný za ekonomicky najlepšiu alternatívu.

Tab. č. 10 Poradie alternatív pre jednotlivé metódy

	Metóda WSA	Metóda TOPSIS	Metóda AHP
A1 – 2014	4.	6.	3.
A2 – 2015	1.	1.	1.
A3 – 2016	2.	2.	2.
A4 – 2017	3.	3.	4.
A5 – 2018	5.	5.	5.
A6 – 2019	6.	4.	6.

Zdroj: vlastné spracovanie

Záver

Príspevok bol venovaný metódam viackriteriálneho rozhodovania, konkrétne metóde váženého súčtu, metóde TOPSIS a metóde AHP. V stavebnom podniku sme riešili problém, ktorý účtovný rok vykazuje z ekonomického hľadiska najlepšie výsledky. Určením tohto ekonomicky najvhodnejšieho roku sme teda určili referenčný rok, podľa ktorého by mohli byť odvodzované budúce rozhodnutia manažéra podniku. Alternatívy riešeného problému predstavovali účtovné roky 2014 – 2019. Výkonnosť v týchto rokoch bola sledovaná na základe zvolených kritérií K1 – K6, a teda rentabilita aktív, rentability tržieb, likvidita III. stupňa, zadlženosť, ukazovateľ úverového krytia a obrat aktív. Každému kritériu bola pridelená určitá váha vypočítaná na základe Saatyho metódy. Váhy kritérií zohrávajú dôležitú úlohu pri rozhodovaní.

Všetky tri metódy vyhodnotili rok 2015 za ekonomicky najpriaznivejší, za ním nasledoval rok 2016. Ostatné umiestnenie alternatív sa v závislosti od metódy líši. Tieto rozdiely vznikli z dôvodu odlišných princíp výpočtov.

V súčasnej dobe pandémie koronavírusu si uvedomujeme, že realizovať rozhodnutia vyplývajúce z účtovného roku 2015 nebudú mať také pozitívne výsledky. Naším príspevkom sme chceli podniku, ktorý podniká v stavebnom priemysle, odporučiť akýsi „odrazový mostík“ v podobe referenčného roku.

Tento príspevok je súčasťou projektu I-21-112-00: Využitie nástrojov umelej inteligencie na podporu finančných technológií

Literatúra:

1. KOTULIČ, R. – KIRÁLY, P. – RAJČÁNIOVÁ, M. 2018. *Finančná analýza podniku*. 3. vydanie. Bratislava : Vydavateľstvo Wolters Kluwer SR s.r.o.,

2018. 227 s. ISBN 978-80-8168-888-1.
2. RŮČKOVÁ, P. 2015. *Finanční analýza*. 5 vydanie. Praha : Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-5534-2.
 3. SCHOEMAKER, J. H. – RUSO, J. E. 2014. *Decision-making*. Cornell University: Palgrava Macmillan, 2014. [online] [cit. 30.11.2021]. Dostupné na: http://www.researchgate.net/publication/320042464_decision-making
 4. ŠUBRT, T. a kol. 2011. *Ekonomicko-matematické metody*. Praha : Aleš Čeněk, s.r.o., 2011. 352 s. ISBN 978-80-738-0345-2.
 5. VOCHOZKA, M. 2011. *Metody komplexního hodnocení podniku*. Praha : Grada Publishing, 2011. 248 s. ISBN 978-80-247-3647-1.
 6. *Vyhodnocení variant. Příloha Vzdělávacího manuálu pro hodnocení dopadů regulace (RIA)*. Dostupné na: https://www.vlada.cz/assets/ppov/lrv/ria/Vzdelavaci-manual-pro-RIA-UV-2017-priloha-Vyhodnoceni-variant_1.pdf
 7. ZALAI, K. a kol. 2013. *Finančno-ekonomická analýza podniku*. Bratislava : Sprint, 2013. 305 s. ISBN 978-80-89393-80-0.

Summary

Many companies are currently facing the question of how they will run their business in the post-pandemic period. The paper discusses the methods of multi-criteria decision-making and applies them in the decision-making process of a construction company manager, which direction the company should take depending on its own previous experience.

The aim of this paper is to select the most appropriate alternative based on multi-criteria decision-making methods, which will be the reference year on the basis of which the entrepreneur will implement further decisions.

Kľúčové slová:

viackriteriálne rozhodovanie, metóda váženého súčtu, metóda TOPSIS, metóda AHP, Saatyho metóda

Adresa autora:

Ing. Juliána Jenčová

Ekonomická univerzita v Bratislave, Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach

Katedra kvantitatívnych metód

Tajovského 13, 041 30 Košice

e-mail: juliana.jencova@euba.sk

Analýza vývoja kryptomeny Bitcoin

Kamila SOTÁKOVÁ

Úvod

Kryptomena je novým druhom meny. Na peňažnom trhu pôsobí už niekoľko rokov, konkrétne od roku 2009, kedy bol do obehu uvedený prvý Bitcoin. Táto virtuálna mena spôsobila vo finančnom svete peňažnú, ale aj informačnú revolúciu. Vyniká práve zaručením bezpečnosti finančných prostriedkov, či rýchlym spôsobom platby. Prudký rozvoj IT technológií mene zaručuje zvýšenie povedomia a rast využívania danej virtuálnej meny. Príspevok poukazuje na základné informácie z oblasti virtuálnych mien, ktoré sú už bežnou súčasťou života obyvateľstva. Teoretická časť príspevku je venovaná poznatkom o virtuálnych menách, t. j. poznatkom o virtuálnej mene Bitcoin, Euthereum a Ripple. Zároveň uvádzame základne odlišnosti medzi uvedenými kryptomenami. V praktickej časti príspevku venujeme pozornosť práve analýze vývoja maximálnej ceny najrozšírenejšej kryptomeny Bitcoin za obdobie rokov 2015 až október 2021, a to konkrétne za jednotlivé mesiace. Na základe zoskupených informácií v teoretickej a praktickej časti príspevku naplníme hlavný cieľ príspevku, ktorým je oboznámenie čitateľa o všeobecných poznatkoch z oblasti kryptomien a následná analýza spojená s predikciou vývoja maximálnej hodnoty virtuálnej meny Bitcoin.

Virtuálna mena – Kryptomena

Digitálne platidlo, kryptomena je objavom vednej disciplíny kryptológie, vede o utajovaných obsahoch správ. V súčasnosti je využívaná každodenne, či už pri platbách v obchodoch, hoteloch, reštauráciách, alebo pri platbách cez internetové stránky. Kryptomena sa stala výmenným prostriedkom za zakúpené tovary, poskytované služby. Stroukal – Skalický (2018) definujú kryptomenu ako jednotky a nuly cirkulujúce po internetovej sieti. Uvádzajú, že ide o elektróny prúdiace káblami a ktoré sú uväznené na pevných diskoch serverov v celom svete. Adamíková (2020) poukazuje na zmenu definície virtuálnej meny v Smernici Európskeho parlamentu a rady (EÚ) 2018/843 z 30. mája 2018, ktorou sa mení smernica (EÚ) 2015/849 o predchádzaní využívaniu finančného systému na účely prania špinavých peňazí alebo financovania terorizmu, a smernici 2009/138/ES a 2013/36/EÚ (smernica zverejnená v Úradnom vestníku Európskej únie z 19. 6. 2018). Smernica považuje virtuálne meny za elektronický nositeľ hodnoty,

pričom nie je zaručená ani vydávaná centrálnou bankou, orgánom verejnej moci. Nie je naviazaná na etablovanú menu v súlade so zákonom, nemá právny status meny ani peňazí, ale je akceptovaná (fyzickými, právnickými osobami), ako výmenný prostriedok, ktorý možno elektronicky prevádzať, uchovávať či obchodovať s ním.

Slavkovský (2021) virtuálnu menu považuje za nezničiteľnú sieť ekonomických transakcií, ktorá funguje na základe technológie Blockchainu. Zmienená technológia je na úrovni centrálnej banky, teda jej úlohou je regulácia meny v obehu a jej cien. Conway (2021) Blockchain definuje ako databázu uchovávajúcu informácie elektronicky v počítačovej sieti. Ďalej v svojom príspevku informuje čitateľov o úlohe Blockchainu, a to o úlohe zaručenia bezpečnosti udržiavania decentralizovaného záznamu transakcií. Za inováciu v problematike Blockchainu autor považuje zaručenie vernosti a bezpečnosti záznamu údajov a tvorbu dôvery bez potreby dôveryhodnej tretej strany. Stroukal a Skalický (2018) Blockchain prirovnávajú k účtovnej knihe, teda užívatelia môžu vidieť záznamy súčasných transakcií, ale aj vykonaných transakcií v minulosti. Smieme konštatovať, že používateľovi kryptomeny Blockchain poskytuje prehľad ním zrealizovaných transakcií. Táto skutočnosť zabezpečuje ochranu pred falšovaním, či prípadnej dvojitej platobnej realizácii. Virtuálne meny sa vyznačujú istými výhodami, medzi ktoré podľa uvedených autorov môžeme zaradiť:

- Decentralizácia a deregulácia – nie sú ohrozené, nepodliehajú regulácii. Transakcie sú spracovávané počítačmi. Vďaka decentralizácii nie je možné bitcoinovú sieť vypnúť a ani zakázať.
- Jednoduchosť platieb – rýchlejšia realizácia platieb oproti prevodom realizovaných prostredníctvom bánk. Prevody sú bez poplatkov, alebo ide o minimálne poplatky ($\leq 0,01$ € za prevod jedného Bitcoinu).
- Deflačný charakter – znehodnotenie meny sa ich nedotýka, množstvo virtuálnych mien je totiž dopredu známe.
- Anonymita – výhoda však v sebe skrýva aj isté negatívum, t. j. prípadnú možnosť nezákonného obchodovania.

Za základné nevýhody autori považujú vysokú volatilitu, bezpečnosť (sú častým terčom heckerov) a nenávratnosť chybného prevodu.

Kryptomeny delíme do dvoch skupín ako to uvádza Mikulčík (2020). Prvou skupinou je samostatný Bitcoin. Druhú skupinu tvoria Altcoiny, t. j. alternatívne kryptomeny voči Bitcoinu, ide o coiny a tokeny. Coiny vznikajú na základe zmeny vlastností Bitcoinového Blockchainu, napr. Litecoin, Dogecoin... Tokeny sú špecifické ich funkčnosťou na už inom existujúcom Blockchaine inej kryptomeny. Fungujú prostredníctvom smart kontaktov inej platformy. Vo väčšine prípadov tokeny fungujú na Blockchaine kryptomeny Ethereum. Autor uvádza, že tokeny fungujú ako kryptomeny. Token predstavuje jedinečnú, vzácnu a nedeliteľnú jednu vec, napr. umelecké dielo, pieseň, zberateľské predmety, čokoľvek čo smie byť predmetom obchodu s nezameniteľnou hodnotou.

V roku 2018 Ministerstvo financií Slovenskej republiky prijalo metodické

usmernenie č. MF/10386/2018-721 postupu zdaňovania virtuálnych mien. Na základe, ktorého sa virtuálna mena v účtovníctve zaraďuje do skupiny krátkodobého finančného majetku. Predmetom dane podlieha v tomto prípade príjem z predaja virtuálnej meny (predaj je výmena virtuálnej meny za tovar, poskytnutú službu, t. j. akýkoľvek druh majetku). V účtovníctve tento finančný majetok účtujeme rovnako ako cenné papiere určené na obchodovanie (Ministerstvo financií Slovenskej republiky, 2018).

V súčasnosti existujú stovky druhov kryptomien. V príspevku sumarizujeme poznatky o troch druhoch virtuálnych peňazí, a to o kryptomene Bitcoin, Ethereum a Ripple (XRP).

Bitcoin

Tento pojem sa po prvýkrát objavil v roku 2008 a predstavuje elektronický peer-to-peer systém. Vznikol v ekonomickej kríze ako alternatíva k nestálym jednotlivým národným menám. Rok 2009 je pre Bitcoin príznačný vznikom éry digitálnych peňazí a to vďaka Satishimu Nakamotovi, ktorý vytiahol prvý blok Bitcoinu. Bitcoin je teda najrozšírenejšia a najstaršia, prvotná virtuálna mena. Európska centrálna banka (2018) upozorňuje na skutočnosť, že Bitcoin sa vedú prostredníctvom počítačovej siete na základe zložitých matematických vzorcov a nie centrálnym jedným orgánom, organizáciou. Bitcoin na základe vyššie uvedených informácií nemá fyzickú podobu, je len digitálnym prostriedkom s možnosťou elektronickej výmeny. Reiff (2021) hovorí o Bitcoine ako o digitálnej sieti, ktorá je založená na koncepte Blockchain, t. j. verejnej knihe overených transakcií a vedených záznamov.

Ethereum

V svojej podstate predstavuje decentralizovaný počítať založený na Blockchaine Etherea. Samotný počítať má globálny charakter, teda nesmie byť vypnutý, nesmie sa zasekávať a nemôže byť cenzurovaný. Pôsobí na celom svete, kde je prístup k internetu. Royal (2020) hovorí, že ide o jeden z množstva vytvorených typov virtuálnej meny. Do pozornosti dáva skutočnosť, ktorá je platná od októbra 2021, že z pohľadu celkovej veľkosti sa Ethereum považuje za druhú najpopulárnejšiu kryptomenu za Bitcoinom. Reiff (2021) v svojej štúdií uvádza, že Ethereum je platforma inteligentných zmlúv, ktorá prevádzkuje decentralizované aplikácie a tokeny, ako sú ICO alebo NFT. Teda sme si uvažovať, že hlavným účelom vzniku Etherea je zdokonalenie inteligentných kontraktov a ich rozšírenie do praxe, t. j. nahrádzať samotné klasické zmluvy, dohody.

Ripple (XRP)

Ripple (XRP) predstavuje zmenáreň či samotnú sieť prevodov vytvorenú

spoločnosťou Ripple. Tento druh kryptomeny funguje na základe distribuovaného Internetového protokolu, ktorý zaručuje rýchlejšiu výpočtovú techniku pri nižšej spotrebe výkonu. Ripple (XRP) je špecifickým druhom kryptomeny, ktorý disponuje vlastným tokenom známym pod skratkou XRP. Frankenfield (2021) za účel XRP považuje sprostredkovanie výmeny medzi dvoma menami alebo sieťami. Ripple definuje ako digitálnu platobnú sieť, či protokol založený na Blockchaine s vlastnou kryptomenou XRP.

V rámci nami vybranej skupiny druhov kryptomien v Tab. č. 1 sme zoskupili odlišnosti medzi jednotlivými virtuálnymi menami.

Tab. č. 1 Odlišnosti vybraných druhov kryptomien

Kritérium	Kryptomena		
	Bitcoin	Ethereum	Ripple (XRP)
Vznik	2009	2015	2012
Vlastníctvo	Verejné	Verejné	Súkromné
Účel	Platidlo	Inteligentné kontakty	Zúčtovanie platieb, preprava komodít
Blockchain	Sledovanie transakcií	Vytváranie inteligentných kontaktov	Vlastný token, uzatváranie platieb na základe konsenzu
Ťažba	Áno	Áno, časť v predpredaji	Nie, dopredu vytŕažené
Rýchlosť realizácie transakcie	1 MB – každých 10 minút	14 – 15 sekúnd	3 – 5 sekúnd
Energetické náklady na realizáciu transakcie	169 – 250 kWh	49 kWh	moll

Zdroj: vlastné spracovanie podľa Ripple vs. Bitcoin: aké sú kľúčové rozdiely (2018), Gazzarica (2018)

Ako už aj so samotnej tabuľky vyplýva, získavanie kryptomien je možné realizovať prostredníctvom ťažieb, realizácie nákupu a predaja na obmedzenej burze. Ďalším spôsobom získania virtuálnej meny je založenie si vlastnej kryptomeny, alebo samotné investovanie do kryptomien. Zisk z obchodovania prináša aj poslednú možnosť nadobudnutie digitálnej meny, a to konkrétne ako odmenu za vynaloženú aktivitu, za prácu.

Stanovisko ECB k virtuálnej mene

Európska centrálna banka (2018) zverejnila na svojom webovom sídle stanovisko vo vzťahu k virtuálnej mene. Bitcoin nepovažuje za platidlo z dôvodu, že nie je krytý (nikto nezaručuje právo ho využiť, nik sa nestará o jeho stabilitu). Nie je všeobecne akceptovaný ako prostriedok platby, obchoduje sa s ním iba na obmedzenom trhu. Používatelia nie sú chránení a tento druh meny je príliš nestály. Podľa stanoviska tejto inštitúcie, Bitcoin je špekulatívnym aktívom. Ide o aktívum, pri ktorom môžeme uvažovať s prípadným ziskom, ale zároveň s rizikom, že svoj vklad nenávratne stratíme. Zároveň ECB nemá v úmysle zakázať a tiež regulovať Bitcoin, ako aj iné digitálne meny. To nepatrí k jej úlohám.

Analýza vývoja digitálnej meny – Bitcoin

Predmetom skúmania v našom príspevku je kryptomena Bitcoin. Dôvodom je skutočnosť, že táto virtuálna mena je v povedomí verejnosti najviac známa. Pre účely príspevku sledujeme vývoj Bitcoinu v období rokov 2015 až do októbra 2021 a to vrátane. Porovnávame maximálnu hodnotu kurzu Bitcoin v EUR za jednotlivé mesiace tohto sledovaného obdobia. Údaje sú spracované v Tab. č. 2.

Tab. č. 2 Vývoj kurzu Bitcoin v EUR

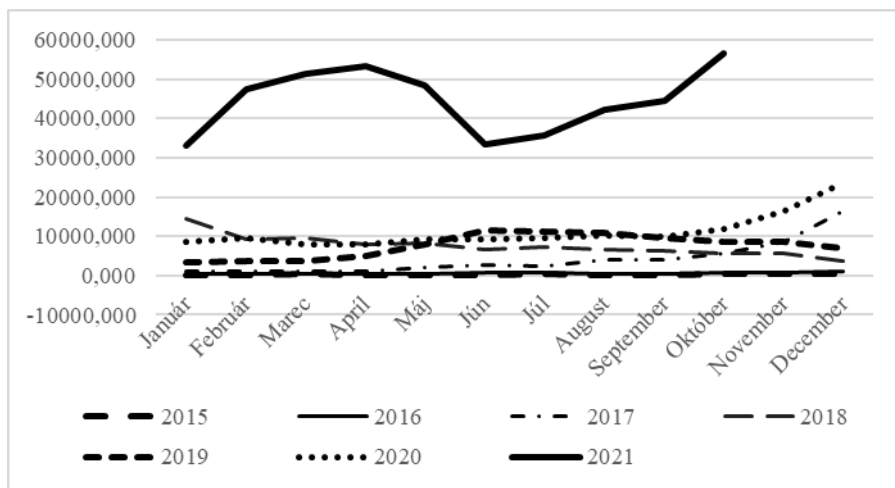
Mesiac	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	max. kurz v €	max. kurz v €	max. kurz v €	max. kurz v €	max. kurz v €	max. kurz v €	max. kurz v €
Január	261,588	421,497	1 106,39	14 550,20	3 522,88	8 624,51	33 205,50
Február	226,182	401,994	1 114,55	9 241,43	3 625,12	9 540,22	47 355,30
Marec	280,198	400,123	1 206,75	9 403,50	3 655,47	8 091,33	51 227,00
Apríl	238,760	412,987	1 233,17	7 940,62	4 914,00	8 069,20	53 165,30
Máj	218,413	479,229	2 182,97	8 236,70	7 835,84	9 219,62	48 353,80
Jún	235,087	685,87	2 647,06	6 616,46	11 594,10	9 184,41	33 385,70
Júl	277,783	632,018	2 453,06	7 196,60	11 225,40	9 621,67	35 550,60
August	259,855	543,063	3 976,93	6 522,14	10 734,60	10 333,30	42 144,30
September	218,262	554,485	4 103,28	6 367,70	9 670,90	10 007,80	44 335,90
Október	297,797	653,899	5 558,74	5 807,51	8 597,11	11 841,60	56 651,80
November	376,674	707,705	8 637,64	5 731,99	8 444,24	16 491,90	x
December	427,892	938,384	16 513,50	3 693,35	6 811,11	23 674,50	x

Zdroj: vlastné spracovanie podľa Kurzy.cz

Legenda: zvýraznené údaje predstavujú – najnižší maximálny kurz v EUR a najvyšší maximálny kurz v EUR.

Analýzou sme dospeli k záveru, že v sledovaných obdobiach hodnota

maximálneho kurzu Bitcoinu nadobudla najvýraznejšie hodnoty v roku 2021. V mesiaci január hodnota maximálneho kurzu predstavovala 33 205,50 €, pričom ide o nárast na prelome rokov o 9 531 €. Je to najvýraznejší nárast maximálneho kurzu na prelome rokov. V mesiaci október hodnota Bitcoinu dosahuje najvyššiu hodnotu za celé sledované obdobie, kedy hodnota 1 Bitcoinu sa predávala za 56 651,80 €. Rok 2018 bol poznačený poklesom kurzu Bitcoinu, čo sa prejavilo už v januári. Došlo k zníženiu o hodnotu 1 963,3 €, čo predstavuje pokles o 11,88 % oproti mesiacu decembru 2017. Klesajúci trend sa prejavoval počas celého roka 2018. Bližšie zmeny vo vývoji maximálneho kurzu sú zobrazené na Obr. č. 1.



Obr. č. 1 Vývoj kurzu Bitcoin v rokoch

Zdroj: vlastné spracovanie

Za obdobie rokov 2015, 2016 vývoj kurzu digitálnej meny Bitcoin bol vyrovnaný, nárast zaznamenávame ku koncu jednotlivých rokov. V roku 2017 prudký nárast vývoja kurzu zaznamenávame v mesiaci november, t. j. o 3 078,90 € oproti mesiacu október. Nárast pokračuje aj v mesiaci december, kedy maximálna hodnota kurzu Bitcoinu sa zvýšila o 47,69 % oproti hodnote kurzu v mesiaci november. Vývoj kurzu danej meny v roku 2018 má klesajúcu tendenciu. V nasledujúcom roku (2019) vývoj kurzu v prvom polroku mal rastúcu tendenciu, avšak v druhej polovici túto tendenciu nemá. Dochádza k poklesu maximálnej hodnoty kurzu, čo v mesiaci december predstavuje 6 811,11 €. Klesajúca tendencia v nasledujúcom roku nepokračuje, ide o rast počas celého roka 2020 vynímajúc mesiac september, kedy došlo oproti predchádzajúcemu mesiacu k poklesu. Rok 2021 je poznačený kolísavým vývojom maximálnej hodnoty kurzu meny Bitcoin.

V nasledujúcej Tab. č. 3 sme venovali pozornosť výpočtu ročného nárastu, ktorý sme vyjadrili aj percentuálne.

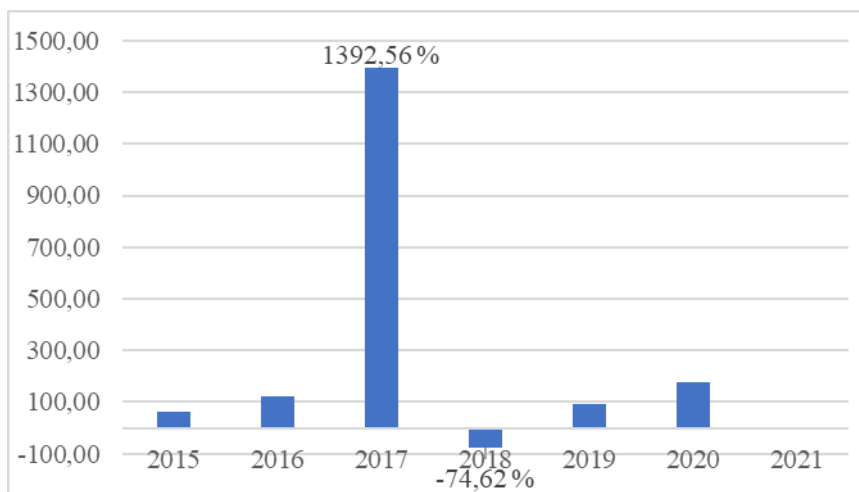
Tab. č. 3 Ročný nárast meny Bitcoin v EUR

Mesiac	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	max. kurz v €	max. kurz v €	max. kurz v €	max. kurz v €	max. kurz v €	max. kurz v €	max. kurz v €
Január	261,588	421,497	1 106,39	14 550,20	3 522,88	8 624,51	33 205,50
December	427,892	938,384	16 513,50	3 693,35	6 811,11	23 674,50	x
Ročný nárast	166,304	516,887	15407,110	-10856,850	3288,230	15049,990	
% nárast	63,57	122,63	1392,56	-74,62	93,34	174,50	

Zdroj: vlastné spracovanie

Najvyšší ročný nárast hodnoty kurzu Bitcoin bol v roku 2017, kedy došlo k výraznému nárastu hodnoty kurzu od januára do decembra až o 15 407,11 €, t. j. nárast o 1 392,56 %. Naopak najhlbší prepád hodnoty kurzu danej meny bol v roku 2018, kedy došlo k poklesu o 10 856,85 €, pokles o -74,62 % oproti januáru 2018. Ročný nárast roku 2021 nie je možné vypočítať, keďže rok 2021 nie je na konci a hodnota kurzu meny nie je vopred známa.

Percentuálny nárast, resp. pokles hodnoty kurzu medzi mesiacom január a mesiacom december príslušného roka je vizuálne spracovaný aj na Obr. č. 2.



Obr. č. 2 Percentuálny nárast kurzu Bitcoin

Zdroj: vlastné spracovanie

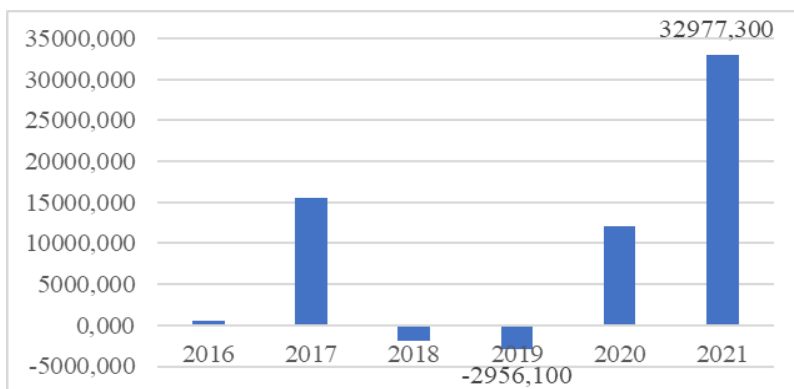
Hodnota kurzu virtuálnej meny závisí od množstva faktorov, ktoré naň vplyvajú. Využili sme jednoduchú lineárnu regresiu na predikciu maximálnej hodnoty kurzu kryptomeny Bitcoin v závislosti od času. Štatistickú metódu dopĺňame o Pearsonovú koreláciu. Našu analýzu dopĺňame aj o výpočet medziročného prírastku maximálnej hodnoty kurzu meny Bitcoin. Potrebné údaje pre uskutočnenie daných metód sme zoskupili v tabuľkovej podobe (Tab. č. 4) a v grafickej podobe (Obr. č. 3 a Obr. č. 4).

Tab. č. 4 Pearsonov korelačný koeficient maximálnej hodnoty kurzu v EUR v závislosti od času a medziročný prírastok maximálnej hodnoty kurzu Bitcoin

Rok	Maximálna hodnota kurzu Bitcoin	Medziročný prírastok max. kurzu Bitcoinu
2015	427,892	
2016	938,384	510,492
2017	16 513,500	15 575,116
2018	14 550,200	-1 963,300
2019	11 594,100	-2 956,100
2020	23 674,500	12 080,400
2021	56 651,800	32 977,300
Pearson	0,847	

Zdroj: vlastné spracovanie

Obr. č. 3 poukazuje na medziročný prírastok maximálnej hodnoty kurzu Bitcoin v EUR.

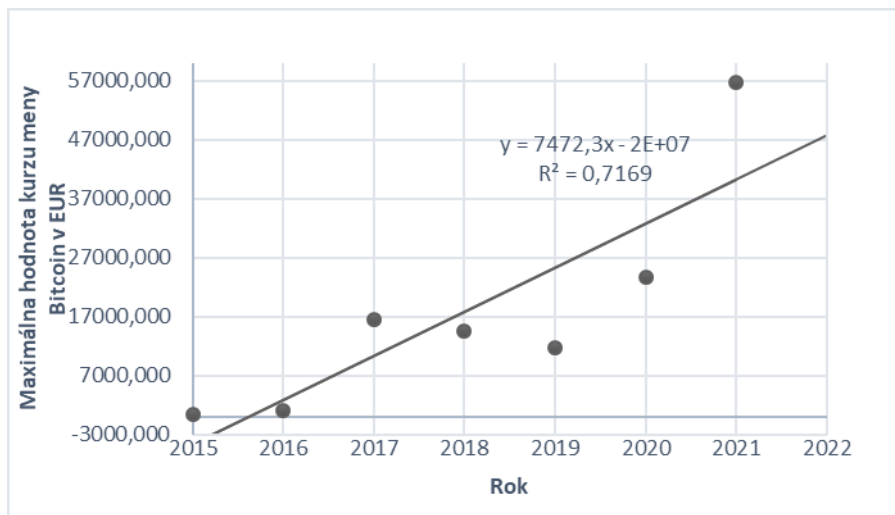


Obr. č. 3 Medziročný prírastok max. kurzu Bitcoinu

Zdroj: vlastné spracovanie

V roku 2021 nastal prudký nárast medziročného prírastku maximálnej hodnoty kurzu Bitcoin, čo predstavuje nárast o 32 977,3 €. Avšak tento nárast nie je konečným číslom, pretože v príspevku sú zoskupené údaje len do októbra roku 2021, teda tento medziročný prírastok do konca roku 2021 bude podliehať zmene. Najnižším medziročným prírastkom max. hodnoty kurzu Bitcoin nastal v roku 2018, kedy poklesol o -2 956,100 €.

Lineárna regresia vývoja maximálnej hodnoty kurz Bitcoin v EUR z časového hľadiska je znázornená na nižšie uvedenom Obr. č. 4.



Obr. č. 4 Jednoduchá lineárna regresia maximálnej hodnoty kurzu Bitcoin v závislosti od roku

Zdroj: vlastné spracovanie

Výsledkom lineárnej regresie je funkcia $y = 7472,3x - 2E+07$, ktorá umožňuje poskytnúť odhad ďalšieho vývoja maximálnej hodnoty kurzu Bitcoin doplnením hodnoty x (rok). Teda predikčný model poskytuje pohľad na budúcu hodnotu maximálnej hodnoty kurzu v EUR meny Bitcoin na základe vývoja v predchádzajúcich analyzovaných rokoch. Spôľahlivosť danej funkcie je 0,7169. Pearsonov korelačný koeficient je v tomto prípade 0,847, čo značí podľa Cohena veľmi veľkú priamu závislosť analyzovanej meny. Môžeme teda konštatovať, že ide o dobrý model predpovede vývoj maximálnej hodnoty kurzu v EUR meny Bitcoin.

Skutočnosť však môže byť úplne iná. Totiž na základe historického vývoja môžeme povedať, že ide o extrémne nestálu menu, pri ktorej môže dôjsť k zmene kurzu aj o viac ako 10 % v priebehu 1 dňa. O tom, ako sa bude hodnota Bitcoinu

naďalej vyvíjať, môžeme mať iba predstavu. Nesporne však pohľad do minulosti môže v istom hľadisku napomôcť. Cena Bitcoinu je ovplyvniteľná množstvom faktorov, medzi ktoré bezpochyby patrí jej fixné množstvo, či skutočnosť, že je mimo inflácie a teda v budúcnosti môže byť lepším uchovávateľom hodnôt v porovnaní s fiat peniazmi. Ovpływňovaná môže byť aj politickými zmenami, či zmenami v ekonomike.

Záver

Prvá virtuálna mena vznikla v roku 2009. Prvotné informácie o mene s názvom Bitcoin sa začali šíriť až v roku 2011. V roku 2013 bol prezentovaný v médiách. Kryptomenám sa neuprie ich značne rýchly vývoj za tak krátke obdobie. V čase kedy euro zažívalo krízu, kryptomena Bitcoin sa stala alternatívou platidla. V príspevku sme sa zamerali na tri druhy kryptomien, a to na Bitcoin, Ethereum a Ripple (XRP). Ide o najrozšírenejšie druhy kryptomien, ktoré bližšie definujeme a poskytujeme čitateľovi prehľad výhod a nevýhod ich využívania v praxi. Na virtuálne meny sa pozeráme aj z právneho rámca Slovenskej republiky, ako aj z pohľadu Európskej centrálnej banky.

V príspevku sa venujeme vývoju práve najstaršej a najrozšírenejšej kryptomene Bitcoin v období rokov 2015 do októbra 2021 vrátane. Vizualne sme spracovali vývoj maximálnej hodnoty kurzu v EUR kryptomeny Bitcoin za jednotlivé roky. Poukazujeme na ročný nárast maximálnej hodnoty kurzu Bitcoin vyjadrením jeho nárastu v EUR, ale aj v percentuálnom vyjadrení. Následne sme vypočítali medziročný prírastok maximálnej hodnoty kurzu analyzovanej meny v EUR. Analýza poskytuje prehľad zmien vývoja Bitcoinu za sledované obdobie. Pre naplnenie cieľa príspevku, vytvorenie jednoduchého modelu predikcie maximálnej hodnoty kurzu, sme využili štatistickú metódu, jednoduchú lineárnu regresiu, ktorú obohacujeme o Pearsonov korelačný koeficient. Na základe danej analýzy konštatujeme, že vývoj maximálnej hodnoty kurzu analyzovanej meny predpovedáme na základe času so 71,69 % spoľahlivosťou. Avšak odporúčame vykonať aj ďalšie analýzy závislosti od iných faktorov, ktoré vplývajú na maximálnu hodnotu kurzu Bitcoin.

Literatúra:

1. ADAMÍKOVÁ, M. 2020. Virtuálna mena v príkladoch – JÚ a PÚ. In *Danovecentrum.sk*. [online] 5. 8. 2020. [cit. 14. 11. 2021] Dostupné na: <https://www.danovecentrum.sk/aktuality/virtualna-mena-v-prikladoch-ju-a-pu-top-tema-dc-8-2020.htm>
2. CONWAY, L. 2021. Blockchain Explained. In *Investopedia.com*. [online] 4. 11. 2021. [cit. 12. 11. 2021] Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp>.

3. Európska centrálna banka, 2018. Čo je Bitcoin!? In *Ecb.europa.eu*. [online] 13. 2. 2018. 14. 7. 2021. [cit. 12. 11. 2021] Dostupné na: <https://www.ecb.europa.eu/explainers/tell-me/html/what-is-bitcoin.sk.html>
4. FRANKENFIELD, J. 2021. Ripple. In *Investopedia.com*. [online] 3. 11. 2021. [cit. 12. 11. 2021]. Dostupné na: <https://www.investopedia.com/terms/r/ripple-cryptocurrency.asp>
5. GAZDARICA, M. 2018. Ethereum zatiaľ kvôli novým ASIC zariadeniam hard fork nepodstúpi. In *Kryptoportal.sk*. [online] 7. 4. 2018. [cit. 12. 11. 2021] Dostupné na: <https://kryptoportal.sk/ethereum-zatial-kvoli-novym-asic-zariadeniam-hard-fork-nepodstupi/>
6. Kurzy: [online]. Copyright: ©2000 – 2021. [cit. 14. 11. 2021] Dostupné na: <https://www.kurzy.cz/kryptomeny/>
7. Ministerstvo financií Slovenskej republiky. 2018. *Metodické usmernenie Ministerstva financií Slovenskej republiky č. MF/10386/2018-721 k postupu zdaňovania virtuálnych mien*. [online]. 2018. [cit. 12. 11. 2021] Dostupné na: <https://www.mfsr.sk/files/archiv/financny-spravodajca/4577/2/Usmernenie-k-virtualnym-menam.pdf>
8. MIKULČÍK, O. 2020. Co jsou nezaměnitelné tokeny? In *Ctit.cz*. [online] 20. 11. 2020. [cit. 10. 11. 2021] Dostupné na: <https://www.ctit.cz/co-jsou-nezamenitelne-tokeny/>
9. Ripple vs. Bitcoin: aké sú kľúčové rozdiely. 2018. In *Socialtrading.sk*. [online] 8. 10. 2018. [cit. 14. 11. 2021] Dostupné na: <https://socialtrading.sk/ripple-vs-bitcoin-ake-su-klucove-rozdiely/>
10. ROYAL, J. 2021. What is Ethereum and how does it work? In *Bankrate.com*. [online] 28. 10. 2021. [cit. 12. 11. 2021] Dostupné na: <https://www.bankrate.com/investing/what-is-ethereum/>
11. SLAVKOVSKÝ, S. 2021. Čo je Blockchain? In *Kryptomagazin.sk*. [online] 15. 6. 2021. [cit. 13. 11. 2021] Dostupné na: <https://kryptomagazin.sk/co-je-blockchain/>
12. STROUKAL, D. – SKALICKÝ, J. 2018. *Bitcoin a jiné peníze budoucnosti*. [online] Praha : Grada Publishing, 200 s. ISBN 978-80-271-0818-3. [cit. 14. 11. 2021] Dostupné na: https://books.google.sk/books?id=ln1iDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=bitcoin+a+jin%C3%A9+pen%C3%ADze+budoucnosti&hl=sk&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=bitcoin%20a%20jin%C3%A9%20pen%C3%ADze%20budoucnosti&f=false

Summary

Virtual currencies have found a prominent place in the world market due to their relatively short development. They are becoming a common part of users' payments. The article summarizes basic information about three types of virtual

names. It deals with the oldest virtual currency Bitcoin and the younger versions of the cryptocurrencies Ripple (XRP) and Ethereum. It provides the reader with an overview of the legal status according to generally binding regulations of the Slovak Republic on virtual currencies. It also provides information on the European Central Bank's position on the relationship between them virtual currencies. In the practical part, it provides an overview of the development of the maximum value of the exchange rate in EUR of the Bitcoin virtual currency for the period 2015 to October 2021. The created simple model for predicting the development of the maximum value of the Bitcoin exchange rate in EUR provides an insight into the future. At the same time, we draw attention to its extreme instability.

Kľúčové slová:

kryptomena, Bitcoin, Ethereum, Ripple

Adresa autora:

Ing. Kamila Sotáková

Ekonomická univerzita v Bratislave, Podnikovohospodárska fakulta so sídlom
v Košiciach

Katedra ekonómie

Tajovského 13, 041 30 Košice

tel.: +0421(0)55 / 722 31 11

e-mail: kamila.sotakova@euba.sk

Riešenie dopravného problému využitím rôznych metód optimalizácie

Kludia ŠOLTÉSOVÁ

Úvod

Neustály rast prepravných nákladov, zvyšujúcich sa nárokov na kontinuálne zvyšovanie kvality prepravnej práce spolu so snahou o minimalizovanie nákladov na prepravu spôsobujú, že celkové riadenie dopravy sa stáva čoraz viac náročnejšie. V aktuálnom svetovom dianí pre zefektívnenie firemnej dopravy obvykle nie je možné dosiahnuť využívaním iba praktických skúseností, je nevyhnutné aplikovať progresívne metódy riadenia. Dopravné modely na optimalizáciu resp. minimalizáciu dopravných nákladov pri transporte materiálu medzi dodávateľmi a spotrebiteľmi sú dnes podrobne rozpracované ako z hľadiska teoretického tak praktického a sú pomerne široko využívané. Existujú ako metódy na nájdenie optimálneho riešenia klasickej dopravnej úlohy i dopravných úloh s rôznymi dodatočnými podmienkami alebo predpokladmi, existujú metódy presné – optimalizačné algoritmy aj približné – aproximačné.

Cieľom príspevku je nájsť spôsob prepravy materiálu medzi dodávateľmi a spotrebiteľmi, ktorý má najmenšie dopravné náklady a ktorý vyčerpá kapacity dodávateľov. V prvej časti príspevku sú zobrazené jednotlivé optimalizačné metódy, ktoré slúžia pre riešenie logistických úloh.

V príspevku sú použité tri najbežnejšie metódy na hľadanie východiskového bázičného prípustného riešenia, a to Metóda severozápadného rohu, Indexová metóda a Vogelova aproximačná metóda. Následne sú porovnané hodnoty ich účelových funkcií. V závere je pre určenie optimálneho riešenia dopravného modelu použitá Metóda potenciálov.

Dopravné úlohy

Dopravné úlohy, označované aj ako dopravné modely zaradíme do špeciálnej kategórie úloh lineárneho programovania, tzv. distribučné problémy. K distribučným problémom radíme okrem dopravnej úlohy aj priradovanie úlohy, úlohy pre rozmiestňovanie zdrojov a ich rôzne kombinácie. Dopravné úlohy patria k historicky najstarším úlohám lineárneho programovania. (Jablonský, 2007)

Podstatou riešenia typických dopravných úloh je riešenie dopravného modelu, v ktorom je základnou úlohu rozviesť medzi niekoľkých odberateľov

určité homogénne výrobky, ktoré sú skladované alebo vyrábané na rozličných miestach.

Preprava musí byť uskutočnená tak, aby sa zabezpečila plná spokojnosť odberateľov a ich potrieb v rámci daných zdrojov a súčasne majú byť docielené minimálne celkové prepravné náklady (Rais, 2004, s. 52).

V dopravných úlohách sa vyskytujú dva typy prvkov:

- m zdrojov (skladov, dodávateľov), často označených ako $D_1, D_2, \dots, D_m$
- n cieľových miest (odberateľov), často označených ako $O_1, O_2, \dots, O_n$.

Jednotlivé zdroje majú postupne kapacity $a_1, a_2, \dots, a_m$, predstavujú množstvá, ktoré sú v uvažovaných obdobiach schopné dodať. Na druhej strane odberatelia majú požiadavky $b_1, b_2, \dots, b_n$ teda množstvá, ktoré v danom období potrebujú. Náklady na prepravu jednej jednotky tovaru zo zdroja k odberateľovi sú označované ako c_{ij} . Vzhľadom na celkové kapacity dodávateľov a odberateľov rozlišujeme dva typy dopravných modelov:

- **vyrovnaný dopravný model** – keď súhrn všetkých kapacít dodávateľov je rovný súhrnu všetkých požiadaviek odberateľov, teda $\sum b_j = \sum a_i$,
- **nevyrovnaný dopravný model** – keď vyššie popísaná rovnosť neplatí, teda $\sum b_j \neq \sum a_i$.

Nevyrovnaný dopravný model je možné upraviť na vyrovnaný nasledujúcim spôsobom:

- previs ponuky: dodávatelia ponúkajú viac prepravovanej komodity ako odberatelia žiadajú, do dopravného modelu pridáme fiktívneho odberateľa, ktorého požiadavky b_f sa budú rovnať prebytku $b_f = \sum a_i - \sum b_j$,
- previs dopytu: ak dopyt prevyšuje ponuku, dopravný model je doplnený o fiktívneho dodávateľa, ktorého kapacita a_f sa bude rovnať chýbajúcemu množstvu $a_f = \sum b_j - \sum a_i$.

V dopravných modeloch sa vyskytujú dva typy obmedzujúcich podmienok. Prvých m obmedzení vyjadruje, že z každého zdroja môže byť prepravené len to množstvo, ktoré predstavuje kapacitu tohto zdroja. Na ľavých stranách týchto obmedzení budú riadkové súčty premenných, ktoré sa rovnajú príslušným kapacitám na pravých stranách. Ostatných n podmienok modeluje situáciu z pohľadu odberateľa, ku ktorému je prepravovaný tovar v objeme odpovedajúcom jeho požiadavkám. (Ramík, 2013, s. 74)

Matematicky model vyrovnaného dopravného modelu, kde účelová funkcia v matematickom modeli vyjadruje závislosť medzi štruktúrou prepravy a celkovými nákladmi (Rašovský – Šišláková, 2003, s. 110).

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \text{MIN} \quad (1)$$

Sústava obmedzujúcich podmienok udáva, že súčet prepravovaného množstva jednotiek produktu od i-tého dodávateľa ($i = 1, 2, \dots, m$) ku všetkým odberateľom musí byť menší alebo rovný kapacite tohto i-tého dodávateľa.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

Sústava obmedzujúcich podmienok hovorí, že súčet prepravovaného množstva jednotiek produktu k j-tému odberateľovi ($j = 1, 2, \dots, n$) od všetkých dodávateľov, sa musí rovnať požiadavkám tohto j-tého odberateľa.

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Obmedzujúce podmienky v sústave rovníc zaručujú nezápornosť prepravovaného množstva jednotiek produktu od i-tého dodávateľa ($1, 2, \dots, m$) k j-tému odberateľovi ($j = 1, 2, \dots, n$).

$$x_{ij} \geq 0 \quad (4)$$

Každé riešenie ktoré vyhovuje vlastným obmedzeniam a rovnako aj podmienkam nezápornosti je označené ako prípustné riešenie dopravnej úlohy (Holoubek, 2010).

Vybrané metódy dopravných úloh

V nasledujúcom príklade bola zvolená nevyrovnaná dopravná úloha t.j. počet požiadaviek odberateľov nie je rovný počtu kapacít vybraných dodávateľov. Cieľom je nájsť spôsob prepravy materiálu medzi n dodávateľmi a m spotrebiteľmi, ktorý má najmenšie dopravné náklady a ktorý vyčerpá kapacity dodávateľov. Kapacity dodávateľov výrazne prevyšovali požiadavky odberateľov, z toho dôvodu bolo potrebné zaviesť do riešenia fiktívneho odberateľa č. 4, aby sa daná úloha transformovala na vyrovnanú.

V dopravnej úlohe sledujeme vybrané mestá (Košice, Poprad a Žilina) a kapacity závodov drevospracujúceho priemyslu v daných mestách. Kapacity závodov a_i sú dané počtom vyrobených kusov dreveného nábytku, ktorý sú závody schopné doručiť odberateľom. Požiadavky odberateľov b_j predstavujú požadované množstvo vyrobeného dreveného nábytku vo vybraných mestách. Jednotlivé sadzby c_{ij} určujú priemerné náklady vynaložené pri Transporte materiálu medzi dodávateľmi a odberateľmi v jednotlivých mestách. Do úvahy sa berie najmä prepravná vzdialenosť, cena pohonných hmôt a ďalšie zákaznícke služby.

Tab č. 1 Zadanie dopravnej úlohy

	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄ =FO	Kapacita závodov (a _i)
Z ₁ Košice	3	4	7	0	310
Z ₂ Poprad	2	5	8	0	410
Z ₃ Žilina	1	6	9	0	510
Požiadavky odberateľov (b _j)	225	90	150	765	

Zdroj: vlastné spracovanie

$$\sum a_i = 310 + 410 + 510 = 1\,230 \text{ ks (kapacita závodu)} \quad (5)$$

$$\sum b_j = 225 + 90 + 150 = 465 \text{ ks (požiadavka odberateľa)} \quad (6)$$

Je zrejmé, že táto úloha je riešiteľná s pridaním fiktívneho odberateľa. Kapacita závodov je väčšia ako požiadavky odberateľov, preto sme museli doplniť fiktívneho odberateľa č. 4 (O₄) s požiadavkou 765 ks. Pretože preprava medzi fiktívnymi a reálnymi miestami je tiež len fiktívna, položíme odpovedajúce priemerné náklady rovné nule.

V nasledujúcej časti sú použité tri najbežnejšie metódy na hľadanie východiskového bázičkého prípustného riešenia, a to Metóda severozápadného rohu, Indexová metóda a Vogelova aproximačná metóda.

Metóda severozápadného rohu

Táto metóda predstavuje veľmi jednoduchý a intuitívny spôsob, akým môžeme vypočítať bázičný prístupný bod. Ide o najjednoduchšiu z metód pre výpočet primárneho riešenia dopravnej úlohy, na základe čoho má najmenšiu výpovednú hodnotu. Ako naznačuje názov, v tejto metóde začneme v severozápadnom rohu tabuľky, čiže v bunke x₁₁ vľavo hore. Do príslušného políčka v tabuľke sa vždy doplní maximálna možná hodnota vzhľadom na kapacitné obmedzenia. Týmto krokom sme vyčerpali buď ponuku alebo dopyt, druhú z týchto hodnôt sme zmenili. Tieto zmeny musíme mať pri ďalšom postupe metódy na pamäti.

Rovnakým spôsobom pokračujeme smerom nadol, až kým nevyčerpáme kapacity všetkých zdrojov a neuspokojíme požiadavky všetkých odberateľov (Rosínová – Dúbravská, 2007).

Pri riešení začíname s tabuľkou, v ktorej sú bunky pre x_{ij} prázdne. Metódu začneme tým, že do políčka, ktoré je v severozápadnom rohu (t. j. x₁₁), napíšeme minimálnu hodnotu z kapacít závodov a požiadaviek odberateľov. V našom prípade ide o číslo 225, pretože odberateľ 1 požaduje 225 ks nábytku, kapacita

závodu 1 je až 310 ks nábytku. Pri obsadzovaní ďalších políčok sa presúvame smerom doprava, t. j. od „severozápadného rohu“. Závod č. 1 má ešte zvyšnú kapacitu 85 ks, čo je možné doplniť do druhého stĺpca x_{12} . V tomto stĺpci však odberateľ č. 2 požaduje ešte 5 ks nábytku, čím sa jeho celková požiadavka vyčerpá. Následne obsadzujeme najbližšie voľné políčko, v tomto prípade x_{23} a doplníme maximálnu možnú kapacitu a požiadavku vo výške 150 ks. Takto sme vyčerpali požiadavky odberateľa č. 3. V políčku x_{24} doplníme zvyšnú kapacitu závodu č. 2, rovnú 255 ks. Postup je v ďalších krokoch rovnaký, kým nie je vyčerpaná kapacita všetkých závodov a nie sú splnené požiadavky všetkých odberateľov.

Tab č. 2 Výpočet Metódou severozápadného rohu

	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄ =FO	Kapacita závodov (a _i)
Z ₁	3 225	4 85	7	0	310
Z ₂	2	5 5	8 150	0 255	410
Z ₃	1	6	9	0 510	510
Požiadavky odberateľov (b _j)	225	90	150	765	

Zdroj: vlastné spracovanie

Počet obsadených polí sa má rovnať $(m+n-1) \Rightarrow (4+3-1) \Rightarrow 6=6 \Rightarrow$ nedegenerované riešenie. Výpočet účelovej funkcie:

$$Z_{SZR} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = 225 \cdot 3 + 85 \cdot 4 + 5 \cdot 5 + 150 \cdot 8 + 255 \cdot 0 + 510 \cdot 0 = 2\,240 \text{ €} \quad (7)$$

Hodnota účelovej funkcie získanej pomocou metódy severozápadného rohu je vo výške 2 240 €.

Indexová metóda

Táto metóda patrí do skupiny tzv. absolútnych metód. Jej princíp je založený na prednostnom obsadzovaní polí v dopravnej tabuľke z hľadiska najmenších hodnôt cien za dopravu. Zaraďovanie možných x_{ij} na príslušné pozície sa vykonáva „skákaním“ (stepping stone). Táto metóda využíva najmä tie cesty, ktoré sú najmenej nákladné, respektíve čo najkratšie. Postupne umiestňujeme ďalšie bunky s druhou najmenšou a postupne treťou najmenšou hodnotou nákladov podľa obmedzených množstiev kapacít a požiadaviek. V prípade rovnakých hodnôt nákladov vyberáme tú, ktorá je bližšie k „severozápadnému“ rohu. Fiktívne prvky (resp. nulové prvky) obsadzujeme až na konci so zvyšnými množstvami. V závere je nevyhnutné overenie nedegenerovanosti dopravného modelu kontrolou splnenia

podmienky $(m + n - 1)$ a následné zistenie hodnoty účelovej funkcie. (Gros, 2003, s. 172)

V tomto prípade bola zvolená tzv. vzostupná indexová metóda spočíva v tom, že sa hodnoty c_{ij} zoradia od najmenšej po najväčšiu a postupne sa v tomto variačnom rade obsadzujú jednotlivé pozície dopravnej tabuľky prípustnými hodnotami x_{ij} tak, aby boli dodržané riadkové a stĺpcové obmedzenia.

Postup pre hľadanie optimálneho riešenia začína tým, že z neobsadených polí vyberieme pole s najnižšou hodnotou c_{ij} a umiestnime tam a do tejto bunky umiestnime maximálne množstvo, ktoré môžeme prepraviť na základe požiadaviek a kapacít. Ako prvé obsadzujeme políčko s najnižšou hodnotou c_{ij} , v tomto prípade je to políčko x_{31} , ktoré obsadíme maximálnou kapacitou, čo predstavuje hodnota 226 ks. Kapacita závodu v 4. riadku bola znížená o túto hodnotu, na výslednú hodnotu 285 ks. Následne opäť nájdeme neobsadené políčko s najnižšou hodnotou, čo je x_{12} s hodnotou $c_{ij} = 4$ €, obsadíme ho maximálnou hodnotou, čo je požiadavka odberateľa č. 2. Keďže požiadavky tohto odberateľa už boli splnené, v tomto stĺpci už ďalšie hodnoty nedoplňame. Postup opakujeme až kým nie sú uspokojené požiadavky všetkých odberateľov a vyčerpané kapacity všetkých dodávateľov. V ďalších krokoch boli doplnené políčka x_{13} , x_{14} , x_{24} a v poslednom kroku x_{34} .

Tab č. 3 Výpočet Indexovou metódou

	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄ =FO	Kapacita závodov (a _i)
Z ₁	3	4 90	7 150	0 90	310
Z ₂	2	5	8	0 410	410
Z ₃	1 225	6	9	0 285	510
Požiadavky odberateľov (b _j)	225	90	150	765	

Zdroj: vlastné spracovanie

Počet obsadených polí sa má rovnať $(m+n-1) \Rightarrow (4+3-1) \Rightarrow 6=6 \Rightarrow$ nedegenerované riešenie. Výpočet účelovej funkcie:

$$Z_{\text{IND}} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = 225.1 + 90.4 + 150.7 + 70.0 + 410.0 + 285.0 = 1\,635 \text{ €} \quad (8)$$

Hodnota účelovej funkcie získanej pomocou indexovej metódy rohu je vo výške 1 635 €.

Vogelova aproximačná metóda

Poslednou metódou, ktorú možno použiť, je Vogelova aproximačná metóda. Táto metóda je nazývaná aj VAM (metóda maximálneho rozdielu) využíva relatívnu výhodnosť sadzieb, nie ich absolútne hodnoty ako pri metóde indexovej. Riadok a stĺpec sa tu tiež nazýva rady.

Táto metóda sa v praxi používa najčastejšie a to hlavne kvôli jej jednoduchosti, presnosti a rýchlemu nájdeniu riešenia. Algoritmus metódy VAM začína v prvom kroku stanovením diferencie pre každý riadok a každý stĺpec. Diferencia v tomto prípade predstavuje rozdiel medzi dvoma najnižšími sadzbami v danom stĺpci a riadku. Po vypočítaní všetkých diferencií vyberieme riadok alebo stĺpec s najväčšou diferenciou a ten následne obsadíme s najväčšou možnou kapacitou políčka a najnižšou sadzbou. Radu po vyčerpaní kapacity alebo požiadaviek vyškrtne a v ďalších krokoch s ňou už nepočítame. Je nevyhnutné opäť stanoviť diferenciu a postup opakovať.

Ak je v niektorom kroku diferencia rovnaká, snažíme sa nájsť tzv. „sedlový bod“, ide o políčko s najmenšou sadzbou v rámci riadku aj stĺpca. Následne daný „sedlový bod“ obsadíme príslušným množstvom. Platí, že ak sú všetky polia tabuľky obsadené, máme hľadané riešenie. (Rais, 2004)

V konečnom dôsledku je táto metóda rýchlejšia ako metóda „severozápadného“ rohu, pretože „preskakuje“ niektoré nevýhodné bázičné riešenia. Dokonca v málo rozmerných prípadoch dáva často optimálne riešenie, alebo bázičné riešenie, ktoré je mu veľmi blízke.

Pre každý riadok a stĺpec sme vypočítali diferenciu medzi dvoma najnižšími hodnotami c_{ij} , čo je v prvom riadku $3 - 0 = 3$, v druhom riadku sú dve najnižšie c_{ij} 2 a 0, teda diferencia je 2. Hodnotu diferencie stanovíme rovnakým spôsobom pre každý stĺpec a riadok, a následne vyberieme riadok alebo stĺpec s najvyššou diferenciou.

V tomto prípade je to prvý riadok x_{11} s hodnotou diferencie 3. V tomto riadku vyberieme pole s najnižšou sadzbou, čo je x_{14} a obsadíme ho maximálnou hodnotou, teda kapacitou závodu č. 1, čo predstavuje 310 ks. Keďže sú kapacity závodu úplne splnené, v tomto riadku už diferencie nepočítame. Požiadavky odberateľa č. 4 sa týmto krokom znížia zo 765 ks na 455 ks nábytku. Opäť vypočítame diferencie v riadkoch a stĺpcoch, pričom s obsadenými políčkami už nepočítame. V nasledujúcich krokoch pokračujeme obdobným spôsobom, až kým nie sú vyčerpané kapacity závodov a požiadavky odberateľov.

Tab č. 4 Výpočet Vogelovou aproximačnou metódou

	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄ =FO	Kapacita závodov (a _i)
Z ₁	3	4	7	0 310	310
Z ₂	2	5	8	0 410	410
Z ₃	1 225	6 90	9 150	0 45	510
Požiadavky odberateľov (b _j)	225	90	150	765	

Zdroj: vlastné spracovanie

Počet obsadených polí sa má rovnať $(m+n-1) \Rightarrow (4+3-1) \Rightarrow 6=6 \Rightarrow$ nedegenerované riešenie. Výpočet účelovej funkcie:

$$Z_{\text{VAM}} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = 310.0 + 410.0 + 225.1 + 90.6 + 150.9.45.0 = 2\,115 \text{ €} \quad (9)$$

Hodnota účelovej funkcie získanej pomocou Vogelovej aproximačnej metódy je vo výške 2 115 €.

Stanovenie optimálneho riešenia

Všetky tri predchádzajúce metódy pre určenie východiskového bazického riešenia tejto dopravnej úlohy sú pripravené pre zlepšenie a nájdenie optimálneho riešenia. Z existujúcich metód určovania optimálneho riešenia x_{opt} dopravného modelu sa najčastejšie používa Metóda potenciálov (modifikovaná metóda, metóda riadkových a stĺpcových duálnych premenných) a všeobecná Dantzigova metóda.

Princíp určenia optimálneho riešenia dopravného modelu spočíva v tom, že k pôvodnému primárnemu dopravnému modelu, ktorým bolo stanovené bazické riešenie pomocou vybranej metódy, vytvoríme duálny model, ktorý pri splnení podmienok $u_i + v_j \leq c_{ij}$ bude minimalizovať účelovú funkciu. Vo výpočte je nevyhnutné doplniť riadkové číslo u_i a stĺpcové číslo v_j , ktoré predstavujú riadkové a stĺpcové obmedzenia dopravnej úlohy. Následne je nevyhnutné overenie nedegenerovanosti modelu podmienkou $(m + n - 1)$.

Každé políčko vo vnútornej časti dopravnej tabuľky je rozdelené do troch úrovní:

- pravý horný roh: cena c_{ij} za prepravu množstva daná pôvodným modelom,
- stredná úroveň: bazické obsadenie poľa,
- ľavý dolný roh: hodnota novej ceny získaná súčtom $u_i + v_j$ pre neobsadené polia, (u obsadených polí je táto hodnota rovná 0, teda neuvádza sa).

Zvyšné hodnoty vyrátame cez obsadené polia pomocou vzorca $c_{ij} = u_i + v_j$ $x_{ij} > 0$. Ako prvé rátame polia v hrane a vo zvolenom riadku či stĺpci. Postupujeme cez obsadené polia. Do voľných neobsadených polí sa vpišu vypočítané hodnoty podľa vzťahu $u_i + v_j$.

Overenie kritéria optimálnosti:

- pre obsadené polia platí: $u_i + v_j = c_{ij}$
- pre neobsadené polia platí: $u_i + v_j \leq c_{ij}$. Pokiaľ na neobsadených poliach platí $u_i + v_j > c_{ij}$, ak nie je splnené kritérium optimálnosti, v riešení treba pokračovať, je možné ho zlepšiť.

Vytváranie uzavretého okruhu striedaním znamienok $\pm$ po obsadených poliach. Začíname na neobsadenom poli, kde nie je splnená podmienka ($c'_{ij} \leq c_{ij}$) a kde je najväčší rozdiel medzi c'_{ij} a c_{ij} . Nasleduje prepočet dopravného modelu do novej tabuľky a následné nájdenie minima z hodnôt x_{ij} , ktoré majú znamienko mínus $t = \min\{x_{ij}\}$.

Touto min. hodnotou t sa prepočítajú všetky hodnoty okruhu x_{ij} podľa príslušného znamienka. Všetky ostatné hodnoty x_{ij} , ktoré neležia v okruhu, sa opíšu. Týmto postupom sa dosiahne, že pole so znamienkom mínus a s najmenšou hodnotou x_{ij} sa uvoľní. Nové, zlepšené bázičné riešenie bude mať zasa $(m + n - 1)$ obsadených polí.

Postup opakujeme dovtedy, kým nezískame optimálne riešenie alebo degenerovaný model. Po každom kroku získavame zlepšené bázičné riešenie a zlepšenú (minimálnu) hodnotu účelovej funkcie.

Metóda potenciálov

Výpočet sa uskutočňuje na bázičkom riešení získanom akoukoľvek metódou. Pre stanovenie optimálneho riešenia sme si ako východiskové bázičné riešenie zvolili metódu severozápadného rohu už s výslednými hodnotami.

Musíme nájsť hodnoty koeficientov u_i a v_j , tak aby v obsadených políčkach platilo $c_{ij} = u_i + v_j$. Nájdeme riadok, alebo stĺpec najviac obsadený s množstvami a zapíšeme 0. V našom prípade si môžeme vybrať z viac možností, ktoré majú maximum obsadených = 2. Postupujeme teda od prvého riadku a prvého stĺpca.

Tab č. 5 Výpočet Metódou potenciálov

V_j/U_i		O_1	O_2	O_3	$O_4=FO$	Kapacita závodov (a_i)
		O1	O2	O3	O4	
-1	Z1	3 225 -	4 85 +	7 7	0 -1	310
0	Z2	2 4	5 5 -	8 150	0 255 +	410
0	Z3	1 4 +	6 5	9 8	0 510 -	510
Požiadavky odberateľov (b_j)		225	90	150	765	

Zdroj: vlastné spracovanie

Na zistenie, či je riešenie pomocou Potenciálovej metódy optimálne, použijeme maticu diferenciácií riešenia. Matica diferencií určuje kritérium optimálnosti riešenia. Pre zistenie matice diferencií D musí vždy platiť vzťah:

$$D = C - C^* \quad (10)$$

$$\begin{pmatrix} 2 & 4 & 7 & 0 \\ 3 & 5 & 8 & 0 \\ 1 & 6 & 9 & 0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 3 & 4 & 7 & -1 \\ 4 & 5 & 8 & 0 \\ 4 & 5 & 8 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 0 & 0 \\ -3 & 1 & -1 & 0 \end{pmatrix} \quad (11)$$

Z políček neobsadených množstvami nájdeme to políčko, kde je najväčší rozdiel medzi c'_{ij} a c_{ij} , napíšeme znamienko + a začneme vytvárať okruh znamienok. V našom prípade je najväčší rozdiel pri Z_3O_1 . Nájdeme najmenšie množstvo pri znamienkach – a to množstvo odčítame od všetkých množstiev pri znamienku – a pripočítame ku všetkým množstvám pri znamienku +. Najmenšie množstvo v našom prípade je 5.

Na niektorých neobsadených poliach naďalej platí $u_i + v_j > c_{ij}$ resp. ($c'_{ij} > c_{ij}$), nie je teda splnené kritérium pre optimálnosť riešenia. V riešení je potrebné pre zlepšenie účelovej funkcie pokračovať až do momentu, kedy platí kritérium optimálnosti. Pre obsadené polia to znamená, že $u_i + v_j = c_{ij}$ a pre neobsadené polia platí $u_i + v_j \leq c_{ij}$ resp. ($c'_{ij} \leq c_{ij}$). S ohľadom na tieto kritériá a postupnosť krokov sme sa dopracovali k výslednému optimálnemu riešeniu, ktoré je zobrazené v nasledujúcej tabuľke.

Tab č. 6 Výsledné optimálne riešenie

V _j /U _i		1		4		7		0		Kapacita závodov (a _i)
		O ₁		O ₂		O ₃		O ₄ =FO		
0	Z ₁	3	1	4	90	7	150	0	70	310
0	Z ₂	2	1	5	4	8	7	0	410	410
0	Z ₃	1	225	6	4	9	7	0	285	510
Požiadavky odberateľov (b _j)		225		90		150		765		

Zdroj: vlastné spracovanie

Na zistenie, či je dané riešenie optimálne opäť použijeme maticu diferenciácií riešenia. Matica diferencií určuje kritérium optimálnosti riešenia. Pre zistenie matice diferencií D musí vždy platiť nasledovný vzťah:

$$D = C - C * \quad (12)$$

$$\begin{pmatrix} 2 & 4 & 7 & 0 \\ 3 & 5 & 8 & 0 \\ 1 & 6 & 9 & 0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 1 & 4 & 7 & 0 \\ 1 & 4 & 7 & 0 \\ 1 & 4 & 7 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & 2 & 0 \end{pmatrix} \quad (13)$$

Počet obsadených polí sa má rovnať $(m+n-1) \Rightarrow (4+3-1) \Rightarrow 6=6 \Rightarrow$ nedegenerované riešenie. Výpočet účelovej funkcie:

$$Z_{\text{opt}} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = 90 \cdot 4 + 150 \cdot 7 + 70 \cdot 0 + 410 \cdot 0 + 285 \cdot 0 + 225 \cdot 1 = 1635 \text{€} \quad (14)$$

Výsledná účelová funkcia pre optimálne riešenie je 1635 € čo predstavuje náklady vynaložené pri transporte dreveného nábytku medzi dodávateľmi a odberateľmi v jednotlivých mestách.

Záver

Dopravné modely na optimalizáciu resp. minimalizáciu dopravných nákladov pri transporte materiálu medzi dodávateľmi a spotrebiteľmi sú dnes podrobne rozpracované ako z hľadiska teoretického tak praktického a sú pomerne široko využívané.

V prvej časti príspevku boli zobrazené jednotlivé optimalizačné metódy, ktoré slúžia pre riešenie logistických úloh. V príspevku boli pri výpočte dopravného modelu použité tri najbežnejšie metódy na hľadanie východiskového bázičného prípustného bodu, a to Metóda severozápadného rohu, Indexová metóda a Vogelova aproximačná metóda. Pri riešení dopravného modelu bola sledovaná

kapacita závodov drevospracujúceho priemyslu v Košiciach, Poprade a Žiline. Kapacita závodov bola daná počtom vyrobených kusov dreveného nábytku, ktorý boli závody schopné doručiť odberateľom. Jednotlivé sadzby boli určené priemernými nákladmi, ktoré boli vynaložené pri transporte drevených výrobkov medzi dodávateľmi a odberateľmi v jednotlivých mestách. Do úvahy bola vzatá najmä prepravná vzdialenosť, cena pohonných hmôt a ďalšie zákaznicke služby. Hlavným cieľom bola minimalizácia celkových nákladov pri rozvoze produktov v drevospracujúcom priemysle vo vybraných mestách, súčasne pri uspokojení požiadaviek všetkých odberateľov a dodávateľov.

Prvou z metód pre výpočet nákladov bola Metóda „severozápadného“ rohu, ktorá predstavovala pomerne jednoduchú a intuitívnu metódu výpočtu. Účelová funkcia pre túto metódu mala výslednú hodnotu nákladov vo výške 2 240 €. Ďalšou použitou metódou bola Indexová metóda, kde účelová funkcia dosiahla hodnotu 1 635 €. Poslednou použitou metódou pre získanie bázičkého riešenia bola Vogelova aproximačná metóda, ktorá bola označená ako jedna z najspoľahlivejších metód pre výpočet bázičkého riešenia. Účelová funkcia mala týmto prípade hodnotu 2 115 €, čo je menej ako pri Metóde „severozápadného rohu“ ale zároveň výrazne viac ako pri Indexovej metóde.

V závere bolo optimálne riešenie dopravnej úlohy stanovené prostredníctvom Metódy potenciálov. Celkové optimálne náklady vynaložené pri transporte dreveného nábytku medzi dodávateľmi a odberateľmi v jednotlivých mestách boli vo výške 1 635 €. Táto výsledná hodnota bola zhodná s výsledkom Indexovej metódy, a zároveň výrazne nižšia ako zvyšné použité metódy.

Literatúra:

1. GROS, I. 2003. *Kvantitatívny metody v manažerském rozhodování*. Praha : Grada, 2003. Expert (Grada). ISBN 80-24704218.
2. GUPTA, C. B. 2007. *Optimization techniques in operations research*. New Delhi - 110 016 (India) : I.K.International Publishing House Pvt., 2007. ISBN 978-81-89866.
3. HOLOUBEK, J. 2010. *Ekonomicko-matematické metody*. 2. nezměněn. vyd. Brno : Mendelova univerzita, 2010. ISBN 978-80-7375-411-2.
4. JABLONSKÝ, J. 2007. *Operační výzkum*. Praha : Professional publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-44-3.
5. RAIS, K. 2004. *Základy optimalizace a rozhodování*. Studijní text pro studium BA Hons. 9. vyd. Brno : Zdeněk Novotný, 2004. ISBN 80-7355-020-2.
6. RAMÍK, J. 2013. *Ekonomicko-matematické metody (EMM)*. Karviná : Slezská univerzita v Opavě, Obchodně podnikatelská fakulta v Karviné, 2013. ISBN 978-80-7248-841-4.
7. ROSINOVÁ, D. – DÚBRAVSKÁ, M. 2007. *Optimalizácia*. Bratislava : Vydavateľstvo STU, 2007. Edícia skript. ISBN 978-80-227-2795-2.

8. RAŠOVSKÝ, M. – ŠIŠLÁKOVÁ, H. 1999. *Ekonomicko-matematické metody*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1999. ISBN 80-7157-412-0.

Summary

The constant growth of transport costs, increasing demands for continuous improvement of transport quality together with the effort to minimize transport costs make traffic management more and more demanding. Models for optimization or at least minimization of transport costs in the transport of material between suppliers and consumers are now elaborated in detail and relatively widely used.

The first part of the paper shows the individual optimization methods that are used to solve logistics tasks. The main goal is to find a way of transporting material between suppliers and consumers, which has the lowest transport cost and which will exhaust all the capacities of suppliers and customers.

The paper uses the three most common methods for finding a starting base point. The first is the North -West Corner Method, the Index Method and the Vogel Approximation Method. In the end, the optimal solution of the transport problem is determined by means of the Method of Potentials.

Klíčové slová:

dopravná úloha, Indexová metoda, Vogelova aproximačná metoda, Metóda potenciálov

Adresa autora:

Ing. Klaudia Šoltéssová

Ekonomická univerzita v Bratislave, Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach

Katedra ekonómie

Tajovského 13, 041 30 Košice

e-mail: klaudia.soltesova@euba.sk

RECENZIA

FORET, M. – MELAS, D. 2001. *Marketingový výzkum v udržitelném marketingovém managementu*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2021. 168 s. ISBN 978-80-271-1723-9.

Publikácia nadväzuje na predchádzajúce práce autorov z oblasti marketingového výskumu, marketingovej komunikácie a marketingového manažmentu. V novej monografii si kladú za cieľ objasniť metodologické princípy, postupy a problémy marketingového výskumu v kontexte marketingového manažmentu firiem a spoločnosti. Silnou stránkou práce sú konkrétne príklady vlastných marketingových výskumov.

Monografia je štruktúrovaná do jedenástich, na seba nadväzujúcich kapitol. Úvodných päť kapitol je venovaných základným princípom marketingového procesu, resp. metodologickým stránkam marketingového výskumu a to vrátane oblasti online marketingu.

Šiesta kapitola zdôrazňuje význam marketingového výskumu aj v jeho online prostredí, kde by nemala chýbať náležitá príprava výskumu a korektné štatistické spracovanie získaných dát. Pre čitateľov je zaujímavé zaradenie konkrétneho príkladu jednoduchého marketingového výskumu v siedmej kapitole. Prezентuje postup od stanovenia cieľov, cez operacio-

nalizáciu predmetu výskumu, výber skúmanej vzorky až po spracovanie a vyhodnotenie dát vrátane ich interpretácie a následných praktických odporúčaní pre marketingový manažment. Zaujímavou časťou je uvedenie modelu RACE vhodného pre aplikáciu marketingového výskumu v oblasti public relations, ktorú nájde čitateľ v deviatej kapitole. Nasledujúca kapitola je opäť venovaná špecifickej oblasti aplikácie marketingového výskumu v rámci volebného správania sa, ktoré je konkretizované na príklade Českej a Slovenskej republiky.

V záverečnej kapitole publikácie je zaradená úvaha o využití marketingového výskumu pre udržateľný marketingový manažment. Po uvedení základných problémov udržateľného manažmentu je doložený príklad marketingového výskumu kvality života. Do kapitoly je zaradený doteraz štandardne nevyužívaný pojem tzv. Férového marketingu v spojitosti s marketingovým výskumom.

Publikácia prináša množstvo nových podnetov pre skvalitnenie marketingového výskumu v rámci

marketingového manažmentu firiem a spoločností. Autori upozorňujú na význam využívania výskumu v súvislosti s ekonomickou stránkou marketingového manažmentu. Súčasný trh je zahŕtený realizáciou mnohých tzv. marketingových výskumov, ktoré majú nezriedka kvalitu ankiet, alebo marketingových sond. Ich realizácia a interpretácia záverov býva často na amatérskej úrovni a vo svojej podstate sa jedná o neekonomické vynakladanie finančných prostriedkov. Stávajú sa ja prípady, že výsledky takýchto výskumov nie sú efektívne využívané ani v marketingovom manažmente firiem. Z uvedeného dôvodu hodnotená publikácia môže napomôcť ku skvalitneniu marketingového výskumu, a to ako na

úrovni zvyšovania marketingovej gramotnosti študentov, tak v neposlednej rade početných subjektov hospodárskej praxe.

Publikácia „Marketingový výskum v udržiteľnom managementu“ autorov Miroslava Foreta a Davida Melasa je možné považovať za hodnotnú predovšetkým pre zvyšovanie odbornosti v marketingovom výskume v kontexte marketingového manažmentu udržateľného rozvoja.

***prof. Ing. Vanda Lieskovská, PhD.
Ekonomická univerzita v Bratislave
Podnikovohospodárska fakulta so
sídлом v Košiciach
Katedra obchodného podnikania***