

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
PODNIKOVHOHOSPODÁRSKA FAKULTA SO SÍDLOM
V KOŠICIACH
KATEDRA KVANTITATÍVNYCH METÓD

JOURNAL
OF INNOVATIONS
AND APPLIED
STATISTICS

VEDECKÝ INTERNETOVÝ ČASOPIS

Ročník 10, 2020
Číslo: 2

KOŠICE
ISSN 1338-5224

JOURNAL OF INNOVATIONS AND APPLIED STATISTICS

VEDECKÝ INTERNETOVÝ ČASOPIS

Ročník 10, 2020

Číslo 2

Redakčná rada

Predseda

Dr. h. c. prof. RNDr. Michal Tkáč, CSc. [Ekonomická univerzita v Bratislave]

Členovia rady

prof. Ing. Iveta Hajdúchová, PhD. [Technická univerzita vo Zvolene]

prof. Ing. Vanda Lieskovská, PhD. [Ekonomická univerzita v Bratislave]

prof. Ing. Jozef Svetlík, PhD. [Technická univerzita v Košiciach]

doc. Ing. Emília Duřová Špišáková [Ekonomická univerzita v Bratislave]

doc. Ing. Jaroslava Kádárová, PhD. [Technická univerzita v Košiciach]

doc. Ing. Mgr. Ladislav Mura, PhD. [Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave]

doc. Ing. Rastislav Rajnoha, PhD. [Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně]

doc. Ing. Michal Tkáč, PhD. [Ekonomická univerzita v Bratislave]

doc. Ing. Renáta Turisová, PhD. [Technická univerzita v Košiciach]

Zahraníční členovia

dr inż. Marcin Zawada [Technical University of Częstochowa, Poland]

doc. Ing. Šárka Vilamová, Ph.D. [Technická univerzita Ostrava, Czech Republic]

Prof. P. Cz. dr hab. Marek Szajt [Technical University of Częstochowa, Poland]

prof. Iryna Leonidivna Reshetnikova

[Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman]

Výkonný redaktor

Ing. Matej Hudák, PhD.

Vydáva

Ekonomická univerzita v Bratislave

Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach

Katedra kvantitatívnych metód

Tajovského 11

041 30 Košice

Publikácia neprešla jazykovou úpravou. Za obsah a jazykovú úroveň príspevkov zodpovedajú autori.

December 2020

internetový časopis: <http://jias.euke.sk/>

ISSN 1338-5224

OBSAH ČÍSLA 2 / 2020

<i>PODPORA PŘEJAZU MEZI POMOUCI KONJOINTNÍ ANALÝZY</i> <i>Pavel Blaščák – Michal Tkáč</i>	5
<i>ANALÝZA VÝSLEDKOV OLYMPIÁDY PODNIKOVÝ HOSPODÁR</i> <i>Jozef Lukáč – Slavomíra Stašková – Cyril Závadský</i>	14
<i>PRODUKČIA, ZAMESTNANOSŤ A PRODUKTIVITA V SEKČII</i> <i>A V KRAJINÁCH V4</i> <i>Mária Michňová – Silvia Megyesiová</i>	21
<i>VYUŽÍVANIE METÓD DATA MINING PRI PROGNÓZOVANÍ V</i> <i>ENERGETIKE</i> <i>Miloš Pachta – Michal Tkáč</i>	32
<i>FINANČNÁ ANALÝZA A JEJ VÝZNAM V RIADENÍ PODNIKU</i> <i>SLUŽIEB</i> <i>Slavomíra Stašková</i>	46
<i>TECHNIKY REGULÁCIE PARAMETROV KVALITY PROCESOV</i> <i>Renáta Turisová</i>	54

PODPORA PREDAJA MEDU POMOCOU CONJOINT ANALÝZY

SUPPORTING THE SALE OF HONEY BY CONJOINT ANALYSIS

Ing. Pavel BLAŠČÁK
Dr. h. c. prof. RNDr. Michal TKÁČ, CSc.

University of Economics in Bratislava
Faculty of Business Economics with seat in Košice
Tajovského 13
041 30 Košice, Slovak Republic

pavel.blascak@euba.sk
michal.tkac@euba.sk

Key words

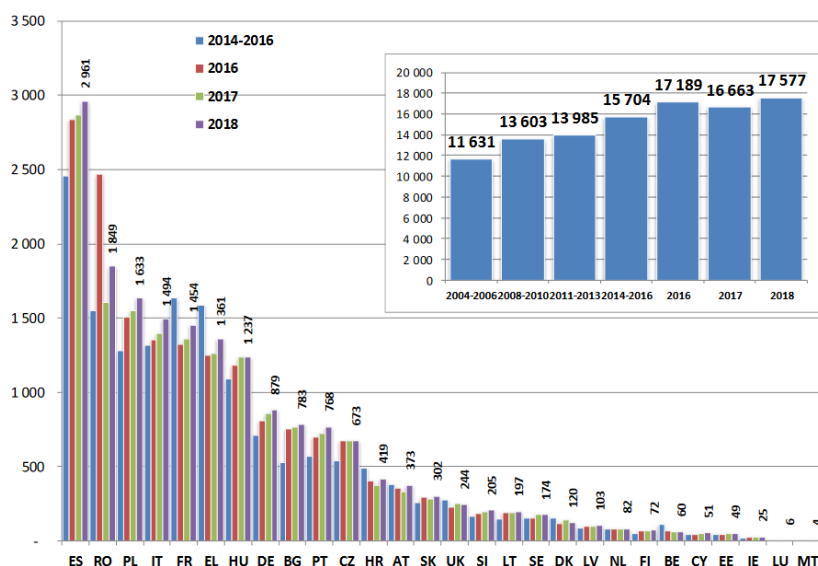
Conjoint analysis, Design for Experiment, honey sales, private label, retail chain.

Abstract

In this paper we will show how it is possible to use the method of Conjoint analysis based on the planned experiment to estimate customer requirements, respectively, his purchasing strategy when selling a specific product such as honey. The analysis was performed in a selected Slovak sales chain, while one of the solved problems was the decision of the production company on the advantage, respectively disadvantages of private label support.

Úvod

Včelárstvo na Slovensku má veľkú tradíciu. Už v roku 448 po Kr. napísal byzantínsky rétor Priskos o ľudoch na strednom Dunaji, ktorí mu ponúkli nápoj s názvom medos, čiže medovina. Lesné včelárstvo (brtníctvo) je na území Slovenska doložené od 5 stor. po Kr. Pre Slovensko je jeden z typických znakov práve včelárstvo a vo svete na medzinárodných súťažiach získavajú Slováci najvyššie priečky. Na Obr. 1 sú prezentované počty včelstiev v krajinách EÚ.

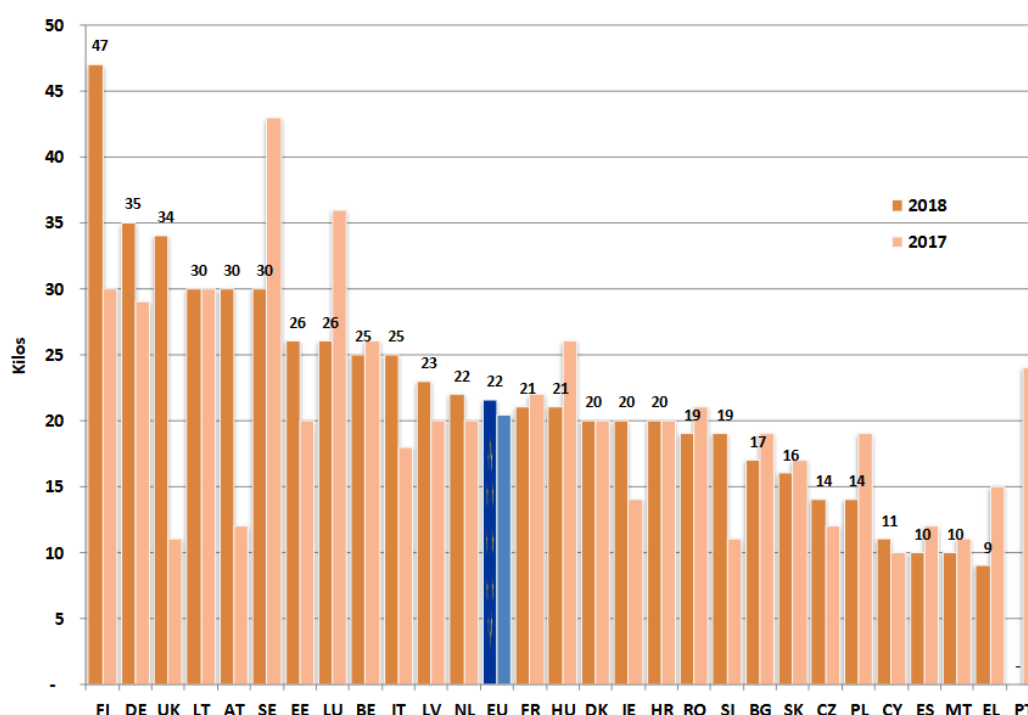


Obr. 1 Vývoj počtu včelstiev (v tisícoch)

Zdroj: NAPs 2020-2022

Najvýznamnejší prínos chovu včelstiev spočíva v opeľovaní poľnohospodárskych plodín, pričom 84% rôznych druhov z 264 plodín, ktoré sa pestujú na území EÚ, je sčasti závislá na opeľovaní hmyzom. Ak by bola absencia hmyzích opeľovačov, tak by v EÚ poklesla o cca 1/4 celková úroda hmyzomilných plodín. Pre Slovensko by to bolo skoro 27% vďaka plodine repky olejnej. Preto je nevyhnutné podporovať nielen veľkých, ale aj tých menších včelárov, ktorí starostlivosť o včelstvá vykonávajú ako svoje hoby.

Včela medonosná je jednou z najefektívnejších pôvodných opeľovačov v Európe. Robotnice včelstva vedú pokryť oblasť veľkú až 100 km². 95% zberu včiel sa uskutočňuje v okolí 6 km, i keď vedú doletieť aj ďalej. Medzi najvýznamnejšie negatívne vplyvy na včelstvá predstavujú klíma krajiny, intenzifikácia poľnohospodárstva, patogény, pesticídy, či elektromagnetické znečistenie. K najrizikovejším faktorom negatívneho ovplyvňovania opeľovačov sa zaraďuje kontrola poľnohospodárskej produkcie nadnárodnými korporáciami, ďalej sú to nové systémové pesticídy, či čoraz častejšie výskytu horúceho počasia alebo sucha. To všetko vplýva na kondíciu včelstiev. Na Obr. 2 je ukázaný odhad priemerného výnosu v kg medu na včelí úl v krajinách EÚ. Moderné poľnohospodárstvo je závislé na pesticídoch, ktoré zvyšujú úrodu a práve včely sú tomu vystavené pri zbere potravy. Môžeme sledovať rôzne chronické otravy ako je paralýza, dezorientácia, zmena správania sa včiel. Napr. pesticídy zo skupiny neonicotínoidov sú v EÚ zakázané, ale iba na včelárskych rastlinách. Tie sa však i naďalej používajú a to vo forme moridiel osív.



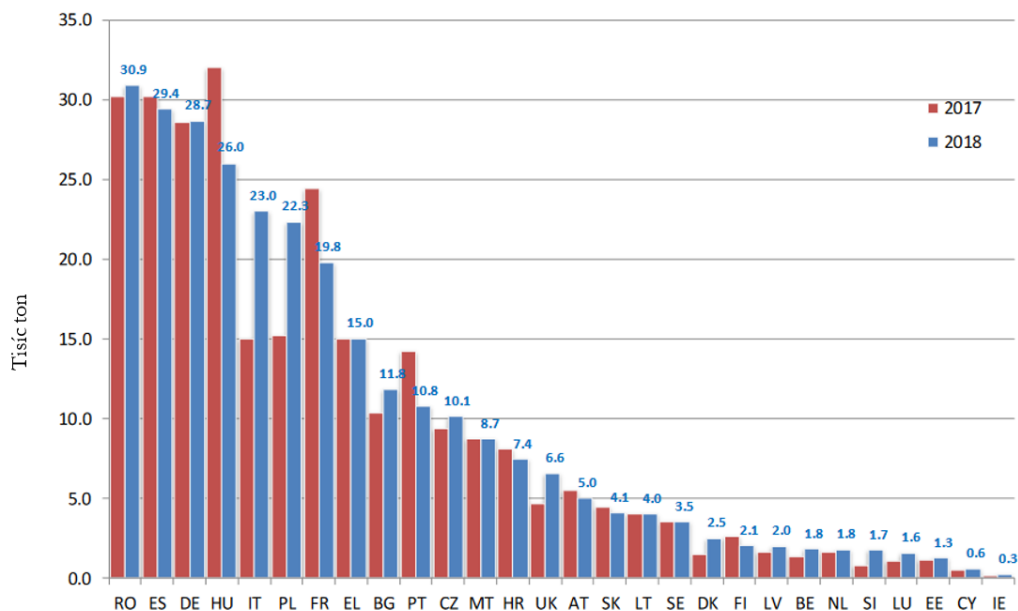
Obr. 2 Odhad priemerného výnosu v kg medu na včelí úl a za rok

Zdroj: NAPs 2020-2022

V súčasnosti SZV s organizáciou BeeLife presadzujú zmenu v novej Spoločnej poľnohospodárskej politike a to tak, aby upozorňovala na ochranu opeľujúceho hmyzu. Ďalšie možnosti ako riešiť danú situáciu je cez Program rozvoja vidieka SR 2014-2020, kde sa snažia získať podporu na výsev daných multifunkčných polí.

Cieľom bolo vytvoriť multifunkčné biopasy na 12 000 ha pôdy, no v skutočnosti bolo zrealizovaných len 1%, čo činilo 108 ha biopásov. Ako ďalšia možnosť je spolupráca včelárov s pestovateľmi v propagácii ochrannej známky BeeFriendly, ktorou sa certifikovaní včelári zaväzujú dodržiavať dané pravidlá na tzv. ochranu opeľovačov, napr. obmedziť použitie pesticídov či kosť plodiny až po odkvitnutí. Koncom roka 2019 sa spustila celoeurópska občianska petícia „Zachráňte včely a poľnohospodárov! Smerom k poľnohospodárstvu priaznivému pre včely a pre zdravé životné prostredie“. Ďalšie riešenie pre znižovanie agrochémie je presadzovať digitálne technológie a autonómne roboty v rastlinnej výrobe. Vznikajú tak nižšie náklady a ekologizácia rastlinnej produkcie.

Nárast množstva včelstiev a aj včelárov v podstate len kopíruje demografický vývoj obyvateľstva. Niekedy pozorovaný nárast v niektorých krajinách je spôsobený chybou z dôvodu štatistických nepresností, keďže mnohé štáty EÚ nahlasujú počty formou odhadu a potom následné prerozdelenie balíka financií v sektore včelárstva sa robí na základe týchto počtov, čo zvädzajú na nepresnosť, samozrejme smerom hore. Potom na to doplácajú také krajiny ako je napr. Slovensko, ktorá si vedie precíznu registráciu včelstiev. Iným spôsobom ako odhadnúť aspoň približne počet včelstiev je možné pomocou produkcie medu v jednotlivých krajinách. Na Obr. 3 je prezentované množstvo medu za roky 2017 a 2018.



Obr. 3 Výroba medu v EÚ

Zdroj: NAPs 2020-2022

EÚ celkovo vyprodukovala v roku 2017 276 tisíc ton medu a v roku 2018 až 283 tisíc ton medu. Napriek tomu však je i najväčším dovozcom medu. Dôvodom, je pravdepodobne vysoká cena medu a tým je vysoká predajná cena medu v jednotlivých krajinách EÚ.

V ďalšom sa budeme zaoberať najdôležitejším produktom, ktorý vyrábajú včely, konkrétne medom, pričom svoju pozornosť nebudeme venovať blahodárnym účinkom tohto včelieho produktu na zdravie človeka, ale jeho predaju na Slovensku.

1 Predaj medu spoločnosťou Medas, s.r.o.

Spoločnosť Medas, s.r.o. je slovenská spoločnosť, ktorá začala podnikat' od roku 2003. Jej vznik bol podnietený bohatou včelárskou tradíciou a snahou o efektívnejšie zhodnotenie vlastnej produkcie včelích produktov. V priebehu rokov spoločnosť vybudovala rozsiahlu dodávateľskú sieť, ktorá pôsobí v najproduktnejších a najčistejších oblastiach Slovenska. Má svoju značku, ktorú môžete vidieť na obaloch produktov spoločnosti. V súčasnosti patrí spoločnosť medzi popredných slovenských producentov a exportérov prírodných včelích produktov. Ich aktivity zahŕňajú širokú škálu produktov a to od gastro balenia, spotrebiteľských balení, až po veľkoobchod a priemyselné balenie (Obr. 4).



Obr. 4 Výber produktov spoločnosti Medas, s.r.o.

Zdroj: vlastné spracovanie

Od roku 2010 rozšírila spoločnosť svoju činnosť o import, výrobu, spracovanie, balenie a distribúciu sortimentov orechov, sušeného ovocia, semien ovocných zmesí a dražovaných produktov. Ich prioritou je spokojnosť zákazníkov a to ich vedie k neustálemu zvyšovaniu kvality produktov a služieb a to tak, aby boli čo najlepšie schopní naplniť ich potreby. Predaj medu na Slovensku, ale aj v celej Európe má dlhoročnú tradíciu. Európsky trh je charakterizovaný najvyššou kvalitou medu na svete. Na druhej strane dlhodobý záujem o med spôsobuje na trhu s touto komoditou veľký konkurenčný boj. Mnohé ázijské, africké, či juhoamerické medy spravidla nižšej kvality majú vzhľadom na nižšie obstarávacie náklady spravidla i podstatne nižšiu cenu ako medy európske. Boli zaznamenané mnohé nekalé praktiky, ako napr. falšovanie krajiny pôvodu, zmiešavanie, pridávanie cukru, nedovolené prikrmovanie včiel, atď., ktoré prenikli aj na slovenský trh. Napriek tomu, však zrejme vďaka mnohým kontrolným činnostiam, laboratórnym rozborom, či inými testami mohli odborníci konštatovať (Vyhláška č. 41/2012 Z. z.), že kvalita predávaného medu na Slovensku je nadštandardná. Nadštandardná je ale aj konkurencia medzi predajcami. V ďalšom ukážeme ako je možné pomocou metódy Conjoint analýza odhadnúť požiadavky zákazníka, resp. jeho nákupnú stratégiu.

2 Conjoint analýza

Spomínanú Conjoint analýzu použijeme na vybrané typy produktov, avšak iba u jedného odberateľa počas presne vymedzeného obdobia. Prvým z niekoľkých premetov záujmu Conjoint analýzy je výhodnosť alebo nevýhodnosť podporovania tzv. privátnej značky pri predaji produktov spoločnosti Medas, s.r.o. Podporovanie privátnej (resp. obchodnej) značky má svojich zástancov, ale i odporcov. Na jednej strane dovoľuje spoločnosti Medas, s.r.o. kontrahovať relatívne veľké objemy produkcie s veľkými odberateľmi, spravidla obchodnými reťazcami, na druhej strane dochádza k akejsi autokonkurencii, keď ten istý výrobok od toho istého výrobcu má dva rôzne obaly a nezriedka aj dve rôzne ceny spravidla v prospech privátnej značky (Obr. 5).



Obr. 5 Pult predaja medov Clever a Medas v reťazci Billa

Zdroj: vlastné spracovanie

Spoločnosť Medas, s.r.o. podporuje hneď niekoľko privátnych značiek, spomenieme napríklad značku Clever, CBA, Fresh, atď. Predmetom nášho skúmania bude analýza privátnej značky CBA a rovnakého produktu s označením Medas v reťazcoch CBA (viď Obr. 6).



Obr. 6 Privátna značka a gramáž produktov spoločnosti Medas, s.r.o.

Zdroj: vlastné spracovanie

Ďalší faktor, ktorý bude podrobený Conjoint analýze je typ reklamy. Je problematické zistiť pri takom produkte ako je med, nakoľko konkrétny typ reklamy motivuje zákazníka ku kúpe produktu. V predmetnej analýze budeme sledovať úspešnosť dvoch týždňov, počas ktorých konkrétny produkt nemal reklamu, ďalej keď mal internetovú reklamu, resp. letákovú reklamu za rovnaké obdobie. Ďalším faktorom Conjoint analýzy je gramáž a konkrétne 20g, 250g a 950g. Nakoniec sme analyzovali zľavy. Je bežnou praxou v obchodných reťazcoch požadovať od dodávateľov tzv. akciové zníženie cien počas limitovaného obdobia. Predmetom Conjoint analýzy je faktor zľava, ktorý má dve hladiny: nulová zľava alebo 20% zľava. Finálnu Conjoint analýzu sme realizovali pomocou úplného viac hladinového faktorového návrhu pomocou softvérového produktu Minitab (Tab. 1).

Tab. 1 Conjoint analýza pomocou viachladinového faktorového návrhu

Multilevel Factorial Design			
Factor	Type	Levels	Values
Značka	fixed	2	CBA; Medas
Reklama	fixed	3	Bez; Internet; Leták
Gramáž (g)	fixed	3	20; 250; 950
Zľava (%)	fixed	2	0; 20

Zdroj: Vlastné spracovanie

Experiment bol vykonávaný počas vybraných dvojtýždňových období počas troch kvartálov v roku 2020 v niekoľkých vybraných predajniach reťazca CBA. Jednotlivé kombinácie hladín vybraných faktorov opisuje Tab. 2.

Tab. 2 Nastavenie hladín faktorov pre jednotlivé pokusy

Značka	Reklama	Gramáž (g)	Zlava (%)	Značka	Reklama	Gramáž (g)	Zlava (%)
Medas	Leták	950	20	CBA	Leták	950	20
Medas	Leták	950	0	CBA	Leták	950	0
Medas	Leták	250	20	CBA	Leták	250	20
Medas	Leták	250	0	CBA	Leták	250	0
Medas	Leták	20	20	CBA	Leták	20	20
Medas	Leták	20	0	CBA	Leták	20	0
Medas	Internet	950	20	CBA	Internet	950	20
Medas	Internet	950	0	CBA	Internet	950	0
Medas	Internet	250	20	CBA	Internet	250	20
Medas	Internet	250	0	CBA	Internet	250	0
Medas	Internet	20	20	CBA	Internet	20	20
Medas	Internet	20	0	CBA	Internet	20	0
Medas	Bez	950	20	CBA	Bez	950	20
Medas	Bez	950	0	CBA	Bez	950	0
Medas	Bez	250	20	CBA	Bez	250	20
Medas	Bez	250	0	CBA	Bez	250	0
Medas	Bez	20	20	CBA	Bez	20	20
Medas	Bez	20	0	CBA	Bez	20	0

Zdroj: Vlastné spracovanie

Tabuľka je zložená z dvoch častí. V každej z nich jeden riadok predstavuje jeden pokus, kde jednotlivým kombináciám hladín bol následne priradený dvojtýždňový predaj relevantného produktu v kg.

Poznávame, že ide o Ex ante analýzu, t.j. že namerané hodnoty považujeme za výberové a v ďalšom teda budeme používať metódy indukčnej štatistiky (Turisová, 2). Pre hladinu „reklamné letáky“ (aj keď boli vydávané s periodicitou 1 týždeň) relevantné množstvo predaja zodpovedajúce tomuto typu reklamy predstavovalo dvojtýždňovú hodnotu predaja od vydania letáku. Internetovú reklamu zabezpečovala profesionálna agentúra. 20% zľava bola ponúkaná v rámci dvojtýždňovej akcie.

3 Použitie analýzy rozptylu

Predpokladáme, že množstvo predaja reprezentuje (ako výberová charakteristika) záujem zákazníka. Celkovo boli vykonané tri replikácie každého pokusu, každá v jednom kvartály. Po vykonaní všetkých pokusov a zaznamenaní relevantných odoziev bola vykonaná analýza rozptylu (ANOVA) opísaná v Tab. 3.

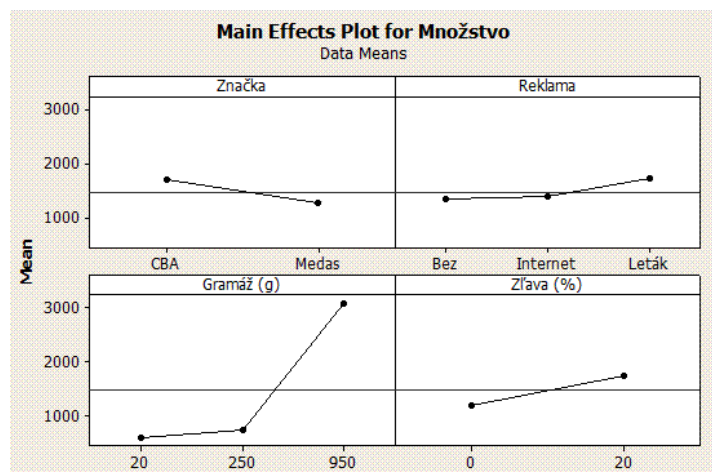
Tab. 3 Analýza rozptylu (ANOVA)

Analysis of Variance for Množstvo, using Adjusted SS for Tests						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Značka	1	4794601	4794601	4794601	477,67	0,000
Reklama	2	3255683	3255683	1627841	162,18	0,000
Gramáž (g)	2	139765954	139765954	69882977	6962,19	0,000
Zlava (%)	1	8095904	8095904	8095904	806,57	0,000
Značka*Reklama	2	67084	67084	33542	3,34	0,041
Značka*Gramáž (g)	2	13287556	13287556	6643778	661,90	0,000
Značka*Zlava (%)	1	150708	150708	150708	15,01	0,000
Reklama*Gramáž (g)	4	1911274	1911274	477818	47,60	0,000
Reklama*Zlava (%)	2	102336	102336	51168	5,10	0,009
Gramáž (g)*Zlava (%)	2	4870228	4870228	2435114	242,60	0,000
Značka*Reklama*Gramáž (g)	4	185914	185914	46478	4,63	0,002
Značka*Reklama*Zlava (%)	2	2109	2109	1054	0,11	0,900
Značka*Gramáž (g)*Zlava (%)	2	417667	417667	208833	20,81	0,000
Reklama*Gramáž (g)*Zlava (%)	4	60077	60077	15019	1,50	0,212
Značka*Reklama*Gramáž (g)*Zlava (%)	4	5844	5844	1461	0,15	0,964
Error	72	722700	722700	10037		
Total	107	177695636				

S = 100,187 R-Sq = 99,59% R-Sq(adj) = 99,40%

Zdroj: vlastné spracovanie

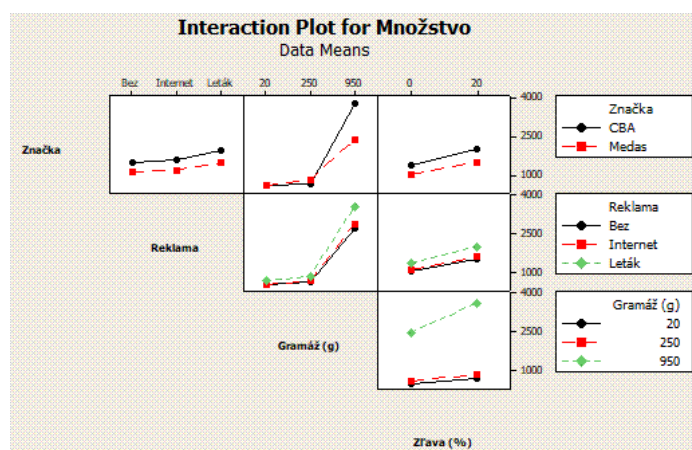
Na Obr. 7 je prezentovaný graf hlavných faktorov.



Obr. 7 Graf hlavných faktorov

Zdroj: vlastné spracovanie

Z priebehu grafického znázornenia hlavných efektov je zrejмый relatívne malý vplyv reklamy, väčší vplyv privátnej značky, významný vplyv predaja so zľavou a markantný vplyv v oblasti gramáže, kde dominuje balenie 950 g. Z analýzy jednotlivých interakcií je zaujímavá interakcia medzi gramážou a značkou, gramážou a zľavou (Obr. 8). Ostatné interakcie sa nejavia byť výrazne dominantné.

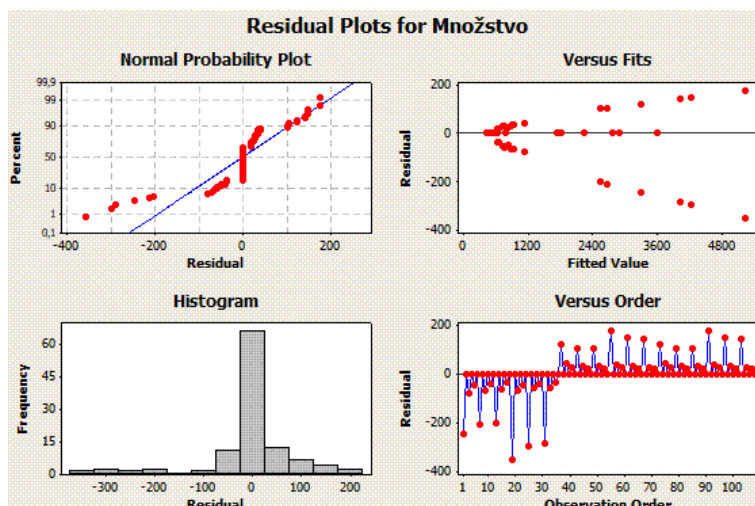


Obr. 8 Graf interakcií

Zdroj: vlastné spracovanie

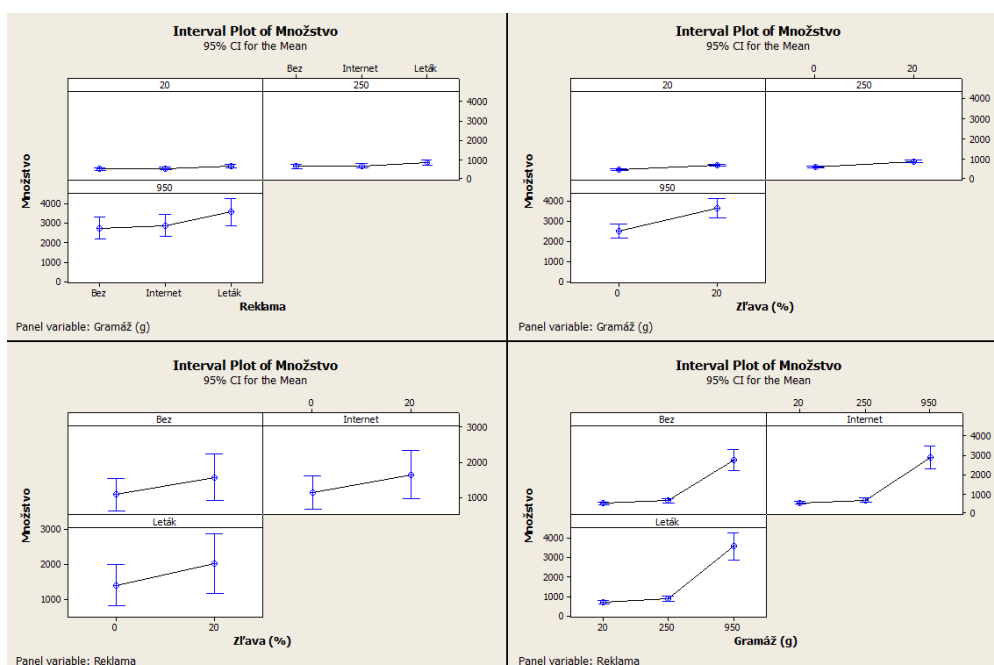
Analýza rezíduí vykonaná na Obr. 9 naznačuje, že sa tieto neriadia normálnym rozdelením, na druhej strane však histogram prezentuje relatívne vysokú špicatosť.

Práve spomínaná špicatosť rezíduí nás viedla k tomu, že aj keď nebola potvrdená normalita rozdelení (veľmi malé vzorky), vykonali sme graf 95% intervalov spoľahlivosti pre strednú hodnotu odozvy pri jednotlivých kombináciách faktorov (viď. Obr. 10).



Obr. 9 Analýza rezíduí

Zdroj: *vlastné spracovanie*



Obr. 10 95% interval spoľahlivosti pre strednú hodnotu odozvy

Zdroj: *vlastné spracovanie*

Typ reklamy v interakcii s poskytovaním zliav vykazoval najväčšiu variabilitu. Keďže replikácie neboli randomizované (znáhodnené), môžeme daný stav interpretovať aj ako relatívne významnú zmenu reakcie zákazníka na reklamu i zľavy počas rôznych ročných období. Poznávame, že istý rušivý vplyv mohla mať aj práve v čase vykonávania experimentu prebiehajúca pandémia so všetkými mimoriadnymi opatreniami týkajúcimi sa rôznych obmedzení predaja.

4 Zhrnutie výsledkov analýzy

Cieľom vykonanej Conjoint analýzy bolo určiť závažnosť vplyvov vybraných faktorov na predaj medu analyzovanej spoločnosti v jednom vybranom obchodnom reťazci. Ako sme opísali v predchádzajúcej časti, spoločnosť Medas, s.r.o. podporuje tvorbu privátnych značiek vo veľkých obchodných reťazcoch (Billa, Fresh, CBA, atď.). Vplyv na predaj majú určite aj rôzne typy reklám a to tak vo forme letákov, ale aj priamo na internete či v iných médiách. Ťažko merateľný vplyv majú aj rôzne viac či menej objektívne hodnotenia, či testovania kvality medov, ktoré sa objavujú v rôznych časopisoch či na internete. Aby sme odhadli závažnosť vplyvu vybraných faktorov na odozvu, t.j. veľkosť predaja medu, vykonali sme v roku 2020 na vybrané produkty spoločnosti Medas, s.r.o. Conjoint analýzu. Vychádzala z plánovaného experimentu vykonaného Ex ante pri troch replikáciách vykonaných každá v jednom kvartály roku 2020. Bol posudzovaný iba med kvetový v troch gramážach 20g, 250g a 950g. Ďalším faktorom bola privátna a neprívátna značka, t.j. skupiny produktov označených ako Medas a ďalšie skupiny produktov označených ako CBA. Hodnotil sa tiež typ reklamy (bez reklamy, reklama na internete, leták). Nakoniec bola hodnotená akciová cena predstavujúca 20% zľavu. Keďže išlo výberovú štatistiku bola vykonaná analýza rozptylu, kde až na dva prípady 3-interakcie a jednu 4-interakciu boli zaznamenané p-hodnoty menšie ako 5%. Analýza hlavných efektov (Obr. 7) potvrdila dominantnú obľúbenosť gramáže 950g. Naznačila určité zvýhodnenie privátnej značky pri predaji. Približne na rovnakej úrovni bolo zaznamenané zvýšenie predaja pri akciových 20% zníženiach cien. Relatívne malý vplyv sa ukázal pri reklame cez internet a nie oveľa väčší, avšak významný pri reklame formou letáku. Kvôli objektívnosti poznamenávame, že všetky predmetné letáky boli okrem tlačovej podoby aj dostupné na internete. Internetové kópie letákov sme za internetovú reklamu nepovažovali. Pri interakcii na Obr. 8 sa ukázala najsilnejšia interakcia pri gramáži 950g a zľave 20% ako aj pri predaji 950g medu s privátnou značkou CBA. Následná analýza pomocou intervalu spoľahlivosti naznačila hlavne pri parametre „zľava“ veľké rozdiely medzi replikáciami.

Záver

Záverom možno konštatovať, že Conjoint analýza potvrdila dominantnú obľúbenosť gramáže 950g. V budúcnosti preto odporúčame aj pri iných typoch medov sústrediť sa hlavne na gramáž bližiacu sa k 1 kg medu. Vplyv privátnej značky je markantný, avšak rozdiel medzi predajom privátnej značky a výrobnej značky nie je priepastný. Nemožno konštatovať na základe experimentálne overených údajov nejaký veľmi významne negatívny vplyv autokonkurencie. Vplyv jednotlivých zliav je tiež zrejмый, avšak štatisticky nie celkom jednoznačný. Poznamenávame, že na predmetný vplyv mohol pôsobiť šum vyplývajúci zo sezónnosti predaja. Vplyv reklamy (hlavne letákov) sa pri veľkých obchodných reťazcoch síce potvrdil, avšak nie až v takej miere, ako to deklarovala reklamná agentúra. Konštatujeme, že celý experiment bol vykonaný v období pandémie. Išlo o obdobie, pri ktorom nákupné správanie zákazníkov bolo ovplyvňované rôznymi obmedzeniami.

Literatúra

- BLAŠČÁK, Pavel. *Využitie plánovania experimentov pri zlepšovaní podnikových procesov. Dizertačná práca. PHF v Košiciach, EUBA. 94 s. 2020.*
- MONTGOMERY, Douglas C. *Design and analysis of experiments. John Wiley & Sons, 2017. 640 p. ISBN: 978-1-119-32093-7. NAP 2020-2020. National Apiculture Programmes. EU Beekeeping Sector, Agriculture and Rural Development.*
- RAO, Vithala R., et al. *Applied conjoint analysis. New York: Springer, 2014. 389 p. ISBN: 978-3-540-87752-3*
- TURISOVÁ, Renáta. *A generalization of traditional kano model for customer requirements analysis. Quality Innovation Prosperity, 2014, 19.1: 59-73.*
- TURISOVÁ, Renáta. *Evaluation of Benefits from their Relationship with Customer. Acta Oeconomica Cassoviensia, 2010.*
- Vyhláška č. 41/2012 Z. z. Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky o mede.*

ANALÝZA VÝSLEDKOV OLYMPIÁDY PODNIKOVÝ HOSPODÁR

ANALYSIS OF OLYMPICS OF BUSINESS MANAGER RESULTS

Ing. Jozef Lukáč, PhD.
Ing. Slavomíra Stašková, PhD.
Ing. Cyril Zavadský, PhD.

University of Economics in Bratislava
Faculty of Business Economics with seat in Košice
Tajovského 13
041 30 Košice, Slovak Republic

jozef.lukac@euke.sk
jana.simonidesova@euke.sk
cyril.zavadsky@euke.sk

Key words

olympics, competition for high school graduates, business administration, course of the competition

Abstract

The aim of the paper is to describe the process of realization of the competition. Olympics of Business Manager is a competition with a nationwide scope, which is intended for students in the graduation year of secondary schools with an economic focus, secondary schools with a non-economic focus and secondary schools focused on services. The subject of the competition is testing students' knowledge within the entire territory of the Slovak Republic in the areas of: economics, business economics, the European Union, social studies, financial literacy. The aim of the competition is to popularize the economy as a scientific and study department and to support society-wide efforts to increase the financial literacy of young people. The competition is organized by the Faculty of Business Economics with seat in Košice.

Úvod

V minulom akademickom roku 2019/2020 sa konal prvý ročník súťaže pre žiakov stredných škôl na Slovensku. Olympiáda podnikový hospodár je súťaž s celoslovenskou pôsobnosťou, ktorá je určená pre študentov maturitného ročníka stredných škôl ekonomického zamerania, stredných škôl neekonomického zamerania a stredných škôl zameraných na služby. Predmetom súťaže je testovanie znalosti študentov v rámci celého územia Slovenskej republiky z oblastí: ekonómie, podnikovej ekonomiky, Európskej únie, náuky o spoločnosti, finančnej gramotnosti.

Cieľom súťaže je popularizácia ekonómie ako vedného a študijného odboru a podpora celospoločenských snáh o zvyšovanie finančnej gramotnosti mladých ľudí, ako aj zvýšenie pripravenosti a záujmu potenciálnych uchádzačov o štúdium na Podnikovohospodárskej fakulte Ekonomickej univerzity v Bratislave so sídlom v Košiciach. Súťaž je organizovaná Podnikovohospodárskou fakultou Ekonomickej univerzity v Bratislave so sídlom v Košiciach.

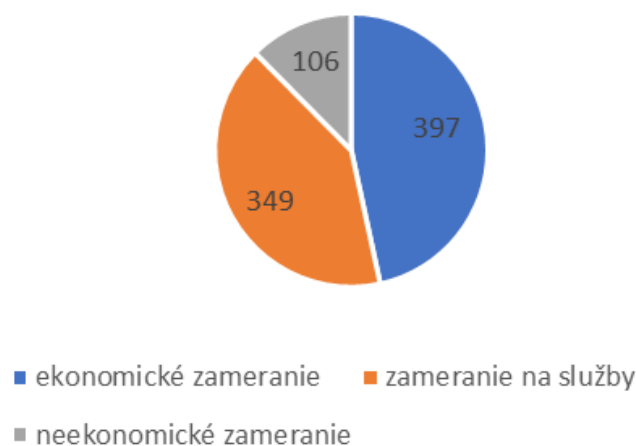


Obr. 1 Logo olympiády

1 Registrácia súťažiacich

Počas obdobia, kedy bola spustená online registrácia na Olympiádu podnikový hospodár sme zaevidovali 61 stredných škôl z celého Slovenska, ktoré prejavili záujem o účasť na nami organizovanej súťaži. Môžeme povedať, že zapojili sa školy z celej krajiny, pričom zastúpenie mali stredné školy z Nitry, Trenčína, Topoľčian, Brezna, Liptovského Mikuláša, Handlovej, Prešova, Košíc, Veľkých Kapušian, Trebišova, Vranova nad Topľou, Humenného Sniny a mnoho ďalších miest. Bezplatná registrácia škôl a maturantov trvala do 29. februára 2020.

Zodpovední koordinátori stredných škôl následne informáciu o elektronickej registrácii odovzdali maturantom, pričom počet zaregistrovaných študentov bol 852, čo nás milo prekvapilo. O zložení jednotlivých kategórií informuje nasledovný koláčový graf.



Graf. č. 1 Zloženie registrovaných účastníkov Olympiády podnikový hospodár

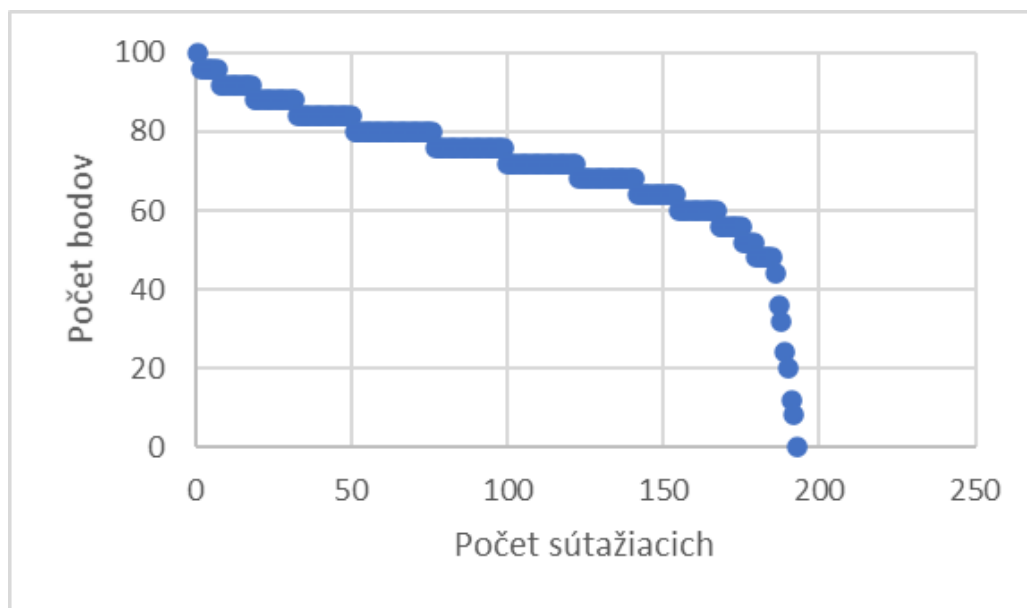
Zdroj: vlastné spracovanie podľa databázy registrovaných maturantov

Môžeme vidieť, že najviac registrovaných účastníkov bolo v kategórii ekonomického zamerania (prevažne obchodné akadémie), pričom ich počet bol 397, čo predstavuje 46,6 % registrovaných súťažiacich. O čosi menej registrovaných evidujeme pri kategórii stredných škôl zameraných na služby, kde je počet registrovaných 349 maturantov. Títo súťažiaci pochádzajú zo stredných škôl typu stredná odborná škola a hotelová akadémia a ich podiel na celkovom počte zaregistrovaných je 40,1 %. Najmenej početnou skupinou, ktorá bola zaregistrovaná bola skupina reprezentujúca gymnázia – neekonomické zameranie s počtom 106 súťažiacich a reprezentujúca 12,4 % všetkých prihlásených účastníkov.

2 Školské kolo

Školské kolo prebiehalo prostredníctvom online testu v prostredí Moodle v dňoch 6. - 7. apríla 2020. Počet zúčastnených maturantov, ktorí sa prihlásili a aktivovali si tak svoje konto na základe nami poslaných údajov predstavoval 403 maturantov. Maturanti na základe začlenenia do jednotlivých súťažných skupín stredných škôl ekonomického zamerania, stredných škôl neekonomického zamerania a stredných škôl zameraných na služby pristúpili k vykonaniu online testu, ktorý obsahoval 25 otázok s možnosťou výberu. Okruh otázok bol tvorený osobitne pre každú skupinu súťažiacich po konzultácii s našimi kolegami na stredných školách, aby obsahovo zohľadňoval obsah vyučovacieho procesu každej skupiny súťažiacich. Na základe výsledkov dosiahnutých v školských kolách budeme prezentovať výsledky jednotlivých skupín súťažiacich v nasledovnej časti.

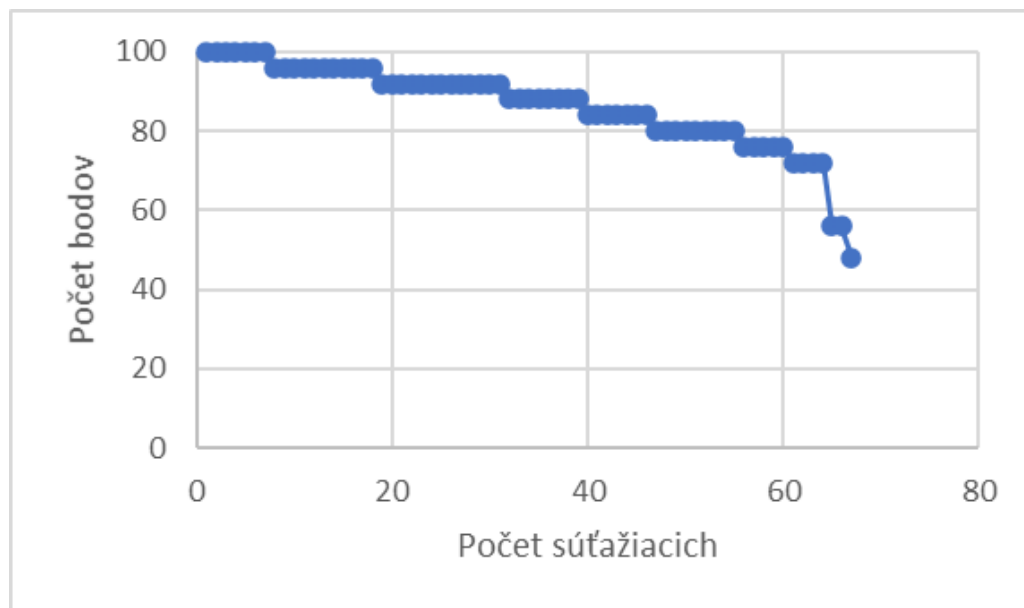
V kategórii stredné školy ekonomického zamerania bol počet zúčastnených maturantov v počte 193. Priemerný stav bodov, ktorý bol dosiahnutý v tejto skupine je 72 bodov. Študenti dosiahli vynikajúce vedomosti v oblasti z účtovníctva a podnikového hospodárstva. Medzi najlepšie školy sa zaradili obchodné akadémie v Michalovciach, Liptovskom Mikuláši, Humennom, Lučenci a Nitre. Grafické zobrazenia dosiahnutých bodov môžeme vidieť v nasledujúcom grafe.



Graf. č. 2 Výsledky školského kola v kategórii ekonomické zameranie

Zdroj: vlastné spracovanie podľa výsledkov školského kola

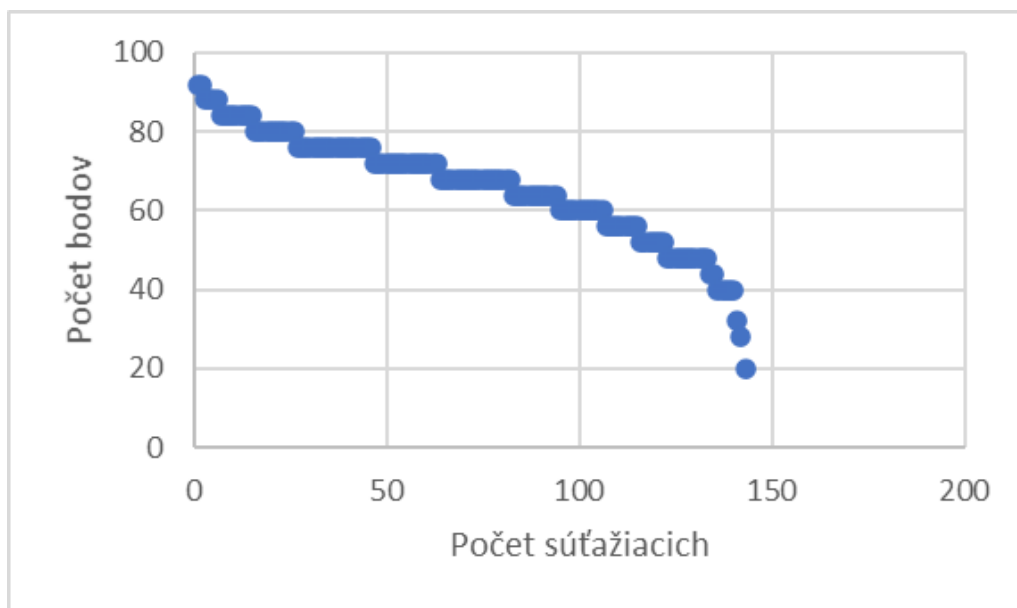
Výsledky v kategórii neekonomického zamerania zohľadňujú 67 odpovedí, pričom najlepšie si počínali súťažiaci z gymnázií v mestách Trenčín, Snina, Michalovce a Turčianske Teplice. Súťažiaci získali v priemere 84 bodov a vynikali v odpovediach z oblasti podnikovej ekonomiky a Európskej únie boli. Grafické znázornenie dosiahnutých bodov môžeme vidieť nižšie.



Graf. č. 3 Výsledky školského kola v kategórii neekonomické zameranie

Zdroj: vlastné spracovanie podľa výsledkov školského kola

Kategória stredných škôl získala v priemere 66 bodov, pričom do školského kola sa zapojilo 143 súťažiach. Študenti dosiahli dobré výsledky v oblasti podnikového hospodárstva a Európskej únie. Medzi najlepšie školy SPŠE v Košiciach a Prešove, hotelové akadémie v Spišskej Novej Vsi a Prešove a SOŠ v Handlovej. Dosiahnuté body v kategórii reflektuje nasledujúci graf.



Graf. č. 4 Výsledky školského kola v kategórii zamerania na služby

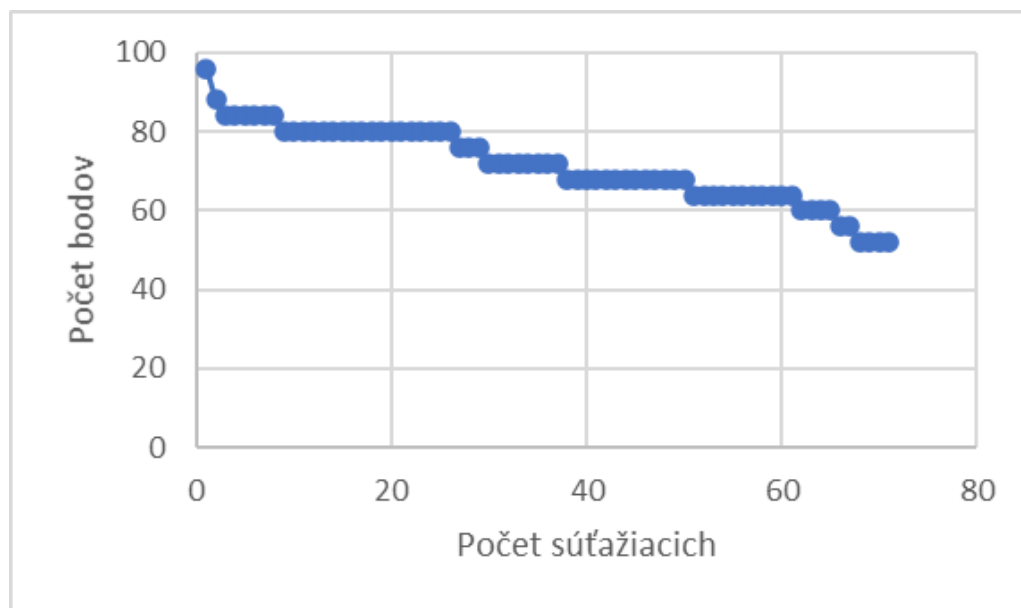
Zdroj: vlastné spracovanie podľa výsledkov školského kola

Na základe výsledkov školského kola sme úspešným súťažiacim podali informáciu o ich postupe na celoslovenské kolo olympiády. Ostatným účastníkom sme poďakovali a popriali veľa šťastia v ich ďalšom štúdiu.

3 Celoslovenské kolo

Vzhľadom k skutočnosti, že všetky školy a školské zariadenia sú kvôli šíriacemu sa ochoreniu COVID-19 do odvolania zatvorené sme boli nútení upraviť podmienky súťaže. Celoslovenské kolo sa z vyššie uvedených príčin nekonalo fyzicky na Podnikovohospodárskej fakulte Ekonomickej univerzity v Bratislave so sídlom v Košiciach, ale súťažiaci, ktorí postúpili zo školského kola vyplnili online test z prostredia svojich domovov. Školské kolo prebiehalo prostredníctvom online testu v prostredí Moodle 28. apríla 2020. Pri príprave online testov sme opäť vychádzali z obsahovej náplne vyučovacieho procesu na jednotlivých stredných školách, ktoré reprezentujú tri kategórie. Na základe výsledkov dosiahnutých v celoslovenskom budeme prezentovať výsledky jednotlivých skupín súťažiacich v nasledovnej časti.

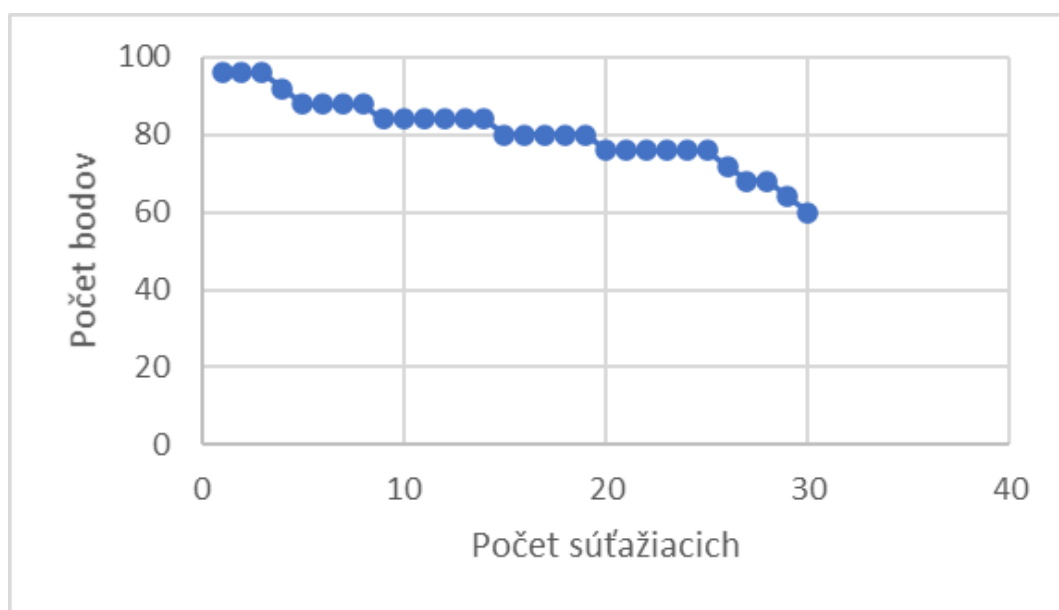
V kategórii stredných škôl ekonomického zamerania prvé miesto dosiahla SOŠ ekonomická v Spišskej Novej Vsi, druhé miesto Obchodná akadémia v Poprade a tretie miesto si delili stredné školy Obchodná akadémia – Watsonová, Obchodná akadémia v Poprade, Humenné, Košice, Lučenec a Michalovce. Celoslovenského kola v tejto kategórii sa zúčastnilo 72 finalistov, ktorí dosiahli priemerný počet bodov 71,5. Grafické znázornenie počtu bodov sledujeme na nasledujúcom grafe.



Graf. č. 5 Výsledky celoslovenského v kategórii ekonomickej zameranie

Zdroj: vlastné spracovanie podľa výsledkov celoslovenského kola

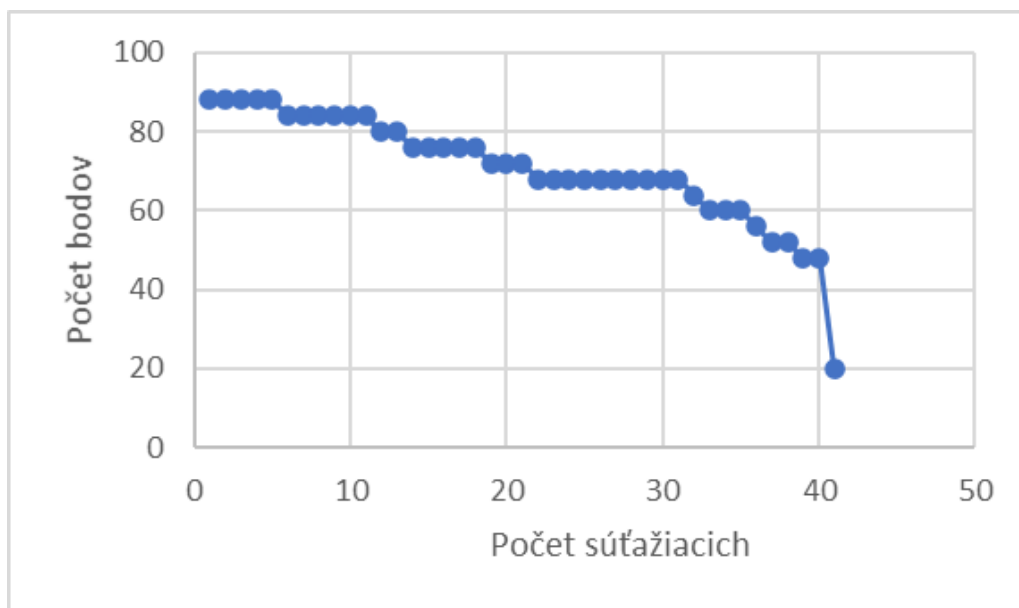
V kategórii neekonomického zamerania stredných škôl sme prvých tri miesta na základe výsledkov online testu udelili nasledovne: prvé miesto Gymnázium Ľudovíta Štúra v Michalovciach, druhé a tretie miesto poputovalo na Gymnázium Ľudovíta Štúra v Trenčíne. Celoslovenského kola v tejto kategórii sa zúčastnilo 30 finalistov, ktorí získali v priemere 80,8 bodov. Grafické znázornenie dosiahnutých bodov, ktoré získali finalisti v kategórii neekonomického zamerania demonštruje nasledujúci graf.



Graf. č. 6 Výsledky celoslovenského kola v kategórii neekonomického zamerania

Zdroj: vlastné spracovanie podľa výsledkov celoslovenského kola

V rámci poslednej kategórie sme na základe dosiahnutého počtu bodov stanovili víťazov, a to na prvom mieste 5 finalistov, ktorí získali rovnaký počet bodov: SPŠ elektrotechnická v Prešove, SOŠ v Handlovej, Súkromná stredná odborná škola v Košiciach a Hotelová akadémia v Prešove a Spišskej Novej Vsi. Celoslovenského finále sa zúčastnilo 41 súťažiacich, ktorí postúpili zo školského kola. Grafické znázornenie získaných bodov zobrazuje nasledujúci graf. Priemerný počet bodov, ktorý dosiahli finalisti v tejto kategórii bol 70,7.



Graf. č. 7 Výsledky celoslovenského kola v kategórii zamerania na služby

Zdroj: vlastné spracovanie podľa výsledkov celoslovenského kola

Vít'azom jednotlivých kategórií sme zaslali diplomy a pamätné trofeje, ktoré im budú pripomínať, že boli úspešnými riešiteľmi Olympiády podnikový hospodár. Všetkým účastníkom celoslovenského kola sme rovnako zaslali účastnicke diplomy, ktoré boli distribuované na jednotlivé stredné školy.



Obr. č. 2 Diplom



Obr. č. 3 Pamätné trofeje

Záver

Celý proces prípravy Olympiády podnikový hospodár sme brali ako systematický proces, ktorého jednotlivé časti na seba logicky nadväzovali. Prístupovali sme k nemu zodpovedne a snažili sme sa urobiť všetko, čo bolo v našich silách, aby sme z Olympiády podnikový hospodár vytvorili súťaž, ktorá sa etabluje na stredných školách. Všetkým, ktorí sa akýmkoľvek spôsobom zapojili do príprav veľmi pekne ďakujeme.

Logickým vyústením Olympiády podnikový hospodár bolo celoslovenské kolo. Zúčastnilo sa ho 142 najlepších súťažiacich v troch kategóriách, z ktorých vzišli víťazi jednotlivých kategórií. Súťažiaci odpovedali na otázky z finančnej gramotnosti, podnikovej ekonomiky, ekonómie, Európskej únie a náuky o spoločnosti.

Veľmi sa tešíme, že aj napriek súčasnej situácii ohľadne šírenia vírusového ochorenia COVID-19 sme dokázali zrealizovať školské a celoslovenské kolá Olympiády podnikový hospodár. Veľká vďaka patrí práve Vám, koordinátorom na stredných školách a rovnako aj Vaším žiakom, s ktorými sa dúfam v novom akademickom roku stretne na PHF. Počet registrovaných žiakov nás milo prekvapil, lebo 852 registrovaných maturantov sme naozaj neočakávali. Pevne veríme, že sa v takomto hojnom počte stretne aj pri ďalších ročníkoch Olympiády podnikový hospodár.

Literatúra

1. *Registračné formuláre Olympiády podnikový hospodár*
2. *Výsledkové listiny školského kola*
3. *Výsledkové listiny celoslovenského kola*

PRODUKČIA, ZAMESTNANOSŤ A PRODUKTIVITA V SEKЦИИ A V KRAJINÁCH V4

PRODUCTION, EMPLOYMENT AND PRODUCTIVITY IN THE NACE SECTION A IN V4 COUNTRIES

Ing. Mária MICHŇOVÁ
doc. Ing. Silvia MEGYESIOVÁ, PhD.

Ekonomická univerzita v Bratislave
Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach
Katedra kvantitatívnych metód
Tajovského 13, 041 30 Košice

maria.michnova@euba.sk
silvia.megyesiova@euba.sk

Key words

*produktivita práce, hrubá pridaná hodnota, zamestnanosť,
EÚ 27, V4, sekcia A: poľnohospodárstvo, lesníctvo a
rybolov*

Abstract

The development of work productivity in countries depends on a number of economic and non-economic factors. The direction in which productivity develops points to the competitiveness of individual countries. In the article, we focused on the analysis of total labour productivity and labour productivity in the NACE Section A, which represents agriculture, forestry and fishing, given its importance for the inhabitants of individual countries. We analysed the development of individual economic indicators (gross value added, total employment), which were used to calculate labour productivity. For the mentioned indicators also the year-on-year real changes were evaluated and the contributions and significance of the of NACE Section A were followed by adequate ratios. The indicators were analysed within the Visegrad Group and EU 27 countries in the time period 2000-2019.

Úvod

Produktivita práce je dôležitým ekonomickým ukazovateľom, hnacou silou životnej úrovne a jej rast predstavuje kľúčový rozmer ekonomickej výkonnosti krajiny. Vysoký rast produktivity práce môže odrážať vyššie využitie kapitálu, resp. pokles zamestnancov s nízkou produktivitou alebo všeobecné zvýšenie efektívnosti a inovácií (OECD, 2020)(Gomez-Salvador et.al, 2006). Produktivita sa považuje za kľúčový zdroj ekonomického rastu a konkurencieschopnosti a preto sú medzinárodne porovnateľné ukazovatele produktivity kľúčové pre hodnotenie hospodárskej výkonnosti jednotlivých krajín (OECD, 2019).

1 Produktivita práce

Produktivita práce predstavuje celkový objem produkcie vyprodukovanej na jednotku práce v danom časovom období. V roku 2001 definovala OECD produktivitu práce ako pomer objemovej miery výstupu k objemovej miere vstupu (OECD, 2001). Objemové miery produkcie predstavujú hrubý domáci produkt (HDP) alebo hrubú pridanú hodnotu (HPH), ktoré môžu byť vyjadrené v stálych cenách, teda upravené o infláciu. Najčastejšie používané miery vstupu sú:

- odpracované hodiny,
- množstvo pracovných miest,
- počet zamestnaných osôb.

1.1 Hrubá pridaná hodnota

Hrubá pridaná hodnota (HPH, eng. GVA) predstavuje bilančnú položku produkčného účtu národných účtov (Eurostat, 2020). V ekonomike predstavuje mieru hodnoty tovarov a služieb vyrobených v jednotlivých sektoroch hospodárstva v rámci istých územných celkov. HPH je vo všeobecnosti definovaná vzťahom:

$$\text{GVA} = \text{HDP} + \text{dotácie na výroby} - \text{dane z výrobkov}$$

1.2 Meranie produktivity

Existuje viacero spôsobov merania produktivity práce, v závislosti od dostupnosti údajov a účelov použitia. Hrubý domáci produkt za odpracovanú hodinu patrí medzi najpoužívanejšie ukazovatele produktivity (Bakas a kol., 2019). Vo všeobecnosti predstavuje produktivita práce pomer medzi objemom výroby a mierou využívania vstupov, to znamená, pomer medzi HDP alebo HPH a celkovým počtom zamestnaných ľudí, resp. odpracovaných hodín (Zelenyuk, 2018). V rámci analýzy bol použitý pomerový ukazovateľ:

$$\text{Produktivita práce} = \text{HPH} / \text{celková zamestnanosť};$$

kde HPH predstavuje hrubú pridanú hodnotu v stálych cenách roku 2010. Údaje o HPH aj celkovej zamestnanosti boli získané z databázy Európskej komisie - Eurostatu. V analytickej časti bola porovnávaná hodnota produktivity práce EÚ 27 a v krajinách V4 a produktivita práce EÚ 27 a krajín V4 v sekcii A, ktorá predstavuje poľnohospodárstvo, lesníctvo a rybolov.

1.3 Sekcia A – Poľnohospodárstvo, lesníctvo a rybolov.

Produktivita poľnohospodárskej práce v najbohatších 10 % krajín je 45-krát vyššia ako v najchudobnejších 10 % krajín a nepoľnohospodárska produktivita práce je v rozvinutých krajinách iba štyrikrát vyššia ako v rozvojových krajinách (Lagakos & Waugh, 2013). Rozdiel v produktivite práce medzi poľnohospodárstvom a nepoľnohospodárstvom je rozšíreným javom v rozvojových krajinách, čo znamená, že pomer pridanej hodnoty k pracovnej sile v poľnohospodárskom sektore je oveľa nižší ako v nepoľnohospodárskom sektore (Gollin, Lagakos & Waugh, 2014; McCullough, 2015; Blanco & Raurich, 2018).

Hlavným užívateľom pôdy v Európskej únii (EÚ) o rozlohe 174,6 mil. ha je poľnohospodárstvo, ktoré predstavuje až 40 % jej celkovej rozlohy (Európska komisia, 2017). Posledných niekoľko desaťročí počet poľnohospodárskych podnikov neustále klesá, avšak veľkosť poľnohospodárskych podnikov (fariem) sa zväčšuje (Giannakis & Bruggeman, 2018). V roku 2008 zasiahla svet hospodárska kríza. Juhoeurópske krajiny zasiahnuté hospodárskou krízou najviac, vykázali v období rokov 2007-2013 relatívne nízku mieru poklesu poľnohospodárskych podnikov, napr. Portugalsko len -3,9 %, vďaka schopnosti poľnohospodárstva vytvárať určité ochranné siete v období hospodárskeho poklesu (Európska komisia, 2013; Giannakis & Bruggeman, 2017). Najvyššia miera poklesu poľnohospodárskych podnikov v období rokov 2007-2013 bola v rámci východoeurópskych krajín, napr. na Slovensku až -65,8 %, v dôsledku prerozdelenia a privatizácie poľnohospodárskej pôdy. Napriek čiastočnému zníženiu zamestnanosti v tomto období v rámci poľnohospodárstva sa pracovné miesta stali produktívnejšími, na čo poukazuje aj nárast produktivity práce v poľnohospodárstve, ktoré bolo najvyššie na Slovensku v rámci krajín EÚ 27 (Európska komisia, 2017).

Krajiny Vyšehradskej skupiny (V4) vstúpili do EÚ v roku 2004, čo predstavovalo pre každú krajinu zásadné zmeny v tomto sektore, najmä prístup na veľký agropotravinársky trh EÚ a vytvorenie náročného, konkurenčného prostredia. Viacerí autori sa zaoberali analýzou a hodnotením vývoja poľnohospodárstva, pričom zistili, že Česká republika, Slovensko a Maďarsko nemajú komparatívnu výhodu na poľnohospodárskom trhu EÚ alebo na svetových trhoch a že krajiny V4 hrajú na celkovom poľnohospodárskom trhu EÚ iba okrajovú úlohu. Rozdiely medzi krajinami sa pozorovali aj v produktivite práce, ktorá bola najvyššia v Českej republike (Szabo a kol., 2018).

2 Vývoj vybraných ukazovateľov v krajinách V4 a ich komparácia s EÚ 27

Ekonomický ukazovateľ HPH a zároveň aj zamestnanosť v roku 2019 v porovnaní s bazou, základom porovnania, teda s rokom 2000, zaznamenali pozitívny rast vo všetkých krajinách Vyšehradskej skupiny. V rámci krajín EÚ 27 vzrástla HPH v sledovanom období o 31,2 %, čo predstavuje nárast o viac ako 267 mil. €. Spomedzi krajín skupiny V4 vzrástla HPH o viac ako 100 % na Slovensku a v Poľsku, najnižší nárast pozorujeme v Maďarsku, kde vzrástla HPH o 62,3 %. Celková zamestnanosť sa v krajinách EÚ 27 zvýšila z hodnoty 187422,42 tis. v roku 2000 na 208786,44 tis. v roku 2019, čo predstavuje nárast o 11,4 %. Podobne sa pozitívne zvýšila celková zamestnanosť v krajinách V4, najvyšší nárast v rámci analyzovaného obdobia pozorujeme na Slovensku (o 21 %), naopak, najnižší rast v Česku, o 571,3 tis., čo predstavovalo tempo prírastku o necelých 12 %, po ňom nasledovalo Poľsko (12,7 %) a Maďarsko (15,3 %).

Tabuľka 1 Absolútne a relatívne zmeny ukazovateľov HPH, zamestnanosti a PP v stálych cenách r. 2010

Región	Hrubá pridaná hodnota (mil.€)				Zamestnanosť (tis.osôb)				Produktivita práce (€)			
	2000	2019	abs.	rel.(%)	2000	2019	abs.	rel.(%)	2000	2019	abs.	rel.(%)
Slovakia	37 401,8	77 506,5	40104,7	107,2	2 024,85	2 450,08	425,2	21,0	18471,4	31634,3	13162,9	71,3
Czechia	103 279,3	177 084,3	73805,0	71,5	4 859,34	5 430,63	571,3	11,8	21253,8	32608,4	11354,7	53,4
Hungary	68 195,8	110 667,7	42471,9	62,3	4 115,82	4 745,25	629,4	15,3	16569,2	23321,8	6752,6	40,8
Poland	216 406,5	436 895,4	220488,9	101,9	14 516,60	16 363,30	1846,7	12,7	14907,5	26699,7	11792,2	79,1

Zdroj: vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat

Vývoj celkovej produktivity práce (PP) zaznamenal pozitívny trend v krajinách EÚ 27 aj V4. Úhrnom za všetky krajiny EÚ 27 sa PP zvýšila z 45746,3 € v roku 2000 na hodnotu 53893,5 € v roku 2019, čo predstavuje pozitívnu zmenu o 17,8%, teda nárast PP o 8147,2 €. Spomedzi krajín Vyšehradskej skupiny sa zvýšila PP maximálne o 79,1 % v Poľsku, najnižšie tempo prírastku pozorujeme v Maďarsku a to o 40,8 %, čo predstavuje zvýšenie PP o 6752,6 €.

Podobne ako ukazovateľ celkovej HPH pozitívne hodnotíme aj nárast ukazovateľa produkcie, teda HPH v rámci poľnohospodárstva (sekcia A). V krajinách EÚ 27 sa HPH v sekcii A zvýšila v období 2000-2019 o viac ako 11%, čo predstavuje zvýšenie produkcie o 19174,1 mil. €. V krajinách Vyšehradskej skupiny pozorujeme veľké rozdiely medzi vývojom HPH v sekcii A. Kým na Slovensku HPH vzrástla o viac ako 394 %, v Poľsku to bolo len o 8 %. Ukazovateľ celkovej zamestnanosti v sekcii A poklesol vo všetkých krajinách V4, taktiež aj v krajinách EÚ 27, kde sme zaznamenali pokles celkovej zamestnanosti v sekcii A o 6609,4 tis., čo predstavuje negatívnu zmenu o 41,1 %. Najvyšší pokles celkovej zamestnanosti v krajinách Vyšehradskej skupiny pozorujeme v Poľsku, kde klesla celková zamestnanosť z 2935,5 tis. osôb v roku 2000 na úroveň 1508,4 tis. osôb v roku 2019, teda o -48,6 %. Najnižší negatívny rast pozorujeme v Česku, kde hodnota celkovej zamestnanosti v sekcii A klesla o -28,9 %.

Tabuľka 2 Absolútne a relatívne zmeny ukazovateľov HPH, zamestnanosti a PP v sekcii A v stálych cenách r. 2010

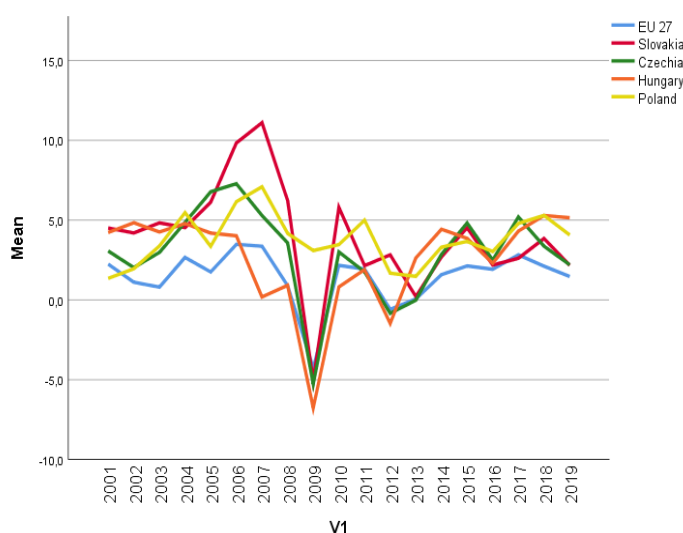
Región	Hrubá pridaná hodnota (mil.€)				Zamestnanosť (tis.osôb)				Produktivita práce (€)			
	2000	2019	abs.	rel.(%)	2000	2019	abs.	rel.(%)	2000	2019	abs.	rel.(%)
Slovakia	493,4	2 438,5	1945,1	394,2	125,88	73,34	-52,5	-41,7	3919,6	33249,3	29329,6	748,3
Czechia	2 612,6	2 990,1	377,5	14,4	226,36	160,98	-65,4	-28,9	11541,8	18574,4	7032,6	60,9
Hungary	2 739,7	3 972,0	1232,3	45,0	288,63	187,73	-100,9	-35,0	9492,1	21158,0	11666,0	122,9
Poland	7 639,4	8 252,9	613,5	8,0	2 935,50	1 508,40	-1427,1	-48,6	2602,4	5471,3	2868,9	110,2

Zdroj: vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat

Vzhľadom k výraznému poklesu celkovej zamestnanosti v sekcii A a rastu produkcie v uvedenej sekcii došlo k signifikantnému rastu produktivity práce. V rámci celej EÚ 27 sa reálne zvýšila PP o 88,8 %, čo predstavovalo nárast v sledovanom období o 9427,8 €. Spomedzi krajín V4 pozorujeme najvyšší rast PP na Slovensku, kde vzrástla PP z hodnoty 3919,6 € v roku 2000 až na úroveň 33249,3 € v roku 2019, teda relatívna zmena dosiahla až viac ako 748 %. Vo zvyšných troch krajinách V4 pozorujeme taktiež pozitívny nárast PP v rámci sekcii A, pričom v Česku bolo tempo rastu najnižšie.

2.1 Medziročný vývoj HPH a podiel produkcie sekcie A na celkovej HPH

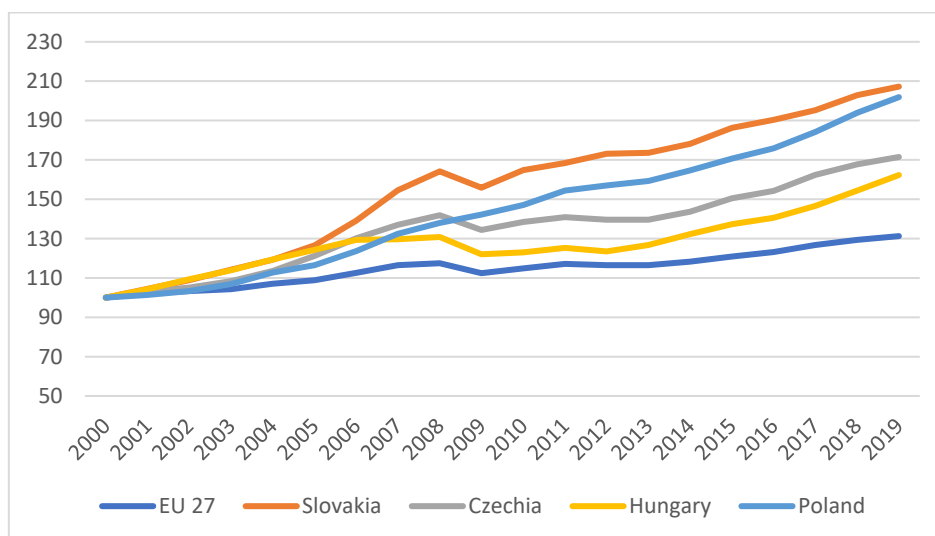
Hrubá pridaná hodnota sa nevyvíjala zhodne vo všetkých krajinách V4, ani v EÚ 27. Medziročný rast bol v EÚ 27 pozitívny s výnimkou rokov 2009 a 2012, kedy pozorujeme negatívny rast. Od začiatku analyzovaného obdobia, teda roku 2000, pozorujeme vo všetkých krajinách pozitívny reálny medziročný rast HPH až do roku 2009. V roku 2009, podobne ako priemer EÚ 27, zaznamenali Slovensko, Česko aj Maďarsko reálny medziročný pokles HPH (Obrázok 1) a to v dôsledku celosvetovej hospodárskej krízy. Na Slovensku došlo k prepadu HPH v roku 2009 o -5,1%, čo predstavovalo medziročný pokles o 3114 mil. €. V Česku sa znížila HPH o 7733,7 mil. €, v Maďarsku sa znížila HPH z 89192,1 mil. € na 83152,7 mil. €, čo predstavovalo pokles HPH o 6039,4 mil. €. Jedinou krajinou, v rámci ktorej počas krízy reálna hrubá pridaná hodnota rástla, bolo Poľsko, kde sa zvýšila HPH o 3,1 %.



Obrázok 1 Medziročný vývoj HPH v rokoch 2000-2019 v EÚ 27 a krajinách V4 v stálych cenách r. 2010

Zdroj: vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat

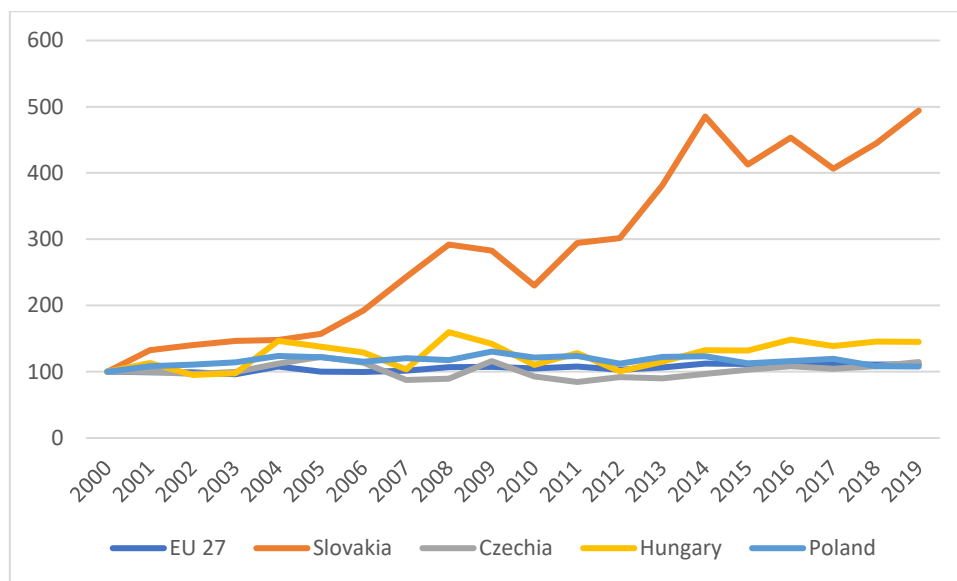
Obrázok 2 znázorňuje vývoj reálnej hodnoty HPH voči základnému obdobiu, teda voči roku 2000. Priebeh vývoja a reálnych zmien je tak zachytený za pomerne dlhé časové obdobie berúc do úvahy bázu porovnania. Najslabší rast dosahovala reálna HPH pre priemer krajín EÚ 27. Najprudší rast spomedzi sledovaných krajín V4 dosiahlo Slovensko a najslabší Maďarsko. Tieto výsledky sú podporené aj údajmi prezentovanými v tabuľke 1.



Obrázok 2 Bázický index HPH v rokoch 2000-2019 v EÚ 27 a krajinách V4 v stálych cenách r. 2010

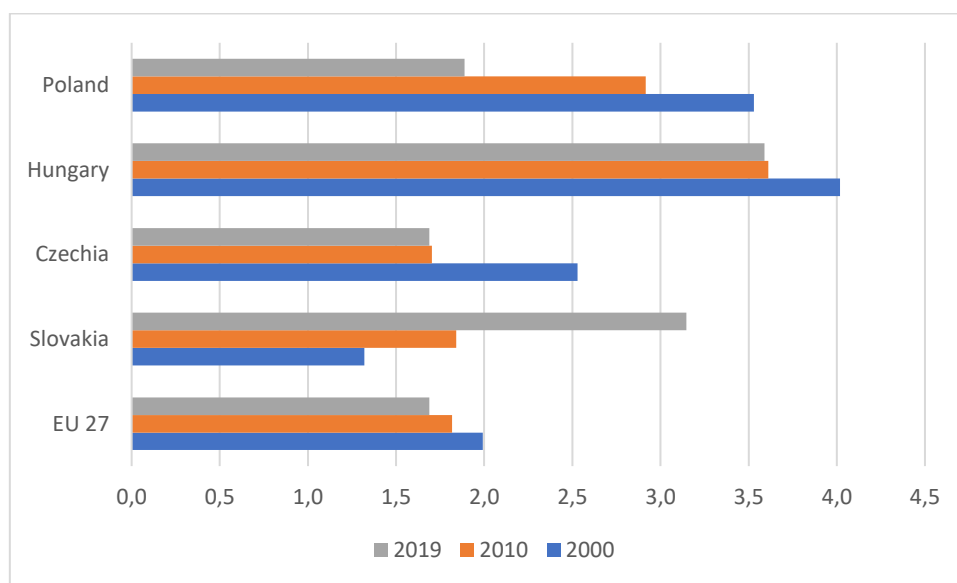
Zdroj: vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat

Vývoj HPH v sekcii A bol v analyzovanom období v jednotlivých krajinách rozdielny. Výraznejší rozdiel vo vývoji pozorujeme v EÚ 27 v rokoch 2003 a 2004. V roku 2003 zaznamenala HPH medziročný pokles o -3,1 % a ihneď v nasledujúcom roku 2004 bol dosiahnutý medziročný nárast o 12,3 %. V roku 2008 bol medziročný rast HPH v sekcii A na Slovensku 20 %, v nasledujúcom roku 2009 už pozorujeme pokles o -3,2 %. V roku 2010 sa HPH reálne znížila o 18,6 % avšak v roku 2011 už pozorujeme nárast HPH o 27,9 %. Takéto prudké výkyvy, zmeny však pokračovali aj v ďalších obdobiach a to nielen na Slovensku ale aj v Maďarsku. Výraznejšie rozdiely v medziročnom vývoji pozorujeme v Maďarsku, keď napr. v roku 2004 bol nárast HPH o 50,1 % avšak v roku 2005 nasledoval pokles o -5,8 %. Výkyvy pokračovali aj v roku 2007, keď poľnohospodárska produkcia v Maďarsku zaznamenala pokles o -20 % a opätovné zvýšenie o 54,6% v nasledujúcom období. Prudký rast produkcie sekcie A na Slovensku je zreteľný na obrázku 3, kde priamka charakterizujúca vývoj produkcie tejto sekcie voči základnému obdobiu vykazuje prudký rast v porovnaní s ostatnými krajinami V4 resp. s priemernom krajin EÚ 27.



Obrázok 3 Bázický index HPH v rokoch 2000-2019 v EÚ 27 a V4 v stálych cenách r. 2010 v sekcii A

Zdroj: vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat



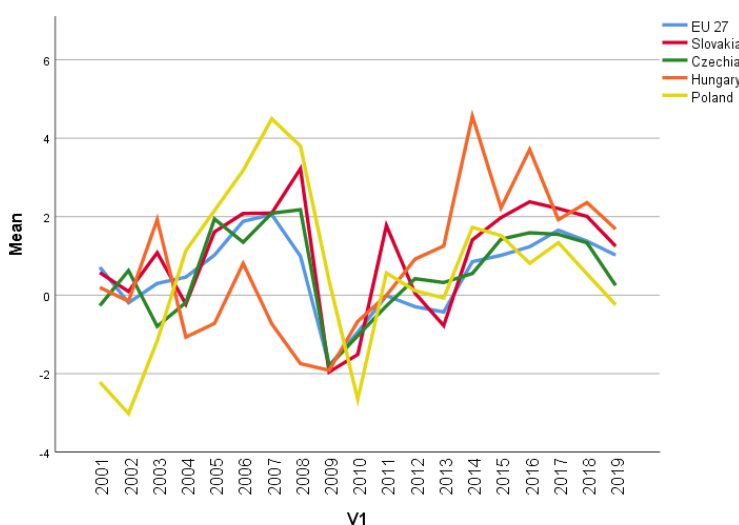
Obrázok 4 Podiel HPH v sekcii A na celkovej HPH v EÚ 27 a V4 v stálych cenách r. 2010

Zdroj: vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat

Podiel HPH v sekcii A na celkovej HPH sa v krajinách EÚ 27 sa znižuje, podobne sú na tom aj krajiny Vyšehradskej skupiny. Výnimkou je Slovensko, kde sa podiel HPH v sekcii A na celkovej HPH od roku 2000 do roku 2019 viac ako zdvojnásobil. V rámci krajín V4 pozorujeme najnižší pokles podielu HPH v sekcii A na celkovej HPH v Maďarsku, kde klesol podiel HPH v sekcii A o 0,4 % po ňom nasleduje Česko a tak Poľsko s poklesom z 3,5 % v roku 2000 na 1,9 % v roku 2019. V poslednom sledovanom roku sa z tohto pohľadu ako najviac agrárnou krajinou javí Maďarsko, kde je podiel produkcie sekcie A na celkovej HPH najvyšší.

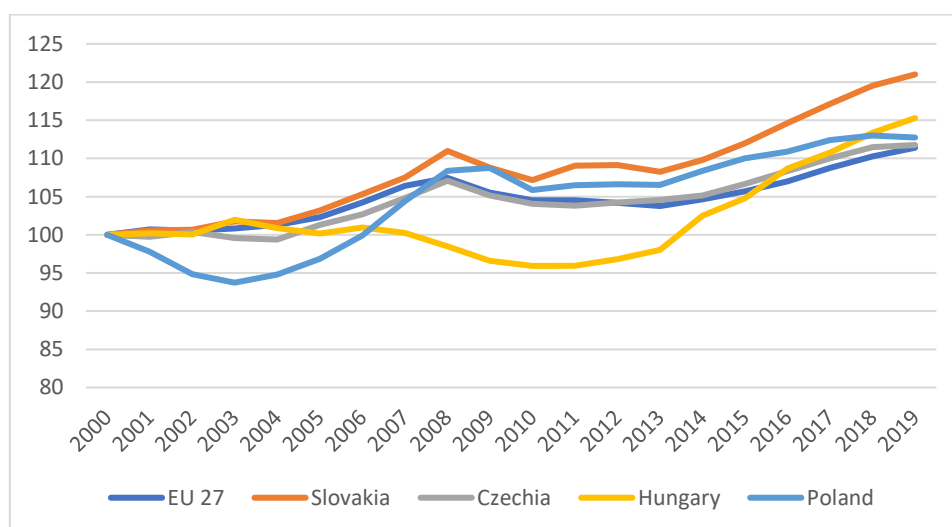
2.2 Medziročný vývoj zamestnanosti a podiel zamestnanosti v sekcii A na celkovej zamestnanosti

Medziročné zmeny zamestnanosti vykazujú v porovnaní s medziročnými reálnymi zmenami HPH oveľa väčšie výkyvy. V jednotlivých krajinách V4 ale aj pre priemer krajín EÚ 27 je typické, že sa striedajú obdobia s výraznejším rastom a následne poklesom zamestnanosti v sledovanom období. Pribeh vývoja zamestnanosti voči základnému obdobiu je znázornený na obr. 6. Pre Poľsko, ako aj Maďarsko sú zreteľne viditeľné obdobia, kedy zamestnanosť klesla pod úroveň roku 2000. V prípade Poľska to bolo na začiatku sledovaného obdobia a v prípade Maďarska sa toto obdobie posunulo do rokov krízy a tesno po kríze.



Obrázok 5 Medziročný vývoj zamestnanosti v rokoch 2000-2019 v EÚ 27 a V4

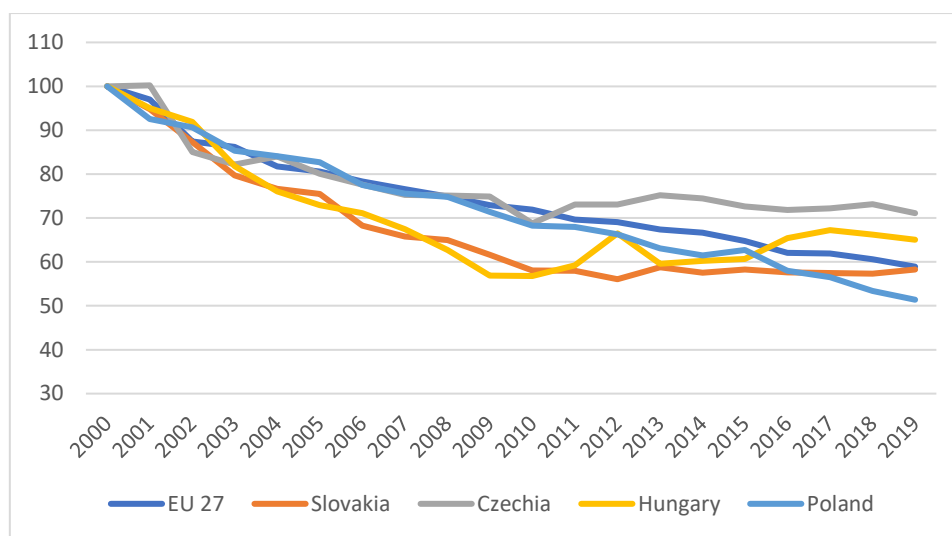
Zdroj: vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat



Obrázok 6 Bázický index zamestnanosti v rokoch 2000-2019 v EÚ 27 a V4

Zdroj: vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat

Najvyšší rast celkovej zamestnanosti pozorujeme na Slovensku (Obrázok 6), kde sa v období 2000-2019 zvýšila zamestnanosť o 21 %. Spomedzi krajín V4 spozorujeme najnižší nárast zamestnanosti v Česku (11,8 %), po ňom nasleduje Poľsko s nárastom o 12,7 % a Maďarsko, kde sa zamestnanosť zvýšila o 15,3 %. Podobný nárast celkovej zamestnanosti zaznamenali krajiny EÚ 27, kde sa zamestnanosť zvýšila o 11,4 %.

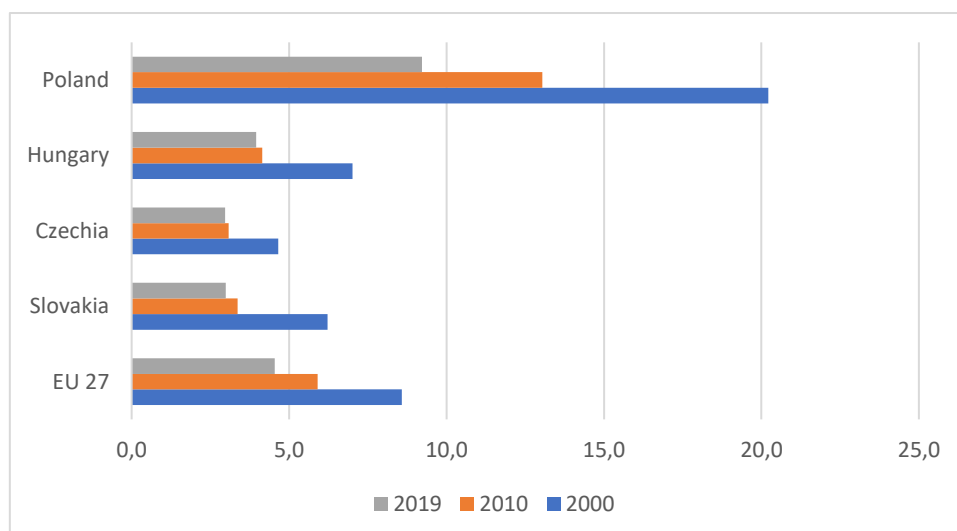


Obrázok 7 Bázický index zamestnanosti v rokoch 2000-2019 v EÚ 27 a V4 v sekcii A

Zdroj: vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat

Porovnaním graficky prezentovaných hodnôt bázických indexov vývoja zamestnanosti celkovej (obr. 6) a zamestnanosti v sekcii A (obr. 7) je na prvý pohľad zrejmé, že zamestnanosť v sekcii poľnohospodárstva výrazne klesala. V EÚ 27 nastal pokles zamestnanosti v sekcii poľnohospodárstva o 41,1 %. Najnižší pokles v krajinách V4 pozorujeme v Česku, kde sa zamestnanosť znížila z hodnoty 226,36 tis. v roku 2000 na hodnotu 160,98 tis., čo predstavuje pokles o 28,9 %. Na Slovensku klesla zamestnanosť v sekcii poľnohospodárstva o 41,7 %, čo predstavuje pokles zamestnanosti o 52,54 tis. Očakávame, že tento výrazný pokles zamestnanosti v sekcii A bude vplývať aj na vývoj produktivity práce.

Podiel zamestnanosti v sekcii A na celkovej zamestnanosti v období rokov 2000-2019 klesal. Najvýraznejšie zmeny pozorujeme spomedzi krajín V4 v Poľsku. Kým v roku 2000 našlo v sekcii A v Poľsku zamestnanie až 20 % osôb, tak do roku 2019 tento podiel poklesol na 9,2 %. Na Slovensku, Česku a v Maďarsku klesol podiel zamestnanosti v sekcii A na celkovej zamestnanosti v rokoch 2000-2010 výraznejšie, rozdiel medzi podielom v rokoch 2010 a 2019 už taký výrazný nebol. V porovnaní s priemerom krajín EÚ 27 bol podiel zamestnanosti v sekcii A vyšší v Poľsku a v ostatných krajinách V4 bol o čosi nižší.

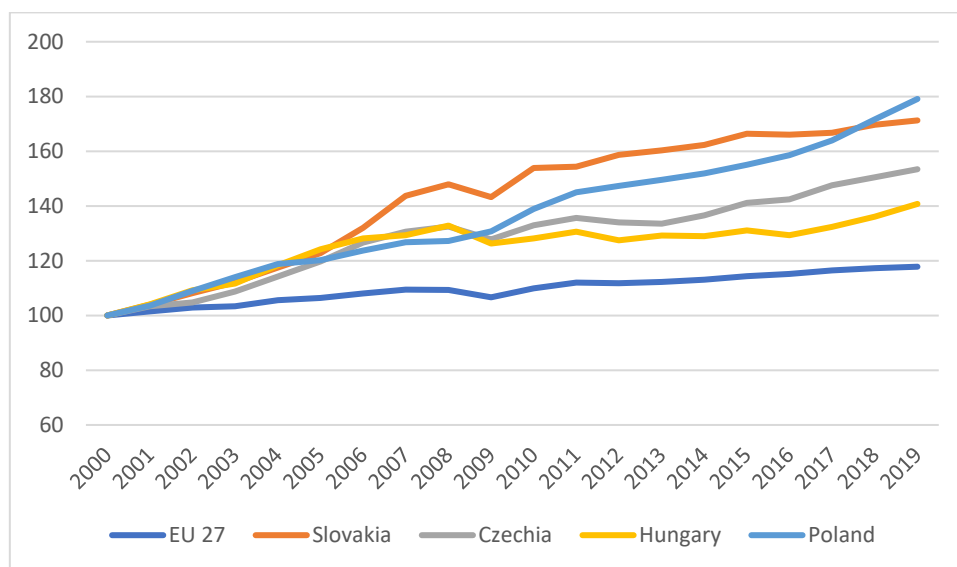


Obrázok 8 Podiel zamestnanosti v sekcii A na celkovej zamestnanosti v EÚ 27 a V4

Zdroj: vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat

2.3 Vývoj reálnej produktivity práce

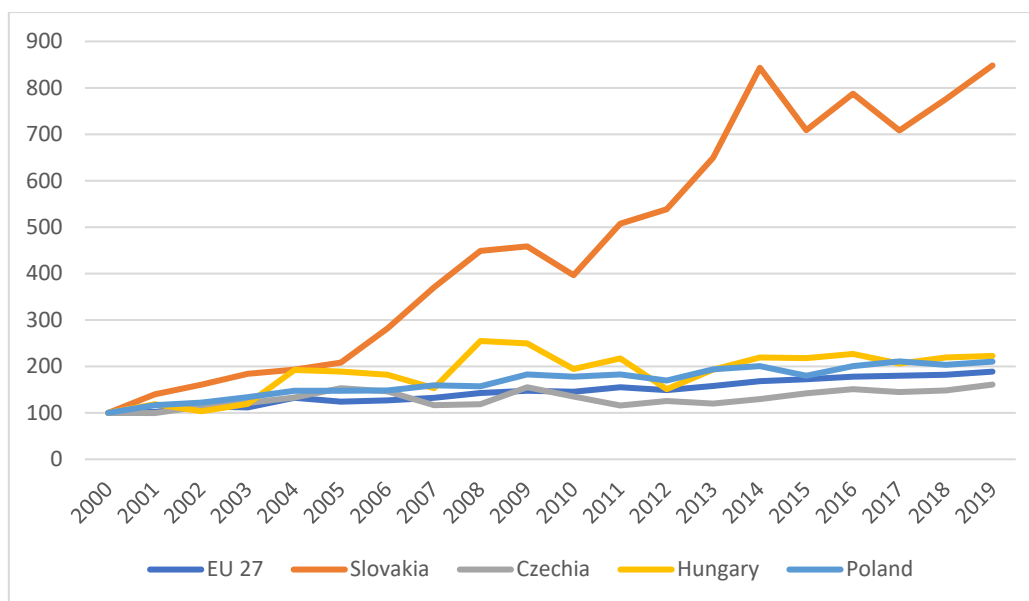
Vývoj celkovej reálnej PP a reálnej PP v sekcii A voči základnému obdobiu sú zobrazené graficky na obrázkoch 9 a 10. Celková produktivita práce všetkých krajín V4 je vyššia než priemer EÚ 27. Najvyšší rast pritom dosiahlo v roku 2019 Poľsko, nasledovala Slovenská republika, Česko a Maďarsko. Dlhodobo bolo Slovensko v raste PP lídrom avšak v posledných rokoch ho predbehlo práve spomínané Poľsko. Musíme kladne hodnotiť hlavne vyšší reálny rast PP krajín V4 v porovnaní s priemerom EÚ 27, čo vytvára priestor na konvergenciu PP nových krajín EÚ. V krajinách EÚ 27 sa zvýšila PP o 17,8 %. Najvyšší nárast v krajinách V4 pozorujeme v Poľsku (Obrázok 9), kde sa zvýšila PP o 11792,2 €, čo predstavuje zmenu 79,1 %. Na Slovensku sa PP zvýšila o 71,3 % na hodnotu 31634,3 €. Najnižší rast zaznamenalo Maďarsko (40,8 %) a Česko (53,4 %).



Obrázok 9 Bázický index PP v rokoch 2000-2019 v EÚ 27 a V4 v stálych cenách r. 2010

Zdroj: vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat

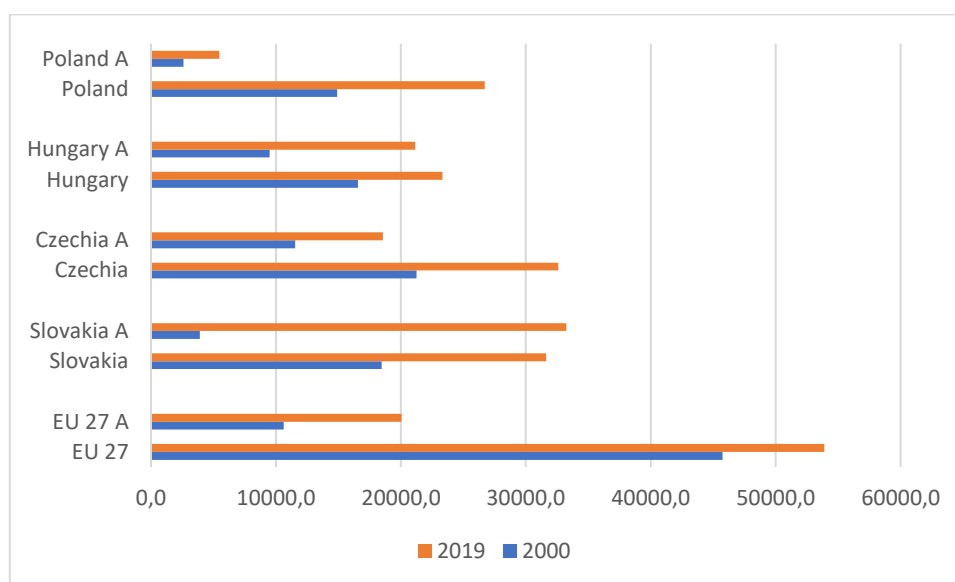
Podobne ako celková PP, aj PP v sekcii A vykazovala pozitívny rast v krajinách EÚ 27 a aj V4. Na Slovensku sa zvýšila reálna PP v sekcii A až o rekordných 748,3 %. Avšak aj v ďalších krajinách V4 bol reálny rast PP v sektore poľnohospodárstva vyšší než rast celkovej PP. Na Slovensku sa PP v sekcii poľnohospodárstva zvýšila z 3919,6 € v roku 2000 na hodnotu 33249,3 €. Najnižší rast PP v sekcii A bol dosiahnutý v Česku a to o 60,9 %. Tento rast bol nižší než reálna zmena PP priemeru krajín EÚ 27.



Obrázok 10 Bázický index PP v rokoch 2000-2019 v EÚ 27 a V4 v stálych cenách r. 2010 v sekcii A

Zdroj: vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat

V krajinách EÚ 27 pozorujeme nárast PP v sekcii A z hodnoty 10618,2 € v roku 2000 na 20046 € v roku 2019, čo predstavuje pozitívnu zmenu v rámci analyzovaného obdobia o 88,8 %.



Obrázok 11 Celková PP a PP v sekcii A v rokoch 2000 a 2019 v EÚ 27 a V4 v stálych cenách r. 2010

Zdroj: vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat. Poznámka: označenie A pri názve krajiny charakterizuje PP v sekcii A

Z prezentovaných údajov na Obrázku 11 je zrejмый nárast produktivity práce celkovej a aj v sekcii A. V analyzovanom období sa zvýšila celková PP aj PP v sekcii A vo všetkých krajinách Vyšehradskej skupiny, najvýraznejší absolútny nárast bol na Slovensku, kde narástla celková PP o 13162,9 € a PP v sekcii A sa

zvýšila o 29329,6 €. Najnižší absolútny rast celkovej PP pozorujeme v Česku (11354,7 €) a najnižší nárast PP v sekcii A v Poľsku, kde sa PP zvýšila o 2868,9 €. Z grafu je taktiež zrejmé, že produktivita práce v sekcii A je stále nižšia v porovnaní s celkovou úrovňou PP v danej krajine resp. EÚ 27. Zrejmý je aj fakt, že PP, tak celková ako aj v sekcii A, je v krajinách V4 stále nižšia v porovnaní s priemerom krajín EÚ 27 a to napriek vysokým tempám prírastku v sledovanom období.

Záver

Produktivita práce je jedným z ekonomických ukazovateľov, ktorý hovorí o konkurencieschopnosti krajiny. Slovensko, Česko, Maďarsko a Poľsko (skupina krajín V4) sú krajiny, ktoré spája história, ich spoločný vývoj, podobne aj spoločný vstup do Európskej únie v roku 2004. Analýza ekonomických ukazovateľov nám poskytuje detailný pohľad na ich hospodársky vývoj. V krajinách EÚ 27 a skupiny krajín V4 v období rokov 2000 - 2019 bol dosiahnutý pozitívny vývoj všetkých troch sledovaných ukazovateľov. V rámci krajín Európskej únie došlo k zvýšeniu reálnej HPH o 31,2 %, zamestnanosť sa vzrástla o 11,4 % a reálna produktivita práce o 17,8 %. V rámci krajín V4 zaznamenalo Slovensko najvyšší nárast HPH a to o 107,2 %, naopak najnižší rast bol Maďarsku, kde HPH vzrástla o 62,3 %. Podobne ako ukazovateľ HPH, výrazné zvýšenie celkovej zamestnanosti pozorujeme taktiež na Slovensku (nárast o 21 %), najnižší rast v Česku, o 11,8 %. Reálna produktivita práce zaznamenala najvyšší rast v Poľsku, kde sa zvýšila o 79,1 %, čím dosiahla hodnotu 11792,2 € v roku 2019.

Výraznejšie rozdiely vo vývoji reálnej HPH v krajinách V4 pozorujeme v sekcii A. Na Slovensku sa zvýšila hodnota spomínaného ukazovateľa o 394,2 %, pričom v Poľsku bol nárast len o 8 %. Spomedzi krajín V4 sa zvýšil podiel HPH sekcii A na celkovej HPH len na Slovensku. Rozdiel medzi vývojom celkovej zamestnanosti a zamestnanosti v sekcii A je evidentný. Kým celková zamestnanosť v pozorovanom období narástla, zamestnanosť v tejto sekcii klesla vo všetkých krajinách V4 aj v EÚ 27. Najvyšší pokles bol zaznamenaný v Poľsku, kde klesla zamestnanosť v sekcii A o 48,6 %, teda o 1427,1 tis. osôb. Výrazný pokles zamestnanosti v sekcii A sa prejavil aj na znížení podielu zamestnanosti v sekcii A na celkovej zamestnanosti a to tak v krajinách V4 ako aj v EÚ 27. Reálna produktivita práce sa vyvíjala pozitívne. Najvyšší rast reálnej PP v sekcii A pozorujeme na Slovensku (748,3 %), naopak, najnižší v Česku, kde PP vzrástla o 60,9 %.

Literatúra

- BAKAS, D.; KOSTIS, P.; PETRAKIS, P. (2019). *Culture and Labour Productivity: An Empirical Investigation. Economic Modelling*, (), S0264999318318297-. doi:10.1016/j.econmod.2019.05.020 ISO 690-2: 1997, Information and documentation – Bibliographic references - Part 2: Electronic documents or parts thereof.
- BLANCO, C., & RAURICH, X. (2018). *Agricultural composition, structural change and labor productivity, 2018 Meeting Papers 772. Society for Economic Dynamics*
- EUROPEAN COMMISSION, 2013. *Structure and Dynamics of EU Farms: Changes, Trends and Policy Relevance. EU Agricultural Economics Briefs, No 9.*
- EUROPEAN COMMISSION. 2017. *Age Structure of Farms Managers – Common Context Indicators. Available at: https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/cap-indicators/context/2016/indicator-table_en.pdf.*
- EUROSTAT, 2020. *Glossary: Gross value added. Dostupné online: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Gross_value_added*
- GIANNAKIS, E., BRUGGEMAN, A., 2017. *Economic crisis and regional resilience: evidence from Greece. Papers Region. Sci.* 96, 451–476. <http://dx.doi.org/10.1111/pirs.12206>
- GIANNAKIS, E., EFSTRATOGLU, S., ANTONIADES, A., 2018. *Off-farm employment and economic crisis: evidence from Cyprus. Agriculture* 8, 41
- GOLLIN, D., LAGAKOS, D., & WAUGH, M. E. (2014). *The agricultural productivity gap. Quarterly Journal of Economics*, 129(2), 939-993
- GOMEZ-SALVADOR, R., MUSSO, A., STOCKER, M., TURUNEN, J. (2006). *Labour productivity developments in the euro area. In: ECB Occasional Paper No. 53*
- LAGAKOS, D., WAUGH, M. E. (2013) *Selection, Agriculture, and Cross-Country Productivity Differences. In: AMERICAN ECONOMIC REVIEW VOL. 103, NO. 2, APRIL 2013 (pp. 948-80)*

- McCULLOUGH, E.B., 2015. *Understanding Agricultural Labor Exits in Tanzania*. Agricultural and Applied Economics Association (AAEA) > 2015 AAEA & WAEA Joint Annual Meeting, July 26-28, San Francisco, California
- OECD, 2001. *Measuring Productivity*. OECD Manual. Dostupné online: <http://www.oecd.org/sdd/productivity-stats/2352458.pdf>
- OECD, 2019. *OECD Compendium of Productivity Indicators 2019*. Dostupné online: https://www.oecd-ilibrary.org/industry-and-services/oecd-compendium-of-productivity-indicators_22252126
- OECD, 2020. *Labour productivity and utilisation*. Dostupné online: <https://data.oecd.org/lprdy/labour-productivity-and-utilisation.htm>
- SZABO L., GRZNAR M., ZELINA M., 2018: *Agricultural performance in the V4 countries and its position in the European Union*. In *Agric. Econ. – Czech*, 64: 337–346.
- ZELENYUK, Valentin (2018). "Testing Significance of Contributions in Growth Accounting, with Application to Testing ICT Impact on Labor Productivity of Developed Countries". *International Journal of Business and Economics*. s. 115–126.
- Zdroj údajov: EUROSTAT DATABASE. [online]. [cit. 16.09.2020]. Dostupné online: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

VYUŽÍVANIE METÓD DATA MINING PRI PROGNÓZOVANÍ V ENERGETIKE

USE OF DATA MINING METHODS FOR FORECASTING IN ENERGY

Ing. Miloš PACHTA
doc. Ing. Michal TKÁČ, PhD.

University of Economics in Bratislava
Faculty of Business Economics with seat in Košice
Tajovského 13, 041 30 Košice, Slovak Republic

milos.pachta@euba.sk
michal.tkac1@euba.sk

Key words

Energy, production, sale, market.

Abstrakt

Implementation of data mining solutions to technical problems facilitate use of large databases of data for solving complex, strategic, or tactical tasks. These tools can significantly improve performance of processes and reduce the cost of production.

Selling "surplus" electricity to the grid means complying with applicable legislation. Any significant breach of the tolerance limits may be penalized by the immediate disconnection of the supplier from the transmission system. In this paper, we have shown how it is possible to use a sophisticated decision tree method to increase the accuracy of forecasting the current net average hourly electricity output in real time.

Úvod

Nutnosť využívania sofistikovaných nástrojov a metód data miningu v praxi, je spravidla determinovaná dostatočným množstvom údajov relevantných k riešenej problematike, ako aj nevhodnosťou použitia klasických metód matematickej štatistiky na predmetné dáta. Preto sú data miningové metódy asi najviac používané v oblasti finančných trhov, poisťovníctve, či pri analýze iných bankových operácií. (Tkáč a Verner, 2016)

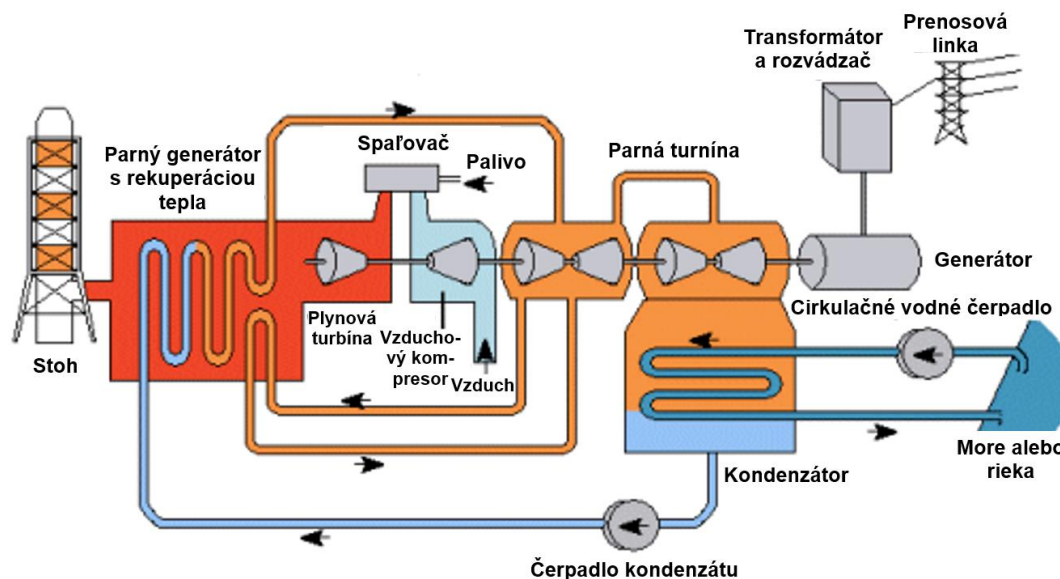
Štvrtá priemyselná revolúcie známa tiež pod názvom Industry 4.0 priniesla rozsiahlu digitalizáciu do skoro všetkých oblastí priemyslu. (Schumacher a kol., 2019) Rôzne Smart riešenia technických problémov nielenže dovoľujú podstatným spôsobom operatívne zlepšiť, zefektívniť, či zlacniť výrobné procesy, ale tiež vytvárajú podmienky pre vznik rozsiahlych databáz údajov použiteľných pri riešení komplexných, strategických, či taktických úloh. V ďalšom ukážeme, ako je možné využiť vybranú metódu data miningu, konkrétne rozhodovacie stromy na riešenie problému krátkodobého prognózovania najvhodnejšieho nastavenia riadiacich prvkov plynovej turbíny s kombinovaným cyklom na základe dostupných, monitorovaných parametrov výroby

1 Elektrárň s kombinovaným cyklom

Úvodom stručne opíšeme elektrárň s kombinovaným cyklom, nazývanú tiež plynová turbína s kombinovaným cyklom. Ide o generátor s plynovou turbínou vyrábajúcou elektrinu, pričom odpadové teplo sa používa na výrobu pary použiteľnej na ohrev, alebo na výrobu ďalšej elektriny prostredníctvom parnej turbíny. Plynová turbína je jedno z najefektívnejších zariadení vykonávajúcich premenu plyných palív na mechanickú energiu alebo elektrinu. Ako alternatívne palivo sa tiež bežne používa kvapalné palivo z destilátu, alebo aj nafta. V poslednej dobe, keď sa zlepšila efektívnosť jednoduchého cyklu a poklesli ceny zemného plynu, sa plynové turbíny začali viac využívať na výrobu energie pri základnom zaťažení, najmä v

režime kombinovaného cyklu, kde sa odpadové teplo získava v kotloch na odpadové teplo a použitá para na výrobu ďalšej elektriny.

Elektrárň s kombinovaným cyklom (Obr. 1), ako to naznačuje názov, kombinuje existujúce plynové a parné technológie do jednej jednotky, čím prináša výrazné zlepšenie tepelnej účinnosti v porovnaní s konvenčnými parnými zariadeniami.



Obr. 11 Štruktúra modelu TSTL

Zdroj: Štetina, 2012

Pojem „kombinovaný cyklus“ sa vzťahuje na kombináciu viacerých termodynamických cyklov na výrobu energie. Tým sa tepelná účinnosť zvyšuje na približne 50 - 60 percent, konkrétne zavedením výfukových plynov z plynovej turbíny do parného generátora s rekuperáciou tepla. Teplo získané v tomto procese je však dostatočné na pohon parnej turbíny s elektrickým výkonom približne 50% generátora plynovej turbíny.

Plynová turbína a parná turbína sú spojené s jedným generátorom. Na spustenie alebo na otvorenú prevádzku samotnej plynovej turbíny je možné parnú turbínu odpojiť pomocou hydraulického spojky. Základ každého paroplynového cyklu tvorí plynová turbína, ktorá tvorí samostatný funkčný celok a ako energetický zdroj dosahuje výkony v rozsahu od niekoľkých kW až po stovky MW (Štetina, 2012).

Takto vyrobenú elektrickú energiu je možné dodávať Slovenskej elektrizačnej prenosovej sústave, a. s., ktorá na Slovensku garantuje bezpečné, spoľahlivé, kvalitné a ekonomicky efektívne prevádzkovanie prenosovej sústavy. Ako rešpektovaný, dominantný subjekt na trhu s elektrinou sa táto spoločnosť aktívne spolupracuje so zahraničnými partnermi podieľa na rozvoji európskeho trhu s elektrinou a poskytuje kvalitné služby zákazníkom. Zároveň garantuje transparentný a nediskriminačný prístup k sústave. Na druhej strane

je potrebné si uvedomiť, že do distribučnej sústavy nie je možné len tak jednoducho odovzdávať prebytky nespotrebovanej energie (ani zadarmo). Prevádzkovateľ distribučnej sústavy totiž na základe platnej legislatívy musí strpieť iba relatívne malú nedokonalosť regulácie – musí tolerovať iba do 10 % inštalovaného výkonu, maximálne počas dvoch štvrtín hodín. Potom má právo na odpojenie zdroja – nakoľko zväčša nie je možné odpojiť iba výrobu, má právo na odpojenie aj spotreby. Takže dobrá regulácia je kľúčová pre správne fungovanie dodávateľa, t.j. lokálneho zdroja elektrickej energie. Zákon oslobodzuje lokálny zdroj od platby TPS (tarifa za prevádzkovanie systému – cca. 26 €/MWh), avšak nie od platby spotrebnej dane z elektrickej energie (1,32 €/MWh) a TSS (tarifa za systémové služby – cca. 8 €/MWh). Spoločnosti a iní spotrebiteľia, ktorí sa rozhodnú ušetriť vlastné financie tým, že si vyrobia sami elektrinu lacnejšie ako by ju nakupovali, si musia dobre skalkulovať, či má pre ne dodávanie elektriny do rozvodovej sústavy ekonomický zmysel.

2 Použitie rozhodovacích stromov

Metodika implementácie rozhodovacích stromov na namerané údaje je prezentovaná v príspevku od Lantza (2013). Iba stručne pripomenieme, že rozhodovací strom nekladie požiadavky na rozdelenie vstupných údajov. Sám vykoná kategorizáciu do jednotlivých vrcholov (Node S) s tým, že opíše pre každú kategóriu, ako pokračuje vetvenie stromu, t.j. ako danú konkrétnu kategóriu ovplyvňujú ďalšie faktory. Rozhodovacie stromy sú stromy, u ktorých vnútorné uzly interpretujú výsledky testov nad atribútmi zvanými listy, ktoré indikujú hodnoty cieľovej vlastnosti. Testy vnútorných uzlov určujú, ktorou vetvou sa rozhodovanie ďalej posunie. Atribút nachádzajúci sa v teste vnútorného listu sa bude nazývať rozhodovací atribút uzla. Testy v rozhodovacích testoch majú tento základný tvar:

- $\text{atribút}_i = \text{hodnota}$ pre diskkrétne atribúty,
- $\text{atribút}_i \leq \text{hodnota}$ pre spojité atribúty.

Klasifikácia sa uskutočňuje tak, že napr. $E(a_1 = v_1, a_2 = v_2, \dots, a_n = v_n)$ je vypočítavaná prierezo vo celom strome, pričom pri každom vnútornom uzle, pomocou hodnoty v_i atribútu a_i sa vyhodnotí test v danom uzle a vykoná rozhodovanie, či sa ďalej posunie do jedného z podstromov. Rozhodovanie skončí v momente, keď daná procedúra skončí v liste. Vtedy je priradená vlastnosť, ktorá je reprezentatívna výslednému listu. Tu je potrebné si uvedomiť, že rozhodovanie sa do listu dostane vždy. Pri diskrétnych atribútoch je navyše samozrejmosťou, že pri nelistovom uzle sa vytvorí podstrom s každou možnou hodnotou atribútu. Rozhodovacie stromy sa začali používať už v 50-tych rokoch 20. storočia.

Ak teda chce elektrárň s kombinovaným cyklom dodávať elektrickú energiu na komerčnej báze do rozvodovej sústavy, musí byť schopná predikovať a zabezpečiť stabilnú dodávku elektrickej energie takým spôsobom, aby možné hodinové výkyvy nepresiahli predpísanú toleranciu. Ide teda o takú reguláciu, ktorá by mala zabezpečiť dodržanie tolerovaného 10% výkyvu z inštalovaného výkonu počas dvoch štvrtí hodín predpísaného Slovenskou elektrifikačnou prenosovou sústavou. Predmetný problém je možné pretransformovať do stability a schopnosti predikovať dodávku elektrickej energie získavanej z paroplynového cyklu. Možnosť komerčného využitia elektrickej energie vychádza z predpokladu relatívne presnej predikcie jej výkonu.

Zabezpečiť stabilitu výstupu paroplynovej elektrárne je predmetom optimalizácie výkonu u dodávateľa. Preto je nevyhnutné v prvom rade určiť základné faktory a opísať veľkosť ich vplyvu na potenciálnu odozvu, ktorou je čistý 1/4 hodinový výstup elektrickej energie. V ďalšom teda budeme predpokladať, že zo strany dodávateľa dochádza k optimalizácii parametrov opísaných v Tab. 1.

Tab. 4 Základné parametre paroplynovej elektrárne

Atmosférické podmienky	Para pred parnou turbínou
Teplota okolia	Množstvo vysoko tlakovej pary
Relatívna vlhkosť	Teplota vysoko tlakovej pary
Tlak vzduchu	Tlak vysoko tlakovej pary
Zemný plyn	Množstvo stredno-tlakovej pary
LHV	Teplota stredno-tlakovej pary
Teplota pred plynovou turbínou	Tlak stredno-tlakovej pary
Množstvo plynu	Množstvo nízko-tlakovej pary
Garantované parametre	Teplota nízko-tlakovej pary
Hrubá účinnosť	Tlak nízko-tlakovej pary
Hrubý výkon na svorkách generátorov	Spaliny na výstupe plynovej turbíny
Vlastná spotreba	Teplota spalín
Emisie NO _x , CO	Množstvo spalín

Zdroj: Pickard, 2011

K tomu je navyše potrebné, aby bola schopná zabezpečiť stabilnú dodávku s minimálnymi výkyvmi. Preto je nevyhnutné v prvom rade určiť základné faktory a opísať veľkosť ich vplyvu na potenciálnu odozvu, ktorou je čistý 1/4 hodinový výstup elektrickej energie. V ďalšom teda budeme predpokladať, že zo strany dodávateľa dochádza k optimalizácii parametrov opísaných v Tab. 1. Za tohto predpokladu budeme v ďalšom vychádzať z empirickým údajov zaznamenaných v poslednom období. Budeme analyzovať hlavne nevýrobné parametre, ktoré na základe odbornej literatúry (Jarupula, 2020) majú významný vplyv na

dosahovanie čistého 1/4 hodinového výstupu elektrickej energie v paroplynových elektrárňach Ide o nasledovné parametre:

1. teplota okolia (T),
2. odsávacie vákuum (V),
3. okolitý tlak (AP),
4. relatívna vlhkosť pary (RH).

Údaje sú zaznamenávané z rôznych senzorov, ktoré sú umiestnené okolo zariadenia, ktoré každú sekundu zaznamenávajú okolité premenné, ktoré sú následne spriemerované. Premenné sú uvedené bez normalizácie. Takmer všetky hodnoty premenných sú odlišné a v žiadnej premennej samostatne nie je možná kategorizácia. (Nemá zmysel vytvárať konfiguračné tabuľky.)

Dátový súbor obsahuje 9568 údajových bodov zhromaždených z elektrárne s kombinovaným cyklom počas necelých dvoch rokov (2019 - 2020). Boli vyselektované iba tie dni, keď bola elektráreň nastavená na prácu s plným zaťažením a nebol zaznamenaný problém s optimalizáciou parametrov opísaných v Tab. 1. Databáza pozostáva z priemerných 1/4 hodinových hodnôt premenných: Teplota (T), Okolité tlak (AP), Relatívna vlhkosť pary (RH) a Výfukové vákuum – podtlakový odťah (V), ktoré použijeme na predpovedanie čistého hodinového výkonu elektrickej energie (EP) v zariadení.

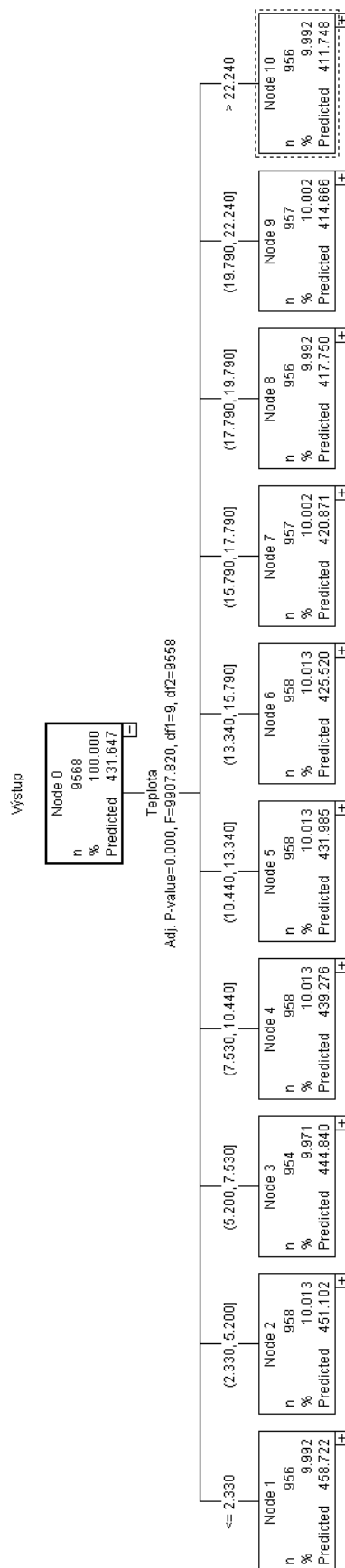
Vzhľadom na relatívne veľký rozsah nameraných údajov možno spomínanú databázu použiť na krátkodobú prognózu vývoja odozvy – čistého 1/4 hodinového výstupu elektrickej energie. Vzhľadom nato, že spomínaný model zďaleka nevychádza z normálneho rozdelenia a teda aj n -rozmerný regresný model, aj keď je nelineárny, nemusí dosahovať požadovanú presnosť, preto sme sa rozhodli použiť metódu rozhodovacích stromov, pri ktorých sa nevyžaduje žiadny predpoklad na kategorizované dáta, t.j. ani predpoklad normality vstupných údajov.

Ako prvý najdôležitejší faktor v rámci rozhodovacieho stromu je hneď v prvej úrovni prezentovaný faktor – teplota okolia (Obr. 2).

Zrejma nelinearita vplyvu jednotlivých faktorov na odozvu sa pravdepodobne premietla do relatívne rozsiahlej až detailnej kategorizácie jednotlivých rozsahov teplôt popísaných až 10 vrcholmi (Node 1 až Node 10). V ďalšom detailne opíšeme jednotlivé vetvenia pre každý z desiatich vrcholov.

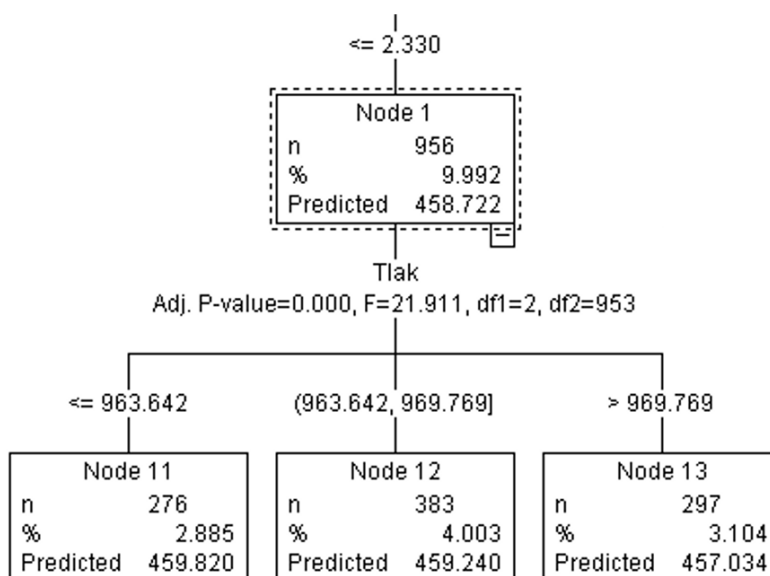
Z Obr. 2 je zřejmý fakt prezentovaný v odbornej literatúre tvrdiaci, že čím je nižšia teplota, tým je možné očakávať vyšší priemerný čistý 1/4 hodinový výstup elektrickej energie paroplynovej elektrárne. Približne rovnaká početnosť cca 956 až 958 údajov (čo predstavuje cca 10% na každý Node) determinujúcich jednotlivé vrcholy vylučuje štatistickú nevýznamnosť prezentovaných odhadov. V ďalšom sa budeme zaoberať vetvením jednotlivých vrcholov na vyšších úrovniach.

Na Obr. 3 je prezentované vetvenie rozhodovacieho stromu z Node 1. Druhú úroveň kategorizuje faktor – tlak, ktorý vysvetľuje závislosť najvyššie dosahovaných hodnôt čistého 1/4 hodinového výstupu elektrickej energie pri najnižších teplotách v závislosti od tlaku.



Obr. 12 Rozhodovací strom 1. úroveň

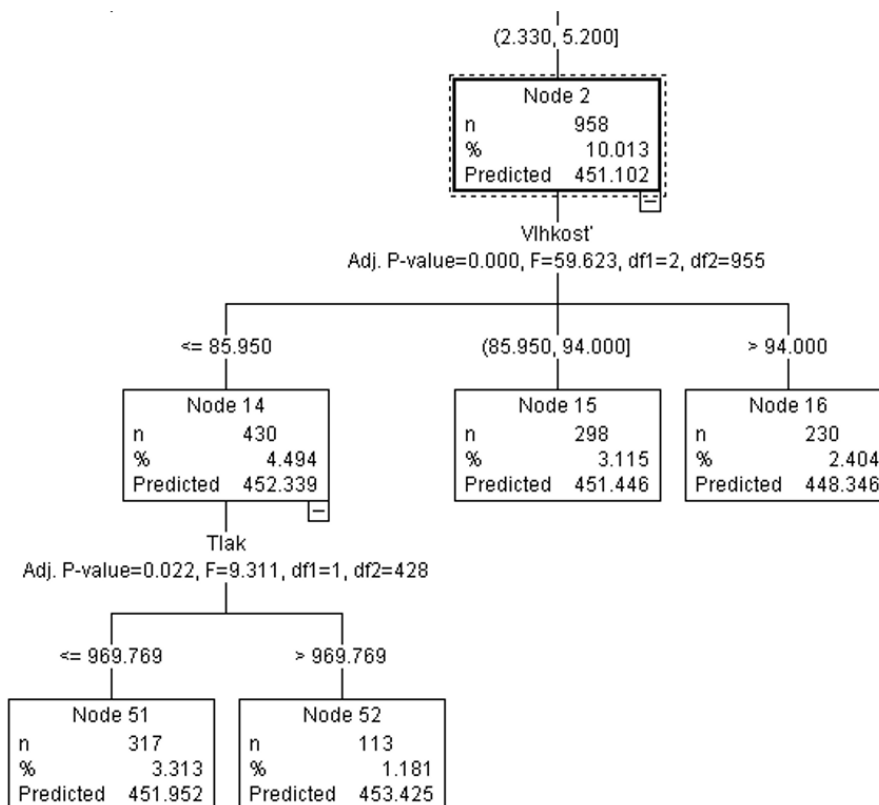
Zdroj: Vlastné spracovanie v IBM SPSS



Obr. 13 Node 1 - 2. úroveň

Zdroj: *Vlastné spracovanie v IBM SPSS*

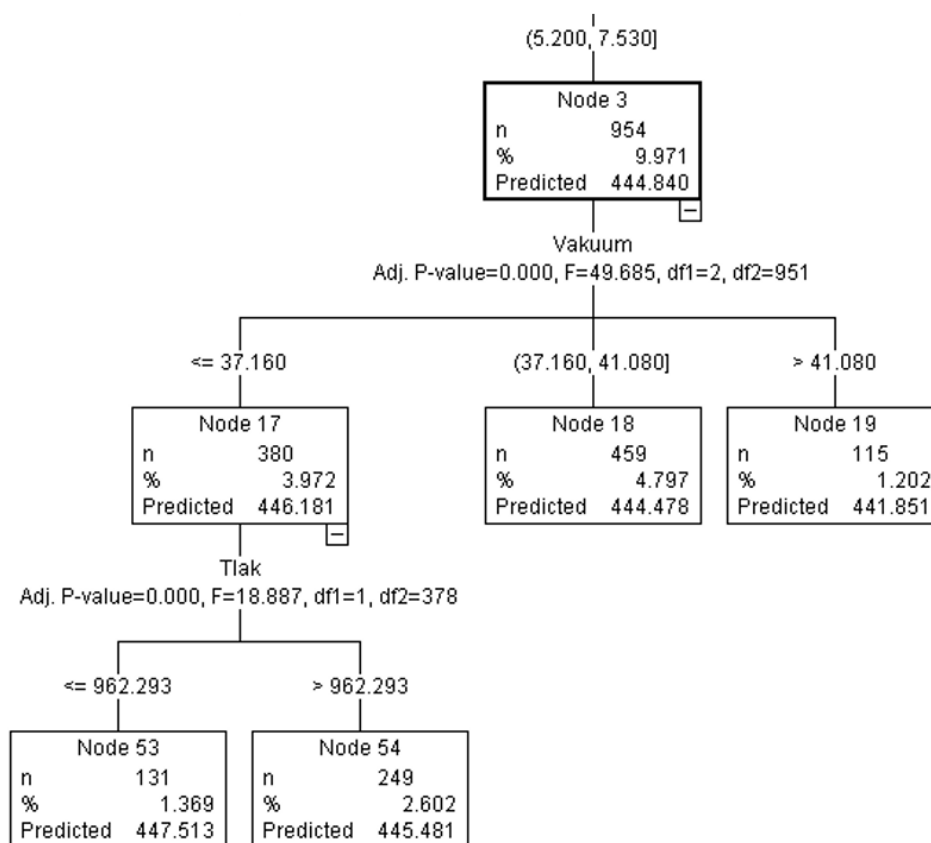
Na Obr. 4 je prezentované vetvenie vrcholu Node 2. Tu zohráva významnú úlohu relatívna vlhkosť pary na druhej úrovni, a v prípade malej relatívnej vlhkosti je rozhodujúcim faktorom na 3. úrovni tlak.



Obr. 14 Node 2 - 2. a 3. úroveň

Zdroj: *Vlastné spracovanie v IBM SPSS*

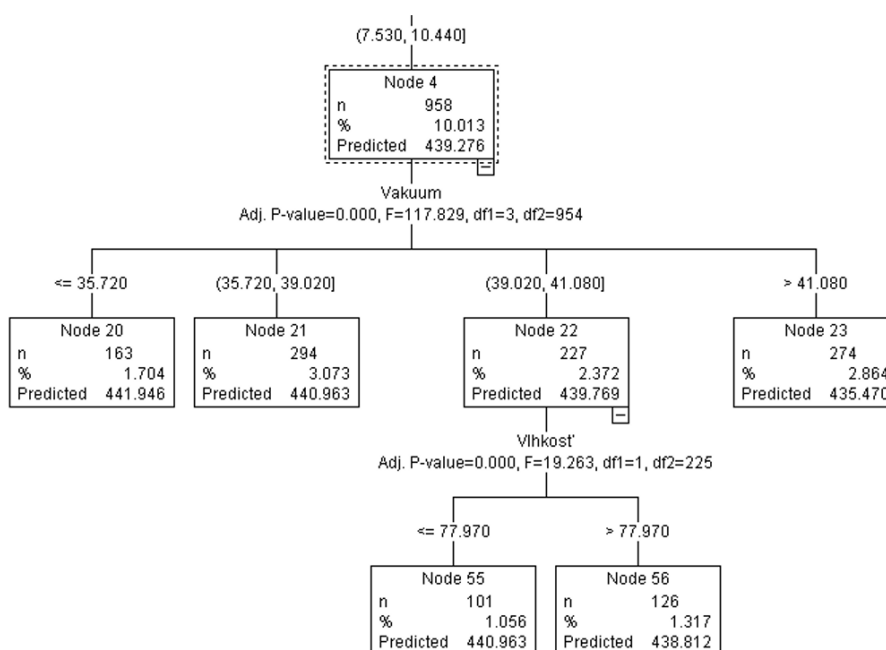
Na Obr. 5 je prezentované vetvenie vrcholu Node 3, kde v danom teplotnom rozmedzí je dôležitým faktorom výfukové vákuum nameraný na komíne. V prípade najnižších hodnôt daného parametra je významný aj faktor tlaku na tretej úrovni.



Obr. 15 Node 3 - 2. a 3. úroveň

Zdroj: *Vlastné spracovanie v IBM SPSS*

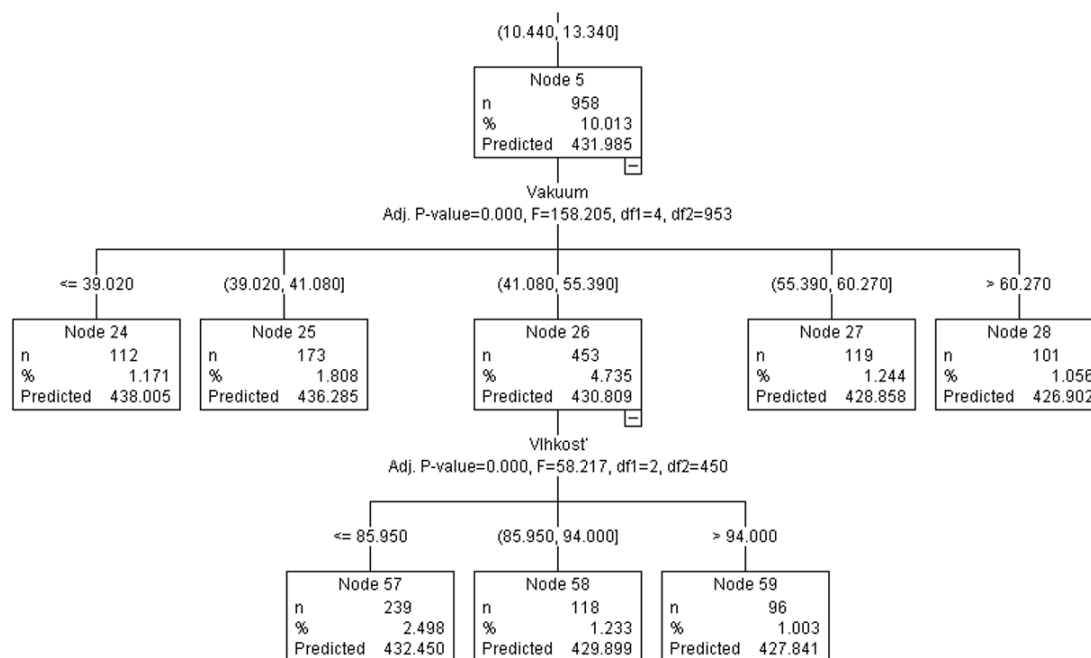
Na Obr. 6 je znázornená štruktúra vrcholu Node 4. V rámci tohto teplotného rozpätia je najdôležitejším faktorom výfukové vákuum, ktoré v špeciálnom intervale od 39 do 41 je ďalej vetvené na základe vlhkosti na 3. úrovni.



Obr. 16 Node 4 - 2. a 3. úroveň

Zdroj: *Vlastné spracovanie v IBM SPSS*

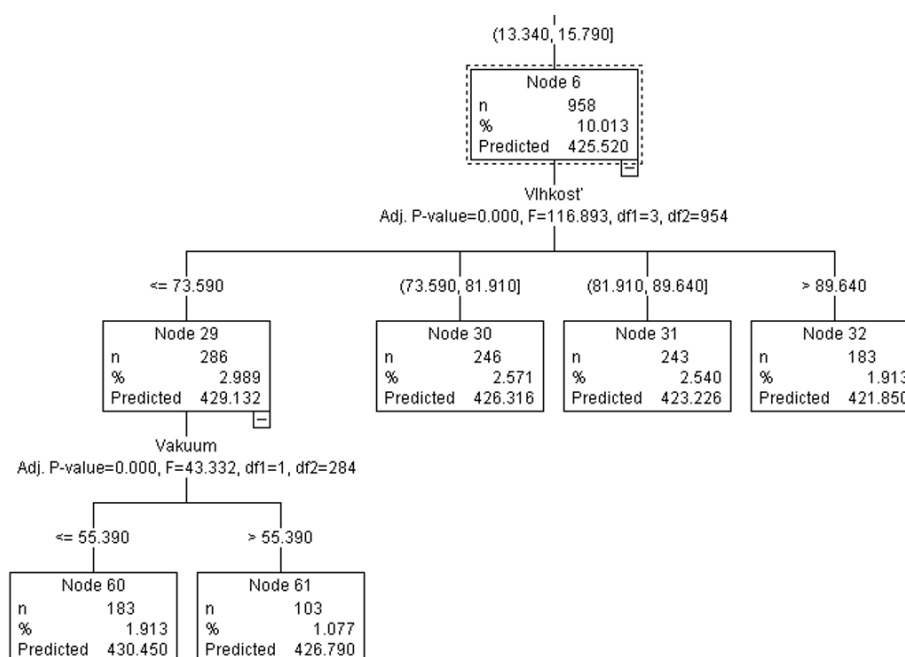
Na Obr. 7 je znázornená štruktúra vetvenia vrcholu Node 5, pričom na 2. úrovni pri tomto tepelnom intervale je najdôležitejší faktor výfukové vákuum, pričom v špeciálnom intervale tohto parametra cca 41 až 55 je dôležitá relatívna vlhkosť na tretej úrovni.



Obr. 17 Node 5 - 2. a 3. úroveň

Zdroj: *Vlastné spracovanie v IBM SPSS*

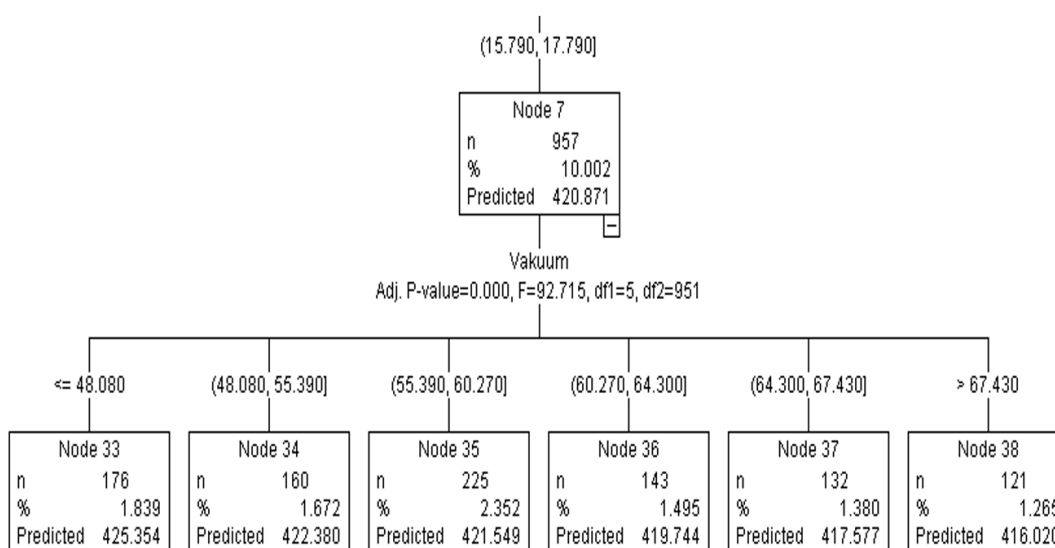
Na Obr. 8 vidíme štruktúru vrcholu Node 6, kde najdôležitejším faktorom je relatívna vlhkosť pary na 2. úrovni, pričom pri najnižšej vlhkosti je na 3. úrovni dôležitý faktor výfukové vákuum.



Obr. 18 Node 6 - 2. a 3. úroveň

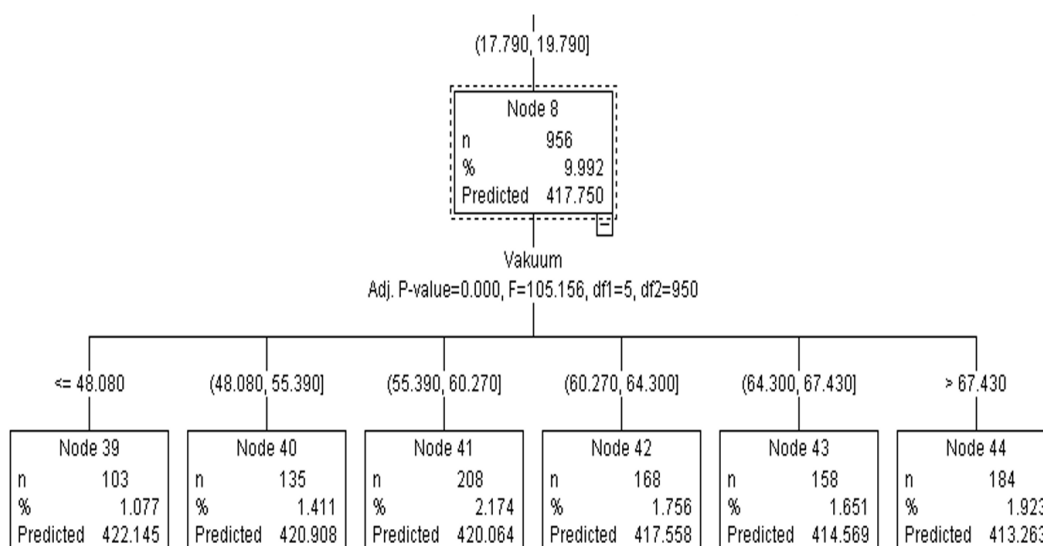
Zdroj: *Vlastné spracovanie v IBM SPSS*

Pre prezentujúce vetvenie vrcholov Node 7 a Node 8 (Obr. 9 a 10) je najdôležitejším faktorom ďalšieho vetvenia na 2. úrovni faktor výfukové vákuum.



Obr. 19 Node 7 - 2. úroveň

Zdroj: *Vlastné spracovanie v IBM SPSS*



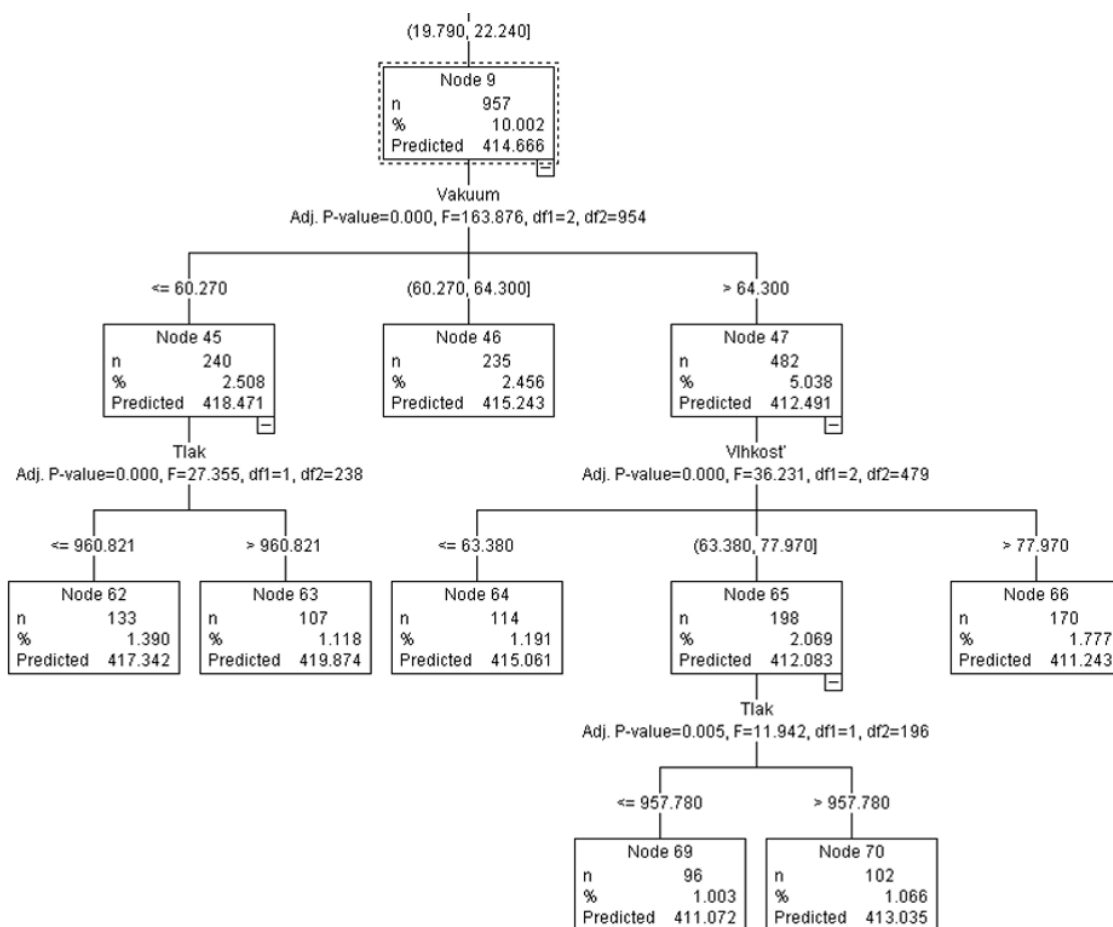
Obr. 20 Node 8 - 2. úroveň

Zdroj: *Vlastné spracovanie v IBM SPSS*

Na Obr. 11 je charakterizovaná štruktúra vetvenia vrcholu Node 9, kde na 2. úrovni je najdôležitejším faktorom výfukové vákuum. V prípade najnižších hodnôt tohto parametra je dôležitý tlak na 3. úrovni, v prípade najvyšších hodnôt tohto parametra je najdôležitejšia vlhkosť na 3. úrovni, pričom v prípade intervalu cca 63 po 77 je až na 4. úrovni dôležitý faktor tlak.

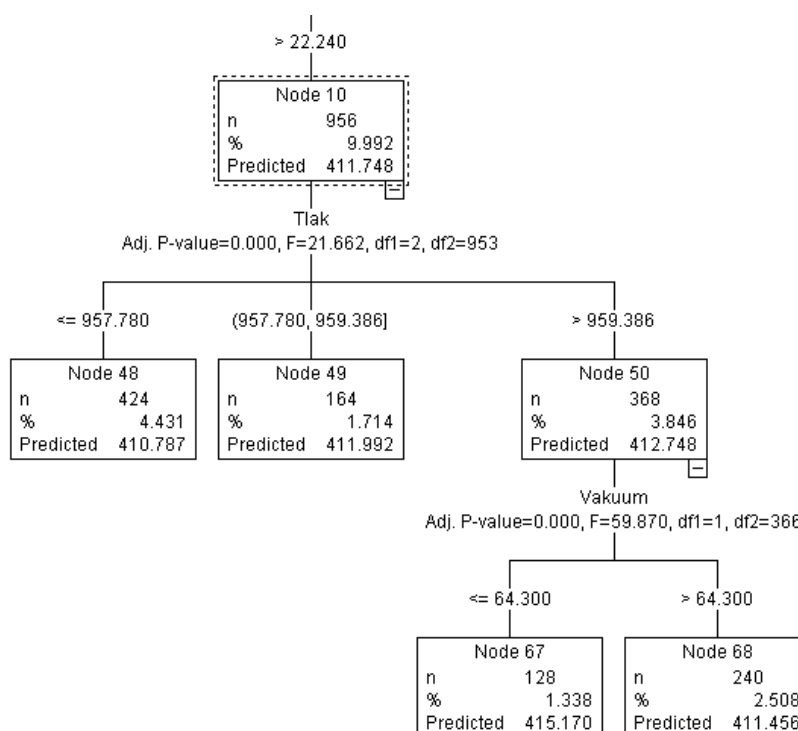
Nakoniec na Obr. 12 je prezentovaná štruktúra vetvenia vrcholu Node 10. Ide o teploty presahujúce 22 stupňov a na 2. úrovni je dôležitý faktor tlak. Pri najvyšších hodnotách tlaku je dôležitý faktor výfukové vákuum na 3. úrovni. Výsledkom implementácie rozhodovacieho stromu na empirické údaje získané z primárneho výskumu bola stromová štruktúra, ktorá ako najdôležitejší faktor určila teplotu okolia. Poznávame, že pri implementácii spomínanej metódy nebolo potrebné overovať žiadne nutné podmienky. Rozhodovací strom rozčlenil namerané hodnoty z primárneho výskumu do 10 kategórií podľa teploty na 1. úrovni. Každú takúto kategóriu reprezentoval jeden vrchol – Node. Tieto sa v ďalšom členili

do druhej niekedy až do tretej úrovne podľa nelineárneho vplyvu ďalšieho faktora. V jednotlivých vrcholoch – Node boli vyznačené okrem predikovaných hodnôt odozvy aj početnosti nameraných empirických údajov charakterizujúce jednotlivé kategórie. Aj keď rozhodovacie stromy patria medzi relatívne sofistikované metódy, ich praktické využitie pri regulácii nie je až také komplikované.



Obr. 21 Node 9 - 2., 3. a 4. úroveň

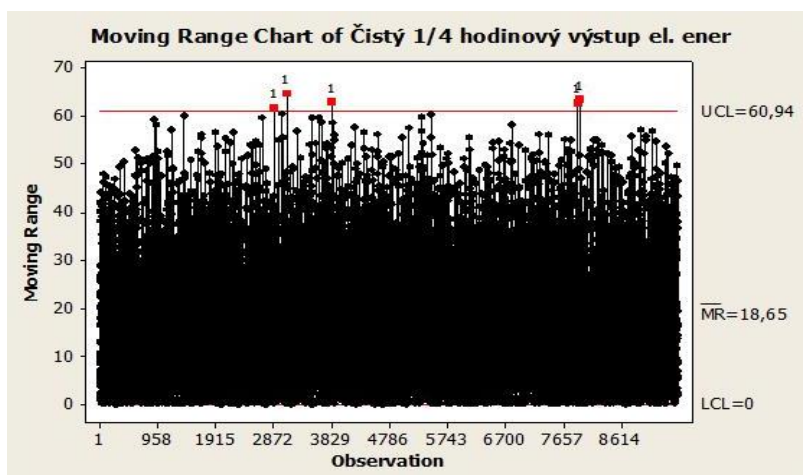
Zdroj: *Vlastné spracovanie v IBM SPSS*



Obr. 22 Node 10 - 2. a 3. úroveň

Zdroj: *Vlastné spracovanie v IBM SPSS*

Ako príklad uvádzame na Obr. 13 hodnoty tzv. kľzavého priemeru (Moving average), t.j. hodnoty rozdielov po sebe idúcich dvojíc empirických údajov získaných z primárneho výskumu pre všetky namerané hodnoty. Ak teoreticky uvažujeme priemerný čistý 1/4 hodinový výstup elektrickej energie 432kW/h (údaj upravený na hodinové hodnoty), potom povolená tolerancia na základe požiadavky SEPS, a.s. predstavuje hodnotu 43,2 kW/h (cca 10%). Z diagramu je zrejmé, že rozdiely po sebe idúcich 1/4 hodinových meraní dosahujú bez dodatočnej regulácie podstatne väčšiu variabilitu. Výsledky analýzy rozhodovacieho stromu realizovaného na štatisticky významnej vzorke údajov dovoľujú prognózovať čistý hodinový výstup elektrickej energie každú po sebe idúcu 1/4 hodinu.

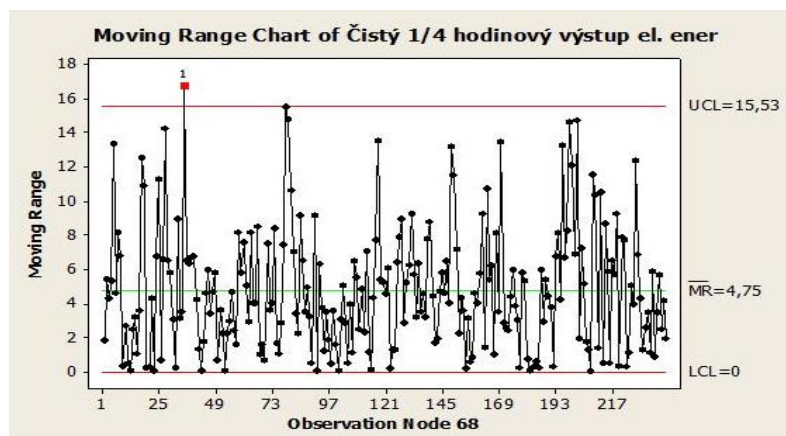


Obr. 23 Diagram čistého 1/4 hodinového výstupu el. energie

Zdroj: *Vlastné spracovanie v IBM SPSS*

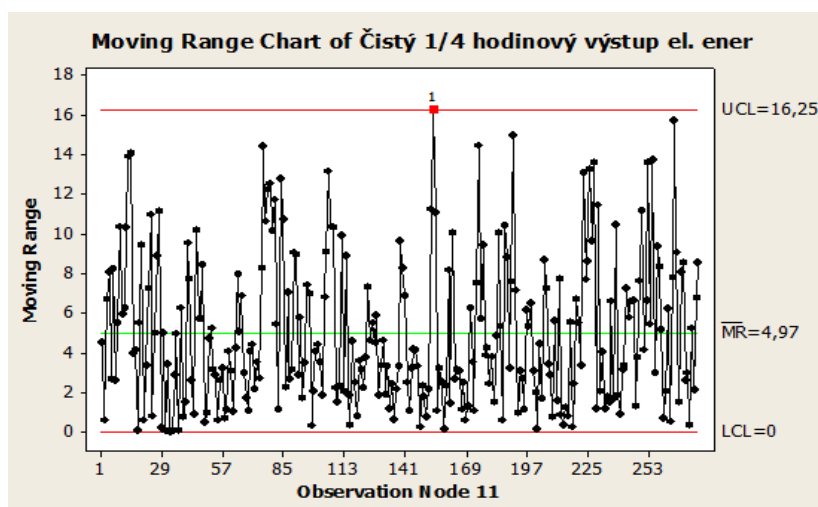
Tieto prognózy sú podkladom pre reguláciu. Spôsob ako meniť regulačné nastavenia, vychádza z jednotlivých listov rozhodovacieho stromu.

Na Obr. 14 je prezentovaný diagram klzavých priemerov čistého hodinového výstupu elektrickej energie meraného po 1/4 hodinách. Z diagramu je zrejme, že nastal pokles variability na úroveň variability cca 15,53 kW/h, čo predstavuje 3,77% z priemeru. Obdobne na Obr. 15 sú prezentované predikované hodnoty čistého hodinového výstupu elektrickej energie meraného pre list Node 11. Ide o situáciu, keď teplota je menšia ako 2,33°C a tlak je menší ako 963,642 hPa. V takomto prípade je predikovaná hodnota čistého hodinového výstupu elektrickej energie 459,82 kW/h. Z diagramu je zrejme, že variabilita medzi 15 minútovými meraniami je menšia ako cca 16,25 kW/h, čo predstavuje 3,53% (ojedinelé individuálne výkyvy nad spomínanú hranicu v oboch prípadoch zďaleka nemôžu atakovať toleranciou predpísanú 10% hodnotu). Poznnamenávame, že všetky faktory aj odozva sú spojité premenné a ich zmena podlieha určitej zotrvačnosti (žiaden z týchto parametrov sa nemôže drasticky zmeniť v priebehu 15 minút).



Obr. 24 Diagram čistého 1/4 hodinového výstupu el. energie – Node 68

Zdroj: Vlastné spracovanie v IBM SPSS



Obr. 25 Diagram predikovaných hodnôt čistého 1/4 hodinového výstupu el. energie – Node 11

Zdroj: Vlastné spracovanie v IBM SPSS

Regulovaním pri zmene stavu od jedného listu k druhému môžeme primerane meniť stredné hodnoty, čím dosiahneme stabilný tok elektrickej energie spĺňajúci požiadavky SEPS, a.s. V Tab. 2 sú prezentované základné podklady pre reguláciu čistej priemernej hodinovej výroby elektrickej energie pri predpokladanej celkovej strednej hodnote 410 kW/h.

NODE č.:	11	12	13	51	52	15	16	53	54
Podiel z MAX výkonu	89%	89%	90%	91%	90%	91%	91%	92%	92%
NODE č.:	25	57	58	59	27	28	60	61	30
Podiel z MAX výkonu	94%	95%	95%	96%	96%	96%	95%	96%	96%
NODE č.:	39	40	41	42	43	44	62	63	46
Podiel z MAX výkonu	97%	97%	98%	98%	99%	99%	98%	98%	99%
NODE č.:	18	19	20	21	55	56	23	24	31
Podiel z MAX výkonu	92%	93%	93%	93%	93%	93%	94%	94%	97%
NODE č.:	32	33	34	35	36	37	38	64	69
Podiel z MAX výkonu	97%	96%	97%	97%	98%	98%	99%	99%	100%
NODE č.:	70	66	48	49	67	68			
Podiel z MAX výkonu	99%	100%	100%	100%	99%	100%			

Tab. 5 Podklady pre reguláciu výroby elektrickej energie

Zdroj: Vlastné spracovanie

V tabuľke je teda priradená - hodnota percentuálneho podielu z maxima výkonu, na ktorý je potrebné nastaviť (výstup z elektrárne), pri okolitých podmienkach určených štvoricou analyzovaných faktorov, zodpovedajúcich jednotlivým listom (NODE) z rozhodovacieho stromu. Pri dodržaní predmetného nastavenia výkonu je vytvorený predpoklad bezproblémovej dodávky elektrickej energie pre SEPS.

Záver

Predávať „nadbytočne“ vyrobenú elektrickú energiu do rozvodovej siete znamená dodržiavať platnú legislatívu, ktorá predpokladá, že takýto dodávateľ je schopný zabezpečiť stabilný predikovaný čistý 1/4 hodinový výkon dodávanej elektrickej energie. Akékoľvek významné porušenie tolerančných medzí môže byť totiž penalizované okamžitým odpojením dodávateľa od prenosovej sústavy.

V príspevku sme ukázali, ako je možné použiť sofistikovanú metódu rozhodovacích stromov na zvýšenie presnosti prognózovania aktuálneho čistého priemerného hodinového výstupu elektrickej energie v reálnom čase. Spomínané prognózy predstavujú základ ďalšej možnej regulácie, ktorá je takto schopná splniť požiadavku legislatívy na zabezpečenie stability dodávanej elektrickej energie. Elektrárne s paroplynovým cyklom totiž majú spravidla najnižší reakčný čas nutný na zmenu výkonu zo všetkých ostatných typov elektrární. Relatívne presná prognóza v reálnom čase dovoľuje včas prijať opatrenia na zamedzenie neprímeranej variability výstupu do prenosovej sústavy.

„Príspevok bol riešený v rámci projektu VEGA 1/0736/19: Aplikácia metód umelej inteligencie pri modelovaní európskych trhov s dlhopismi“.

Literatúra

BASSILY, A. Marli. *Applied energy: Enhancing the efficiency and power of the triplepressure reheat combined cycle by means of gas reheat, gas recuperation, and reduction of the irreversibility in the heat recovery steam generator*. 2008, Volume 85, Issue 12.

GIUDICI, Paolo. *Applied data mining: Statistical Methods for Business and Industry*, John Wiley & Sons, Chichester

CHEN, Hsiu-chin – CHIANG, Carl H. – STOREY, Veda. C. (2012). *Business intelligence and analytics: from big data to big impact*. *MIS quarterly*, 1165-1188

JARUPULA, Rakesh. *Linear Regression on Combined Cycle Power Plant Data Set*. 2020. Dostupné na: <https://medium.com/@jarupularakesh1482/linear-regression-on-combined-cycle-power-plant-data-set-d2fbbb103578>

LANTZ, Brett. *Machine learning with R*. Packt publishing ltd, 2013.

OKTE. *Organizácia krátkodobého trhu s elektrinou*. 2020. Dostupné na: <https://www.okte.sk/sk/>

PACAIOVA, Hana, et al. *Systematic approach in maintenance management improvement*. *International Journal of Strategic Engineering Asset Management* 1, 2013, 1.3: 228-237.

- PACHTA, Miloš. Výkonnosť a kvalita riadiacich procesov v nevýrobných podnikoch. Dizertačná práca. PHF v Košiciach, EUBA. 2020. 109s.*
- PICKARD, Andreas – MEINECKE, Gero. The Future Role of Fossil Power Generation. In.: Munich: Siemens AG, 2011*
- SESP. Slovenská elektrizačná prenosová sústava. 2020. Dostupné na: <http://www.sepsas.sk>*
- SCHUMACHER, Andreas; NEMETH, Tanja; SIHN, Wilfried. Roadmapping towards industrial digitalization based on an Industry 4.0 maturity model for manufacturing enterprises. Procedia Cirp, 2019, 79: 409-414.*
- ŠTETINA, Josef. Spalovací turbíny. Brno. 11 s. VUT v Brně. 2012.*
- TKÁČ, Michal; VERNER, Robert. Artificial neural networks in business: Two decades of research. Applied Soft Computing, 2016, 38: 788-804*

FINANČNÁ ANALÝZA A JEJ VÝZNAM V RIADENÍ PODNIKU SLUŽIEB

Ing. Slavomíra STAŠKOVÁ, PhD.

University of Economics in Bratislava
Faculty of Business Economics with seat in Košice
Department of Corporate Financial Management
Tajovského 13
041 30 Košice, Slovak republic

slavomira.staskova@euba.sk

Key words

financial analysis, performance, business, return, liquidity

Abstract

The task of financial analysis is to perform an analysis of the company's management, which will allow users to interpret the results, and on the basis of these results, possible decisions are made and decisions are made in the company. The position and importance of financial analysis in the management of a company is currently undeniable, so it is necessary to pay increasing attention to it. The presented paper deals with the elaboration of a financial analysis in the conditions of a service company for the purpose of its better and more efficient management in the future.

Úvod

Finančnú analýzu radíme k jednému z najdôležitejších nástrojov finančného riadenia podniku. Jej využitie možno nájsť nie len v oblasti riadenia a predikovania, ale mnohokrát sa s ňou stretávame aj v procese stanovenia všeobecnej hodnoty podniku. Jej prioritným zameraním je poznanie všetkých činiteľov, ktoré významným spôsobom pôsobia na finančnú situáciu podniku a tým umožňuje identifikovať slabé a silné stránky daného podniku. V súčasnosti sa finančná analýza stáva veľmi užitočným a účinným diagnostickým nástrojom, ktorý umožňuje hodnotiť a merať finančné zdravie podniku. Nato, aby sme vedeli predikovať budúci vývoj a potenciál podniku je potrebné však analyzovať jeho minulé vývoj a identifikovať faktory, ktoré ho determinovali. Okrem toho je veľmi dôležité definovať mieru vplyvu jednotlivých determinujúcich faktorov na budúci vývoj, respektíve úplne vylúčiť ich pôsobenie. V takomto prípade významnú rolu zohrávajú analytické modely, ktoré umožňujú kvantifikovať kľúčové ukazovatele ako sú likvidita, aktivita, zadlženosť či rentabilita a určiť aj ich celkový vplyv na výkonnosť podniku. Predkladaný príspevok sa zaoberá vypracovaním finančnej analýzy v podmienkach podniku služieb za účelom jeho lepšieho a efektívnejšieho riadenia v budúcnosti. Predmetom finančnej analýzy je podnik poskytujúci služby v oblasti informačno-komunikačných technológií. Časovým obdobím vykonávania finančnej analýzy je obdobie rokov 2015 až 2015 a vychádzať sa bude pritom z účtovných závierok danej spoločnosti.

1 FINANČNÁ ANALÝZA AKO ZÁKLAD RIADENIA

Finančnú analýzu môžeme podľa autorky Jenčovej (2016) charakterizovať v najširšom slova zmysle ako celý rad metód napomáhajúcich k riešeniu rôznorodých rozhodovacích úloh. Z hľadiska zámeru rozlišujeme analýzu finančného postavenia podnikateľského subjektu a analýzu spojenú so špecifickými rozhodovacími úlohami, ktoré majú byť manažérom prospešné pri výbere optimálneho riešenia. Na strane inej, autorky Knápková a Pavelková (2010) pokladajú **finančnú analýzu** za významnú súčasť finančného riadenia každého podniku, pričom poskytuje spätné informácie o tom, kam sa podnik v určitých oblastiach dostal, čo sa mu v jeho plánoch darilo naplniť, prípadne za akých okolností a kedy sa dostal do situácie, ktorú vôbec nepredpokladal. V konečnom dôsledku výsledky finančnej analýzy poskytujú dôležité informácie, ktoré môže podnik v budúcnosti využiť pri jeho riadení. Výsledky finančnej analýzy neslúžia len samotnému podniku, ktorého sa to týka, ale slúžia širokej škále užívateľom, ktorí sú s podnikom spojení finančne, kapitálovo, personálne, alebo inak.

V súvislosti s finančnou analýzou a jej riadením sa stretávame ešte s pojmom **finančná situácia**, ktorý považujeme za jav veľmi komplexný, mnohovrstevný. Pri finančnej analýze sa mnohokrát sústreďuje pozornosť na hlavné formy prejavu finančnej situácie, ktorým môže byť schopnosť hradiť záväzky, t. j. likvidita, úroveň využitia viazaného majetku, t. j. aktivita, štruktúra finančných zdrojov, rentabilita, či tržová hodnota podniku. Ak sa na podnik pozrieme ako na ľadovec, tak finančná situácia predstavuje jeho časť, ktorá sa nachádza nad hladinou a je viditeľná. Presne touto časťou sa podnik javí svojmu okoliu. Časť ľadovca, ktorá sa nachádza pod hladinou a ktorú nevidíme, je tvorená podnikovou ekonomikou. Tá integruje v sebe všetky stránky transformačného procesu a v konečnom dôsledku finančnú situáciu determinuje.

V súvislosti s finančnou analýzou je potrebné si uvedomiť pre koho je primárne určená, či to sú banky, poisťovne, zákazníci, dodávatelia, štát, alebo konkurencia. Je dôležité taktiež poznamenať, že každá cieľová skupina sa zaujíma o iný druh informácií. Vo všeobecnosti môžeme odporučiť, že všetci **používatelia** by mali ešte pred spracovaním finančnej analýzy sformulovať hlavný cieľ, na ktorého dosiahnutie má slúžiť spracovaná analýza. Na základe formulovaného cieľa alebo viacerých cieľov sa tak následne volí taká metóda spracovania analýzy, ktorá je primeraná časovej a finančnej náročnosti.

Pre finančnú analýzu sú fundamentálne predovšetkým finančné informácie, nakoľko sú základom pre tvorbu **finančných ukazovateľov**. Analytik by však nemal v žiadnom prípade zabúdať ani na nefinančné informácie, t. j. kvantifikované (napr. oficiálna ekonomická štatistika, barometre spotrebiteľskej nálady, vnútropodniková mimoúčtovná evidencia) aj nekvantifikované. Z tohto dôvodu môžeme konštatovať, že primárnym informačným zdrojom pre spracovanie finančnej analýzy je účtovná závierka podniku.

2 METODOLÓGIA

Pre praktickú aplikáciu finančnej analýzy sme využili vertikálnu a horizontálnu analýzu súvahy a vybrané finančné pomerové ukazovatele. Konkrétne sa jednalo o ukazovatele likvidity, rentability, aktivity a zadlženosti. Metodický postup ich výpočtu uvádzame v nasledujúcom texte.

Ukazovatele likvidity je možné definovať ako schopnosť podniku premeniť svoje aktíva na hotovosť alebo jej ekvivalent. Predstavujú statický pohľad na schopnosť podniku splácať svoje záväzky a vypočítame ich podľa vzorcov v tab. 1 (Čížinská – Marinič, 2010).

TABUĽKA č. 1 Ukazovatele likvidity

Ukazovatele likvidity	Vzorec	Odporúčané hodnoty
likvidita I. stupňa (pohotovú)	$\frac{\text{krátkodobý fin. majetok}}{\text{krátkodobé záväzky celkom}}$	0,2 – 0,8
likvidita II. stupňa (bežná)	$\frac{KFM + \text{krátkodobé pohľadavky}}{\text{krátkodobé záväzky celkom}}$	1,0 – 1,5
likvidita III. stupňa (celková)	$\frac{KFM + KP + \text{zásoby}}{\text{krátkodobé záväzky celkom}}$	1,5 – 2,5

Zdroj: Sedláček, 2011.

Ukazovatele aktivity vypovedajú o viazanosti kapitálu v jednotlivých formách aktív. Prezентujú, ako podnik hospodári so svojim majetkom a účinne ho využíva. Stav a štruktúra majetku má vplyv aj na úroveň likvidity v podniku. Vo všeobecnosti existujú dve hlavné skupiny ukazovateľov využitia majetku podniku – ukazovatele počtu obratu, alebo doby obratu (Kotulič – Király – Rajčianová, 2007).

TABUĽKA č. 2 Ukazovatele aktivity

Ukazovatele aktivity	Príslušný vzorec
doba obratu zásob	$\frac{\text{priemerný stav zásob}}{\text{tržby}} * 360$
doba obratu aktív	$\frac{\text{priemerný stav aktív}}{\text{tržby}} * 360$
obrat aktív	$\frac{\text{tržby}}{\text{priemerný stav aktív}}$
doba inkasa krátkodobých pohľadávok	$\frac{\text{priemerný stav kr. pohľadávok}}{\text{tržby}} * 360$
doba splácania krátkodobých záväzkov	$\frac{\text{priemerný stav kr. záväzkov}}{\text{náklady}} * 360$

Zdroj: Zalai a kol., 2016.

Ukazovatele rentability sa používajú pri hodnotení celkovej efektívnosti a zárobkovej schopnosti podniku. Vyjadrujú intenzitu využívania, reprodukcie a zhodnotenia kapitálu vloženého do podniku. Ukazovatele rentability by mali mať v zásade rastúcu tendenciu, kdeže čím vyššiu rentabilitu podnik dosahuje, tým lepšie hospodári so svojim majetkom a kapitálom (Ručková, 2011).

TABUĽKA č. 3 Ukazovatele rentability

Ukazovateľ rentability	Vzorec
ROE	$= \frac{\text{Čistý zisk}}{\text{Vlastný kapitál}}$
ROA	$= \frac{\text{Čistý zisk}}{\text{Aktíva}}$
ROI	$= \frac{\text{Čistý zisk} + \text{úroky}}{\text{Celkový kapitál}}$
ROS	$= \frac{\text{Čistý zisk}}{\text{Tržby}}$

Zdroj: Kabát a kol., 2010.

Ukazovatele zadlženosti zobrazujú štruktúru finančných zdrojov podniku, rozsah použitia vlastného a cudzieho kapitálu. Slúžia tiež ako indikátor výšky rizika, ktoré podnik podstupuje pri určitej miere zadlženosti (Grunwald – Horečková, 2011).

TABUĽKA č. 4 Ukazovatele zadlženosti

Ukazovateľ zadlženosti	Vzorec
Stupeň samofinancovania	$= \frac{\text{Vlastný kapitál}}{\text{Celkový kapitál}}$
Stupeň zadlženosti	$= \frac{\text{Cudzí kapitál}}{\text{Celkový kapitál}}$
Finančná páka	$= \frac{\text{Aktíva}}{\text{Vlastný kapitál}}$
Úrokové krytie	$= \frac{\text{EBIT}}{\text{Úroky}}$

Zdroj: Zalai a kol., 2016.

3 FINANČNÁ ANALÝZA PODNIKU SLUŽIEB

Neodmysliteľnou súčasťou riadenia podniku je vypracovanie finančnej analýzy, ktorá je veľmi dôležitá pre zistenie súčasného finančného zdravia spoločnosti a jeho možného predikovania do budúcnosti. Zdrojom pre finančnú analýzu vybraného podniku XYZ, s.r.o. boli účtovné závierky za roky 2015 až 2019. V tejto časti predkladaného príspevku sa budeme venovať vypracovaniu finančnej analýzy ex post pomocou horizontálnej a vertikálnej analýzy súvahy a taktiež pomocou vybraných pomerových ukazovateľov.

Horizontálna analýza slúžila k identifikovaniu zmien v čase. Vertikálna analýza určuje percentuálny podiel položiek účtovných výkazov na celkovej hodnote viazaných položiek. Ako môžeme vidieť z tabuľky č. 5 a č. 6 celkový majetok vybranej spoločnosti poklesol v roku 2019 oproti roku 2018 o 4 %. Prevažnú časť majetku tvorí neobežný majetok s podielom 88,2 % na majetku spoločnosti. Obežný majetok tvorí 10,2 % na majetku, čo taktiež napovedá, že sa nejedná o výrobný podnik. Časové rozlíšenie má na celkovom majetku spoločnosti zanedbateľný podiel.

TABUĽKA č. 5 Horizontálna analýza súvahy spol. XYZ, s.r.o.

AKTÍVA	2019	2018	Index 19/18	PASÍVA	2019	2018	Index 19/18
Spolu majetok	694 975	724 588	0,96	Spolu VI a záv.	694 975	724 588	0,96
Neobežný maj.	613 008	620 526	0,99	Vlastné imanie	627 623	624 198	1,01
DHM	613 008	620 526	0,99	Základné imanie	7 000	7 000	1,00
Pozemky	73 027	73 027	1,00	Fondy zo zisku	44 081	38 946	1,13
Stavby	446 469	449 920	0,99	ZRF (Ned. fond)	44 081	38 946	1,13
SHV a súbory HV	71 729	82 356	0,87	VH min. rokov	495 409	533 159	0,93
Obst. DHM	21 783	15 223	1,43	Ner. zisk z min. r.	495 409	533 159	0,93
Obežný majetok	70 967	87 087	0,81	VH za ÚO po zdan.	81 133	45 093	1,80
Zásoby súčet	33 370	23 398	1,43	Závazky	67 352	100 390	0,67
Materiál	20 980	23 398	0,90	DD záväzky	172	109	1,58
Tovar	12 390	-	-	Závazky zo SF	172	109	1,58
Krátkodobé PO	17 270	17 393	0,99	KD záväzky	67 180	58 389	1,15
PO z OS	17 270	16 362	1,06	Závazky z OS	35 762	32 235	1,11
Daň. PO a dot.	-	1 031	0,00	Závazky voči zam.	13 035	10 720	1,22
Finančné účty	20 327	46 296	0,44	Záv. zo soc. poist.	8 806	7 787	1,13
Peniaze	3 408	2 565	1,33	Daň. záv. a dot.	9 977	8 017	1,24
Účty v bankách	16 919	43 731	0,39	Ostatné záväzky	-400	-370	1,08
Čas. rozlíšenie	11 000	16 975	0,65	Bankové úvery	-	41 892	-
Nákl. bud. obd.	11 000	16 975	0,65	Bežné bank. úvery	-	41 892	-

Zdroj: vlastné spracovanie na základe účtovných závierok spol. XYZ, s.r.o. za roky 2015 – 2019.

Obežný majetok poklesol v roku 2019 oproti roku 2018 o 19 %. Najvyšší podiel na obežnom majetku majú zásoby a to 47 % s medziročným rastom o 43 %. Z nich až 62,9 % tvorí materiál. Krátkodobé pohľadávky z obchodného styku sa medziročne v rokoch 2019 – 2018 zvýšili iba o 6 %, čo nie je až také výrazné zvýšenie a vypovedá o stabilite schopnosti odberateľov splácať svoje záväzky do jedného roka. V rámci krátkodobých pohľadávok si môžeme všimnúť prudké zníženie pri daňových pohľadávkach a dotáciách o 100 %. Finančné účty sa za posledné obdobie znížili o 56 %. V rámci časového rozlíšenia zaznamenávame pokles o 35 %, ktorý zapríčinili len náklady budúcich období. Neobežný majetok z roku 2019 – 2018 medziročne poklesol len o 1 %. Najvyšší podiel na ňom tvorí len jediná položka, a to dlhodobý hmotný majetok, nakoľko podnik nie je v prenajatých priestoroch a má vo vlastníctve pozemok a budovu. V rámci dlhodobého hmotného majetku môžeme spozorovať zvýšenie pri obstaraní dlhodobého hmotného majetku, ktoré sa navýšilo o 43 %.

TABUĽKA č. 6 Vertikálna analýza súvahy spoločnosti XYZ, s.r.o.

AKTÍVA	2019 (v €)	Podiel na aktívach	PASÍVA	2019 (v €)	Podiel na pasívach
Spolu majetok	694 975	100,0 %	Spolu VI a záväzky	694 975	100,0 %
<i>Neobežný maj.</i>	<i>613 008</i>	<i>88,2 %</i>	<i>Vlastné imanie</i>	<i>627 623</i>	<i>90,3 %</i>
DHM	613 008	100,0 %	Základné imanie	7 000	1,1 %
Pozemky	73 027	11,9 %	Fondy zo zisku	44 081	7,0 %
Stavby	446 469	72,8 %	ZRF (NF)	44 081	100,0 %
SHV a súb. HV	71 729	11,7 %	VH min. rokov	495 409	78,9 %
Obst. DHM	21 783	3,6 %	Ner. zisk z min. r	495 409	100,0 %
Obežný majetok	70 967	10,2 %	VH za ÚO po zdan.	81 133	12,9 %
Zásoby	33 370	47,0 %	Záväzky	67 352	9,7 %
Materiál	20 980	62,9 %	DD záväzky	172	0,3 %
Tovar	12 390	37,1 %	Záväzky zo SF	172	100,0 %
KD PO	17 270	24,3 %	KD záväzky	67 180	99,7 %
PO z OS	17 270	100,0 %	Záväzky z OS	35 762	53,2 %
Finančné účty	20 327	28,6 %	Záväzky voči zam.	13 035	19,4 %
Peniaze	3 408	16,8 %	Záv. zo soc. pois.	8 806	13,1 %
Účty v bankách	16 919	83,2 %	Daň. záv. a dotácie	9 977	14,9 %
Čas. rozlíšenie	11 000	1,6 %	Ostatné záväzky	-400	-0,6 %
Nák. bud. obd.	11 000	100,0 %	Bankové úvery	0	0,0 %

Zdroj: vlastné spracovanie na základe účtovnej zvierky spol. XYZ, s.r.o. za rok 2019.

Vlastné imanie spoločnosti sa medziročne v rokoch 2019 – 2018 zmenilo len nepatrne, t. j. o 1 %. Základné imanie sa podieľa iba 1,1 % na vlastnom imaní. Počas rokov sa výška základného imania nezmenila. Najväčší podiel na vlastnom imaní v roku 2019 tvoril výsledok hospodárenia z minulých rokov vo výške 78,9 %. Spoločnosť za sledované obdobie dosahuje kladný výsledok hospodárenia a v roku 2019 dosiahla zisk o 80 % vyšší ako v minulom období, t. j. vo výške 81 133 €. Záväzky medziročne v rokoch 2019 – 2018 klesli o 33 %. Najväčší podiel majú z nich krátkodobé záväzky a to 99,7 %. Dlhodobé záväzky klesli medziročne v rokoch 2019 – 2018 približne o 42 %. Záväzky z obchodného styku vzrástli v rokoch 2019 – 2018 medziročne o 11 %. Záväzky voči zamestnancom medziročne vzrástli o 22 %. Záväzky zo sociálneho fondu sa zvýšili o 58 %. Spoločnosti slúžia na rôzne firemné večierky, kultúrne podujatia alebo masáže pre svojich zamestnancov. Tiež slúžia na financovanie záväzkov voči sociálnej, či zdravotnej poisťovni. Daňové záväzky a dotácie vzrástli o 24 %. Bežné bankové úvery vo forme kontokorentného účtu sa znížili na nulovú hodnotu.

V nasledujúcej časti predkladaného príspevku sme sa bližšie venovali pomerovým finančným ukazovateľom. Prvú skupinu ukazovateľov reprezentujú ukazovatele likvidity, ktoré skúmajú, či je podnik schopný splácať svoje záväzky. Ako môžeme vidieť z tabuľky č. 7 likvidita prvého stupňa bola v roku 2017 vo výške 0,17, v roku 2018 bola 0,46 a v roku 2019 bola vo výške 0,30. V roku 2019 na 1 € krátkodobých záväzkov pripadalo 0,30 € finančných prostriedkov. Odporúčaný interval, v ktorom by sa pohotovú likvidita mala nachádzať je 0,2 – 0,6. V spoločnosti XYZ, s.r.o. sa v rokoch 2016 a 2017 výška ukazovateľa L1 nenachádzala v intervale odporúčaných a optimálnych hodnôt. Bola pod odporúčanými hodnotami a naopak v roku 2018 a 2019 sa nachádzala v danom intervale. Medziročne sa v rokoch 2017 – 2018 likvidita zvýšila o 270 %. V ďalšom období sa naopak znížila o 65 %, pretože došlo k poklesu hodnoty finančných účtov a zvýšeniu krátkodobých záväzkov.

TABUĽKA č. 7 Ukazovatele likvidity spoločnosti XYZ, s.r.o.

	2019	2018	2017	2016	2015
Likvidita 1. stupňa (L1)	0,30	0,46	0,17	0,18	0,67
Likvidita 2. stupňa (L2)	0,72	0,80	0,35	0,25	1,01
Likvidita 3. stupňa (L3)	1,22	1,04	0,47	0,36	1,50

Zdroj: vlastné spracovanie na základe účtovných zvierok spol. Minet Slovakia, s.r.o. za roky 2013 – 2017.

Likvidita druhého stupňa má odporúčané hodnoty v intervale 1 – 1,5. Podnik nespĺňa odporúčané hodnoty a je hlboko pod zvolenou hranicou vo všetkých troch rokoch. To znamená, že aktuálne peniaze na účtoch

a peniaze, ktoré prichádzajú od odberateľov, nepostačujú na uspokojenie finančných požiadaviek dodávateľov. V roku 2017 vykazovala L2 hodnotu 0,35, v roku 2018 0,80 a v roku 2019 hodnotu 0,72. V roku 2019 na 1 € krátkodobých záväzkov pripadá 0,72 € finančných prostriedkov a krátkodobých pohľadávok. Bežná likvidita medziročne najprv vzrástla o takmer 2,3 krát, ale v ďalšom období medziročne klesla o 10 %, pretože poklesli finančné účty, ale na druhej strane narástli krátkodobé záväzky o 15 %. Stredná hodnota ukazovateľa L2 za rok 2019 za odvetvie, v ktorom sa daný podnik nachádza je na úrovni 1,47. Podnik sa so svojimi výsledkami tohto ukazovateľa výrazne odkláňa od stredných hodnôt odvetvia.

Odporúčaný interval pre likviditu tretieho stupňa, v ktorom by sa podnik mal nachádzať je v rozmedzí 2 – 2,5. Podnik sa nenachádza v odporúčanom intervale celkovej likvidity ani v jednom zvolenom roku. V roku 2017 bola L3 na úrovni 0,47, v roku 2018 sa zvýšila 2,21 krát na 1,04 a v ďalšom roku sa zvýšila o 17 % na 1,22. V roku 2019 na 1 € krátkodobých záväzkov pripadá 1,22 € celého krátkodobého majetku. Z uvedeného vyplýva, že hodnota krátkodobých podnikových záväzkov je väčšia, ako je súčet obežného majetku spoločnosti. Stredná hodnota daného ukazovateľa za odvetvie vykazuje hodnoty 1,49, čo je aj v tomto prípade menej ako sú odporúčané hodnoty. Podnik sa v poslednom roku približuje k strednej hodnote ukazovateľa L3 za odvetvie.

Ukazovatele rentability poskytujú informácie o úspešnosti, resp. ziskovosti podnikateľskej činnosti. Rentabilita vlastného kapitálu spoločnosti XYZ, s.r.o., medziročne vzrástla o 3,6 percentuálneho bodu medzi rokmi 2017 a 2018, v ďalšom období taktiež stúpila o 5,7 percentuálneho bodu, čo predstavuje pozitívnu skutočnosť. Bolo to spôsobené najmä rastom čistého zisku. Rentabilita aktív bola v roku 2017 na úrovni 2,7 %, v roku 2018 prišlo k zvýšeniu o 3,5 percentuálneho bodu na 6,2 %. V ďalšom roku 2019 sa rentabilita aktív opäť zvýšila o 5,5 percentuálneho bodu na úroveň 11,7 %, čo považujeme za pozitívum. Aj v tomto prípade to bolo zapríčinené najmä z dôvodu narastajúceho čistého zisku. V prípade rentability celkového kapitálu a rentability tržieb môžeme konštatovať, že podnik dosahoval kladné hodnoty, ktoré sa každoročne zvyšovali. Pri porovnaní so strednými hodnotami daných ukazovateľov za odvetvie za posledný sledovaný rok môžeme konštatovať, že v prípade rentability vlastného kapitálu podnik dosahoval vyššie hodnoty, ako bola stredná hodnota na úrovni 10,73 %. V prípade rentability aktív bola stredná hodnota odvetvia na úrovni 8,47 %, čím podnik opäť preukázal svoju vyššiu ziskovosť. Pri rentabilite tržieb boli hodnoty viac ako dvojnásobné oproti strednej hodnote za odvetvie (6,45 %).

TABUĽKA č. 8 Ukazovatele rentability spoločnosti XYZ, s.r.o.

	2019	2018	2017	2016	2015
Rentabilita vlastného kapitálu	12,9 %	7,2 %	3,6 %	12,1%	9,5 %
Rentabilita aktív	11,7 %	6,2 %	2,7 %	8,1 %	5,6 %
Rentabilita celkového kapitálu	16,5 %	9,2 %	4,8 %	13,1 %	9,8 %
Rentabilita investovaného kapitálu	12,9 %	6,8 %	3,0 %	9,1 %	6,1 %

Zdroj: vlastné spracovanie na základe účtovných záznamov spol. XYZ, s.r.o. za roky 2015 – 2019.

Ukazovatele aktivity slúžia k zhodnoteniu, či podnik efektívne nakladá so svojím majetkom. Doba obratu zásob spoločnosti XYZ, s.r.o. bola v roku 2017 na úrovni 18,84 dňa a v roku 2018 sa zvýšila na 19,69 dňa. V ďalšom roku prišlo k jej zvýšeniu až o 64 % na úroveň 32,26 dňa, čo je negatívny znak, pretože svoje zásoby dokáže premeniť na peniaze za viac ako jeden mesiac. Doba inkasa pohľadávok mala za posledné tri roky klesajúcu tendenciu, čo je pre podnik dobrým znakom. Podnik v roku 2017 zinkasoval svoje pohľadávky od odberateľov za 15,5 dňa, ale už v rokoch 2018 a 2019 to bolo len 7,53 dňa (resp. 7,52 dňa). Stredné hodnoty za odvetvie za posledný rok vykazujú dobu inkasa pohľadávok až na úrovni 53,29 dní. Podnik má výrazne lepšie hodnoty ako sú stredné hodnoty za odvetvie. Doba splácania záväzkov mala za sledované obdobie klesajúco-stúpajúcu tendenciu, nakoľko v roku 2015 dosahovala hodnotu 62,23 dní a v roku 2018 už len 49,13 dní. Naopak v roku 2019 nastal nárast o 32 %, t. j. na 64,94 dní, čo je zvýšenie o takmer 16 dní, čo považujeme za negatívnu zmenu. Aj napriek tomu sa podnik pohybuje pod úrovňou stredných hodnôt daného ukazovateľa za odvetvie (80,53 dní). Pri dobe splácania záväzkov sme svoju pozornosť venovali osobitne záväzkom z obchodného styku, pri ktorých konštatujeme, že v posledných troch rokoch tvoria viac ako polovicu doby splácania všetkých záväzkov a ich hodnoty postupom času majú vždy stúpajúcu tendenciu.

TABUĽKA č. 9 Ukazovatele aktivity spoločnosti XYZ, s.r.o.

	2019	2018	2017	2016	2015
Doba obratu aktív	302,74	313,51	345,68	360,45	354,56
Doba obratu zásob	32,26	19,69	18,84	25,69	24,14
Doba obratu pohľadávok	7,52	7,53	15,50	8,07	8,86
Doba inkasa PO z obchodného styku	7,52	7,08	6,99	8,05	6,42
Doba splácania záväzkov	64,94	49,13	62,23	76,09	49,34
Doba splácania záväzkov z OS	34,57	27,13	22,08	21,30	25,95

Zdroj: vlastné spracovanie na základe účtovných závierok spol. XYZ, s.r.o. za roky 2015 – 2019.

Obrat aktív spoločnosti XYZ, s.r.o. dosahuje za posledné tri roky stúpajúcu tendenciu, ako môžeme vidieť z tabuľky č. 10, čím prichádzame k záveru, že hodnota aktív sa v poslednom roku v tržbách obráti viac ako 1,2-krát. Stredná hodnota za odvetvie je na úrovni 1,55. Podnik sa svojimi hodnotami postupne blíži k strednej hodnote za odvetvie. Obrat zásob sledovaného podniku ma oproti obratu aktív opačný vývoj, t. j. za posledné tri roky došlo k jeho poklesu až na úroveň 11,32. Neobežný majetok sa v roku 2017 premenil na tržby 1,20 krát, v roku 2018 to bolo už 1,36-krát a v roku 2019 to bolo 1,37-krát. Ide o pozitívnu zmenu, pretože podnik v roku 2019 využíval najefektívnejšie svoj majetok. Hlavným dôvodom tejto pozitívnej zmeny bol nárast tržieb a pokles hodnoty neobežného majetku. Podobný vývoj ako pri neobežnom majetku sme zaznamenali aj v prípade obežného majetku, ktorého konečná hodnota dosahuje až 11,81.

TABUĽKA č. 10 Ukazovatele obratu spoločnosti XYZ, s.r.o.

	2019	2018	2017	2016	2015
Obrat aktív	1,21	1,16	1,06	1,01	1,03
Obrat zásob	11,32	18,54	19,38	14,21	15,12
Obrat neobežného majetku	1,37	1,36	1,20	1,15	1,16
Obrat obežného majetku	11,81	9,69	9,02	8,54	9,24

Zdroj: vlastné spracovanie na základe účtovných závierok spol. XYZ, s.r.o. za roky 2015 – 2019.

Ukazovatele zadlženosti skúmajú, ako je podnik schopný splácať svoje záväzky a ako využíva cudzie zdroje k financovaniu. Celková zadlženosť spoločnosti XYZ, s.r.o. od roku 2015 klesala, čo hodnotíme za pozitívum. Zadlženosť podniku je v poslednom roku výrazne nižšia ako sú stredné hodnoty za dané odvetvie, ktoré vykazujú až úroveň 45,82 %. Táto skutočnosť je zapríčinená najmä tým, že postupom času podnik znižuje svoje úverové zadlženie postupným splácaním úveru.

TABUĽKA č. 11 Ukazovatele zadlženosti spoločnosti XYZ, s.r.o.

	2019	2018	2017	2016	2015
Celková zadlženosť	9,7%	13,9%	25,0%	33,1%	40,4%
Úverová zaťaženosť aktív	N/A	5,8%	15,3%	22,4%	33,0%
Tokové zadlženie (roky)	0,47	0,87	1,97	1,79	2,7

Zdroj: vlastné spracovanie na základe účtovných závierok spol. XYZ, s.r.o. za roky 2015 – 2019.

Úverová zadlženosť z roku na rok klesala, až sa v roku 2019 dostala na nulovú úroveň, nakoľko podnik splatil všetky poskytnuté úvery. Na základe ukazovateľa tokové zadlženie, môžeme tvrdiť, že podniku by trvalo v každom roku menej ako jeden rok, aby splatil svoje záväzky. Tokové zadlženie ako stredná hodnota za odvetvie je stanovená až na úrovni 3,77 roka, čo je výrazne nad hodnotami, ktoré dosahuje zvolený podnik.

Záver

Neodmysliteľnou súčasťou pre efektívne riadenie podniku je vypracovanie jeho finančnej analýzy, ktorá je veľmi dôležitá pre zistenie súčasného finančného zdravia spoločnosti a jeho možného predikovania do budúcnosti. Zdrojom pre finančnú analýzu vybraného podniku XYZ, s.r.o. boli účtovné závierky za roky 2015 až 2019. V príspevku sme sa venovali vypracovaniu finančnej analýzy ex post pomocou vertikálnej analýzy súvahy a taktiež pomocou vybraných pomerových ukazovateľov. Na základe vykonanej ex-post analýzy spoločnosti XYZ, s.r.o. za roky 2015 – 2019 môžeme konštatovať, že podnik je v dobrej finančnej

kondícii. Počas celého sledovaného obdobia dosahoval kladné výsledky hospodárenia, ktoré boli generované z predaja podnikových výkonov, teda z opakovateľných činností, ktoré majú potenciál generovať tržby aj v budúcnosti. V poslednom sledovanom roku podnik zaznamenal výrazný medzročný nárast v objeme výsledku hospodárenia. V rámci súvahy, najväčšia časť majetku podniku je tvorená neobežným majetkom, ktorého súčasťou je vlastný pozemok, budova a autá. Vzhľadom na charakter podniku je tento stav bežný, nakoľko podniky služieb v zásade nepotrebujú na svoju činnosť žiadne nákladné stroje alebo podobné technológie. Obežný majetok je tvorený predovšetkým zásobami materiálu a tovaru, pohľadávkami z obchodného styku a finančnými účtami. Pozitívne hodnotíme aj zaznamenaný nárast likvidity. Mierne negatívny dojem vyplýva zo stúpajúcej doby splatnosti záväzkov v posledných rokoch a taktiež aj vysokej miere obratu aktív. Na druhej strane splatnosť pohľadávok vykazuje priaznivé výsledky. V súčasnosti je podnik financovaný najmä z vlastných zdrojov, čo je pozitívom nakoľko podnik negeneruje náklady v podobe nákladových úrokov, no na druhej strane samofinancovanie nepredstavuje stály zdroj financovania a do veľkej miery závisí od vytvoreného výsledku hospodárenia. Aj napriek hore uvedených skutočnostiam a na základe minulých výsledkov, by podnik nemal mať v súčasnosti problém získať, v prípade potreby, cudzí zdroj financovania v podobe bankového úveru. Podnik dosahuje uspokojivé zhodnotenie tak vlastného kapitálu, aktív, ako aj tržieb, ktoré sa v priemere pohybujú nad mediánom hodnôt za odvetvie, v ktorom pôsobi.

Literatúra

- ČIŽINSKÁ, Romana – MARINIČ, Pavel. *Finanční řízení podniku: moderní metody a trendy*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010. 204 s. ISBN 978-80-247-3158-2.
- GRÜNWALD, Rolf – HOLEČKOVÁ, Jaroslava. *Finanční analýza a plánování podniku*. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2001. 318 s. ISBN 80-8692-926-2.
- JENČOVÁ, Sylvia. *Finančno – ekonomická analýza podnikateľských subjektov*. Prešov: Bookman, s. r. o., 2016. 212 s. ISBN 978-80-8165-162-5.
- KABÁT, Ladislav a kol. *Hodnotenie podniku a analýza jeho finančného zdravia*. Bratislava : Iura Edition, 2013. 160 s. ISBN 978-80-8078-608-3.
- KNÁPKOVÁ, Adriana – PAVELKOVÁ, Drahomíra. *Finanční analýza*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, a.s. 2010. 205 s. (s. 15)ISBN 978-80-247-3349-4.
- KOTULIČ, Rastislav – KIRÁLY, Peter – RAJČANIOVÁ Miroslava. *Finančná analýza podniku*. Bratislava: Wolters Kluwer, 2018. 232 s. ISBN 978-80-8168-888-1.
- RŮČKOVÁ, Petra. *Finanční analýza: metody, ukazatele, využití v praxi*. 4. aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2011. 143 s. ISBN 978-80-247-3916-8.
- SEDLÁČEK, Jaroslav. *Účetní data v rukou manažera: finanční analýza v řízení firmy*. Brno: Computer Press, 2001. 220 s. ISBN 80-7226-562-8.
- ZALAI, Karol a kol. *Finančno-ekonomická analýza podniku*. Bratislava: Sprint, 2016. 487 s. ISBN 978-80-89710-22-5.
- Účtovné závierky vybraného podniku XYZ, s.r.o. za obdobie rokov 2015 – 2019.

TECHNIKY REGULÁCIE PARAMETROV KVALITY PROCESOV

TECHNIQUES FOR REGULATING PROCESS QUALITY PARAMETERS

doc. Ing. Renáta TURISOVÁ, PhD.

Technická univerzita v Košiciach
Strojnícka fakulta
Ústav špeciálnych inžinierskych procesológií
1Katedra bezpečnosti a kvality produkcie
Hlavná 9, 042 00 Košice, Slovensko

renata.turisoval@tuke.sk

Key words

Process, process control, Shewhart control diagrams, statistical quality control.

Abstract

In the presented paper, we briefly described the basic methods, but also the techniques of regulation of selected product quality parameters, respectively. processes. We also presented one of the ways to modify the control technique in such a way that it effectively uses the possibilities that their digitization brings to process management in terms of Industry 4.0.

Úvod

Počiatky regulácie vybraných parametrov procesov možno pozorovať už v období ranného rozmachu priemyselnej výroby. Už vtedy totiž, ak remeselník odhalil nejaký nedostatok v práve vyrobenom produkte, snažil sa vykonať nejakú zmenu v procese výroby tak, aby v ďalších vyrábaných produktoch došlo k zlepšeniu kvality. Spôsob a povaha vykonaných zmien často vychádzala z princípu pokus – omyl.

V súčasnosti poznáme množstvo sofistikovaných metód a techník regulácie, avšak cieľ je stále ten istý a to zlepšovanie kvality, resp. zabezpečenie stability už dosiahnutej úrovne kvality. V 19. storočí s rozvojom hromadnej výroby vznikali nové výzvy v súvislosti so zabezpečovaním kvality vyrábanej produkcie, avšak až začiatkom 20. storočia došlo v súvislosti s reguláciou procesov k prielomovým zmenám. V roku 1939 Shewhart predstavil koncept regulačných diagramov, ktoré sa však v praxi začali významnejšie používať až v druhej polovici 20. storočia (Shewhart, 1939).

Metódy štatistickej regulácie procesov (SPC) sú základnými prostriedkami stabilizácie a zlepšovania procesov v podnikovej praxi. Pri sledovaní a meraní údajov je potrebné zachovať aj ich časovú následnosť. To napríklad nie je možné pri analýze údajov z histogramu, kedy sa stráca časová následnosť jednotlivých nameraných hodnôt. SPC sa často vyznačuje priebežným vyhodnocovaním údajov a na základe zistených výsledkov je možné okamžite zasahovať do procesu (Turisová a Tkáč, 2010).

Ich využitie je však možné aj pri dodatočnej analýze (po určitom čase), keď možno na ich základe diagnostikovať nežiaduce vplyvy a prijímať nápravné či preventívne opatrenia. Vzhľadom na to, že ide o dynamické procesy, pri štatistickej analýze je potrebné upriamiť pozornosť na základné atribúty procesu, ktorými sú:

- poloha procesu,
- variabilita procesu,
- stabilita procesu,
- spôsobilosť procesu.

Prvé tri základné atribúty procesu môžeme sledovať v čase pomocou regulačných diagramov. Predstavujú určitý grafický prostriedok využívajúci princípy štatistických testov významnosti pri riadení výrobného procesu. Je potrebné rozlišovať dva typy variability. To práve teória regulačných diagramov realizuje. Prvá je náhodná variabilita spôsobená bežnými „náhodnými príčinami“ a je vyvolaná širokou škálou neidentifikovateľných príčin, z ktorých každá sa podieľa veľmi malou zložkou na celkovej variabilite, ale žiadna z nich neprispieva nejakou výraznou mierou. Druhý typ variability predstavuje reálnu zmenu vo výrobnom procese. Takáto zmena môže byť pripísaná určitým identifikovateľným príčinám, ktoré sa vzťahujú na „vymedziteľné príčiny“ alebo „špeciálne príčiny“ kolísania. Regulačné diagramy sú vhodným nástrojom na popis a monitorovanie obidvoch druhov variability (Turisová a Tkáč, 2010).

1 Štatistická regulácia procesov

Regulačné diagramy sú grafické nástroje monitorovania a vyhodnocovania prebiehajúceho procesu. Názov Shewhartove regulačné diagramy majú podľa Waltera A. Shewharta, ktorý vybudoval základy teórie, ktorej filozofiu si v krátkosti vysvetlíme.

Základom je diagram alebo dvojica navzájom úzko súvisiacich diagramov, pri ktorých na osi x je umiestnená identifikácia údajov alebo vzoriek údajov v časovej postupnosti. Na osi y sú znázornené im zodpovedajúce namerané veličiny, resp. výberové charakteristiky získané z predmetných vzoriek meraní. Z predchádzajúceho plynie, že pre regulačné diagramy sú charakteristické tri základné čiary:

- CL (center line) cieľová čiara reprezentujúca strednú hodnotu sledovanej charakteristiky procesu a identifikujúca, či je, alebo nie je proces „centrovaný“,
- LCL (angl. Lower Control Limit) dolná regulačná hranica a
- UCL (angl. Upper Control Limit) horná regulačná hranica.

Vyznačené body sú pospájané úsečkami, tvoria polygón. Ak tento polygón má dost' veľký počet vrcholov a leží celý medzi dolnou a hornou regulačnou hranicou, znamená to spravidla, že proces je „štatisticky pod kontrolou“, že je regulovaný. V opačnom prípade je regulačný diagram pomerne včas schopný signalizovať vznik negatívnych javov v sledovanom procese. Regulačné diagramy dokážu určiť (Tkáč, 2001):

- *Kedy je potrebné vykonať zásah.* Regulačný diagram dokáže indikovať také podstatné zmeny procesu, ktoré si vyžadujú zásah v reálnom čase, čím sa proces môže opäť dostať do regulovaného stavu (pod štatistickú kontrolu).
- *Aký typ zásahu je potrebný.* Regulačný diagram dokáže poskytnúť dostatočnú diagnostickú informáciu o zmene sledovaného parametra v reálnom čase, čo zvyčajne stačí na výber vhodného typu zásahu.
- *Kedy nezasahovať.* Variabilita, ktorá je nevyhnutnou súčasťou každého procesu môže zapríčiniť také „rozkolísanie“ sledovaného parametra, ktoré si zdanlivo vyžaduje zásah do procesu. Regulačný diagram dokáže rozoznať inherentnú (procesu vlastnú) variabilitu a na základe tohto poznania môže odporúčať nezasahovať. Lievikový test opísaný v predchádzajúcej časti naznačuje, že zásah v takomto prípade by iba zvýšil variabilitu celého procesu.
- *Stabilita procesu.* Pri určovaní základnej požiadavky zákazníka, spôsobilosti procesu vyrábať výrobky podľa jeho predstáv, zohráva stabilita zistiteľná pomocou regulačných diagramov veľmi dôležitú úlohu.
- *Zlepšovanie kvality.* Regulačný diagram poskytuje dôležité informácie o úrovni kvality procesu a po prípadných zásahoch o jeho ustavičnom zlepšovaní.
- *Efektívnosť výroby.* Regulačný diagram poskytuje informácie v reálnom čase nielen o sledovaných parametroch, ale aj o účinnosti vykonaných zásahov. Ich ekonomickým zhodnotením môžu regulačné diagramy prispieť k zvyšovaniu efektivity výroby.

Základným predpokladom tvorby najčastejšie používaných regulačných diagramov je normálne rozdelenie nameraných údajov. Vzdialenosti horných a dolných regulačných hraníc od cieľovej hranice sú určené zvyčajne na základe pravidla 3σ . Ide o pravidlo platné v prípade normálneho rozdelenia. V praxi sa často využívajú takéto regulačné diagramy bez overovania normality vstupných údajov. Akceptovateľnosť takéhoto prístupu je založená na nasledujúcich princípoch:

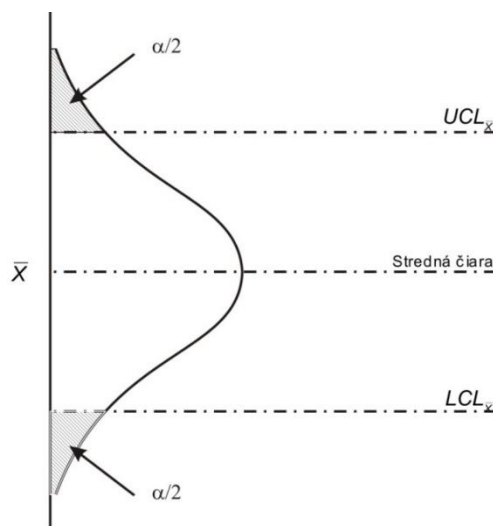
- Väčšina v praxi nameraných údajov sa riadi rozdelením, ktoré možno dobre aproximovať normálnym rozdelením.
- Pre veľké logické podskupiny alebo pre malé podskupiny s rozdelením, ktoré je viacmenej symetrické a unimodálne, platí centrálna limitná veta, na základe ktorej priemerné hodnoty majú

tendenciu riadiť sa normálnym rozdelením. Teda aj v prípadoch, keď sa vzorka neriadi normálnym rozdelením, je takto konštruovaný regulačný diagram vhodný na praktické použitie.

V prípade, že sa vyžaduje väčšia presnosť, jednoduchou modifikáciou vzdialeností regulačných hraníc možno upraviť konštrukciu regulačných diagramov i pre prípad nie normálneho rozdelenia, resp. možno použiť inú, presnejšiu metódu.

Podobne ako je to pri testovaní štatistických hypotéz aj pri regulačných diagramoch sa môžeme dopustiť dvoch základných typov chýb:

- *Chyba 1. druhu* (Obr. 1) - tej sa dopúšťame vtedy, keď na základe regulačného diagramu sa nám proces javí v stave mimo kontroly, aj keď je v skutočnosti pod kontrolou. Hraničnú hodnotu pravdepodobnosti vzniku chyby 1. druhu, ktorú sme ochotní pripustiť, označujeme α .



Obr. 26 Chyba 1. druhu

Zdroj: Tkáč, 2001

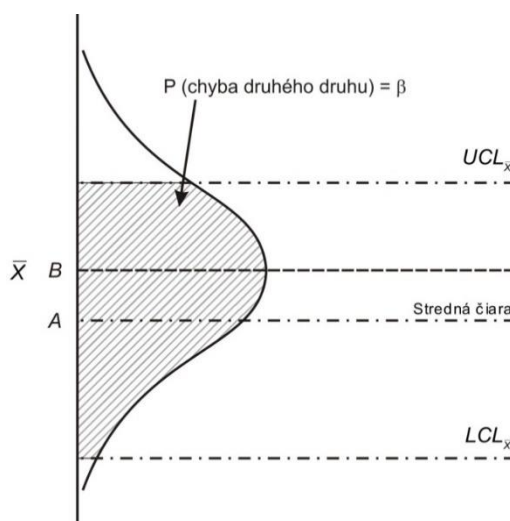
Z predchádzajúceho vyplýva, že v prípade procesu pod kontrolou je pravdepodobnosť vzniku bodu mimo regulačných hraníc v regulačnom diagrame menšia ako hodnota 0,0027 (v prípade normálneho rozdelenia).

- *Chyba 2. druhu* – dopúšťame sa jej, ak sa nám podľa regulačného diagramu proces javí štatisticky pod kontrolou, pričom v skutočnosti je v stave mimo kontroly. Ide teda o prípad, keď žiadna hodnota v regulačnom diagrame nie je mimo kontrolných hraníc, ale proces je mimo kontroly. To sa môže stať vplyvom zmeny strednej hodnoty procesu alebo zmenou celkovej variability procesu. Na základe týchto zmien sa v skutočnosti proces dostal do stavu mimo kontroly a regulačný diagram to nezaznamenal. Hraničnú hodnotu pravdepodobnosti vzniku chyby 2. druhu, ktorú sme ochotní pripustiť označujeme β . Na Obr. 2 je znázornený posun strednej hodnoty procesu z hodnoty A do hodnoty B (podobná situácia by nastala pri zmene variability). Vyznačená časť predstavuje oblasť (pravdepodobnosť), že napriek opísanému posunu hodnota znázornená na diagrame nepadne mimo regulačných hraníc. Ide teda o pravdepodobnosť chyby 2. druhu.

Vzt'ah medzi regulačnými hranicami a chybami

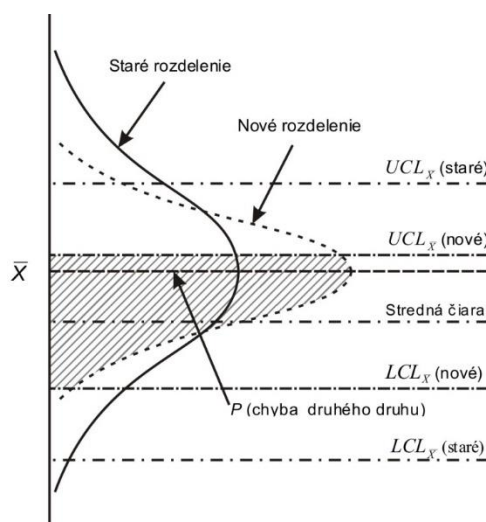
Výber regulačných hraníc priamo ovplyvňuje pravdepodobnosť výskytu chyby 1. a 2. druhu (Obr. 3). Pre regulačné hranice vzdialené od centrálnej čiary o tri smerodajné odchýlky je pravdepodobnosť chyby 1. druhu pri normálnom rozdelení asi 0,0027. V prípade umiestnenia regulačných hraníc vo vzdialenosti 2,5 smerodajnej odchýlky sa zmení pravdepodobnosť chyby 1. druhu na hodnotu 0,0124. Na druhej strane, ak umiestnime regulačné hranice 4 smerodajné odchýlky od centrálnej (referenčnej) čiary, pravdepodobnosť chyby 1. druhu je zanedbateľná. Zvýši sa však pravdepodobnosť chyby 2. druhu. Ak chceme znižovať pravdepodobnosť chyby 2. druhu takýmto spôsobom, museli by sme posúvať regulačné hranice čo najbližšie k centrálnej hodnote. Iným spôsobom znižovania pravdepodobnosti chyby 2. druhu je zvyšovanie

veľkosti logických podskupín. Ak n narastá, odhad variability sa blíži ku skutočnej variabilite procesu, čo znižuje pravdepodobnosť výskytu chyby 2. druhu.



Obr. 27 Chyba 2. druhu

Zdroj: Tkáč, 2001



Obr. 28 Vplyv zvýšenia veľkosti podskupiny na pravdepodobnosť chyby 2. druhu

Zdroj: Tkáč, 2001

Existujú dva základné typy Shewhartových regulačných diagramov:

1. Regulačné diagramy meraním (používajú sa na analýzu kvantitatívnych znakov). Sú citlivejšie na menšie zmeny a veľmi dobre sa nimi sleduje poloha, variabilita a stabilita procesu. Vstup tvoria často náhodné veličiny riadiace sa normálnym rozdelením. Medzi najčastejšie používané regulačné diagramy meraním patria:
 - diagram $\bar{x} - R$,
 - diagram $\bar{x} - s$,
 - diagram $x_{\text{individuálne}} - R_{\text{kľzavé}}$,
 - diagram $\tilde{x} - R$.
2. Regulačné diagramy porovnávaním (atribútové), zamerané na analýzu kvalitatívnych znakov. Sú založené na binomickom rozdelení, resp. Poissonovom rozdelení. Spravidla sú jednoduchšie na použitie ako diagramy meraním. Najčastejšie používame:
 - p - diagram,

- np - diagram,
- c - diagram,
- u - diagram,
- x - individuálne diagramy.

V ďalšom sa budeme venovať iba diagramom meraním, ktoré sú vhodné pre spojité parametre kvality. Podľa spôsobu vykonávania analýzy rozdeľujeme Shewhartove regulačné diagramy meraním na:

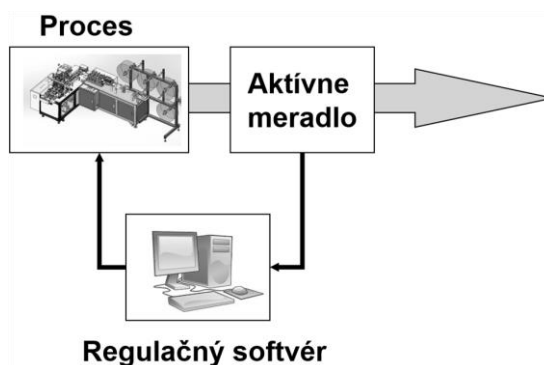
- **Diagramy, v ktorých sa dané údaje vypočítavajú (vyhodnocovacie)** - Ide o diagramy, ktorým budeme venovať najväčšiu pozornosť. Všetky základné parametre takýchto diagramov sú vypočítané na základe nameraných hodnôt. To ale znamená, že ich vypovedajúca schopnosť sa prejaví až po nameraní určitého množstva údajov (asi 100). Význam takýchto diagramov teda spočíva vo vyhodnotení určitého obdobia. Pomocou nich môžeme posudzovať stabilitu, polohu aj variabilitu procesu na základe údajov z určitého sledovaného obdobia. Slúžia tiež ako dôkaz o úrovni kvality procesu výroby, a teda môžu byť dôležitou súčasťou dodacích podmienok medzi dodávateľom a odberateľom. Používajú sa na medzioperačnú a výstupnú kontrolu kvality produkcie. V procese nikdy nekončiaceho zlepšovania môžeme na ich základe prognózovať zmeny jednotlivých parametrov výroby na budúce obdobie,
- **Diagramy, v ktorých sú dané údaje určené (regulačné)** - Pri používaní regulačných diagramov je vhodné obsluhu stroja zadať regulačné hranice ešte pred nameraním prvého údajá. V takomto prípade ide o regulačný diagram s určenými hodnotami. Jednotlivé parametre diagramu sú určené vopred a sú nemenné počas stanoveného obdobia (zmena, deň, týždeň). Slúžia na on-line reguláciu procesov. Už prvé merania, ak signalizujú stav mimo kontroly vzhľadom na predmetné hranice môžu byť podnetom na okamžitý zásah. Hodnoty jednotlivých parametrov takýchto regulačných diagramov určíme na základe:
 - na základe diagramov s vypočítanými hodnotami z predchádzajúceho obdobia.
 - na základe dobrej znalosti parametrov procesu (dlhodobé sledovanie, skúsenosti).
 - na základe podobnosti s iným známym procesom.

V prípade podozrenia z nevhodne stanovených parametrov (falošné alarmy, nedetekovanie stavu mimo kontroly) možno tieto korigovať na základe už nameraných a vyhodnocovacím diagramom spracovaných údajov.

2 Regulácia procesov

V predchádzajúcej časti sme opísali Shewhartove regulačné diagramy. Ide o dostatočne sofistikované, avšak nie veľmi komplikované štatistické metódy. V reálnom čase vieme pomocou nich dostatočne efektívne zistiť, kedy je skúmaný parameter kvality mimo kontroly, t.j. napríklad mimo stanovených regulačných medzí (Tkáč, 2001). V ďalšom sa budeme zaoberať otázkou, ktoré parametre kvality je potrebné regulovať a akým spôsobom, t.j. zameriame sa tzv. techniky realizácie regulácie. V praxi sa spravidla používajú štyri základné techniky regulácie:

1. Ako prvú predstavíme **kontinuálnu reguláciu** (Obr. 4).



Obr. 29 Kontinuálna regulácia

Zdroj: vlastné spracovanie

Základom techniky kontinuálnej regulácie je aktívne meradlo, ktoré kontinuálne meria vybrané parametre výstupu regulovaného procesu. Výsledky meraní sa následne spracovávajú pomocou regulačného softvéru (spravidla metódou regulačných diagramov). Výstupy analýz sa premietajú do nastavení parametrov regulovaného procesu. To znamená, že napr. elektronická regulácia monitoruje kompletne priebeh vybraných nastavení procesu výroby a mení ich automaticky v súlade s výsledkami analýz výstupov procesu, t.j. vybraných parametrov vyrobeného produktu. Všetky odchýlky parametrov produktu spôsobené rušivými vplyvmi sú kontinuálne korigované zmenou nastavení vybraných parametrov procesu.

2. Ďalšou technikou je tzv. **kontinuálne sledovanie procesu** (Obr. 5).

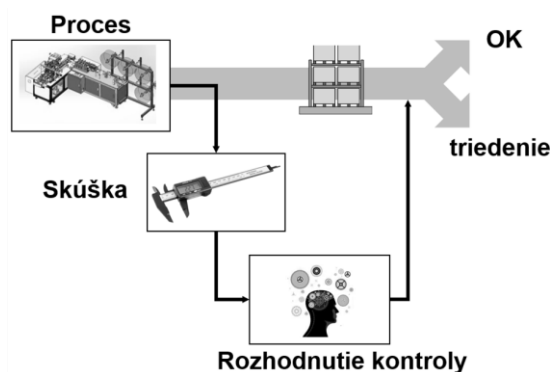


Obr. 30 Kontinuálne sledovanie procesu

Zdroj: vlastné spracovanie

Ide o jednoduchý v praxi často používaný systém regulácie, ktorý jednoducho sleduje vyrobené produkty a meraním ich parametrov zabezpečuje, aby sa nezhodný výrobok dostal k zákazníkovi. V praxi sa takýto prístup nazýva tiež 100% kontrola kvality produkcie. Výhodou takéhoto postupu je jeho jednoduchosť. Na druhej strane však platí, že zásah do bežiacieho procesu v reálnom čase nie je možný. Meranie sa uskutoční po ukončení výroby produktu a regulačný zásah do procesu je spravidla vykonaný na základe narastajúceho množstva nepodarkov. Merací automat funguje vždy ako triediaci automat a na vyhodnocovanie opodstatnenosti zásahu sa spravidla používajú Shewhartove regulačné diagramy porovnávaním.

3. Ďalšia technika je štatistické preberanie kvality, známe tiež pod názvom **štatistická prebierka** (Obr. 6).



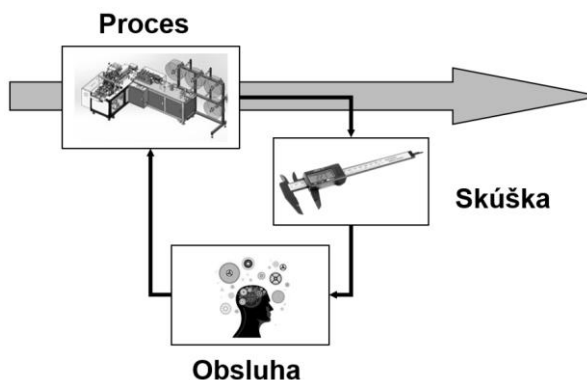
Obr. 31 Štatistická prebierka

Zdroj: vlastné spracovanie

Opäť ide o kontrolu hotových produktov. Ich vybrané parametre sú predmetom merania, pri ktorom sú použité princípy náhodného výberu zo vzorky vyrobených dielov. Rozhodnutím kontrolóra, na základe spomínanej kontroly, sa priradí každému produktu hodnotenia zhodný alebo nezhodný. Pri určenej hodnote chyby prvého druhu (tzv. riziko dodávateľa) a určenej hodnote chyby druhého druhu (tzv. riziko odberateľa), je na základe princípov matematickej štatistiky jednoznačne určená početnosť výberovej vzorky. Na základe pevne stanovených pravidiel a percenta zistených nezhodných produktov vo vzorke je priradené celej dávke hodnotenie prijať dávku, resp. neprijať dávku. V prípade rozhodnutia neprijať dávku je možné potom následne požadovať znehodnotenie celej dávky (neopravné plány), alebo vykonať 100%-nú kontrolu dávky a všetky nezhodné produkty opraviť, resp. nahradiť novými. Podobne ako pri predchádzajúcich

technikách aj pri tejto je cieľom čo najefektívnejšie, t.j. s najmenšími nákladmi zabezpečiť, aby zákazník dostal produkty požadovanej kvality. Aj pri tejto technike je zásah do bežiacého procesu nemožný. Zhotovené kusy sú ukladané do „meziskladu“ (buffer) a rozhodnutie o prijatí, resp. neprijatí dávky je vykonávané nie pre individuálne produkty, ale pre celé dávky.

- Štvrtou technikou je najpresnejší spôsob regulácie, ktorého podstatou je využívanie **regulačných diagramov**.

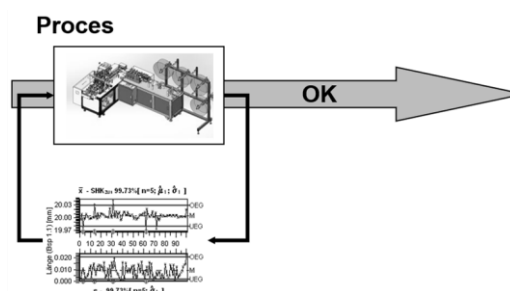


Obr. 32 Regulačné diagramy

Zdroj: vlastné spracovanie

Monitorovaním vybraných parametrov produktu, ale aj procesu sú vytvorené jednotlivé regulačné diagramy ktoré sú v reálnom čase prezentované obsluhu procesu. Na základe vyhodnotenia týchto diagramov obsluha rozhodne, či bude konkrétnu potenciálnu anomáliu v priebehu regulačného diagramu považovať za náznak negatívnej zmeny monitorovaného parametra kvality (nutnosť vykonať zásah), alebo iba za varovanie. Vyhodnocovanie sa deje nie iba v reálnom čase, ale aj po určitom období (spravidla 1 mesiac). Vtedy sa totiž uskutoční analýza vykonaných zásahov a varovaní s cieľom zlepšenia rozhodovania sa obsluhy v budúcnosti. Výhodou tejto techniky je možnosť zásahu v reálnom čase, čím sa minimalizuje počet nezhôd. Typológiou zásahov a varovaní, resp. ich následnou analýzou dochádza k zlepšeniu rozhodovania obsluhy. Nevýhodou sú vyššie náklady na kvalitu ako aj nároky na obsluhu.

- Zavádzaním digitalizácie do procesu výroby známej tiež ako štvrtá priemyselná revolúcia – Priemysel 4.0 sa vytvárajú nové možnosti pre implementovanie štatistického riadenia procesu v praxi. Dlhodobým kontinuálnym monitorovaním, ako aj možnosťou spracovať veľké objemy údajov, sa vytvárajú predpoklady pre istú modifikáciu techniky štatistického riadenia procesov, ktoré tiež nazývame **štatistická regulácia veličín vplyvov (faktorov)** (Obr. 8). Princíp spomínanej regulácie spočíva v dobrom poznaní regulovaného procesu.

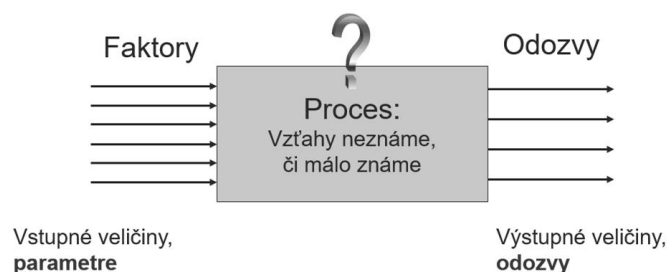


Sledovanie vplyvných veličín (rezná rýchlosť, otáčky, tlak)

Obr. 33 Regulačné diagramy

Zdroj: vlastné spracovanie

Pri tejto modifikácii štatistického riadenia procesov totiž neregulujeme dôležité parametre produktu, resp. procesu, ale faktory, ktoré na ne vplyvajú. Udržiavaním spomínaných faktorov v určenom rozmedzí pomocou Shewhartových regulačných diagramov totiž môžeme dosiahnuť, že odozva, t.j. dôležitý parameter produktu, resp. procesu bude stabilne dosahovať požadované hodnoty. Výber a hodnotenie dôležitosti faktorov určujeme spravidla metódou plánovaného experimentu (Design of experiment – DoE) (Tkáč, 2001). Pri tejto metóde, ako vidíme na Obr. 9, meníme hodnoty vstupov do procesu (faktory) a pozorujeme, čo sa deje s výstupmi (odozvy) bez toho, aby sme poznali čo sa deje vo vnútri procesu.



Obr. 34 Proces ako „blackbox“

Zdroj: Turisová a Tkáč, 2010

Ak zistíme, že zmeneným nastavením hladín faktorov dostaneme iný, lepší výsledok – zlepšenie odozvy, ktoré má v konečnom dôsledku za následok menej nepodarkov, tak potom sme dosiahli cieľ – zlepšenie kvality produktu. Okrem faktorov, ktoré môžeme priamo riadiť – kontrolovať, existujú aj faktory nazývané šumy. Šum je nekontrolovateľná veličina, teda veličina, ktorú nemôžeme, alebo nechceme ovplyvňovať. Potenciálne možné zvýšenie variability odozvy je možné redukovať dôsledným regulovaním najdôležitejších faktorov, resp. elimináciou vplyvu šumov, ktoré by mohli mať na spomínanú variabilitu negatívny vplyv.

Záver

Snaha zamedziť, aby sa nezhodné produkty dostali do rúk zákazníka, resp. aby boli vo výrobnom reťazci tvorcami ďalších nezhôd, je jedným zo základných princípov zabezpečovania kvality produkcie. Regulácia zohráva pri tomto snažení výrobcov významnú rolu. Ako sme ukázali, digitalizácia a princípy Priemysel 4.0 neznamenaajú pre doteraz používané metódy štatistického riadenia kvality útlm. Naopak, rozširujú možnosti ich využívania pri praktickom zlepšovaní a zabezpečovaní kvality produkcie. Je treba však pristúpiť nielen k modifikácii používaných metód, ale aj k zmene celkového prístupu k regulácii.

Príspevok je výstupom projektu „APVV-19-0367 Rámec integrovaného prístupu riadenia procesnej bezpečnosti pre Inteligentný podnik“.

Literatúra

SHEWHART, Walter A. Application of statistical method in mass production. 1939.

TKÁČ, Michal – TURISOVÁ, Renáta: Štatistické zlepšovanie procesov v praxi, 1. vydanie, Košice, Technická univerzita, SjF, 2010, 126 s.

TKÁČ, Michal: Štatistické riadenie kvality. Ekonóm, 2001.