

e1 Ekonomické listy

1 | 2019

- 3 Vzdělávání a rozvoj zaměstnanců – kategorizace organizací podle používaných vzdělávacích metod
- 14 Nejdelsí ekonomické cykly
- 27 Bernard Bolzano and Theory of Probability

Obsah

Recenzované články

Vzdělávání a rozvoj zaměstnanců – kategorizace organizací podle používaných vzdělávacích metod 3
PhDr. Gabriela Ježková Petřů

Nejdelší ekonomické cykly 14
RNDr. Ing. Jiří Dobrylovský, Ph.D.

Zprávy a sdělení

Bernard Bolzano and Theory of Probability 27
Doc. RNDr. Jan Coufal, CSc., JUDr. Bc. Peter Brezina, Ph.D.

Vzdělávání a rozvoj zaměstnanců – kategorizace organizací podle používaných vzdělávacích metod

PhDr. Gabriela Ježková Petru

Vysoká škola ekonomie a managementu, Nárožní 2600/9a, 158 00, Praha 5
gabriela.jezkova.petru@vsem.cz

Úvod

Vzdělávání zaměstnanců v organizacích představuje možný nástroj, kterým zaměstnavatelé formují kompetence a rozvíjejí potenciál svých zaměstnanců. Jedná se o systematický proces změny pracovního chování, úrovně kompetencí (znalostí, schopností, dovedností) včetně motivace zaměstnanců organizace (Urbancová et al., 2018), kterým se napomáhá ke snížení rozdílu mezi subjektivní kvalifikací (schopností konat a kompetence využít pro splnění cílů organizace) a objektivní kvalifikací (dosažené vzdělání a požadavky na zaměstnance kladené). Vzdělávací aktivity, které mohou organizace využít, jsou buď na pracovišti či mimo pracoviště.

V organizacích, které kladou důraz na vzdělávání a rozvoj svých zaměstnanců jsou vytvářeny strategické plány vzdělávání, které musí být v souladu se strategií celé organizace a nastavenou personální politikou (Lorincová et al., 2018; Wrobel-Lachowska et al., 2018; Stankiewicz-Mróz, 2020). Z těchto strategických plánů dále vyplývají vzdělávací a rozvojové plány, které by měly respektovat difference podle zaměstnaneckých skupin a podle pracovních pozic a individuálních potřeb zaměstnanců. Cílem

článku je kategorizovat organizace dle vzdělávacích metod, které využívají ke vzdělávání a rozvoji svých zaměstnanců.

Struktura článku je koncipována tak, že v první kapitole nazvané teoretická východiska je zpracován detailní popis teoretického rámce, nastíněny jsou rovněž mezery v současném výzkumu. Kapitola metodika popisuje použité výzkumné metody. Získané výsledky a jejich interpretace jsou zahrnuty v kapitole výsledky, kde je vyhodnocen cíl práce. V závěru práce jsou shrnuta doporučení vyplývající z výsledků výzkumu.

1 Teoretická východiska práce

Abele a Spurk (2009) se ve své studii věnují dlouhodobému dopadu efektivnosti sebevzdělávání a kariérních cílů na objektivní a subjektivní kariérní úspěch (Abele, Spurk, 2009). Klug a Hausberger (2009) navíc uvádějí, že motivace ke vzdělávání pracovníků souvisí s participací pracovníků na přístupu organizace k plánovaným vzdělávacím akcím (Klug, Hausberger, 2009). Cílem každé organizace je inovovat vzdělávání tak, aby bylo co nejefektivnější. Mitrofanova (2020) uvádí, že mezi nejvýznamnější

otázky, které si organizace má položit, patří jaké jsou požadavky na kvalifikaci, jaký potenciál má vzdělávací systém a jaká jsou rizika vzdělávacího systému nebo strategie nastavené v organizaci (Mitrofanova, Simonova, Tarasenko, 2020). Mitrofanova (2020) ve své studii dále uvádí, že digitalizace vzdělávání mění rovněž management vzdělávacích organizací, kde jsou na pracovníky kladeny jiné požadavky a kompetence (Mitrofanova, Simonova, Tarasenko, 2020). V současné době se dostávají do popředí metody využívající internet a digitální technologie. Jejich výhody jsou především v dostupnosti a časové flexibilitě. Mezi metody vzdělávání se řadí tyto metody: metoda sebevzdělávání, jakožto součást výukového procesu a jako základ předávání znalostí (Dmitrieva et al., 2019), metoda video učení, mezi které patří i videokonference, je označována za metodu, která má významný vliv na časovou náročnost učení, průběh učení, získání schopností a rovněž i na míru spokojenosti zaměstnance (Zakharova et al., 2017). Metoda mentoringu v sobě rovněž skrývá přenos zkušeností a znalostí z jednoho člověka na druhého, zpravidla ze zkušenějšího – student – nový student, tutor – student. V tomto smyslu jej vnímá i Torriente et al. (2020) ve své studii, která se zaměřuje na strategie koučinku a mentoringu (Torriente et al., 2020). Azouzi (2018) zdůrazňuje, že v současné době můžeme pozorovat především využívání internetu se všemi jeho různorodými funkcemi jako je e-mail, webové stránky, fóra, LMS, které jsou podporou pro výuku a učení. Nicméně upozorňuje rovněž na to, že tyto metody požadují speciální hardware a software a ne každá organizace si může takové náklady dovolit (Azouzi, Ayachi Ghannouchi, Brahmi, 2020). Metoda e – learningu patří mezi metody, které se nejvíce rozvíjejí a celkově má dopad na obraz celého výukového systému. Těto metodě se věnu-

je řada studií, které zkoumají nejnovější nástroje na trhu, které mohou být adaptovány na mobilní telefony a tablety. Zahrnují různé simulace, kvízy, interakce, vytváření prezentací a profesionální rozvoj kompetencí (Hrmo et al., 2020). Efektivností e-learningu se zabývá ve studii i Rouhani (2018), který se zaměřuje na dostupnost, časovou nákladnost, přístupnost a zvládnutelnost této metody (Rouhani, Gholizadeh, 2018). Mobilní technologie představují novou technologii, která umožňuje zvyšovat efektivitu výukového procesu a zvyšující se mírou se stávají částí vzdělávání především pro ty, kteří studují nebo vyučují ve školících institucích a školách (Safie et al., 2018). Nárůst digitalizace a výsledky uvedených výzkumů dokazují zvyšující se míru využití digitálních metod vzdělávání.

V souvislosti s identifikací vzdělávacích potřeb a výběru vzdělávací metody je nutné zdůraznit specifické výchozí vzdělání každého zaměstnance, implementaci jeho znalostí a zkušeností do praxe a dále návaznost dalšího vzdělávání. Behtere et al. (2016) a Quezada-Sarmiento, Enciso, Conde (2020) se ve svých článcích zabývají vazbou mezi terciálním a dalším vzděláváním, resp. managementem dalšího vzdělávání a nutností zajistit propojení mezi těmito dvěma procesy (Bethere et al., 2016; Quezada-Sarmiento, Enciso, Conde, 2020). Výsledky výzkumů rovněž ukazují na prokázanou spojitost mezi rozvojem zaměstnanců a jejich loajalitou vůči organizaci, v níž pracují, pracovním výkonem a odpovědností zaměstnanců (Urbancová, Vnoučková, 2018). Organizace implementují vzdělávací programy do svých strategií s cílem zapojit efektivněji zaměstnance a zvýšit sdílení znalostí a zkušeností na pracovišti (Al-Kurdi, El-Haddadeh, Eldabi, 2020). Organizace volí vzdělávací metody na základě identifikace potřeb dalšího vzdělávání, které

probíhá na základě analýzy kvalifikačních potřeb v organizaci a především s ohledem na budoucí požadavky. Ty jsou mimo jiné závislé na vývoji poptávky po službách, míry fluktuace pracovníků a nákladech, které musí organizace na vzdělávání vynaložit. V současné době je tendence využívat moderní metody vzdělávání pracovníků, jako jsou sebevzdělávání a e-learning. Vzdělávací akce mohou být realizovány buď přímo v organizaci (mentoring, koučing, rotace na pracovišti, práce na projektech, videokonference) nebo mimo organizaci (outdoor learning/training, konference, přednášky, stáž na zahraniční pobočce). Z časového pohledu se může jednat o jednorázové nebo navazující akce či cyklus seminářů, z hlediska zaměření pak na úzce nebo široce zaměřené téma. Cílem vzdělávání je získat informace, rozšířit si vědomosti, získat nové kompetence nebo dovednosti, naučit se nové pracovní postupy. Tento výčet reflektuje nejčastěji nabízené metody vzdělávání. Digitalizace mění cíle, principy, prostředky i metody výukových procesů, včetně kontrolních nástrojů (Makarov, Sevastyanova, 2020).

Karim (2018) se ve svých výzkumech zabývá principy profesionálního hodnocení a zdůrazňuje, že pochopení a používání všech principů musí být aplikováno korektně. Pochopení těchto principů přispívá ke správnému rozhodnutí, zda je vzdělávání pro organizaci významné (Karim et al., 2018). Urbancová ve své studii definovala na základě výsledků výzkumu 4 přístupy organizací k používání vzdělávacích metod a 2 způsoby hodnocení vzdělávacího procesu (Urbancová et al., 2018). Z výše uvedeného vyplývá, že vzdělávání a rozvoj je důležitou tematikou a je nutné se jím z tohoto důvodu věnovat. Proto se cíl práce zaměřuje na problematiku kategorizace organizací dle jejich přístupu ke vzdělávání a rozvoji zaměstnanců.

2 Metody a materiály

V práci byly použity metody analýzy, primární a sekundární zdroje byly analyzovány pomocí syntézy, indukce, dedukce a komparovány. Kvantitativní data byla získána prostřednictvím kvantitativního výzkumu, který byl proveden metodou dotazníkového šetření ($n = 207$; kvótní výběr). Výsledky je možné generalizovat pouze pro tento kontrolní vzorek. Celkem bylo rozesláno 860 dotazníků prostřednictvím e-mailu majitelům organizací nebo výkonnému managementu. Zpět bylo obdrženo 207 dotazníků, tj. 24,06%. Vzorek byl získán prostřednictvím databáze organizací Albertina, která obsahuje důležitá data více než 2 700 000 organizací registrovaných v České republice. Dotazník byl zodpovězen buď členy managementu firem nebo, v případě menších organizací, přímo jejich vlastníky (tudíž respondenti odpovídají požadovanému vzorku a jejich odpovědi reflektují pohled vedoucích pracovníků, manažerů a vlastníků). Dotazník respektuje etické standardy a zaručuje anonymitu respondentů. Dotazník byl sestaven tak, aby dodržoval etická pravidla a požadavky na zachování anonymity. Obsahuje celkem 18 otázek: 13 identifikačních otázek a 5 výzkumných otázek. Otázky byly jak uzavřeného charakteru (umožňujících pouze 1 odpověď), tak nabízející více možností.

Struktura organizací byla následující: 81,6% působila v soukromém sektoru, 18,4% působila ve veřejném sektoru. Z celkového počtu organizací se 45,4% organizací pohybovalo na globálním trhu, 27,5% na národním trhu. Na regionální úrovni působilo 14,5% organizací, na lokálním trhu bylo aktivních 12,6%. Ze soukromých organizací bylo 44,9% součástí větší skupiny organizací, z veřejného sektoru činil tento počet 55,1% z celkového počtu. Soukromé organizaice disponovaly v 54,6% zřízeným HR oddělením, z veřejného sektoru činilo toto

procento 45,4% z celkového počtu. Organizace se lišily počtem zaměstnanců, kdy největší podíl 29,5% organizací mělo počet zaměstnanců nad 250, počet zaměstnanců 10–49 mělo 26,1% zaměstnanců, počet 50–249 mělo 23,2% organizací a počet 1–9 mělo 21,3% organizací.

K identifikování vzájemných vztahů mezi proměnnými bylo v návaznosti na metody deskriptivní statistiky použito metody faktorové analýzy. Stanovení menšího počtu latentních proměnných umožnilo zaznamenat rozptyl pozorovaných proměnných. Po provedení korelační analýzy a analýzy hlavních komponent bylo použito metody Varimu a Kaiser-Guttmanova pravidla pro výběr podstatných faktorů podle Andersona (2013). Data byla zpracována pouze v případě, kdy hodnota podstatného faktoru byla větší než 1. Hodnota přesahující 0,3 byla považována za významnou. K vyhodnocení bylo použito statistického softwaru IBM SPSS Statistics 24.

3 Výsledky

Pro vyhodnocení výsledků dotazníkového šetření byla využita vícerozměrná statistika a aplikována faktorová analýza. Cílem bylo zjistit, jaké kombinace metod vzdělávání zkoumané organizace využívají. Za tímto účelem byly identifikovány celkem 3 faktory, které vysvětlují téměř 54% chování zkoumaného vzorku (viz Tab. 1).

Tab. 1 ▶

Faktorová analýza vybraných proměnných jaké metody vzdělávání organizace využívají

Faktor	Hodnota variancí celkem	Hodnota variancí v %	Celkové % variance
1	3,731	33,922	33,922
2	1,135	10,315	44,237
3	1,033	9,390	53,627

Zdroj: vlastní výzkum

První faktor seskupuje proměnné (využívané vzdělávací metody) sebevzdělávání (0,736), Internet (0,625), e-learning (0,485) a odborné přednášky (0,742), přičemž tento faktor vysvětluje téměř 40% chování vzorku (viz Tab. 2). Hodnoty koeficientů u prvního z faktorů se pohybují od 0,485–0,742, což je silná závislost. První faktor je nazván „Seberozvoj“.

Druhý faktor, nazvaný „Interní rozvoj zaměstnanců“ vysvětluje téměř 11% chování zkoumaného vzorku a je tvořen proměnnými outdoor learning/training (0,731), koučování (0,649), mentoring (0,646) a videokonference (0,477).

Třetí faktor, nazvaný „Zvyšování zkušeností“ vysvětlující cca 10% cílového chování zahrnuje proměnné stáž v zahraniční pobočce (0,732), rotaci na pracovišti (0,659) a práci na projektech (0,542).

Statisticky nejvýznamnější je faktor 1, nazvaný „Seberozvoj“, který vysvětluje chování 34% organizací. V tomto případě jsou vysvětleny proměnné odborné přednášky, sebevzdělávání, internet a e-learning. Tyto metody se vyznačují určitými výhodami a nevýhodami, které jsou předmětem mnoha výzkumů. Výhodou odborných přednášek je velmi úzké zaměření tématu, přítomnost přednášející osoby a možná diskuze. Mezi nevýhody patří zejména hodnocení efektivity vzdělávání a realizace mimo organizaci. U dalších tří proměnných – sebevzdělávání, internet a e-learning lze uvést jako výhodu časovou flexibilitu, neboť realizace reflektuje přímo požadavky učící se osoby, dále je to dostupnost a komfortnost. Mezi nevýhody řadíme především nepřítomnost pedagoga a obtížné hodnocení efektivity. Současné výzkumy předpokládají zvyšující se trend v oblasti využití e-learningu a internetových metod výuky (Liu, Xue, Li, 2020). Osipovskaja (2020) na zá-

Tab. 2 ▶

Detailní výsledky faktorové analýzy

Proměnné – benefity	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
Sebevzdělávání	0,736	0,298	0,149
Outdoor learning /training	-0,086	0,731	0,135
Koučování	0,393	0,649	-0,080
Mentoring	0,284	0,646	0,183
Internet	0,625	0,179	0,173
Videokonference	0,134	0,477	0,432
E-learning	0,485	0,425	0,307
Stáž v zahraniční pobočce	0,134	-0,096	0,762
Rotace na pracovišti	0,033	0,366	0,659
Odborné přednášky	0,742	-0,086	0,082
Práce na projektech	0,325	0,193	0,542
Celkově v %	33,922	10,315	9,390
Faktor	Seberozvoj	Interní rozvoj zaměstnanců	Zvyšování zkušeností

Zdroj: vlastní výzkum

kladě svého výzkumu uvádí, že nová generace mileniánů, nazvaná digitální generace, vykazuje odlišné přístupy ve vzdělávání za použití především sociálních sítí a internetu a jejich vlivem se tyto výukové metody dostávají do vzdělávacích procesů vysokých škol (Osipovskaya, Miakotnikova, 2020). Druhý faktor, který vysvětluje chování 10,3% organizací, nazvaný „Interní rozvoj zaměstnanců“ operuje s proměnnými Outdoorlearning/training, koučování, mentoring a videokonference. Metoda outdoorlearningu/trainingu je využívána především pro zaškolování nových pracovníků nebo stávajících pracovníků na nové pozice. Jedná se o sdílení pracovní zkušenosti vedoucí k získání požadovaných dovedností a postupů. Tato metoda rovněž je velmi úzce cílena a zaměřena především na profesní rozvoj (Moreau et al., 2019). Vzdělání prostřednictvím mentoringu a koučování je implementováno na mnoha odborných pozicích, výhodou je přenášení znalostí a zkušenos-

tí z osoby mentora nebo kouče na konkrétního člověka. Metoda mentoringu se uplatňuje i v oblasti zaučování nových učitelů a vysokoškolských pracovníků, kde jak uvádějí Richards a Sinelnikov (2019) tato metoda umožňuje okamžitou zpětnou vazbu a navíc vyžaduje udržení pozornosti od školícího se pracovníka po celou dobu vyučovací hodiny nebo kurzu (Richards, Sinelnikov, 2019). Třetí faktor, kde se hodnoty koeficientů pohybují v rozmezí od 0,762 do 0,542 se nazývá „Zvyšování zkušeností“ operuje s proměnnými stáž v zahraniční pobočce, rotace na pracovišti, práce na projektech. Všechny tři výukové metody se vyznačují získáváním zkušeností mimo pracoviště. Jedná se o metody, které vedou k získávání zkušeností z jiného prostředí a následného implementování na stávající pracoviště. Tyto metody se vyznačují společným požadavkem na efektivní realizaci a to je pedagogická podpora instituce, kde se vzdělávání realizuje (Kummen, Hodgins, 2019).

4 Diskuze

Vzdělávání pracovníků je dlouhodobý strategický plán, který vyžaduje jak změnu pracovního chování, tak i motivaci zaměstnanců (Fajčíková et al., 2018). Abele a Spurk (2009) rovněž uvádí, že motivace má souvislost s participací pracovníků ke vzdělávání samotnému (Abele, Spurk, 2009). Vzhledem k tomu, že zde můžeme pozorovat vztah mezi pracovníkem a managementem vzdělávání, resp. motivovaným pracovníkem, je nutné, aby vzdělávací plány byly v souladu se strategií celé organizace (Lorincová et al., 2018). Urbancová (2018) dále rozvíjí vztah strategie vzdělávání zaměstnanců na úroveň rozvoje míry loajality vůči organizaci, která pracovníkovi vzdělávání umožňuje (Urbancová, Vnoučková, 2018). Výsledky výzkumů poukazují na úzkou spojitost mezi výchozím vzděláním a managementem dalšího vzdělání (Bethere, Nemané, Usca, 2016). Management dalšího vzdělávání musí reflektovat i vývoj ve vzdělávacích metodách, kde výzkumy dokazují posun k metodám využívající digitalizaci a internet. Digitalizace mění cíle, principy, prostředky i metody výukových procesů, včetně kontrolních nástrojů (Makarov, Sevastyanova, 2020).

Metodami hodnocení se rovněž zabývají další výzkumy (Fajčíková et al., 2018; Karim et al., 2018) a rovněž výsledky předložené faktorové analýzy poukazují na posun ve výukových metodách směrem k využívání internetu, e-learningu a sebevzdělávání.

Výsledky provedeného výzkumu prokazují velmi silný faktor „Seberozvoj“, který se shoduje s výsledky výzkumu Makarova a Sevastyanové (2020), který rovněž potvrzuje nárůst nových výukových metod a jejich souvislost s identifikací vzdělávacích potřeb a vliv na kontrolní nástroje efektivity vzdělávání, tuto shodu lze vidět i ve studii Hrma (2020),

kteří se zabývá rozvojem kompetencí prostřednictvím identifikování potřeb vzdělávání (Makarov, Sevastyanova, 2020; Hrmo et al., 2020). Cílem článku bylo kategorizovat organizace dle vzdělávacích metod, které využívají ke vzdělávání svých zaměstnanců. Za tímto účelem byly identifikovány celkem 3 faktory, které vysvětlují téměř 54 % chování zkoumaného vzorku.

S ohledem na dosažené výsledky lze sumarizovat a navrhnout následná doporučení:

- Zjišťování efektivity vzdělávacího procesu a rozvoje zaměstnanců je nutné podporovat managementem organizace a kodifikovat v organizačních dokumentech jako je personální strategie či přímo strategie vzdělávání lidských zdrojů v organizaci, kdy je nutné, aby metody vyhodnocování efektivity vzdělávání odpovídaly preferovaným metodám vzdělávání v konkrétní organizaci. Organizace by měla sestavit plán vyhodnocování efektivity vzdělávání, který by korespondoval s preferovanými metodami vzdělávání a umožnil flexibilněji a efektivněji zakomponovat změny do plánu vzdělávání, které by vedly k požadovanému cíli s cílem minimalizovat náklady organizace.
- Při identifikaci vzdělávacích potřeb je nutné postupovat od organizační úrovně přes týmovou úroveň až k úrovni individuální, tedy ke vzdělávacímu plánu každého zaměstnance a s ohledem na celkovou vzdělávací strategii volit metody vzdělávání. Identifikace vzdělávací potřeby je klíčovým prvkem v procesu vzdělávání, resp. v nastavení cíle vzdělávání. Vhodná kombinace vzdělávacích metod vede k efektivnímu dosažení stanoveného vzdělávacího plánu a měla by odrážet organizační strategii, týmovou kulturu a vzdělávací potřeby a cíle zaměstnance.

- Vzhledem k zvyšujícímu se využívání nových metod, které jsou podporovány internetem a celkovou digitalizací, je nutné vytvářet koncepty, které by dostatečně vyhodnocovaly efektivitu těchto vzdělávacích programů.

5 Závěr

Cílem článku bylo kategorizovat organizace dle vzdělávacích metod, které využívají ke vzdělávání a rozvoji svých zaměstnanců. Výsledky ukazují, že kategorizace organizací dle vzdělávacích metod, které využívají ke vzdělávání a rozvoji svých zaměstnanců, pomohla podložit a zdůvodnit volbu jednotlivých metod vzdělávání. Výsledky ukázaly, že nejvíce využívanou metodou jsou odborné přednášky, sebevzdělávání, internet a e-learning, které byly prokázány hodnotami koeficientů u prvního faktoru, nazvaného „Seberozvoj“. Tento faktor vysvětluje chování téměř 40 % vzorku organizací. Druhý faktor „In-

terní rozvoj zaměstnanců“ ovlivňuje téměř 11 % vzorku a je tvořen proměnnými outdoor learning/training, koučování, mentoring a videokonference. Třetí faktor, nazvaný „Zvyšování zkušeností“, ovlivňující téměř 10 % vzorku, zahrnoval proměnné stáž v zahraniční pobočce, rotace na pracovišti a práce na projektech. Přínosem článku v teoretické rovině je v posunutí zkoumané problematiky ke kategorizaci organizací dle vzdělávacích metod a prozkoumání spojitosti uvedenými v odborných člancích. V praktické rovině je možná implementace výsledků pro strategické plánování vzdělávání, zjištění preference jednotlivých metod a rovněž výsledky mají praktický význam pro zjišťování efektivit vzdělávání. Limity článku lze spatřit ve specifiku souboru organizací, na kterém byl výzkum proveden. Další výzkumy by se měly zaměřovat na hodnocení efektivit vzdělávání a vztah mezi výchozím vzděláním a managementem dalšího vzdělávání.

LITERATURA

- ABELE, A. E. – SPURK, D. (2009). *The Longitudinal Impact of Self-Efficacy and Career Goals on Objective and Subjective Career Success*. Journal of Vocational. Ročník 74. Rozsah 53–62. ISSN 0001-8791.
- AL-KURDI, O.F. – EL-HADDADEH, R. – ELDABI, T. (2020). *The role of organisational climate in managing knowledge sharing among academics in higher education*. International Journal of Information Management. Ročník 50. Rozsah 217–227. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.018>.
- AZOUZI, S. – AYACHI GHANNOUCHI, S. – BRAHMI, Z. (2020). *Study of E-Learning System Based on Cloud Computing: A Survey*. Advances in Intelligent Systems and Computing. Ročník 941. Rozsah 532–544. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16660-1_52.
- BETHERE, D. et al. (2016). *The Opportunities of Teachers' Further Education Model Improvement in the Context of Inclusive Education Reform*. Editoval O. Titrek, L. Mikelsone, L. S. Pavitolaa. Sakarya. Iclcl Conferences. ISBN 978-605-66495-1-5.
- DMITRIEVA, – EVDOKAROVA, T. V. – ABRAMOVA, N. A. – OKONESHKOVA, N.V. (2019). *Implementation of the model of the self-education pedagogical support for university students in the Republic of Saha (Yakutia)*. Espacios. Ročník 40. Číslo 12.
- FAJČÍKOVÁ, A. et al. (2018). *The Role of Organization in Lifelong Learning and Development*. Acta Univeritatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. 65 (39). Rozsah 621 – 630. ISSN: 1211-8516.
- HRMO, R.- MISTINA, J. – JURINOVA, J. – KRISTOFIAKOVA, L. (2020). *Software Platform for the Secondary Technical School E-Learning Course*. Advances in Intelligent Systems and Computing 916: 855–65. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11932-4_79.
- KARIM, A. et al. (2018). *The Effectivity of Authentic Assessment Based Character Education Evaluation Model*. TEM Journal; Vol 7 No 3: 2018. ISSN 2217-8309.
- KLUG, M. – HAUSBERGER, P. (2009). *Motivation of Students for Further Education in Simulation by an Applied Example in a Related Other Course in Engineering Education – a Case Study*. In Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference (Wsc 2009), Vol 1-4, 248–55. New York: Ieee. ISBN 978-1-4244-5770-0.
- KUMMEN, K. – HODGINGS, B. D.(2019). *Learning Collectives With/In Sites of Practice: Beyond Training and Professional Development*. Journal of Childhood Studies 44 (1): 111–22. <https://doi.org/10.18357/jcs.v44i1.18785>.
- LIU, Y. – XUE, J. – LI, M. (2020). *Research on E-learning Teaching Assistant System Based on Improved Particle Swarm Optimization Algorithm*. Advances in Intelligent Systems and Computing 928: 1395–1400. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15235-2_193.
- LORINCOVA, S. et al. (2018). *Managerial competences in the area of development of employees in the context of gender differences*. Proceeding of the 32nd International Business Information Management

- Association Conference, IBIMA 2018 – Vision 2020. Sustainable Economic Development and Application of Innovation Management from Regional Expansion to Global Growth. Rozsah 7283-7288.
- MAKAROV, S.I. – SEVASTYANOVA, S. A. (2020). *Information modeling of the students' residual knowledge level*. Advances in Intelligent Systems and Computing 908: 502–9. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11367-4_50.
- MITROFANOVA, E.A. – SIMONOVA, M. V. – TARASENKO, V. V. (2020). *Potential of the education system in Russia in training staff for the digital economy*. Advances in Intelligent Systems and Computing 908: 463–72. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11367-4_46.
- MOREAU, C. et al. (2019). *Once upon a time, there were early childhood educators engaged in an online continuing education program: learner narratives*. Journal of Childhood Studies 44 (1): 5–19. <https://doi.org/10.18357/jcs.v44i1.18774>.
- OSIPOVSKAYA, E. – MIAKOTNIKOVA, E. (2020). *Using Gamification in Teaching Public Relations Students*. Advances in Intelligent Systems and Computing. Ročník 916. Rozsah 685–696. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11932-4_64.
- QUEZDADA-SARMIENTO, P.A. – ENCISO, L. – CONDE, L. (2020). *Body of Knowledge Model and Linked Data Applied in Development of Higher Education Curriculum*. Advances in Intelligent Systems and Computing. Ročník 943. Rozsah 758–73. https://doi.org/10.1007/978-3-030-17795-9_57.
- RICHARDS, K. – ANDREW, R. – SINELNIKOV O. A. (2019). *An Interdivision Mentoring Program: Doctoral Students as Mentors for Preservice Teachers*. Physical Educator-US. Ročník 76. Číslo 1. Rozsah 156–181. <https://doi.org/10.18666/TPE-2019-V76-I1-8726>. ISSN 2160_1682.
- ROUHANI, S. – GHOLIZDADEH, P. (2018). *A study of the effects of cloud computing on e-learning*. Iranian Journal of Information Processing Management 33 (3): 1267–84.
- SAFIE, A. B. et al. (2018). *Acceptance Factor of Mobile Learning Application for Adult Learners in Life Long Learning Education*. In 1st International Conference on Green and Sustainable Computing (Icoges). Ročník 33. Číslo 3. Rozsah 1267 – 1284. Bristol: Iop Publishing Ltd.
- STANKIEWICZ-MRÓZ, A. (2020). *Leadership as a Key Component of Competence Model of Medium-Level Managers in Higher Education Institution*. Advances in Intelligent Systems and Computing. Ročník 961. Rozsah 533–541. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20154-8_49.
- TORRIENTE, I. – CARRIÓN, R. I. – FERNÁNDEZ, E. – MORALES, P. - SILVA, G. (2020). *Educational Training System for University Students at Initial Levels Through Coaching Strategies and Student Mentoring*. Advances in Intelligent Systems and Computing. Ročník 963. Rozsah 223–228. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20135-7_22.
- TYMOSCHUK, N. A. et al. (2020). *Matrix model of cognitive activity as one of the meta basis of digital education*. Advances in Intelligent Systems and Computing. Ročník 908. Rozsah 481-493. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11367-4_48.

URBANCOVÁ, H. et al. (2018). *Learning methods and their efficiency in agricultural organisations in the Czech Republic*. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. Ročník 66. Číslo 4. Rozsah 1035–1041. <https://doi.org/10.11118/actaun201866041035>.

URBANCOVÁ, H. – VNOUČKOVÁ, L. (2018). *Impact of employee development in agricultural companies on commitment, loyalty and performance*. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. Ročník 66. Číslo 3. Rozsah 803–811. <https://doi.org/10.11118/actaun201866030803>.

WROBEL-LACHOWSKA, M. et al. (2018). *The role of the lifelong learning in logistics 4.0*. Advances in Intelligent Systems and Computing. Ročník 596. Rozsah 402–409. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60018-5_39.

ZAKHAROVA, A. et al. (2017). *On unity of systemically important principles for managing the process of development of future bachelors' competences*. Espacios. Ročník 38. Číslo 55.

EDUCATION AND DEVELOPMENT OF EMPLOYEES – CATEGORIZATION OF THE ORGANIZATIONS ACCORDING TO THE EDUCATION DEMANDS

PhDr. Gabriela Ježková Petřů

ABSTRACT

Education programs have to be in correspondence with new modern trends of education. Organisations have to use educational methods according to the needs of employees. The paper is focused on the educational methods and their combination. The aim of the paper is to categorise organisations according to educational methods and determine their combination. Educational programs are set up according to the strategy of the organisation and according to the aims of education. The data was obtained through a quantitative survey, i.e. questionnaire, among organisations in the Czech Republic (n=207). The results show that the most often used methods of education of employees are self-education, lecture, internet and e-learning. The conclusions are based on the results of factor analysis. These results show that the right combination of education methods leads to higher efficiency of education. Education has to be a part of the education strategy of the organisation. The evaluation of education has to be in harmony with the organisation, team and personal aims. The identification of education has to be focused on personal aims. Increasing trends to use new digital methods lead to creating new evaluation methods of efficiency.

KEY WORDS

Education, development, employee, competitive advantage, organization, research.

JEL CLASSIFICATION

A20, D83, M53

Nejdelší ekonomické cykly

RNDr. Ing. Jiří Dobrylovský, Ph.D.

Vysoká škola ekonomie a managementu, Nárožní 2600/9A, 158 00 Praha 5
jiri.dobrylovsky@vsem.cz

Úvod

Cyklické kolísání hospodářských aktivit bylo poprvé zaregistrováno v 1. polovině 19. století, kdy britský průmysl zaznamenal výrazné poklesy v letech 1825 a 1836, přičemž další pokles (1846) už se dokonce neomezoval pouze na britské ostrovy, ale v následujícím roce 1847 se přelil i do kontinentální Evropy. Jako první nový fenomén postřehl a popsal C. Juglar (1862), podle něhož se dnes také tento typ cyklu nazývá.

Pokusy o vědecké objasnění fenoménu jsou však mnohem mladšího data, přičemž ten nejstarší vycházel z empiricky napozorované jedenáctileté periody. W. S. Jevons se v práci „Investigations in Currency and Finance“ (1884) toto kolísání pokusil objasnit na základě změn sluneční aktivity. Základní myšlenka spočívá v tom, že sluneční aktivita ovlivňuje počasí na Zemi, to má následně dopad na úrodu v zemědělství, čímž kolísají příjmy zemědělců a tím i jejich poptávka po průmyslových výrobcích. Nejvýraznější sluneční cyklus trvá jedenáct let (přesněji řečeno, jedná se o 22 let trvající tzv. Haleův cyklus, který sestává ze dvou jedenáctiletých půlcyklů s kolísající aktivitou, avšak opačnou polaritou magnetického pole Slunce), což byla přesně délka intervalu mezi hospodářskými krizemi v první polovině 19. století (1825, 1836, 1847).

Postupem doby se stalo takřka ctizádostí každé nově vznikající ekonomické školy formulovat svou vlastní teorii hospodářského cyklu. Nicméně

ně navzdory tomu, že při výkladu cyklického kolísání mezi sebou soupeří teorie nadvýroby, podspotřeby, různé koncepce monetární, keynesiánské a teorie reálného hospodářského cyklu, tak společným rysem všech těchto výkladů je, že se zabývají tzv. střednědobým cyklem Juglarovým, označovaným rovněž jako cyklus obchodní či průmyslový. Jenže v průběhu desetiletí byly empiricky napozorovány i jiné periody, opakující se rovněž cyklicky.

Zatímco střednědobý cyklus je reflektován a zkoumán i tzv. „ekonomií hlavního proudu“, jež představuje syntézu neoklasiky a keynesiánské, další cykly, s periodou daleko kratší (Kitchinovy s délkou okolo tří let) nebo naopak mnohem delší, zůstávají poněkud stranou pozornosti standardní ekonomie. Celá teorie hospodářského cyklu v důsledku toho získává charakter problémové součásti vědecké ekonomie, kde je obtížné dospět k všeobecnému konsensu.

Teorie tzv. dlouhých vln (též K-vln) není, jak již bylo řečeno, součástí ekonomie hlavního proudu. Hlavním důvodem je fakt, že, jak bude uvedeno dále, od konce 18. století byly identifikovány pouze čtyři dlouhé vlny (pátá je dodnes předmětem diskusí – viz kapitoly 2 a 3), přičemž takto omezený vzorek neumožňuje provádět kvantitativní analýzy a vytvářet adekvátní matematické modely, na nichž je standardní ekonomie konstituována. Tato skutečnost tudíž brání tomu, aby se teorie dlouhodobého cyklu mohla stát integrální součástí ekonomie hlavního proudu.

Základní myšlenka teorie dlouhých vln spočívá ve zdůraznění vlivu technických a technologických faktorů na ekonomický vývoj, resp. dějinný proces vůbec. Kvalitativně nová technika a technologie vedou, spolu s mnoha dalšími faktory, k postupné transformaci společnosti. Na základě teorie dlouhých vln lze konstruovat hypotézy o přibližně padesátileté periodě těchto zásadních činitelů, které se mohou odrážet i ve výskytu a charakteru válečných konfliktů, revolučních událostí apod.

Hlavními tvůrci koncepce dlouhých vln jsou N. D. Kondrat'jev a J. A. Schumpeter, ekonomové, které je obtížné zařadit do některé z tradičních ekonomických škol.

1 Myšlenka dlouhodobého cyklu

Hospodářský vývoj není plynulý a projevuje se při něm cyklické kolísání, v němž se střídají fáze expanze a kontrakce. Studium dlouhodobých výkyvů v ekonomické aktivitě (sledované např. fluktuacemi produktu a především prostřednictvím snadno dostupných časových řad, popisujících dynamiku cen) poprvé významněji upoutalo pozornost ekonomů na přelomu 19. a 20. století. Pozdější práce dlouhodobé výkyvy ekonomické aktivity dokazují i pomocí údajů o průmyslové výrobě, růstu či vývoji HDP. K průkopníkům zkoumání dlouhých vln patřili J. Van Gelderen a S. de Wolff, kteří vedle prokázání existence dlouhých vln předložili první pokusy o vysvětlení.

Skutečně fundamentální přístup založený na exaktní formulaci teorie dlouhých vln však spadá až do meziválečného období, a jak už bylo zmíněno v úvodu, je spojen se jmény Kondrat'jeva (v 20. letech minulého století) a zhruba o desetiletí později Schumpetera. Ten je také autorem pojmenování dlouhých vln jménem svého předchůdce – Kondrat'jevovy cykly (z toho i často používané zkrácené označení K-vlny).

Kondrat'jev zpracoval obsáhlý empirický materiál týkající se změn cen zboží, kapitálových úroků, mezd, těžby surovin, obratu zahraničního obchodu, výroby kovů apod. za období 140 let. V závislosti na tom pak ve 20. letech minulého století dospěl k závěru o existenci tří „velkých konjunkturních cyklů“, viz tabulka 1:

Tabulka 1 ▶

Kondrat'jevovo datování tzv. „velkých cyklů konjunktury“

První vlna	vzestupná fáze od období 1787–92 do období 1810–17 sestupná fáze od období 1810–17 do období 1844–51
Druhá vlna	vzestupná fáze od období 1844–51 do období 1870–75 sestupná fáze od období 1870–75 do období 1890–96
Třetí vlna	vzestupná fáze od období 1890–96 do období 1914–20

Pramen: Kondrat'jev, 1989. Vlastní úpravy.

Kondrat'jev při formulování ideje velkých konjunkturních cyklů sice nepopírá význam inovací, ale ve své koncepci dlouhodobého cyklu preferuje endogenní vysvětlení založené na kapitálově investičních příčinách.

Naproti tomu podle Schumpetera (2017) je při výkladu dlouhodobého cyklu třeba postavit na přední místo důvody exogenní, vycházející z technologických inovací nejvyššího řádu (Schumpeterovou terminologií hlavní inovace, v současné době je preferován pojem inovace bazické). Podle Schumpetera jsou inovace v čase rozloženy nerovnoměrně, objevují se ve vlnách (tzv. shlucích inovací), poněvadž pro praktické uplatnění těchto inovací musí být nejprve vytvořeny adekvátní podmínky. Jakmile se tak ale stane, tyto inovace se prosazují lavinovitě a dochází k zásadním převratům v oblasti výrobních sil. Na základě uvedených inovačních shluků pak Schumpeter charakterizuje dlouhé vlny jako nejdelší hospodářské cykly v kapitalismu.

Významným Schumpeterovým přínosem je časové rozlišení ekonomických cyklů, kdy na základě statistické analýzy stanovil délku tří základních typů cyklického kolísání a těmto cyklům pak přidal jméno podle jejich objevitelů. Podle Schumpetera existují krátkodobé cykly Kitchinovy s průměrnou délkou 40 měsíců, střednědobé cykly Juglarovy, trvající cca 7–11 let, a cykly dlouhodobé (Kondrat'jevovy dlouhé vlny) v trvání cca 45–60 let (Schumpeter, 1987). Představu o průběhu jednotlivých cyklů si lze udělat např. z jejich popisu, doprovázeného příslušným grafickým znázorněním rozdílné frekvence v čase, který uvádějí Savoia a Manea (2014).

Schumpeter přitom zdůrazňuje sepětí všech hospodářských cyklů – jednotlivé cykly neprobíhají nezávisle na sobě, nýbrž spolu vzájemně interferují, podobně jako vlny fyzikální. Pokud budou všechny tři cykly ve stejné fázi, zejména v případě krize, lze podle Schumpetera (2017) očekávat „pohyb s neobvyklou intenzitou“.

Toto Schumpeterovo konstatování plně koresponduje rovnicím, popisujícím interference fyzikálního vlnění. Označíme-li amplitudy jednotlivých cyklů (Kitchinův, Juglarův a Kondrat'jevův) y_1 , y_2 a y_3 , potom interferenční maximum y_m má výslednou amplitudu rovnou:

$$y_m = y_1 + y_2 + y_3 \quad (1)$$

To odpovídá výše zmíněnému Schumpeterovu „pohybu s neobvyklou intenzitou“. Naopak interferenční minimum (s nulovými efekty cyklického průběhu) nastává tehdy, jestliže se fáze jednotlivých vln vzájemně vyruší, tj. jejich součet je roven 0.

Ekonomické procesy se tedy nevyvíjejí cyklicky, nýbrž multicyklicky. Schumpeter dále uvádí, že v historickém vývoji nalezl na každý proběhlý Juglarův cyklus tři celé cykly Kitchinovy, a na ka-

ždý Kondrat'jevův dlouhodobý cyklus šest celých cyklů Juglarových. Schumpeterem empiricky pozorovaná interference cyklů vysvětluje velmi rozdílný průběh jednotlivých střednědobých cyklů Juglarových, pro který až do Schumpeterova empirického výzkumu neexistovalo jednoznačné vysvětlení.

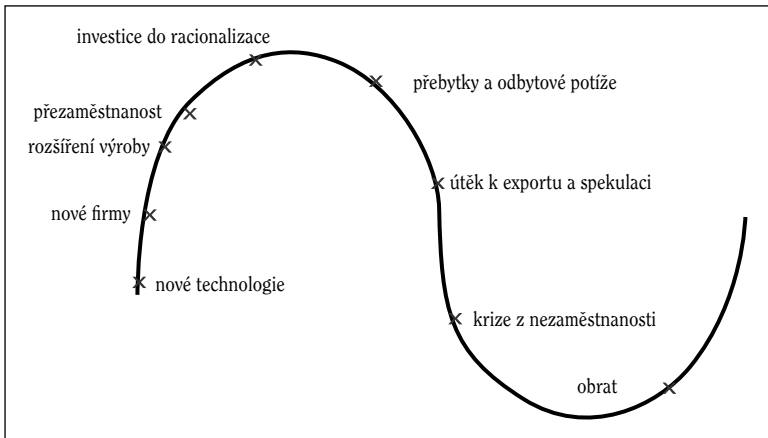
Z uvedené skutečnosti jasně vyplývá, že samotný průběh střednědobého cyklu, jediného, který je reflektován všemi ekonomickými teoriemi, je velmi proměnlivý především v závislosti na tom, do jaké fáze dlouhodobého cyklu Kondrat'jevova příslušný cyklus Juglarův připadne (podrobněji viz kapitola 2).

Kondrat'jev i Schumpeter popsali pouze tři dlouhé vlny, následující čtvrtá, jejíž počátek je spojován s 2. světovou válkou, už probíhala po jejich smrti (sovětský ekonom Kondrat'jev se stal obětí ježovských čistek v roce 1938, Schumpeter zemřel v roce 1950). Průběh čtvrté vlny popsal teprve nejvýznamnější pokračovatel Kondrat'jeva a Schumpetera G. O. Mensch, který je také autorem tzv. sinusoidy dlouhé vlny jakožto technologického cyklu, jehož jednotlivé úseky jsou determinovány určitými charakteristickými jevy v ekonomice. Ideální průběh sinusoidy dlouhé vlny je znázorněn na obr. 1:

Kritiku některých ekonomů proti Schumpeterovi (Sirůček, 2016) ohledně neprůkaznosti příčin dlouhodobého cyklu právě Mensch svou „sinusoidou dlouhé vlny“ vyvrátil. Logika průběhu dlouhé vlny vychází z toho, že zpočátku, přibližně po dobu 20–25 let od zavedení nových technologií a technik, inovace tlačí na prosazení zásadních strukturálních změn. Na základě objevů a jejich masových aplikací dochází k postupnému vytlačování starých firem a starých odvětví, nastupují firmy a odvětví nová. Postupně s rozšiřováním výroby roste zaměstnanost, vzniká i přezaměstnanost. Objevují se investice do ra-

Obrázek 1 ▶

„Sinusoida“ dlouhé vlny



Pramen: Prorok, 2012, s. 177

cionalizace. Země, jež zvládnou přechod na nové technologie, mají možnosti i pro růst mezd a spotřeby. Regiony či země, které jsou opožděny, se ocitají v nevhodném postavení (např. s nutností akumulovat zdroje potřebné k rozběhu nového cyklu na úkor pracujících).

Postupně však dojde k nasycení trhu, vzniku přebytků a odbytových potíží. Vzestupná část sinusoidy přechází v sestup. Zostřují se procesy konkurence a tlaky na mzdy a na další racionalizační opatření, snižuje se zaměstnanost, přicházejí krize a dochází, kde je to možné, k hledání východiska v exportu a zejména ve spekulacích. Sociální smír mizí, zvyšuje se i pravděpodobnost válek a revolučních konfliktů. Východiskem dalšího obratu sinusoidy jsou opět zásadně nové technologie, jež po vytvoření adekvátních podmínek zvrátí dlouhodobý cyklus znovu do rostoucí fáze.

2 Dlouhodobé cykly v historii

Mensch datuje K-cykly takto: 1785–1842 (67 let), 1842–97 (55 let), 1897–1940 (43 roky), 1940-95

(55 let). Každý cyklus je přitom podle něj charakterizován jednak klíčovým národohospodářským odvětvím či jejich skupinou (uhlí a železo v první vlně, pára a ocel v druhé, chemie a automobily ve třetí a konečně kosmonautika, jaderné zbraně a počítače ve čtvrté vlně), jednak vedoucí zemí či zeměmi (podle jednotlivých vln Velká Británie, Velká Británie a Německo, USA a Německo, a konečně USA a Japonsko). Menschovy závěry ovšem nejsou jinými teoretiky dlouhodobého cyklu přijímány nekriticky a bez připomínek, jak je patrné z tabulky 2.

Z údajů je zřejmé, že další v tabulce uváděné autority v oblasti dlouhodobých cyklů se s Menschem rozcházejí v dataci jednotlivých dlouhých vln, což je ovšem při délce standardní K-vlny a pouze několikaletých odchylkách v dataci vcelku podružné.

Mnohem důležitější jsou naproti tomu rozdílné názory jednotlivých ekonomů k průběhu páté vlny. Podle Mensche začal pátý cyklus v roce 1995 a předcházela mu údajně vlna inovací roku 1989, přičemž „desetiletí inovací“ mělo za-

Tabulka 2 ▶

Chronologie dlouhých vln podle některých autorů

	1. dlouhá vlna		2. dlouhá vlna		3. dlouhá vlna		4. dlouhá vlna	
	dno poklesu	vrchol růstu	dno poklesu	vrchol růstu	dno poklesu	vrchol růstu	dno poklesu	vrchol růstu
1. Kondrat'jev (1926)	1790	1810/17	1844/51	1870/75	1890/96	1914/20		
2. Schumpeter (1939)	1787	1813/14	1842/43	1869/70	1897/98	1924/25		
3. Dupriez (1978)	1789/92	1808/14	1846/51	1872/73	1895/96	1920	1939/46	1974
4. Rostow (1980)	1790	1815	1848	1873	1896	1920	1939/48	1967
5. Mensch (1979)	1785	1818	1842	1870	1897	1920	1940	1967
6. Van Duijn (1983)	-	-	1845	1872	1892	1929	1948	1973

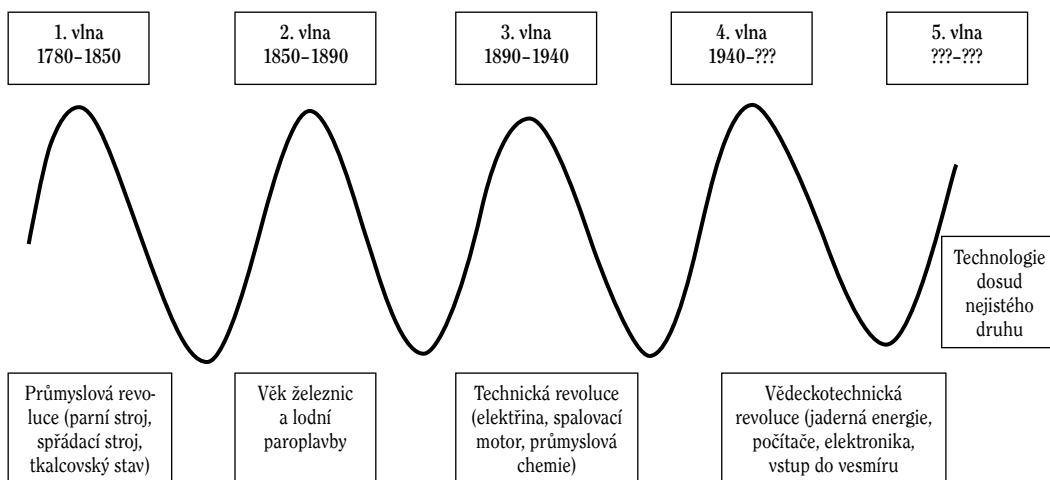
Pramen: Van Duijn, 1983, s. 163. Vlastní úpravy

čít rokem 1984. Hlavní slovo mělo patřit výrobě mikroprocesorů, genetickému inženýrství, novým materiálům a změnám v energetice. Pokud se týče přesvědčení, že V. vlna v současné době již probíhá, resp. že přinejmenším nejspolejší ekonomiky světa do ní již vstoupily, autority uvedené v tabulce 2 s Menschem souhlasí, i když V. vlnu datují různě. Uvedení ekonomové se nic-

méně shodují, že pokud se svět nachází v V. vlně, pak tedy v její počáteční fázi. Existují však i odlišné názory, podle nichž pátá vlna dodnes nezačala.

Za zcela okrajovou lze naproti tomu považovat hypotézu Daniela Šmihuly (2009), podle něhož Kondrat'jevovy vlny začínají již okolo roku 1600, a do současnosti jich proběhlo šest.

Obrázek 2 ▶

Ilustrace sledu dlouhých K-vln v industriální historii


Pramen: Sirůček, 1999, s. 10, vlastní úpravy

Schematicky můžeme názory o dosavadních čtyřech dlouhých vlnách a hypotetické páté vlně znázornit grafem připomínajícím zuby pily. Posloupnost dosavadních dlouhých vln znázorňuje obrázek 2:

Každá dlouhá vlna se skládá ze dvou základních fází přibližně stejných délek. Jde o etapy vzestupu (fáze růstu, dlouhodobé expanze, tj. vzestupná část dlouhé vlny) a fáze poklesu (období dlouhodobé deprese jako sestupná část dlouhé vlny). Příslušná fáze dlouhodobého K-cyklu přitom determinuje, jak již bylo řečeno, průběh střednědobého cyklu Juglarova.

Vzestupnou fází tzv. „dlouhé expanze“ charakterizuje prosazování nových technologií, rostoucí produktivita kapitálu a rychlý růst výroby, zaměstnanosti a mezd. Pro vzestupnou etapu dlouhé vlny je v rámci střednědobého hospodářského cyklu charakteristický vývoj, v němž jsou recese relativně krátké, projevují se pouze zpomalením růstu výroby a jen menší nezaměstnaností. V tomto období převažují hospodářsky „dobré roky“. Nové technologie umožňují dosahovat i vyšších temp růstu potenciálního produktu.

Sestupná část, tzv. „dlouhá deprese“, vykazuje dlouhodobě klesající produktivitu kapitálu díky staré přežitě technice a technologii, která nemůže být ihned nahrazena novou, a pomalejší tempa růstu výroby. Dochází k nasycení trhu novými produkty a technologiemi, roste konkurence, snižuje se zaměstnanost, mzdy jsou stlačovány dolů. Krátkodobé poklesy investic a výroby v rámci střednědobého hospodářského cyklu již nezřídka přímo vykazují absolutní pokles ve vztahu k předcházejícímu roku a vystupují jako tzv. krize.

Dlouhodobě přitom dochází k výraznému zpomalení růstu výstupu ekonomiky a vzniku masové nezaměstnanosti. To je spojeno s růstem úrokové míry, která v opakujících se okamžicích

může převyšovat míru zisku. V tomto období obvykle převažují hospodářsky „špatné roky“, což je podmíněno nižšími tempy růstu potenciálního produktu v důsledku vyčerpání rozvojových možností starých technologií. Během této fáze současně roste i tlak na akumulaci a investování do racionalizace výroby a do nových, perspektivních technologií. Hledají se nové technologie, způsoby akumulace, metody řízení apod.

3 Potíže s pátou K-vlnou

Jestli již došlo k ukončení IV. dlouhé K-vlny, resp. k nástupu vlny páté (zejména v globálním měřítku), která bývá nejčastěji spojována s informační revolucí, zůstává zatím nevyřešeným problémem teorie dlouhodobých cyklů. Ovšem i kdyby tomu tak již opravdu bylo, potom by se tato pátá vlna musela svým průběhem zásadně lišit ode všech čtyř předchozích.

Základní rozpor s dosavadní teorií spočívá v tom, že vzestupná fáze dlouhého cyklu by měla být spojena s velmi dynamickým růstem HDP, nezřídka i růstem dvojciferným. Současná světová ekonomika naproti tomu vykazuje růst velmi slabý; to je fakt bez ohledu na to, budeme-li věci posuzovat optimisticky s tím, že zdarma dostupné statky statisticky vykazovaná čísla podhodnocují, anebo pesimisticky na základě toho, že po roce 2000 se do HDP začaly v rozporu s klasickou definicí hrubého domácího produktu započítávat odhadované výstupy domácí práce, šedé ekonomiky a dokonce ekonomiky černé (!), což výsledky naopak vylepšuje.

V letech 1995–2008, neboli před vypuknutím světové finanční krize a současně v období, které je spojováno s hypotetickým počátkem V. vlny, pokud by tato skutečně již probíhala, byl podle Cihelkové globální růst v průměru pouhých 2,9 % (Cihelková, 2009). To je samo o sobě velmi slabé, avšak samotná krize z let 2008 a násl. byla

navíc velice hluboká, a tato skutečnost je ve zřejmém rozporu s očekávanou dlouhou expanzí, jež by měla být pro nástup nové dlouhé vlny typická. Přitom ani po roce 2008 to nebylo, jak je zřetelně patrné z obrázku 3, lepší; ve skutečnosti z celého 60 let dlouhého období od r. 1960 je posledních dvacet let nejhorších:

„Průměrné světové“ tempo růstu je však velice ošidná kategorie; tento růst totiž z valné části připadá na konto Číny, Indie a dalších expandujících ekonomik, zatímco vývoj zemí tzv. Západu se nebezpečně blíží stagnaci. I pro tuto skutečnost má ale teorie dlouhodobých cyklů zdůvodnění. Dle Mensche (1979) „stagnace není nic jiného, než nedostatek bazických inovací“. Jinými slovy bez bazických inovací není ani růst. Tyto inovace se, jak bylo řečeno, vyskytují nejčastěji ve shlucích a tím předznamenávají novou vzestupnou fázi K-vlny. Shluky bazických inovací v čase zmapoval Van Duijn (1983).

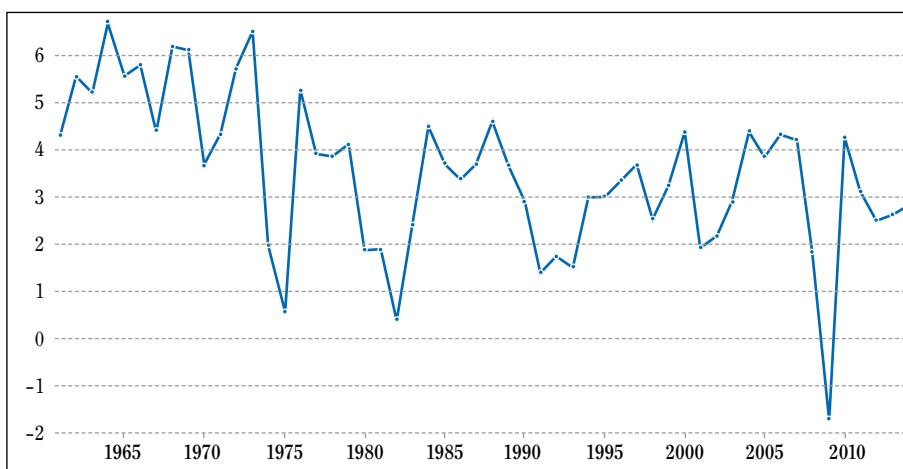
Dlouhodobý průměr za období 1740–1960 odpovídá pěti bazickým inovacím ročně, avšak

po většinu tohoto období bazické inovace nepřekračovaly počet 1–2 za kalendářní rok. Podle Van Duijna však existují čtyři poměrně krátká období, jež se z tohoto průběhu vymykají. První nastalo v letech 1760–70 (začátek průmyslové revoluce ve Velké Británii), kdy se roční počet vyhoupl až na šest bazických inovací, tedy nad dlouhodobý průměr. Nezdá se to mnoho, avšak je třeba si v té souvislosti uvědomit dvě věci. Zaprvé, průmyslová revoluce byla co do odvětvového dosahu velmi omezená a týkala se ve své první fázi prakticky výhradně textilního průmyslu. A zadruhé, onen dlouhodobý průměr pěti bazických inovací ročně je generován obdobím od konce 19. století do současnosti, tedy technikou a vědeckotechnickou revolucí. Ostatně v půlstoletí po roce 1770 poklesly bazické inovace na jednu jedinou ročně.

Druhý vrchol nastává v desetiletí 1830–1840, během něhož se v důsledku masového rozvoje železnic a námořní paroplavby počet bazických inovací po celých deset let udržel na počtu osmi

Obrázek 3 ►

Světový růst HDP (v % ročně)



Pramen: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.zg>.

ročně. Třetí, velmi ostrý vrchol nastává kolem roku 1880 (technická revoluce), a počet bazických inovací zde dosahuje 19 za rok. A do roku 1970 zatím poslední vrchol nastává v roce 1940 (2. světová válka a s ní spojené zahájení vědeckotechnické revoluce, kdy roční počet bazických inovací dosáhl počtu 20).

Jelikož Van Duijnova práce byla publikována v roce 1983, neřešenou otázkou zůstává, jak se bazické inovace vyvíjely od 80. let minulého století, přičemž v této záležitosti se názory velmi různí. Zatímco někteří teoretici poukazují na dynamický rozvoj IT technologií, internet a proces globalizace jako projev inovací nejvyššího řádu, jiní oponují s tím, že se sice nepochybně jedná o významné inovace vyšších řádů (o řádech inovací viz např. Valenta, 2001), avšak nikoliv inovace bazické. Mobilní telefony jsou podle těchto autorit ve vývoji komunikací jen dalším logickým krokem navazujícím na telefony linkové a radiotelefony, tablety a smartphony jsou pouze zvláštním druhem počítačů atd. Jinými slovy nejedná se o skutečně revoluční změnu v oblasti výrobních sil a procesů.

Odpověď na otázku, proč se pátá dlouhá vlna oproti ostatním tak opoždí, jestliže ty předchozí čtyři se dostavily v celkem pravidelných intervalech, nebo proč je tak pronikavě odlišná od těch předchozích, tudíž není jednoduchá. Je možné v té souvislosti pouze vyslovit hypotézy, které budoucnost buďto potvrdí, nebo vyvrátí. V současnosti nejvíce preferovaná vysvětlení se koncentrují do následujících možností:

1. Teoretické závěry Mensche, Rostowa, Van Duijna a dalších jsou mylné, žádná pátá K-vlna ve skutečnosti neprobíhá a tzv. „informační revoluce“ je jen pozdní součástí mimořádně dlouhé vlny čtvrté.
2. Pátá K-vlna opravdu probíhá, ale tak jako v minulosti u předchozích čtyř vln, i ta sou-

časná se primárně, ne-li výhradně týká těch států a regionů, jež v globálním měřítku představují ekonomickou avantgardu. U dřívějších vln to byl euro-americký Západ, kdežto „zbytek světa“ do značné míry stagnoval. U současné, páté vlny tím ekonomickým předvojem jsou země jako Čína, Jižní Korea, Indie atd., zatímco postindustriální Západ má svůj vrchol za sebou a zažívá pozvolný sestup.

3. Pátá vlna probíhá, avšak její průběh se od předchozích čtyř liší v tom, že tentokrát není spojena s žádnou velkou válkou či jejich sérií; tyto války měly v minulosti významný dopad na zavádění moderních technologií s cílem maximálního rozvinutí technického, ekonomického a v konečném důsledku vojenského potenciálu bojujících zemí. V případě první vlny to byly napoleonské války, u druhé vlny série revolucí 1847–49 s bezprostředně navazující válkou Krymskou (se zapojením většiny evropských mocností), a u čtvrté vlny to byla 2. světová válka. Výjimku zde zdánlivě představuje vlna třetí začínající v závěru 19. století, avšak nelze přehlédnout, že toto období bylo spojeno s válkami koloniálními a rozsáhlým zbrojením, vedoucím ve svých důsledcích až k rozpoutání 1. světové války. U předchozích vln tyto války sice vždy vedly k masovému ničení, ale právě proto se zároveň staly příčinou následné masové obnovy, a protože při každé válce dochází zároveň i ke značným politickým převratům, lze předpokládat, že tímto násilným způsobem byly odstraněny umělé společenské překážky, bránící rozvoji osobní iniciativy ve výzkumu a podnikání. Současná pátá vlna však s žádnou válkou globálního rozsahu provázána není, proto i současné tempa růstu neodpovídají tomu, co bylo typické pro dřívější dlouhodobé cykly.

4. V soudobých západních ekonomikách se namísto odstraňování překážek bránících rozmachu osobní iniciativy projevují ze strany státních autorit spíše snahy o regulaci ekonomických aktivit, a k tomu je třeba připočíst i paranoidní, některými nátlakovými skupinami uměle vytvářený strach z moderních technologií (jaderná energetika) či probíhajících přírodních procesů (klimatické změny); z toho vycházející politicky motivované kroky brzdí technický rozvoj. To všechno dohromady potenciál nastupujících inovací oslabuje a podlamuje, takže výsledná tempa růstu jsou v důsledku toho o dost nižší, než by mohla být.
5. Důvodem pomalého nástupu páté K-vlny je dramatické zvětšení hospodářského prostoru, na kterém vzájemně provázané ekonomické procesy probíhají. První vlna se omezovala výhradně na evropský kontinent a druhá k tomuto prostoru připojila ještě území Spojených států amerických a Japonska. Na tomto teritoriu pak proběhly i vlna třetí a v podstatě i čtvrtá, tj. vědeckotechnická revoluce. Avšak od konce druhé světové války se díky rychlé industrializaci řady do té doby nerozvinutých zemí na ekonomické periférii (bývalé kolonie či země formálně samostatné, avšak silně zaostalé – Korea, Čína, Indie, Jižní Afrika, některé státy Jižní Ameriky atd.) a pod vlivem stále sílící globalizace hospodářský prostor nesmírně rozšířil. Žádná z předchozích čtyř vln přitom takřkajíc „nespadla z nebe“; změny byly v minulosti vždy vyvolány objektivními ekonomickými potřebami (zvyšování produktivity výrobních faktorů pro expandující trhy), pro něž přitom již byly vytvořeny adekvátní předpoklady v podobě dosažené úrovně vědeckých poznatků. Totéž lze samozřejmě očekávat i v případě

vlny páté, rozdíl je ale v tom, že industrializace rozvojových zemí umožnila mnohem delší setrvávání u stávajících technologií, než tomu bývalo v minulosti. Nové „výkřiky techniky“ jsou zpočátku vždy nesmírně nákladné a komplikované, proto nějaký čas trvá, než se prosadí oproti technologiím již zastarávajícím. Jestliže se ale starším, již zavedeným technologiím náhle otevře nový prostor v celosvětovém měřítku, pak ani firmy v nejvyspělejších zemích nejsou ekonomicky tlačeny k rychlým inovacím, a to tím spíše, jestliže, jak je pravidlem, dochází ke stěhování výroby do chudších zemí za levnější pracovní silou.

Body 1–5 představují tzv. „standardní“ pokusy o objasnění neobvyklého jevu. Pokud bychom ale akceptovali názor vyjádřený v bodu 1, tj. že nástup očekávané V. vlny zatím leží v budoucnosti a že oddalování jejího nástupu souvisí s typem ekonomických činností, jež se mají stát hlavní hnací silou nové ekonomické expanze, je třeba se zamyslet nad tím, s jakými technologiemi a dalším rozšiřováním trhů může být tato vlna spojena. Nejčastěji se má za to, že technologickým základem pro V. vlnu se stanou špičková technická odvětví využívající digitalizace a robotizace, tzn. průmysl či ekonomika 4.0. Což je samozřejmě pravděpodobné, ale problém je v něčem jiném.

Předchozí čtyři vlny byly vždy spojené s rozšiřováním a uvolňováním trhů. První vlna, startující ve Velké Británii, podnítila myšlenku liberalizace mezinárodního obchodu, jež našla své teoretické zdůvodnění v díle Adama Smitha. Druhá vlna, vyvolaná explozivním rozmachem železnic a námorní paroplavby, vytvořila zárodek světového trhu, do něhož byly zapojeny nejvyspělejší ekonomiky své doby. Třetí vlna tento proces ještě prohloubila tím, že do světového trhu začlenila i kolonie a zá-

vislé země, a konečně čtvrtá vlna po 2. světové válce podnítila vznik nadnárodních ekonomických integrací, myšlenku liberalizace trhů prosadila ve světovém měřítku a dovedla ji k vytvoření organizace GATT, a ve finálním důsledku dospěla až do fáze tzv. „globální vesnice“. Co by tedy mělo nastat jako další etapa a jakým dalším směrem by se rozšiřování a liberalizace trhů mohly ubírat? Jinými slovy, nestane se naše planeta pro takovýto rozvoj výrobních sil příliš těsnou a nevznikne v souvislosti s průmyslem 4.0 ekonomika přesahující rámec světového trhu?

V současnosti se se to ještě stále může jevit jako sci-fi, ale skutečností je, že dobývání vesmíru se ve stále významnější míře stává doménou soukromých společností, přičemž dosavadní hlavní hráči na tomto poli, státní agentury typu NASA, Roskosmos, CNSA, ESA, JAXA apod., viditelně vyklízejí pozice. Do popředí se energicky dere soukromý kapitál, tedy právě ten činitel, který byl rozhodujícím faktorem při nástupu předchozích dlouhých vln.

Soukromé společnosti působící v oblasti kosmonautiky a v souvisejících odvětvích se čím dál více profilují jako sebevědomé subjekty, usilující o přeměnu nejprve blízkého, a postupem doby stále vzdálenějšího okolí Země ve sféru soukromých ekonomických aktivit. Jako příklad lze uvést aktivity miliardářů Elona Muska (SpaceX), Jeffa Bezose (Blue Origin), Richarda Bransona (Virgin Galactic) a mnoha dalších. Zdaleka se však nejedná pouze o firmy americké. Mnoho kosmických startupů má svou domovskou adresu v Číně a svou nosnou raketu Electron do operačního provozu zavedla dokonce i novozélandská firma Rocket Lab. V současné době se již pracuje na vytváření budoucích vesmírných hotelů (firma Bigelow Aerospace) a habitatů pro jiná tělesa Sluneční soustavy (celá řada soukromých či univerzitních týmů jako Zopherus, AI

SpaceFactory, SEArch+Apis Cor aj.). V roce 2019 byly firmou SpaceX rovněž vypuštěny první desítky umělých družic pro vybudování sítě „kosmického internetu“ (Starlink), a v pokročilém stadiu rozpracovanosti jsou též aktivity zaměřené na těžbu surovin ve vesmíru, např. společnosti Planetary Resources nebo Deep Space Industries, za nimiž opět stojí dolaroví miliardáři.

Příčina pomalého nástupu páté velké vlny by pak mohla spočívat jednoduše v tom, že vývoj kosmických zařízení (kosmodromy, nosné rakety a další postupně budovaná vesmírná infrastruktura/architektura) je pro soukromý kapitál přece jenom technicky, ekonomicky a organizačně příliš náročný projekt, rozhodně mnohem náročnější, než bylo v minulosti zavádění páry či elektřiny. Jakmile však dojde k překonání „porodních bolestí“, nastane expanze mimořádných rozměrů.

Které z těchto vysvětlení nejvíce odpovídá pravdě, to nepochybně ukáže nepřítis vzdálená budoucnost a zároveň se tím otevrou možnosti dalšího výzkumu. Otázky konce IV. a počátku V. K-vlny každopádně zůstávají dosud otevřené.

Závěr

Stávající chronologie dlouhých vln ukazuje, že od počátku první průmyslové revoluce proběhly čtyři dlouhodobé cykly. S ohledem na fakt, že tyto dlouhodobé výkyvy nejsou v dějinách rozloženy náhodně a mají periodický charakter, lze i přes nedostatek empirického materiálu, nezbytného pro aplikaci kvantitativních analytických metod, existenci dlouhodobého cyklu akceptovat přinejmenším jako vědeckou hypotézu. Pro její další rozvoj a postupné ověřování lze rovněž předběžně přijmout rozšířený názor, že tyto dlouhodobé cykly souvisejí, resp. jsou bezprostředně vyvolány inovacemi nejvyššího řádu, jejichž shluky se objevují v intervalu okolo

50–60 let. Některé studie naznačují možnost náběhu pátého Kondrat'jevova dlouhodobého cyklu, zahájeného v závěru 20. století na základě nové technologické (tj. informační) revoluce, avšak tato otázka je dosud předmětem polemik a pro její verifikaci není k dispozici dostatek věrohodných dat.

Všechny diskuse narážejí na problém, u vysoce formalizované, matematizované ekonomie hlavního proudu problém klíčový, kterým je nedostatek empirického materiálu a dalších spolehlivých údajů za delší časový horizont, neumožňující využití statistického aparátu, tj. kvantitativní testování různých hypotéz, jež se k inovačním cyklům vztahují, a vytvoření adekvátních matematických modelů.

Dosavadní vzorek obsahuje pouze krátký úsek čtyř identifikovaných dlouhých vln od druhé poloviny 18. století. Při takto malém vzorku nelze existující rozdíly a rozpory mezi jednotlivými

přístupy a pokusy o vysvětlení rozřešit tím, že na ně budou aplikovány matematické a statistické metody; z toho důvodu také celá řada dlouhodobých koncepcí nebyla až dosud statistickému testování vůbec podrobena. Tato skutečnost proto brání tomu, aby se teorie dlouhodobého cyklu mohla stát integrální součástí ekonomie hlavního proudu.

Samozřejmě, kvantitativní analýza nikdy nemůže zcela nahradit analýzu kvalitativní, jež je teorií dlouhých vln používána k popisu zkoumaných jevů. Koncepce dlouhých vln by proto neměla pod vlivem konjunkturních nároků na kvantifikaci sklouzávat k přílišné a často samoúčelné matematizaci a formalizaci a redukovat předmět zkoumání pouze na vytváření příslušných teoretických kvantitativních modelů. V tom také spočívá hlavní omezení, pokud se týče spolehlivého rozpoznání dosud hypotetické V. dlouhé vlny.

LITERATURA

- CIHELKOVÁ, E. (2009). *Světová ekonomika. Obecné trendy rozvoje*. Praha, C. H. Beck.
- JEVONS, W. S. (1884). *Investigations in Currency and Finance*. London: Macmillan.
- JUGLAR, C. (1862). *Des Krize Commerciales et de leur Retour en Périodique*. Paris: Guillaumin.
- KONDRATIEV, N. D. (1989). *Problemy ekonomičeskoi dinamiki*. Moskva, Ekonomika.
- MENSCH, G. O. (1979). *Stalemate in Technology: Innovations Overcome the Depression*. Cambridge, Ballinger.
- PROROK, V. (2012). *Tvorba rozhodování a analýza v politice*. 192 s. Praha, Grada Publishing.
- ROSTOW, W. W. (1980). *Why the Poor Get Richer and the Rich Slow Down: Essays in the Marshallian Long Period*. Austin, University of Texas Press.
- SAVOIU, G., MANEA, C. (2014). Kondratiev type cyclicity of the Romanian economy, grounded in three key statistical indicators: GDP, CPI or CLI and debt. *Revista Romana de Statistica*. 2014/1. s. 3-22.
- SCHUMPETER, J. A. (1987). *Teória hospodárského vývoja*. Bratislava, Pravda.
- SCHUMPETER, J. A. (2017). *Business Cycles. A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. Eastford, Martino Fine Books.
- SIRŮČEK, P. (1999). *Kondratěvovy dlouhodobé cykly – inovační přístup J. A. Schumpetera*. Habilitační práce. Praha, FNH VŠE v Praze.
- SIRŮČEK, P. (2016). Polozapomenuté postavy ekonomického myšlení – J.A.Schumpeter. *Acta Oeconomica Pragensia*, vol.24, no. 3, s. 78-86.
- ŠMIHULA, D. (2009). *The Waves of the Technological Innovations of the Modern Age and the Present Crisis as the End of the Wave of the Informational Technological Revolution*. *Studia Politica Slovaca*. 2009/1, s. 32-47.
- VALENTA, F. (2001). *Inovace v manažerské praxi*. Praha, Velryba.
- VAN DUJN, J. J. (1983). *The Long Wave in Economic Life*. London, G. Allen and Unwin.
- The World Bank (2019). *GDP growth (annual %)*. Dostupné na: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.zg> [citováno 3.7.2019]

THE LONGEST ECONOMIC CYCLES

RNDr. Ing. Jiří Dobrylovský, Ph.D.

ABSTRACT

Long waves are the longest economic cycle with an approximate length of 50–60 years. The most important theoreticians of long waves are N.D. Kondratiev and J.A. Schumpeter. Most of the exponents of the long waves theory are convinced about their relationship to innovations of the highest level. It is generally accepted that 4 full cycles, so called K-waves, have been experienced since the beginning of the industrial revolution. However, economists differ in the opinion, whether we are witnessing the beginning of the fifth wave now, or the fifth wave has not started yet. This fifth wave should be initiated by information technologies, respectively by the so-called economy 4.0. However, if the fifth K-wave is already going on, then its course is significantly different from the growth phase of the previous four waves and there is a question, what caused this. As the previous four K-waves always led to a significant territorial growth of markets, there is a provocative question, whether the Earth is not already too small for the awaited fifth wave.

KEYWORDS

K-wave, Innovation, Business Cycles.

JEL CLASSIFICATION

E32, E22, E23

Bernard Bolzano and Theory of Probability¹

Doc. RNDr. Jan Coufal, CSc., JUDr. Bc. Peter Brezina, Ph.D.

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

Introduction

Lehrbuch der Religionswissenschaft (Textbook on the Science of Religion, Bolzano 1834), the main object of focus in this article, was published in Sulzbach anonymously.² The book is predominantly a religious treatise, a “textbook on the science of religion;” nevertheless, the mathematician in Bolzano can also be found in its pages. The core of this “mathematical” feature of *Lehrbuch* can be found in chapter two of its part II *On the Nature of Historical Knowledge, Especially as Regards Miracles*³ in paragraph 15 *On the Notion of Probability and its Various Types*.⁴ The notions and formulae from this paragraph are subsequently used in further parts of the book. As pointed out by Mačák (1996, p. 39), they can also be seen as Bolzano’s attempt to counter the ideas expressed in the work of Scottish mathematician and theologian John Craig (1699). It must also be noted that, by a decree of 23 September 1839, this book was listed in the church Index of Prohibited Books (Index librorum prohibitorum, 1841, p. 211).

The first chapter of this article consists of a short biography of Bernard Bolzano (as well as history and contents of his library in terms of theory of probability). Chapter two tries to answer the question why the “probability” part is included in his *Textbook on the Science of Religion* in the first place. Chapter three is the core of this paper and outlines Bolzano’s ideas on probability as included in the above-mentioned paragraphs of *Lehrbuch der Religionswissenschaft*, chapter four adds several notes on probability ideas in another Bolzano treatise, *Wissenschaftslehre (Theory of Science*, Bolzano 1837). Chapter five points to the treatment of issues studied by Bolzano in present-day mathematics..

Note that the role of B. Bolzano in probability calculus has been examined by Berka (1981, 1981a), Dorn (1987), and Mačák (1996, 2005). Dorn (1987) includes Bolzano’s thoughts on probability from Bolzano (1834) and (1837), detailed from the perspective of formal logic; Berka (1981a) devoted his article to Bolzano’s

1) This article is drafted as one of the outputs of the Matematika VŠEM – Diferenciální počet project registered in the CES VŠEM Granting System under registration No. GCES1017. It is a follow-up to Coufal, Brezina (2018).

2) No author is stated in the book; from the outset, however, it was clear that it is a work of Bolzano.

3) Original title in German: Über die Natur der historischen Erkenntniß, besonders in Hinsicht auf Wunder.

4) Original title in German: Über den Begriff der Wahrscheinlichkeit und die verschiedenen Artenderselben.

logic of probability. The texts of Mačák (1996, 2005) provide detailed assessment of the probability calculus in Bolzano (1834) and (1837) from the perspective of mathematics and this paper draws heavily on his insights. As for studies in history of the Theory of Probability, Bolzano's thoughts on probability are, to our knowledge, only covered in one short paragraph 8.3 in Dale's extensive monograph (Dale, 1999, p. 314). It features the only mention of Bolzano's thoughts on probability in a work devoted to history of the Theory of Probability. We quote it in full, although it does not cite at all the treatise we focus on: "*In 1837 Bolzano's Wissenschaftslehre (Bolzano, 1837) appeared. Here the definition of logical probability proposed by the author is seen as being in complete agreement with that given by Laplace and Lacroix, and it is, moreover, a definition in which probability is clearly seen as a relation between propositions. But despite the importance of this book as a contribution to inductive probability, and of the discussion of confidence, belief, and subjective probability to be found here, there is little that is directly relevant to our present theme. Indeed, the only pertinent point seems to be a brief use of the rule of succession in § 379. Here Bolzano states that if the proposition A has occurred times in cases, the probability that A is present in a further case is $\frac{\alpha + 1}{n + 2}$.*" This fact is noteworthy as it shows that Bolzano had good knowledge of some problems dealt with in contemporary Theory of Probability. Finally, both philosophical and mathematical notions of probability are covered in great detail in Hykšová (2011).

The present article draws and builds on the works of our predecessors and provides further new views on the issue as outlined. Bolzano's intellectual performance is characterized by mathematical simplicity and austerity, but also by clarity and great punctuality. *Progress is brought upon by those who always dare to change anything that is not in order.* Among them, the often-omitted Bernard Bolzano.

1 Bernard Bolzano

Drawing on Bolzano (1836), Berka (1981), Loužil (1978), Mačák (2005) and the General Introduction to a recent translation of *Wissenschaftslehre* by P. Rusnock and R. George (Bolzano 2014a, pp. xvii-xxviii) the following can be stated:

The theologian, philosopher, logician, and mathematician Bernard Bolzano was born in the Old Town of Prague on 5 October, 1781⁵. It was in Platněřská Street (nowadays the place is occupied by Mariánské Náměstí square, his native house has been torn down and the building of Municipal Library occupies its place) and he was born into the family of a Prague antiquarian and arts trader Bernard Pompeius Bolzano (1737–1816), a man with roots in the town of Nesso in northern Italy but living in Prague since childhood, and of Maria Cecilia, née Maurer (1754–1821), a religious Prague-born and German-speaking⁶ daughter of an ironmonger whose ancestors moved to Prague from Austria. It was probably the aptitude of both families for numbers that provoked the mathematical genius in Bernard. Soon after he was born the family moved from Platněřská to

5) His full name was Bernard Placidus Johann Nepomuk Bolzano.

6) In her youth she considered entering a convent, but she obeyed her parents' wishes and got married.

Celetná St., house No. 590 (The House of the Four Stone Pillars). Out of 12 Bolzano children only four reached adult age, including the tuberculosis-stricken Bernard⁷. Due to his poor health he received his first education from a domestic teacher. From the age of 8 he attended the main school at the Týn Church. In 1791 he enrolled in the Piarist *gymnasium* in what now is Panská St., a school on Enlightened spirit, graduating in 1796 with excellent grades, albeit never being a star student.

After the grammar school he passed the three-year philosophical preparatory school of the Charles-Ferdinand University in Prague where he also studied a “*subject that later became the most appealing*” for him – mathematics; however, during the first weeks of his studies he “*did not consider it worthy of any attention, being offended by somewhat unmannered behaviour of the professor of this science, the meritorious Vydra, and also not knowing what can be done in this science*” (Bolzano, 1836, p. 18–19). At first, mathematics, as he said himself, was hard to comprehend. “*Philosophy, too, especially logic, was getting into my head almost as slowly as mathematics at first*” (Bolzano, 1836, p. 20–21). Who would have thought that it would be in mathematics where he would eventually become famous! He was much better at understanding physics, he just had the feeling that the latter science must be preceded by another one, providing background for the experience-based reasoning of physics: “*most reasonings we call ‘experience’ are derived from some other reasonings, and I often pondered upon what*

premises can we actually derive such corollaries from.”

After a one-year break, devoted to considerations of his further activities, he enrolled in theology. He did not waste the year, though, and keenly (and simultaneously) studied two years of a three-year course in higher mathematics by Franz Josef von Gerstner⁸ (Bolzano later paid him homage in Bolzano, 1837c), as well as older and newer philosophy.

But Bernard was still not sure what profession to choose, as he himself declared: “*I should remind you that even as I enrolled in studies of theology, I still was not unreservedly determined to choose the clergy*” (Bolzano, 1836, p. 22). It was only in the last year of his theological studies when Bolzano reached unwavering determination to apply for ordainment. For that reason, in 1804/1805, he registered in tender for both the newly vacant chair of mathematics and the newly established chair of religious science (both at the Faculty of Philosophy). He passed both examinations with the best possible assessment, the professorship in mathematics was, however, offered to an older and more experienced colleague⁹. According to some sources this was the outcome preferred by Bernard himself (Bolzano, 2014, p. xvii). That turn of events was decisive for Bernard’s fate. On 7 April 1805 in Leitmeritz he received his ordination and became priest, on 17 April 1805 he received his doctoral promotion to doctor of philosophy (having passed the rigorous exams the preceding winter), on 19 April 1805 he was introduced to his office (i.e. the chair of religion) and started

7) Only Bernard and his older brother Jan, however, survived their mother.

8) Bernard studied the last year as an enrolled student of theology.

9) Josef Ladislav Jandera (1776–1857).

giving lectures. He became professor of religion at the Charles-Ferdinand University, and religion was supposed to stifle and paralyze revolutionary ideas among university students.

At first, lectures on religion seemed repulsive to students, but the youth gradually got on. The very same year witnessed the first denouncement, resulting in his position being changed to provisional and in forcing him to give lectures according to the official textbook, not according to his own outlines. However, he did not abandon his own comments. Between 1805 and 1819 he was also the university preacher at the St. Salvator Church in Prague, and his sermons that were published as exhortations in Bolzano (1813) and extended in Bolzano (1849–52) influenced the intelligentsia in the era of national revival. Therefore, from the outset he was subjected to complaints and denunciations, investigations, admonitions and threats, handled by the Gubernium, the consistory, the Court Study Commission, the papal nuncio, and the Emperor himself. On 19 January 1820 he received a decree of the Austrian emperor Francis I. from 24 December 1819 discharging Bolzano from his chair of religion because of his enlightened ideas and methods of teaching religion.

According to Veselý (1957, 1957a) and Berka (1981), in 1820 Bolzano retired from teaching and mainly focused on scientific work. His very modest annual pension of 300 guildens (during his last years at the university he had received 800 guildens a year) did not provide sufficiently for his livelihood, forcing him to increase his income by giving private lessons. As Bolzano was a priest and had been a university professor of religion, he had to answer for his ideas also in church terms, to the Archbishop of Prague¹⁰,

and in 1822 he was also handed 112 fallacious articles picked from his exhortations to give reasons for them. As his explanation was seen by the church investigators as insufficient, in 1825 he was ultimately called upon to clearly repeal them, under the threat of internment. However, based upon a letter of J. Dobrovský to bishop J. Frinta, threatening to give the whole case international publicity, the entire issue was closed on 31 December 1825. Bolzano (1836) mentions no church sanction received.

After his suspension Bolzano lived very humble, even ascetic life, receiving money to buy books from his friends and followers. In addition, the help of good friends and their care for Bernard's health allowed him to avoid succumbing to poverty and illness seriously threatening his life. In 1823 Bolzano met the Hoffmann family, and this friendship proved to be very beneficial as Anna Hoffmann took very patient care of him. Bolzano spent each summer at the Hoffmann family rural residence in Těchobuz where he could benefit from the healthy environment and fully focus on his work. When, in 1830, Hoffmanns moved there permanently, so did Bolzano. In rural tranquility he worked on works in church (and) politics and mainly on an important treatise of modern logic, his *Wissenschaftslehre: versuch einer ausführlichen und grösstentheils neuen Darstellung der Logik mit steter Rücksicht auf deren bisherige Bearbeiter* (Bolzano, 1837; recently its full English translation by P. Rusnock and R. George has been published as *Theory of Science*: Bolzano, 2014) – publication of this book was facilitated by his student Michal J. Fesl. In 1840 Anna Hoffmann fell seriously ill, the Hoffmann family (and Bolzano with them) moved back to

10) It was Václav Leopold Chlumčanský (1749–1830), the same that ordained Bolzano in Leitmeritz in 1805.

Prague, and Mrs. Hoffmann died there in 1842. That was a serious blow for Bolzano. Therefore, he moved in with his brother who lived at Celetná Street. In 1840s he also enjoyed the hospitality of Antonin Veith at the Liběchov castle where he wrote his pivotal (and still cited) work *Paradoxien des Unendlichen* (*The Paradoxes of the Infinite*; Bolzano, 1851). In 1841–1848 Bernard Bolzano, as secretary of its Department of Physics and Mathematics, also worked for the Royal Bohemian Society of Sciences, contributing abundantly by giving lectures. Although he was encircled by dozens of students, he did not manage to foster a follower in his works.

As for the revolutionary 1848, he viewed the events of that year with great hopes as well as with concern about possible violence. For that reason he did not approve publication of his utopia *Von dem besten Staate*, written already in early 1830s. He rejected both the elections for Frankfurt parliament and the Slavic Congress convened to Prague. He paid special attention to the attempt of his student and member of the National Committee F. Náhlovský who, in May 1848, convened progressive catholic priests to Prague in order to consult on possible church reforms. He strongly denounced the suppression of the revolutionary movement, and shortly afterwards, in early December 1848, he caught cold and deceased due to lung paralysis one week before Christmas, on 18 December 1848, in his and his brother's house. On 21 December 1848, considerable crowd attended his burial into a simple grave at Olšany cemeteries in Prague. In 1860, however, his remains were transferred into a common tomb built by F. Šebek for Bolzano and his student F. Schneider.

The first fruit of his works, the 1804 *Betrachtungen über einige Gegenstände der Elemen-*

targeometrie (Considerations on some Objects of Elementary Geometry), concerned the issue of parallel lines. In his further mathematical works from 1810–1817 and 1833–1848 he refined (before Augustin-Louis Cauchy did) definitions of some important terms in the theory of real numbers (such as infimum of a set) and in the theory of functions (continuity, limit, convergence of sequences etc.). He defined the notion of function as display. Bolzano's name is mainly associated with mathematical analysis – the Bolzano-Weierstrass theorem, the Bolzano function, the Bolzano-Cauchy condition of convergence of sequences, etc. Most of his post-1820 mathematical works can only be found in manuscripts and were only published in the 20th century, the one exception being the *Paradoxien des Unendlichen* (*Paradoxes of the Infinite*) where the notion of an infinite set and amount was first defined. Even this book, however, was published in 1851, i.e. after Bolzano's death. Nevertheless, it had strong impact on the designer of the set theory, German mathematician Georg Cantor, and also on another important German mathematician Richard Dedekind.

He wrote his works in German, but his entire life he lived in Bohemia and already during his lifetime he had become, especially for proponents of the Czech National Revival movement, a symbol of fighter for social and national justice. Bolzano considered Bohemia to be his homeland, he loved Prague and in his youth he even tried to express his admiration of Prague and Bohemia in Latin glorifying verses, but he spoke German and wrote in German or in Latin. In terms of his nationality, it is quite certain that he felt (in German terms) to be *bömisches* rather than *tschechisch*, and he had clearly no sympathy for nationalism. Bolzano's teaching

and preaching period is one of the first successes of the Czech national movement: the activities of the older revivalist generation, rooted in the Enlightenment (Václav Matěj Kramerius, Josef Dobrovský, Antonín Jaroslav Puchmajer, Jan Nejedlý) were at their peak, and the second generation featuring tones of romantic nationalism (Josef Jungmann, Václav Hanka, František Palacký, Pavel Josef Šafařík, František Ladislav Čelakovský, Jan Evangelista Purkyně) was starting to give voice to their views. Bolzano considered this romantic nationalism damnable, seeing it as one of the forms of romantic ravings, a contemporary ill he criticized in his exhortations on several occasions. František Ladislav Čelakovský admired Bolzano, Josef Dobrovský defended him. František Palacký consulted Bolzano on theological and church-policy aspects of his historical works. Josef Jungmann disliked Bolzano's aversion for romantic nationalism of the second revivalist generation. And after his death, Bolzano's legacy was claimed and used by Karel Havlíček Borovský – in his *Letters from Kutná Hora (Kutnohorské epištol)* he draws on Bolzano's ideas to develop a holistic program of radical reform of the Church.

For the purpose of present article it is important that Bolzano's private library has been preserved (see Švejda, 1981) and hence, drawing in the literature in it, we can assume what knowledge of the probability calculus Bolzano could have had, and what works could he have drawn from¹¹. Count Lev Thun provided Bolzano with a significant amount of money and Bolzano used it to build up a large library of 2437 volumes, bequeathing it to Count

Thun when he passed away. Thun gave it to the "Lusatia Seminary" in Prague under the condition that if this seminary was ever to leave Prague, Bolzano's library would be transferred to the Prague university library. This happened in 1922. After various other peripeteias Bolzano's library is nowadays stored in the Czech National Library in Prague, in its section of manuscripts and ancient prints, and features a dedicated card catalogue. It contains 2087 volumes under 1342 signatures (Švejda, 1981). An overview of this catalogue informs us that Bolzano had the following books relating to the theory of probability in his library: Craig (1699), de Condorcet (1805), de Lacroix (1816)¹². In all these books, there are pages with handwritten notes, and it is therefore clear that someone (maybe Bolzano himself) really studied them. No other books relating to the probability calculus can be found in his library. It is possible, however, that during the various movements of the library some books have been lost, and it is also possible that this includes books relating to the probability calculus. It is for instance surprising that de Laplace (1814) is lacking in Bolzano's library.

2 Probability and Textbook on the Science of Religion

As stated in the introduction to this paper, we can find significant parts of Bolzano's dealings with the theory of probability in an unlikely treatise – his *Lehrbuch der Religionswissenschaft (Textbook on the Science of Religion; Bolzano, 1834)*. And before we approach them in detail, it is necessary to ask why it is so. There are some

11) Of course: Bernard Bolzano could have known and used books from other libraries as well, but it is a well-grounded assumption that his own library was more handy and the books in it were used by him most often.

12) We list the original editions, not necessarily the ones that can be found in his library.

hints in the text itself. The exposition of probability calculus in Bolzano (1834) can be found in a chapter entitled *On the Nature of Historical Knowledge, Especially as Regards Miracles*, stating in its introductory paragraph 13 (Bolzano, 1834, pp. 37-38) the following:

“4. *In newer times there have been various attempts to shake the historical faith, especially as regards miracles, stating that accounts of miracles, in particular those that took place many centuries ago, have never been rigorously provable. Such claims have been made e.g. by Joh. Craig, Dav. Hume, Bolinbroke, J. J. Rousseau, G. F. Bahrdt, Im. Kant and many others.*”

5. *In order to face their objections it is necessary to outline some thoughts about the nature of historical knowledge and on the degree of its certainty, especially as regards miracles.*“

Bolzano thus includes the outline of probability theory in his textbook on (science of) religion purposefully, pursuing what he might have seen as a higher aim¹³: the defense of faith. And the objections of the aforementioned scholars were not to be taken lightly – those of Craig still seemed persuasive more than 100 years after their publication. Bolzano further clarifies this in point 15 of paragraph 15 (1834, p. 45): “*Whoever has any knowledge in terms of calculations with letters*¹⁴ *will also be able to easily understand the following mathematical propositions that I only want to state here because they serve the purpose of thorough*

rebuttal of those objections that have been raised with appearance of scholarship against the possibility of historical verification of a miracle and even by mathematicians, e.g. by Joh. Craig.“

Recall that Bolzano did have the treatise by John Craig (1699; English translation in Nash 1991)¹⁵ in his library, and the volume appears to be thoroughly studied. And Craig, too, used mathematics (and more specifically, probability) as a means for providing a theological proof. In this light the appearance of an account on probability in a textbook on religion is less surprising.

Put shortly, Craig’s claim that provoked Bolzano’s criticism is the idea that there is dependence between credibility of a testimony and various factors, and that this dependence can be expressed in mathematical terms: there is linear inverse proportionality between the credibility of a testimony and the length of the sequence of witnesses transmitting the testimony, and there is quadratic inverse proportionality between the former and the time that has passed since the event as well as the distance from the place where the event occurred.

Craig uses the term “historical probability” that he defines as follows (1699, p. 9; Nash 1991, p. 55): “*Probability is the appearance of agreement or disagreement between two ideas through arguments whose logical connection is not certain, or at least is not perceived to be so. (...) Historical probability is that which is deduced from the testimony of others who testify to their observation or experience.*” It

13) Recall that according to some sources Bolzano preferred the chair of religion rather than that of mathematics.

14) Bolzano most likely means what we call “symbols” today.

15) The title of this rather short (32 pages) treatise, *Theologiae christianae principia mathematica* (Mathematical Principles of Christian Theology) is reminiscent of the famous work of Craig’s teacher I. Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica*.

is therefore quite clear that his “probability” is a phenomenon or relation entirely different from what we understand by this term today. As noted by Mačák (1996, p. 50), Craig is clearly inspired by the notion of mechanics promoted by his teacher I. Newton, calculating the diminution of initial historical probability in terms of movement: as the sum of a uniform movement (the length of sequence of witnesses) and of movements uniformly accelerated (time, distance); if there are more such movements, they add up.

Up to here, it is little more than a bizarre application of the term “probability” mixed with simplistic mechanics. What really provoked Bolzano’s reaction is the fact that Craig claimed that this regularity also applies to the Holy Scripture, permitting to calculate the exact year of the Last Judgement as 3150¹⁶. In terms of marketing, this was a very good promotion, and the popularity of this short treatise might have also been a factor urging Bolzano to react. And his reaction is probably the best evidence of the depth of his religious faith.

3 Outline of Bolzano’s Probability Theory

As mentioned earlier, Bolzano’s probability considerations are related to his defence of the credibility of biblical accounts of miracles. For this purpose, Bolzano developed his own mathematical theory of probability. This theory is mathematically correct; the same can, however, barely be said about the specific instances it is applied to – the miracles, witnesses, and testimonials, i.e.

about the practical usage of this theory in the sphere of religion.

Bolzano outlines his theory of probability in his *Textbook* (Bolzano, 1834) and touches upon the subject also in his *Wissenschaftslehre* (*Theory of Science*, Bolzano, 1837; see below). Let us focus first on the *Textbook*. The relevant passages can be found in chapter two of Part II of this book that includes paragraphs 13–30 and extends to 39 pages. Following in the footsteps of Mačák (1996), the two introductory paragraphs can be skipped and a more thorough account can start at paragraph 15, long and further subdivided into points and subpoints (Bolzano, 1834, pp. 39–49)¹⁷.

Bolzano starts, in §15/2, by pointing out that he does not intend “to clarify or dissect the notion of probability into its simple components” and settles “for its mere understanding.” (Bolzano, 1834, p. 40). Let us not forget that the book we are dealing here is one on science of *religion*. In his book on theory of science (Bolzano, 1837), Bolzano provides very thorough analysis of these notions.

Bolzano then (in §15/4) defines the basic notion – the “degree of probability” (*der Grad der Wahrscheinlichkeit*), albeit only in general terms: “The degree of trust by which we can expect, or apprehend, or assume something, is its degree of probability.” (Bolzano, 1834, p. 40). He also outlines various grounds of this probability. In the following point (§15/5) Bolzano provides an exact definition of probability, largely identical to its classical definition: “The

16) According to his calculations (Craig 1699, p. 24; Nash 1991, p. 70), the faith in the Holy Scripture should reach zero by the year 3150. Citing the gospel (Lk 18, 8) Craig concluded that in that year at latest the Last Judgement will take place.

17) As indicated, the following text follows the account of Bolzano’s ideas as provided by Mačák (1996; but also 2005). All English translations from Bolzano (1834) provided here are ours, and are based both on the German original and its translation provided by Mačák (1996).

probability of a consideration is its feature that has a degree or size; and this size is measured by a fraction. In order to establish with what degree of probability can it be assumed that among many answers to a question that are not demonstrably false, i.e. are problematically possible, the answer A is correct, we must calculate how many cases α , β , γ , δ etc. there are with respect to the answer to the question that are not demonstrably false and that all, backed by the same partial reason, have the same probability. The sum of these cases provides us with the denominator of a fraction. Then we must calculate the number of these cases featuring the answer A. The sum of these cases provides us with the numerator of a fraction.” (Bolzano, 1834, p. 41) Bolzano illustrates it by an example: if we have an urn containing 40 balls – 30 white and 10 black, the degree of probability by which we can expect to draw a white ball in case of a random draw is equal to $\frac{3}{4}$. The larger the probability, the more this fraction approaches one (or “oneness”, *der Einheit*; §15/6).

In subsequent points 7 to 14 of paragraph 15 Bolzano provides some notions derived from this basic notion:

We speak of *certainty* (*die Gewißheit*) if the degree of probability is equal to $\frac{1}{2}$ (§15/7). We speak of *uncertainty* (*die Zweifelhaftigkeit*) if the degree of probability is equal to $\frac{1}{2}$ (§15/8). Note that the German term used is not the linguistic negation of the term used previously for certainty (that would be *die Ungewißheit*), but rather one stressing the equal probability of *two* possible outcomes. Bolzano point out that this is the borderline between *probability* and *improbability* in general language where we do not use the term *probability* for very small likelihoods (§15/9). In science, however, the

terms are complementary, and “infinitely large improbability” can be replaced by “infinitely small probability” when the degree of probability is very small (§15/10). Bolzano uses the term “morally impossible” (*moralisch unmöglich*) for such cases, because in most of them it is compulsory to act as if there was absolute impossibility (§15/11). Bolzano cites formulation of the first verse of Homer’s Iliad by picking letters randomly out of a box as one example of such phenomena. He uses the term “moral certainty” (*moralische Gewißheit*) for claims of the opposite nature (§15/12).

Subsequently, Bolzano defines (in §15/13) relative or referential probability (*relative oder beziehungsweise Wahrscheinlichkeit*) and absolute probability (*absolute Wahrscheinlichkeit*): “*This probability of a proposition, which is based only on certain circumstances, is called its relative or referential probability, unlike the one it (the proposition) obtains if we take into account all circumstances or reasons known to us, which are called its absolute probability.*” (Bolzano, 1834, p. 45). In §15/14, he further divides the former into outer and inner probability: “*One peculiar kind of relative probability of an outcome – the one that results from the observation of one witness – is called outer (äußere) probability; on the other hand, the probability of the same that we obtain when taking account of all other circumstances that are not testimonials is called inner (innere) probability.*” (Bolzano, 1834, p. 45).

Then there follows §15/15. More than 3 pages long and featuring crucial mathematical contents, this is the focal point of the probability accounts in Bolzano (1834). He is also explicit here in addressing ideas of other mathematicians, namely J. Craig. He starts (in §15/15/a) by a proposition on probability of a comple-

mentary phenomenon: “if the degree of probability of a claim concerning real occurrence of an outcome is equal to x : then the degree of probability of the contradictory opposite, i.e. the claim that the particular outcome did not occur, is equal to $1 - x$ ” (Bolzano, 1834, pp. 45–6), proving it from the general definition of probability. He then proceeds (in §15/15/b) to a proposition on multiplication of probability of independent¹⁸ random phenomena: “the probability of an outcome M that can only be produced by a combination of two circumstances A and B is equal to the product of multiplication of probabilities of the latter two” (Bolzano, 1834, pp. 46–7), again providing a mathematical proof. In § 15/15/c the previous claim is generalized to more than two phenomena.

Bolzano provides no illustrative examples of the above in §15; Mačák (1996, p. 42) identifies one further on at the end of §17 of the same book entitled *Requirements for Credibility of an Immediate Witness*. The example is as follows: “If, for example, the degree of probability of the fact that a witness knows the issue he is talking about is equal to $\frac{9}{10}$ (...); the degree of probability of the fact that he is able to express thoughts is equal to $\frac{4}{5}$ (...); and finally the ground¹⁹ of probability of him being veracious is equal to $\frac{2}{3}$ (...): then the degree of probability with which we can rely on his testimony is equal to $\frac{9}{10} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{2}{3} = \frac{12}{25}$.” (Bolzano, 1834, p. 52).

Let us return to §15/15 and its subpoint d). This subpoint contains the crucial formula

in terms of mathematical contents of Bolzano (1834). However, as can be seen and as also noted by Mačák (1996, p. 42) the language used is not particularly clear: “If the probability of an outcome M in certain respect A (i.e. due to occurrence of circumstance A) is equal to x ; and in another respect B (i.e. due to occurrence of circumstance B) is equal to y : then the degree of probability due to combination of both respects (i.e. if both circumstances occur simultaneously), i.e. the absolute probability arising from the combination of both these relative probabilities, is equal to

$$\frac{x \cdot y}{x \cdot y + (1 - x) \cdot (1 - y)}. \quad (1)$$

The operation performed is not entirely clear. However, as Mačák noted (1996, p. 43), the same issue is dealt with in great detail in point 17 of paragraph 161 in Bolzano (1837). We can therefore use some examples from the latter source as illustrations:

“If, for example, we know that someone has drawn a ball from each of two urns, one of which contains 30 black and 20 white balls, while the other contains 70 black and 50 white balls, and we were told that both are the same colour (both black or both white) the probability of the proposition that both are black is

$$\left(\text{because } \frac{30 \cdot 70}{50 \cdot 120} + \left(1 - \frac{30}{50}\right) \cdot \left(1 - \frac{70}{120}\right) \right) = \frac{21}{31}.$$

18) However, as pointed out by Mačák (1996, p. 42), independence is likely only presumed intuitively, as there is no definition of independence in Bolzano (1834).

19) Bolzano (1834, p. 52) indeed uses the term “der Grund” here instead of “der Grad” used in the rest of this example. Mačák (1996, p. 42; 2005, p. 42) ignores it and we also think that this is most likely only an error with no material significance.

The above theorem (i.e. the formula (1)) may be applied whenever we want to calculate the probability of a proposition relative to several independent assumptions, each of which confers upon it a certain degree of probability – for example, when we have several independent witnesses for the occurrence of some event. Suppose that the degree of probability that a certain event has based upon the claim of witness A is $\frac{3}{5}$ and based upon the claim of witness B, $= \frac{7}{12}$. Then because the agreement of these witnesses can only come about for two reasons, to wit, either both speak truly or both speak falsely, the degree of probability of the event based upon the consensus of the two is $= \frac{21}{31}$. The theorem (again, the formula (1)) can even be applied in cases where one or more propositions speak against the proposition to be proved (e.g., witnesses who deny that the event occurred) if, instead of assuming that the denial of the proposition yields the probability π , we represent its affirmation as conferring the probability $1 - \pi$. Thus the probability of an event having occurred when one witness speaks in favour of it with probability $= \frac{4}{5}$ and another speaks against it with probability $= \frac{3}{4}$, is just as certain as one where two witnesses speak in favour, the first with probability $\frac{4}{5}$, the second with probability $\frac{1}{4}$, i.e.,

$$\frac{4}{7} \left(\text{because } \frac{4}{7} = \frac{\frac{4}{5} \cdot \frac{1}{4}}{\frac{4}{5} \cdot \frac{1}{4} + \left(1 - \frac{4}{5}\right) \cdot \left(1 - \frac{1}{4}\right)} \right).$$

(Bolzano, 1837b, pp. 182-3; 2014b, p. 130; text in brackets is ours, the first elaboration also appears in Mačák, 1996, p. 43).

Subpoint 15 e): formula (1) is generalized to a case featuring more than two circumstances.

Subpoint 15 f): discussion on formula (1) when $x = \frac{1}{2}$.

Application of (1) is not limited to paragraph 15 and can also be found in paragraph 19 entitled *Establishing the Absolute Probability of an Event for Which There Is One Testimony*. There, Bolzano looks into a slightly different situation and, building on the definitions provided in points 13 and 14 of paragraph 15, states that each event (as of itself) can have some degree of inner probability x , and if we couple it with the degree of witness probability y , this leads to the degree of absolute probability expressed via (1). This probability can approach certainty (i. e. the value of this fraction can approach 1) when at least one of the two values (x , y) can approach 1. In other words, an event can be credible even when its inner probability is low, but the credibility of the witness is high, and also when the witness is very non-credible, but inner probability of the event is high. According to Bolzano (still in paragraph 19), testimony of a witness with credibility of $\frac{1}{2}$ does not change the credibility of an event, while if the credibility of a witness is lower than $\frac{1}{2}$, his testimony lowers the credibility of the event. Witness credibility lower than $\frac{1}{2}$ is, however, a very rare case: “For even a witness with little or no love for truth does not, by mere recounting, instantly produce the feeling that the event has not occurred; especially when the phenomenon he talks about has inner improbability.” (Bolzano, 1834, p. 56).

Bolzano further elaborates this in paragraph 21 entitled *On the Amount of Witnesses* Bolzano by stating that it is not necessary to have more witnesses in order to be sufficiently assured that an event has taken place. Even an event with infinitely low inner probability (transcribed by Bolzano as equal to $\frac{n}{\infty}$) can acquire moral certainty (see text on points 11 and 12 of paragraph 15 above) by a testimony of a single witness. He provides the following example:

“Let us assume that someone has drawn one of a million balls labelled by numbers from 1 to 1 000 000, and that two witnesses (either knowing nothing about the statement of the other) award the ball drawn the number 275; is it not, by this agreement, most probable that both are telling the truth, as it is most improbable that both would otherwise come up with the same number?” (Bolzano, 1834, p. 58).

Subpoint 15 g): This is the last subpoint of point 15 in paragraph 15 of Bolzano (1834, p. 48-9), containing one statement that is important for the reasoning (and the second important formula): “If the probability of an outcome M is equal to x and of some other outcome N , contradicting the former, is equal to y : then the degree of probability with which we can assume that the outcome M rather than N occurs, is equal to

$$\frac{x}{x+y}.” \quad (2)$$

The application of this formula can be illustrated by an example taken from paragraph 22 in Bolzano (1834).

Paragraph 22 *On Disaccord of Witnesses* contains the following example: “If A recounts that a man walked a narrow footbridge and suddenly fell into water; while B (claims) that the man jumped into water on purpose; and the credibility of A is equal to $\frac{3}{4}$, the inner probability of his story is equal to $\frac{1}{2}$; the credibility of B , on the other hand, is equal to $\frac{4}{5}$, the inner (probability) of his story is $\frac{1}{100}$, then according to § 19²⁰ the probability of the former phenomenon is equal to $\frac{3}{4}$, of the latter is equal to $\frac{4}{103}$. The former is thus much more credible than the

latter, and the degree of probability with which we can assume that the former rather than the latter indeed occurred is (according to § 15 (point 15) subpoint g))²¹ equal to $\frac{309}{325}$.” (Bolzano, 1834, p. 60).

And again, we can also let Mačák (1996, p. 45) point us to paragraph 161 of Bolzano (1837), this time its point 19: “If, for example, we know that in an urn there are 1000 balls of varied colours, but only 10 black and one white, the probability that someone drawing a single ball choose a black one is $= \frac{10}{1000} = \frac{1}{100}$, and that he shall choose a white one $= \frac{1}{1000}$. If now someone simply states that either a white or a black ball was drawn without specifying which, the probability that it was black is $\frac{10}{11}$ (because the application of formula (2) for and

$$x = \frac{1}{100} \quad y = \frac{1}{1000} \text{ is } \frac{\frac{1}{100}}{\frac{1}{100} + \frac{1}{1000}} = \frac{10}{10+1} = \frac{10}{11}.”$$

(Bolzano 1837a, p. 184; 2014b, p. 131; text in brackets is ours).

In paragraph 27 of Bolzano (1834) entitled *Miracles Can also Be Validated Historically* the considerations of probability in this textbook end by the following example: “Let us assume that the inner improbability of a miracle would be equal to $\frac{n}{\infty}$; but the improbability of another assumption we would have to make if history were lying would be even much bigger, e.g. equal $\frac{n}{m \cdot \infty}$ to or even $\frac{n}{\infty^2}$. In such case, then, the probability with which we must assume that the miracle did occur would follow the formula

$$\frac{x}{x+y} = \frac{\frac{n}{\infty}}{\frac{n}{\infty} + \frac{n}{m \cdot \infty}} = \frac{m}{m+1}.$$

20) I.e., according to §15/15/d, in other words, according to formula (1).

21) I.e., according to formula (2).

and that can approach number one as closely as we want, as long as m is very large.” (Bolzano, 1834, pp. 69–70).

At this point we can return to Bolzano’s motivation for including the “probability” chapter into his *Textbook*. As shown above an unlike Craig, Bolzano used the “real” probability calculus, moving the entire issue moved to a different mathematical position. That is because Bolzano, using his formulas (1) and (2) and the related considerations, claimed (and concluded) that credibility of the Holy Scripture can be as large as that of mathematical statements. His arguments, however, are not always compelling; his claims are sometimes very bold, such as when comparing the probability of biblical miracles to that of “stones falling from the sky” (Bolzano, 1834, p. 68).

As noted by Mačák (1996, p. 51), most of his arguments are morally-theological in nature, as can be demonstrated by the concluding paragraph²² of the chapter of Bolzano (1834) that we study here. According to Bolzano, historical pieces of knowledge can have the same degree of certitude as mathematical knowledge – the past existence of Troy is as certain as the Pythagorean theorem on square of the hypotenuse. And the same applies to the Scripture and Revelation: “For what is necessary to have faith in such Revelation appear in us for very judicious reasons? Nothing else than:

a) to have sufficiently certain knowledge of the contents of this presumed Revelation; then

b) to ascertain that these teachings contain for us a sign of moral benefits; and that
c) we have been acquainted with them due to certain extraordinary circumstances.” (Bolzano, 1834, 74).

Bolzano then explains that the Revelation provided to us by the Holy Scripture has indeed the properties listed under a), b) and c) above, and concludes the entire chapter by the following point (§30/12):

“And so we see that for faith in the divine Revelation, underpinned as it is by historical propositions of uncertain nature, it is inherent that it does not share this uncertainty, because here the issue certainly is not what things are as of themselves, but only how they appear to us. What appears to us after relevant proofing as divine Revelation, is divine Revelation indeed.” (Bolzano, 1834, p. 75).

Paragraph 30 thus shows other aspects of Bolzano’s thought.

4 Probability in Bolzano's Theory of Science

Although the main focus of this paper is on Bolzano’s *Textbook on Religious Science* (Bolzano, 1834), we have supplemented it by examples taken from Volume Two, Paragraph 161 of his crucial work, *Wissenschaftslehre (Theory of Science; Bolzano, 1837)*²³. The latter was published later than Bolzano (1834), but it had been finished before 1830. As evidenced by the full title of this book²⁴, the author did not con-

22) It is paragraph 30, aptly entitled *Can Historical Judgements, Especially Those Based on Faith in Revelation, Achieve the Same Degree of Certitude as A Priori Judgements?*

23) Unlike in *Lehrbuch der Religionswissenschaft*, the paragraphs in this book are numbered consecutively in all four volumes, thus §161 can be found in only one volume – volume two.

24) The full title is as follows: *Theory of Science. Attempt at a Detailed and in the Main Novel Exposition of Logic with Constant Attention to Earlier Authors.*

ceive it as a treatise in mathematics, but rather in logic. It deserves to receive (and indeed has already received) special attention. With respect to the notion of probability, Bolzano and his approach in his *Theory of Science* have been linked (see Mačák 1996, p. 47, citing the modern German edition from 1990) to Wittgenstein and Carnap. A basic outline of the contents of Bolzano (1837) can be found e.g. in Berka (1981, pp. 67–89), quite recently its full English translation by P. Rusnock and R. George has also been published (Bolzano, 2014) – the forewords to those volumes, however, avoid the issue of probability entirely.

The previous chapter of this paper focused on paragraph 15 in Bolzano (1834), corresponding to paragraph 161 in *Theory of Science*. The latter is larger and, in some respects, much more thorough; however, as far as the issue we focus on here is concerned, it contains very few novelties amending and enlarging the theory presented earlier. The passages that are of interest for our purpose include some examples as reproduced above, and a statement in point 16 of paragraph 161 that, in present-day terminology, would be worded as follows:

If A and B are phenomena, then the probability P is

$$P(A \cup B) = 1 - (1 - P(A)) \cdot (1 - P(B)).$$

Bolzano (1837a, p. 181; 2014b, p. 129) provides this example: “Thus if there are two urns, where one contains 40 black balls and 50 altogether and the other has 45 black out of 60, the probability that someone drawing a ball from each of them will pick a black one is =

$$1 - \left(1 - \frac{40}{50}\right) \cdot \left(1 - \frac{45}{60}\right) = \frac{19}{20}.”$$

As Mačák (1996, p. 47) notes, in mathematical perspective this Bolzano’s claim is an analogy of the proposition on addition of probability for independent random phenomena. Bolzano uses the term “multiplication of probabilities” and makes (almost) no mention of independence of phenomena. It seems that the assumption of independence of the random phenomena studied had long been considered intuitively obvious in the theory of probability. However, Bolzano seems to have been aware of this issue. In Note 3 concluding paragraph 161 in his *Theory of Science* he criticizes mechanical usage of this proposition, providing the following example: “For example, if one of two balls in a box is black and one (which may or may not be the same) is fragrant, the probability that Caius will draw the black ball is $\frac{1}{2}$, and the probability that the black ball is the fragrant ball is also $\frac{1}{2}$. Now these propositions may be considered as premises of a syllogism, the conclusion of which is that Caius will draw the fragrant ball. If the probability of the conclusion is always the product of the probabilities of the premises, the conclusion would have to have the probability $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$, while it has in fact higher probability, namely $\frac{1}{2}$.” (Bolzano, 1837a, pp. 190–191; 2014b, p. 136).

In the same Note 3 Bolzano also states the following: “The propositions²⁵ in (points) no. 5 ff. are only some of the first and easiest which appear in writings on the theory of probability. I thought, however, that they should be expressed more carefully than is usually done.” (Bolzano, 1837a, p. 190; 2014b, p. 136) It seems, therefore, that his aim was rather modest, at least in terms of mathematics. Rather than providing a thorough outline of the theory of

25) I.e. the propositions on probability in this paragraph.

probability, he focused on providing the understanding of its basic ideas and precision in their formulation as required by his topic.

To Mačák (1996, p. 48) it seems that the main difference between present-day mathematical understanding of probability and Bolzano's approach lies in the fact that today in mathematics we speak about probability of a phenomenon while Bolzano speaks about probability (or degree of probability) of a judgement, claim, proposition. It is quite clear from the quotes of paragraph 15 of Bolzano (1834), a religious treatise, and it is all the more visible in Bolzano (1837), a thorough treatise in logic; we can quote an example from paragraph 317 of the latter entitled *Definition of the Concepts of Certainty and Probability with Respect to Thinking Beings*: "There (i.e. in paragraph 161) we meant by probability a relation which holds between propositions as such, no matter whether they are in themselves true or false or whether somebody takes them to be true or false." (Bolzano, 1837b, p. 266; Bolzano 2014c, p. 178).

In mathematical terms, Bolzano's approach is strictly based on the "classical" definition of probability that is applicable only when describing the final sets of random phenomena. As this paper is focused on Bolzano's account of the probability calculus in his textbook on (science of) religion (Bolzano 1834) written more than 180 years ago, it can therefore be stated that Bolzano indeed did not go soft on his potential readers and introduced them to complexities of probability calculus very thoroughly.

5 Current Views of the Issue

If we take a step back from the theological motivation of Bolzano as outlined above, the issue studied by him can be rephrased in terms that

render it still topical to-day. The issue thus is how credible conclusions can be drawn from uncertain initial statements and currently there are various approaches to it. These approaches are usually not based on the theory of probability and it seems that the theory of fuzzy sets provides better mathematical basis for dealing with this issue. Basic outline of this issue can be found e.g. in Novák (1986) and Novák, Perfilieva, Močkoř (1999), as well as in works of Hájek and his students and/or colleagues (ex. Hájek (1984), Hájek, Valdés (1990) and Hájek, Havránek, Jiroušek (1992)).

Hájek's works are especially relevant here: even though he is, as noted by one reviewer, "adamant" that fuzzy logic "does not mirror probability theory" (Pelletier, 2000, p. 343), the issue studied by Bolzano and presented in the preceding pages fits perfectly with his notion of t-norms based on a binary operation (or conjunctive truth function) that he marks "*".

Unfortunately, this article already runs out of space, so we cannot elaborate further on this issue. The reader, however, can find further information in the pre-cited works as well as in a "dialogue" between Hájek and his fellow Austrian scholar Ch. Fermüller (Fermüller and Hájek, 2011) and (in Czech) also in Mačák (1996, p. 52ff; 2005, 57-8).

Conclusion

In the wider context of theory of probability, the parts of Bolzano's *Textbook on the Science of Religion* (Bolzano, 1834) that deal with this issue can best be placed under the label "probability of testimony". As Mačák (2005, p. 56) points out, this is a historical chapter of the theory, with little relevance today – recall that the best parallels from recent theory to Bolzano's ideas can be found in the realm of fuzzy logic rather

than theory of probability. In his times, however, the situation was different: a look into the works of Bolzano's contemporaries reveals that e.g. Laplace devotes the entire Chapter 11 ("*De la probabilité des témoignages*") in Part II of his *Analytic Theory of Probabilities* (Laplace 1812) to these issues, and they are also present in the textbook by Lacroix (1816) that Bolzano had in his library. Bolzano therefore treads the ground that had been vivid and topical in contemporary theory of probability, and his approach to the issue is not original. What is original indeed, however, is the idea to use this mathematical theory in the field of religion. Mačák (2005, p. 56) points out that not even in detailed historical works on "probability of testimony" can the slightest mention of Bolzano be found, and it seems, therefore, that the parts of his *Textbook on the Science of Religion* devoted to probability have never had any influence on anyone and anything, were forgotten, and have only been re-discovered by recent historians – mainly Mačák himself.

As shown above, Bernard Bolzano devoted part of his textbook on "science of religion" to proof of credibility of the Holy Scripture by means of probability calculus. His approach to this mathematical problem is consistent and can be also illustrated by examples from his better-known work, *Theory of Science* (Bolzano, 1837). We agree with Mačák (1996, p. 54) that the mathematical means Bolzano used are elementary; the issue studied (i.e. the assessment of credibility of conclusions drawn from uncertain initial statements), however, is clearly not, and is still topical in present-day research. This work of Bolzano is all the more intriguing due to the

fact that, as also claimed by Mačák (1996, p. 54), in early XIXth century, theory of probability was likely not studied at all in our lands, and also due to his effort to apply probability calculus in an unlikely discipline – theology. For these reasons we think it is worthwhile to deal with this Bolzano's work as well.

The paper states what could have been the reasons that lead Bolzano to write the relevant part of the Textbook, and also one of possible present-day views of the mathematical issue studied by him. Understandably, the theological aspects of the issue are left aside. However, it would be unwise to separate Bolzano-theologian from Bolzano-mathematician, especially if we want to grasp the legacy of this scholar in its full bloom. For him, it appears, mathematics, philosophy, and theology only represented different ways leading to the same goal.

It is no secret that our territory could probably claim only one XIXth-century mathematician of significant figure – Bernard Bolzano. His fate, however, prevented him from making significant impression in mathematics of his time. We could always speculate on what would have happened if Bolzano did not accept the professorship of religion and was instead installed in the chair of mathematics instead J. L. Jandera. But that would only be speculations, all the more gruesome as we learn, more and more, what vast parts of mathematics and their fundamentals Bolzano knew and mastered.

Acknowledgements

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

REFERENCES

- BERKA, K. (1981). *Bernard Bolzano*. Praha : Horizont.
- BERKA, K. (1981a). Bemerkungen zu Bolzanos Wahrscheinlichkeitslogik. *Deutsche Zeitschrift für Philosophie* 29 (7), pp. 808 – 819. ISSN 0012-1045.
- BOLZANO, B. (1813). *Erbauungsreden für Akademiker*. Praha : Caspar Widtmann
- BOLZANO, B. (1834). *Lehrbuch der Religionswissenschaft, ein Abdruck der Vorlesungshefte eines ehemaligen Religionslehrers an einer katholischen Universität, von einigen seiner Schüler gesammelt und herausgegeben I–IV*. Sulzbach : J. E. v. Seidel
- BOLZANO, B. (1836). *Lebensbeschreibung des Dr. B. Bolzano mit einigen seiner ungedruckten Aufsätze*. Sulzbach : J. E. v. Seidel.
- BOLZANO, B. (1837). *Wissenschaftslehre. Versuch einer ausführlichen und grösstentheils neuen Darstellung der Logik mit steter Rücksicht auf deren bisherige Bearbeiter. Bd. I–IV*. Sulzbach : J. E. v. Seidel.
- BOLZANO, B. (1837a). *Wissenschaftslehre. Versuch einer ausführlichen und grösstentheils neuen Darstellung der Logik mit steter Rücksicht auf deren bisherige Bearbeiter. Zweiter Band*. Sulzbach : J. E. v. Seidel.
- BOLZANO, B. (1837b). *Wissenschaftslehre. Versuch einer ausführlichen und grösstentheils neuen Darstellung der Logik mit steter Rücksicht auf deren bisherige Bearbeiter. Dritter Band*. Sulzbach : J. E. v. Seidel.
- BOLZANO, B. (1837c). *Leben des Franz Josef Ritter von Gerstners. Abhandlungen der Königliche Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften*. Praha : Haase.
- BOLZANO, B. (1849-52). *Erbauungsreden an Die akademische Jugend herausgegeben von einigen seiner Freunde I – IV*. Praha, Wien, Leipzig.
- BOLZANO, B. (1851). *Paradoxien des Unendlichen*. Leipzig : C. H. Reclam.
- BOLZANO, B. (2014). *Theory of Science. Vol. I-IV*. P. Rusnock, R. George (transl.). Oxford: Oxford University Press. ISBN 978-0-19-968438-0.
- BOLZANO, B. (2014a). *Theory of Science. Volume One*. P. Rusnock, R. George (transl.). Oxford: Oxford University Press. ISBN 978-0-19-968439-7.
- BOLZANO, B. (2014b). *Theory of Science. Volume Two*. P. Rusnock, R. George (transl.). Oxford: Oxford University Press. ISBN 978-0-19-968440-3.
- BOLZANO, B. (2014c). *Theory of Science. Volume Three*. P. Rusnock, R. George (transl.). Oxford: Oxford University Press. ISBN 978-0-19-968441-0.

de CONCORDET, M. J. A. N. C. (1805). *Elémens du calcul des probabilités, et son application aux jeux de hasard, a la loterie, et aux jugemens des hommes par feu M. de Condorcet. Avec un discours sur les avantages des mathematiques sociales et un notice sur M. de Condorcet.* Paris.

COUFAL, J., BREZINA, P. (2018). Bolzano a pravděpodobnost v náboženství. *Mundus symbolicus* 2018, vol. 26, pp. 59 – 76. ISSN 1210-809X.

CRAIG, J. (1699). *Theologiae christianae principia mathematica.* London.

DALE, A. I. (1999). *A History of Inverse Probability: From Thomas Bayes to Karl Pearson.* New York: Springer Verlag. ISBN 978-1-4612-6447-7.

DORN, G. J. W. (1987). Zu Bolzanos Wahrscheinlichkeitslehre, *Philosophia naturalis* 24 (4), pp. 423 – 441.

FERMÜLLER, Ch. G., HÁJEK, P. A Conversation About Fuzzy Logic and Vagueness. In: CINTULA, P. et al. (eds), *Understanding Vagueness: Logical, Philosophical and Linguistic Perspectives.* London, College Publications, 2011, 421pp. ISBN 978-1-84-890037-0.

HÁJEK, P. (1984). Teorie šíření nejisté informace v konsultačních systémech. *Expertní systémy – principy, realizace, užití.* Praha : ČSVTS – FEL ČVUT, 1984, pp. 70-80

HÁJEK, P., HAVRÁNEK, T., JIROUŠEK, R. (1992). *Uncertain information processing in expert systems.* Boca Raton : CRC Press. ISBN 0-8493-6368-3

HÁJEK, P., VALDÉS, J. J. (1990). Algebraic foundations of uncertainty processing in rule-based expert systems. *Computers and Artificial Intelligence* 9 (4), pp. 325-344.

HYKŠOVÁ, M. (2011). *Filosofická pojetí pravděpodobnosti v pracích českých myslitelů.* Praha : Matfyzpress. ISBN 978-80-7378-192-7

Index librorum prohibitorum sanctissimi domini nostri Gregorii XVI. pontificis maximi jussu editus. (1841). Roma : Camera Apostolica.

de LACROIX, S. F. (1816). *Traité élémentaire de calcul des probabilités.* Paris : Mallet-Bachelier.

de LAPLACE, P. S. (1812). *Théorie analytique des probabilités.* Paris : V. Courcier.

de LAPLACE, P. S. (1814). *Essai philosophique sur les probabilités.* Paris : V. Courcier.

LOUŽIL, J. (1978). *Bernard Bolzano.* Praha : Melantrich. ISSN 32-033-78.

MAČÁK, K. (1996). Bernard Bolzano a počet pravděpodobnosti. *Matematika v 19. století.* Praha : Prometheus, pp. 39-55. ISBN 80-7196-019-5.

MAČÁK, K. (2005). *Vývoj teorie pravděpodobnosti v českých zemích do roku 1938.* Praha : Ústav pro soudobé dějiny AV ČR. ISBN 80-7285-052-0.

NASH, R. (1991) *John Craige's Mathematical Principles of Christian Theology.* Carbondale, IL: Southern Illinois University Press and Journal of the History of Philosophy, Inc. ISBN 978-0-8093-1662-5.

NOVÁK, V. (1986). *Fuzzy množiny a jejich aplikace*. Praha : SNTL. ISBN 04-002-86.

NOVÁK, V., PERFILIEVA, I., MOČKOŘ, J. (1999). *Mathematical principles of fuzzy logic*. Dordrecht : Kluwer. ISBN 978-1-4615-5217-8

PELLETIER, F. J. (2000). Petr Hájek. Mathematics of fuzzy logic. Trends in logic, vol. 4. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, and London, 1998, viii + 297pp. (review). *The Bulletin of Symbolic Logic*, 6 (3), pp. 342-346. ISSN 1079-8986

ŠVEJDA, J. (1981). *Bernard Bolzano. Výběrová bibliografie*. Praha : Státní knihovna ČSR.

VESELÝ, F. (1957). Život Bernarda Bolzana a jeho matematicko-přírodovědecké práce. *Pokroky, matematiky fyziky a astronomie*, 2 (1), pp. 119-127. ISSN 0032-2423.

VESELÝ, F. (1957a) Život Bernarda Bolzana a jeho matematicko-přírodovědecké práce. *Pokroky, matematiky fyziky a astronomie*, 2 (2), pp. 234-243. ISSN 0032-2423.

BERNARD BOLZANO AND THEORY OF PROBABILITY

Doc. RNDr. Jan Coufal, CSc., JUDr. Bc. Peter Brezina, Ph.D.

ABSTRACT

The paper deals with the life and work of B. Bolzano, in particular with his treatment of the theory of probability. Bolzano mainly deals with this issue in his textbook on religion (*Lehrbuch der Religionswissenschaft*) and in the context of trustworthiness of Biblical testimonies. His approach, however, is modern and thorough, even surprisingly for mathematical provisions in a treatise on theology. He also pondered briefly upon this issue in another work, *Theory of Science (Wissenschaftslehre)*. Nevertheless, this aspect of his work received no attention from his contemporaries, even though Bolzano himself did draw on current literature.

KEYWORDS

Bernard Bolzano, probability, theory of probability, theory of science, science of religion.

JEL CLASSIFICATION

C10, B16

Pokyny pro autory

Odborný vědecký časopis Ekonomické listy se skládá ze dvou částí, recenzované a nerecenzované. V recenzované části jsou uveřejňovány pouze příspěvky, o jejichž zařazení rozhodla redakční rada na základě recenzního řízení; v nerecenzované části pak zejména ekonomické přehledy vycházející ze šetření převážně mezinárodních odborných institucí, zprávy z konferencí či recenze publikací aj.

Autoři sami uvádějí, do které části nabízejí své příspěvky.

Redakce přijímá pouze dosud nepublikované příspěvky.

Na zařazení příspěvku nevzniká právní nárok.

Rukopis příspěvku do recenzované části (v členění úvod, vlastní stat', závěr, literatura; abstrakt, klíčová slova a JEL klasifikace v anglickém jazyce) o celkovém rozsahu do 45 000 znaků může být předkládán v českém, slovenském nebo anglickém jazyce, a to pouze v elektronické podobě zasláním na e-mailovou adresu: elisty@vsem.cz. Grafy předkládejte v Excelu, tabulky ve Wordu. Seznam literatury uvádějte v abecedním pořadí dle normy ČSN.

Ekonomické listy

číslo 1, ročník 10.

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

Vycházejí 2 čísla ročně

Vydavatel

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

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

IČ: 25473361

Vysoká škola ekonomie a managementu, a.s.

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

IČ: 01801376

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

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

Redakční rada

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ing. Josef Vlášek, Český statistický úřad

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

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

Jazyková redakce: Za formální správnost příspěvků odpovídají autoři.

Grafická úprava: Luboš Vyskočil

Vyšlo dne: 15. 11. 2019

ISSN: 1804-4166

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

© Vysoká škola ekonomie a managementu, a.s.

