

Název projektu

Tvorba jednoúčelové umělé neuronové sítě pro predikci budoucího vývoje časových řad cen akcií dopravní/přepravní společnosti v ČR

Anotace

Cílem projektu je vytvoření jednoúčelové umělé neuronové sítě využitelné pro konkrétní podnik. Umělá neuronová struktura bude vytvořena na základě časových řad cen akcií daného podniku v horizontu střednědobého a dlouhodobého období (bude sledován cenový vývoj konkrétních firemních akcií u dopravní/přepravní společnosti v ČR). Pro výzkumnou část bude využito softwarového řešení programu Mathematica, přičemž významnou přidanou hodnotou projektu bude představovat hlavní výstup, a to v podobě jednoúčelové umělé neuronové sítě.

Vytvořená neuronová síť bude schopna reflektovat rychle se měnící akciový trh a poskytovat validní výsledky v kratší periodě, než je standardní doba obchodování s akciemi. Vedle technického řešení bude hlavní výstup podložen metodikou, která bude zahrnovat dílčí postupy řešení, až po komplexní přístup k vytvoření této jednoúčelové neuronové sítě. Spojení tématu hodnocení podniku a odhadu budoucího vývoje ceny akcií (tedy klasifikační analýzy s predikcí časových řad) je vlastně spojením fundamentální a technické analýzy.

Cílovou skupinu projektu (projektového týmu) budou tvořit akademičtí pracovníci Ústavu znaectví a oceňování a studenti navazujícího magisterského programu Logistické technologie. Velký význam zde představuje propojení spolupráce studentů a akademických (vědeckých) pracovníků Ústavu znaectví a oceňování, přičemž výhodou pro řešení jsou již zkušenosti u studentů, kteří se podíleli na řešení projektu Specifického výzkumu v roce 2018, je tedy zjevná motivace studentů zapojovat se do výzkumného řešení.

Projektový tým

Hlavní řešitel (akademický pracovník)

prof. Ing. Marek Vochozka, Ph.D., MBA

Další řešitelé – studenti (magisterského programu)¹

Bc. Kristýna Holá (učo: 14431)

Bc. Patrik Gross (učo: 12476)

Bc. David Matoušek (učo: 11461)

Bc. Martin Klečka (učo: 17306)

¹ Studentů musí být více jak 50 %



Bc. Michal Kamenický (učo: 16818)

Bc. Marek Hrstka (učo: 12130)

Bc. Eva Kalinová (učo: 19446)

Další řešitelé – akademičtí pracovníci

Ing. Veronika Machová, MBA

Ing. Jakub Horák

Zásadní odborné výstupy členů výzkumného týmu relevantních pro projekt za poslední 3 roky

prof. Ing. Marek Vochozka, Ph.D., MBA

- VOCHOZKA, Marek. Formation of complex company evaluation method through neural networks based on the example of construction companies collection. *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research*, Hradec Králové, Česká republika: Magnanimitas, 2018, roč. 7, č. 2, s. 232-239. ISSN 2464-6733.
- VOCHOZKA, Marek, Jiří JELÍNEK, Jan VÁCHAL, Jarmila STRAKOVÁ a Vojtěch STEHEL. *Využití neuronových sítí při komplexním hodnocení podniků*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství C. H. Beck, 2017. 234 s. ISBN 978-80-7400-642-5.
- KHASAEV, Gabibulla, Marek VOCHOZKA a Jaromír VRBKA. *Creating a comprehensive enterprise evaluation method*. 1. vyd. České Budějovice: Institute of Technology and Business in České Budějovice, 2018. 174 s. ISBN 978-80-7468-136-3.
- VOCHOZKA, Marek a Penfei SHENG. The application of artificial neural networks on the prediction of the future financial development of transport companies. *Communications : scientific letters of the University of Žilina*, Žilina: EDIS - vydavatel'ské centrum ŽU, 2016, vol. 18, č. 2, s. 62-67. ISSN 1335-4205.
- VOCHOZKA, Marek, Tomáš KLIEŠTIK, Jana KLIEŠTIKOVÁ a Gratiela SION. Participating in a highly automated society: How artificial intelligence disrupts the job market. *Economics, Management, and Financial Markets*, New York City, USA: Addleton Academic Publishers, 2018, roč. 13, č. 4, s. 57-62. ISSN 1842-3191.
- KASYCH, Alla a Marek VOCHOZKA. The choice of methodological approaches to the estimation of enterprise value in terms of management system goals. *Quality-Access to Success*, 2019, roč. 20, č. 169, s. 3-9. ISSN 1582-2559.
- VOCHOZKA, Marek a Veronika MACHOVÁ. Determination of value drivers for transport companies in the Czech Republic. *Nase More*, Dubrovnik: University of Dubrovnik, 2018, roč. 65, č. 4, s. 197-201. ISSN 0469-6255. doi:10.17818/NM/2018/4SI.6.
- VOCHOZKA, Marek, Gabibulla KHASAEV, Jan MAREČEK, Jaromír VRBKA a Veronika MACHOVÁ. *Inventory management in manufacturing company*. 1st. České Budějovice: Institute of Technology and Business in České Budějovice, Samara State University of Economics, 2018. 142 s. ISBN 978-80-7468-123-3.

- VOCHOZKA, Marek, Jaromír VRBKA, Simona HAŠKOVÁ, Zuzana ROWLAND a Veronika MACHOVÁ. *Přehled metod komplexního hodnocení podniků*. 1. vyd. České Budějovice: Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, 2017. 247 s. ISBN 978-80-7468-119-6.
- VOCHOZKA, Marek, Zuzana ROWLAND, Vojtěch STEHEL, Petr ŠULEŘ a Jaromír VRBKA. *Modelování nákladů podniku pomocí neuronových sítí*. První vydání. České Budějovice: Vysoká škola technická a ekonomická, 2016. 114 s. ISBN 978-80-7468-112-7.
- Projekt: TL01000349 Stabilizace a rozvoj MSP ve venkovském prostoru (ÉTA – TA ČR), do řešení zapojen v roce 2018.
- Projekt: TA04031723 Metodika stanovení intenzit dopravy po městských komunikacích (ALFA – TA ČR), do řešení zapojen od 1. 7. 2015.
- Nové metody v udržitelnosti rozvoje podniku (Samara State University of Economics), do řešení zapojen v roce 2015.
- Analýza malých a středních podniků a jejich úloha v tržní ekonomice (Samara State University of Economics a North China University of Technology), do řešení zapojen v roce 2015.

Ing. Veronika Machová, MBA

- VOCHOZKA, Marek, Jaromír VRBKA, Simona HAŠKOVÁ, Zuzana ROWLAND a Veronika MACHOVÁ. *Přehled metod komplexního hodnocení podniků*. 1. vyd. České Budějovice: Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, 2017. 247 s. ISBN 978-80-7468-119-6.
- VOCHOZKA, Marek a Veronika MACHOVÁ. Determination of value drivers for transport companies in the Czech Republic. *Nase More*, Dubrovnik: University of Dubrovnik, 2018, roč. 65, č. 4, s. 197-201. ISSN 0469-6255. doi:10.17818/NM/2018/4SI.6.
- VOCHOZKA, Marek, Gabibulla KHASAEV, Jan MAREČEK, Jaromír VRBKA a Veronika MACHOVÁ. *Inventory management in manufacturing company*. 1st. České Budějovice: Institute of Technology and Business in České Budějovice, Samara State University of Economics, 2018. 142 s. ISBN 978-80-7468-123-3.
- BOLTON, C., V. MACHOVÁ, M. KOVÁČOVÁ a K. VALÁŠKOVÁ. The power of human-Machine collaboration: Artificial intelligence, business automation, and the smart economy. *Economics, Management, and Financial Markets*, 2018, vol. 13, č. 4, s. 51-56. ISSN 1842-3191.
- MACHOVÁ, Veronika a Jaromír VRBKA. Value generators for businesses in agriculture. In Löster, Tomáš; Pavelka, Tomáš. *The 12th International Days of Statistics and Economics Conference Proceedings*. Praha, Česká republika: Libuše Macáková, Melandrium, 2018. s. 1123-1132, 11 s. ISBN 978-80-87990-14-8.
- VOCHOZKA, Marek a Veronika MACHOVÁ. Enterprise value generators in the building industry. In Váchal, Jan; Vochozka, Marek; Horák, Jakub. *SHS Web of Conferences - Innovative Economic Symposium 2017: Strategic Partnership in International Trade*. 1. vyd. Les Ulis, France: EDP Sciences, 2017. s. nestránkováno, 8 s. ISBN 978-2-7598-9028-6. doi:10.1051/shsconf/20173901029.

- Projekt: TL01000349 Stabilizace a rozvoj MSP ve venkovském prostoru (ÉTA – TA ČR), do řešení zapojena v roce 2018.
- Projekt: TL02000136 Adaptace sektoru znalostně náročných služeb na podmínky Společnosti 4.0 (ÉTA – TA ČR), do řešení zapojena v roce 2018.

Ing. Jakub Horák

- NEARY, B., J. HORÁK, M. KOVÁČOVÁ a K. VALÁŠKOVÁ. The future of work: Disruptive business practices, technology-driven economic growth, and computer-induced job displacement. *Journal of Self-Governance and Management Economics*, 2018, vol. 6, č. 4, s. 19-24. ISSN 2329-4175.
- VOCHOZKA, Marek a Jakub HORÁK. Comparison of neural networks and regression time series in prediction of silver price development. *Proceedings of the 9th International Scientific Conference Company Diagnostics, Controlling and Logistics*. Žilina, Slovensko.
- HORÁK, Jakub, Marek VOCHOZKA a Veronika MACHOVÁ. Evaluation of transport and forwarding companies by means neural networks. *Proceedings of the Interdisciplinary Scientific International Conference for PhD Students and Assistants Quaere 2018*, Hradec Králové, Česká republika, s. 377-385.
- HORÁK, Jakub a Veronika MACHOVÁ. Business enterprises and generators of their value. *Proceedings of the 18th International Scientific Conference Globalization and Its Socio-Economic Consequences*, Žilina, Slovensko.
- HORÁK, Jakub a Tomáš KRULICKÝ. Comparison of neural networks and regression time series in estimating US and China trade balance. *Reviewed proceedings of the International Scientific Conference on MMK 2018: International Masaryk Conference for Ph.D. Students and Young Researchers*, Hradec Králové, Česká republika, s. 244-253.
- Projekt: TL01000349 Stabilizace a rozvoj MSP ve venkovském prostoru (ÉTA – TA ČR), do řešení zapojen v roce 2018.
- Projekt: TL02000136 Adaptace sektoru znalostně náročných služeb na podmínky Společnosti 4.0 (ÉTA – TA ČR), do řešení zapojen v roce 2018.

Odborná charakteristika projektu

Stručná charakteristika

Současná praxe používá pro analýzu a předpověď budoucího vývoje časových řad mnoho nástrojů. Lze zmínit například metodu Box-Jenkins (někdy vyjádřenou zkratkou ARIMA), exponenciální vyrovnání časových řad a umělé neuronové sítě. Problémem je, že všechny mohou být použity pouze v určitých situacích. Umělé neuronové sítě nabízejí širší škálu jednotlivých dílčích metod (vícevrstvé perceptronové sítě, neuronové sítě radiální základní funkce, pravděpodobnostní neuronové sítě a další). Výsledky těchto neuronových sítí jsou povzbudivé, jejich výkon je daleko vyšší než v případě statistických metod. Tradičními metodami pro stanovení cena akcií jsou technická analýza, fundamentální analýza a psychologická analýza. Technická analýza slouží k co nejlepšímu načasování nákupu nebo prodeje akcií a spolu s fundamentální analýzou může významně pomoci k úspěchu

investice. Využívá se zejména při spekulativním a krátkodobém obchodování s akciami. Technická analýza pracuje s přístupem, který tvrdí, že všechny vlivy na vývoj analyzované akcie jsou zahrnuty v grafu a nic jiného není potřeba, veškerá rozhodnutí vyplývají právě z daného grafu vývoje cen akcií. Fundamentální analýza zahrnuje i výhledy společnosti, budoucí vývoj akcií společnosti. Takové analýze často chybí načasování a analýza psychologických vlivů, které mohou způsobit, že se akcie nachází na lokálním vrcholu nebo v panice s dnem v nedohlednu.

Problémem ovšem je, že k dosažení správného výsledku požadují vyšší výpočetní výkon. Například, akcie jsou obchodovány v krátkém časovém období (někdy i v 15 minutových intervalech). Cílem projektu by mělo být vytvoření jednoúčelové umělé neuronové sítě pro predikci budoucího vývoje časových řad. Přidaná hodnota bude spočívat v metodice tvorby neuronové sítě s vysokým výkonem (která může poskytovat platné výsledky v období kratším, než je doba obchodování). Metodika bude stanovena pomocí konkrétních časových řad (vývoj ceny akcií vybrané dopravní/přepravní společnosti v ČR). Nebudou použity šablony neuronových sítí (např. ty, které jsou dostupné v softwaru Statistica). Jedinečná umělá neuronová struktura bude vytvořena prostřednictvím softwaru Mathematica, který tvorbu vlastních sítí podporuje.

Za tímto účelem bude v rámci projektu vytvořen dílčí výstup a dále několik hlavních výstupů. Dílčím výstupem bude literární rešerše na úrovni odborné problematiky v tomto rozsahu:

- a) Kompletní finanční analýza daného podniku (včetně porovnání finančního stavu vybrané dopravní/přepravní společnosti s dalšími podobnými podniky v oboru).
- b) Přiblížena bude problematika vývoje cen akcií a obchodování na burze.
- c) Popsány budou časové řady a jejich predikce (obecný popis časových řad, metody pro predikci časových řad).
- d) Přiblížena bude problematika využití umělé inteligence (umělých neuronových sítí), zejména pak právě pro predikci časových řad (obecný popis neuronových sítí, jejich výhody, nevýhody, využití pro predikci časových řad, konkrétní použití v praxi).
- e) Prezentována budou specifika dopravních a přepravních podniků v ČR.

Hlavními výstupy projektu bude vytvořená umělá neuronová struktura včetně metodického postupu pro tvorbu této jedinečné sítě, připravený odborný recenzovaný článek, který bude uplatněn na vědecké konferenci, monografie zahrnující literární rozbor uvedené problematiky v dílčím výstupu projektu, včetně aplikační části věnující se hlavnímu cíli projektu a v neposlední řadě také vytvořený 3D model umělé neuronové sítě.

Přidanou hodnotou projektu je dále zapojení studentů n_MGR studia do výzkumné činnosti Ústavu znalectví a oceňování. Studenti se v rámci projektu seznámí s aplikací standardních metod pro finanční hodnocení podniků, dozví se zajímavé informace o akciových trzích a budou schopni využít moderního nástroje umělých neuronových sítí k predikci vývoje časových řad. Zároveň získají potřebné dovednosti pro přípravu odborného článku a monografie, a to jak na teoretické, tak i praktické úrovni. Dojde k součinnosti dvou pohledů. Studenti v rámci projektu využijí své znalosti získané v rámci studia n_MGR programů a zároveň se seznámí s aplikací ekonomického (finančního) řešení s ohledem na danou problematiku. Zkušenosti a poznatky hlavního řešitele a spoluřešitelů projektu dodají studentům zajímavý inovativní pohled na řešenou problematiku.

Současný stav

Výzkumná činnost Ústavu znaleství a oceňování je zaměřena zejména na ekonomické oblasti a finanční řízení. Konkrétními oblastmi, ve kterých je na Ústavu výzkum prováděn, jsou:

- a) metody komplexního hodnocení podniků,
- b) kompletní finanční analýza podniků,
- c) predikce makroekonomických ukazatelů,
- d) predikce budoucího finančního zdraví podniku,
- e) predikce vývoje cen akcií,
- f) generátory hodnoty podniků,
- g) analýza institucionálních sektorů národní ekonomiky,
- h) komparace metod pro vyrovnání časových řad.

Výše uvedené oblasti jsou nad rámec standardizovaného řešení zpracovávány také pomocí aplikace přístupu umělé inteligence – umělých neuronových sítí. Umělé neuronové sítě jsou v dnešní době využívány v celé řadě oborů počínaje IT, dopravou atd. a konče zdravotnictvím. V podnikohospodářské praxi ovšem zatím stále ještě nejsou plně vnímány jako užitečný nástroj pro řešení podnikových – finančních a ekonomických problémů. Díky neoddiskutovatelným výhodám tak není jejich potenciál zcela využit. Navíc problematika umělé inteligence se postupem času prohlubuje, vyvíjí a je předpoklad, že v budoucnu bude velká část podnikových problémů řešena právě pomocí nástrojů umělé inteligence.

Snahou řešeného projektu je seznámit studenty právě s umělými neuronovými sítěmi, s nimiž se v průběhu studia se setkají, a podpořit a zapojit studenty n_MGR studia do výzkumné činnosti Ústavu znaleství a oceňování. Projekt rozšíří studentovy obzory a v důsledku může i zvýšit uplatnitelnost studenta po absolvování studia. Vybrané téma reflektuje nejen problematiku studijního programu na úrovni dopravních a přepravních podniků, ale i ekonomické problémy a jejich řešení. Dochází tudíž ke střetu dvou významných oblastí, které se na první pohled jasně vylučují, avšak ve skutečnosti se vlastně vzájemně velmi prolínají.

Cíle (předpokládané výstupy), způsob jejich dosažení a časový harmonogram

Cílem projektu je vytvoření jednoúčelové umělé neuronové sítě. Umělá neuronová struktura bude vytvořena na základě časových řad cen akcií konkrétního podniku v horizontu střednědobého a dlouhodobého období (bude sledován cenový vývoj konkrétních firemních akcií u dopravní/přepravní společnosti v ČR), včetně metodického postupu. Spojení tématu hodnocení podniku a odhadu budoucího vývoje ceny akcií (tedy klasifikační analýzy s predikcí časových řad) je vlastně spojením fundamentální a technické analýzy.

Dílčím výstupem projektu bude:

- Literární rešerše na úrovni odborné problematiky: a) kompletní finanční analýza daného podniku, b) problematika vývoje cen akcií a obchodování na burze, c) časové řady a jejich predikce, d) využití umělé inteligence, e) specifika dopravních a přepravních podniků v ČR.

Výstupy projektu:

- Umělá neuronová struktura včetně metodického postupu pro tvorbu této sítě.
- Připravený odborný recenzovaný článek, který bude uplatněn na vědecké konferenci.
- Monografie zahrnující literární rozbor uvedené problematiky v dílčím výstupu projektu včetně aplikační části věnující se hlavnímu výstupu projektu.
- 3D model umělé neuronové sítě.

Při řešení projektu studenti budou využívat své dosavadní znalosti ze studijního n_MGR programu a zároveň je využijí při výzkumném úkolu za vedení odborně kvalifikovaných řešitelů projektu.

Harmonogram:

Realizace projektu 04/2018 – 12/2018

1. 04/2019 – 05/2019 – úvodní seznámení se s problematikou řešení za účasti hlavního řešitele, spoluřešitele a cílové skupiny studentů (seznámení se s důležitými publikacemi dané problematiky, vyhledávání relevantních zdrojů – zejména databáze Web of Science a Scopus, seznámení se s problematikou přípravy literární rešerše, nastavení rolí a kompetencí v rámci realizačního týmu projektu). Nákup relevantních historických finančních dat týkajících se zkoumaného podniku(ů) z databáze Albertina (bude se jednat o data za účelem zjištění finančního zdraví podniků v rámci ČR – porovnání s vybraným podnikem), nákup relevantní literatury.
2. 05/2019 – analýza současného stavu dopravních/přepravních podniků na území ČR, příprava literární rešerše pro tvorbu článku a odborné monografie.
3. 06/2019 – 11/2019 – příprava metodického postupu včetně tvorby umělé neuronové sítě a její testování na konkrétním příkladu dopravního/přepravního podniku.
4. 06/2019 – 11/2019 – příprava odborné monografie (navazuje na předchozí dílčí aktivity projektu).
5. 11/2019 – 12/2019 – zadání a vizualizace pro konstrukci 3D modelu umělé neuronové sítě, zaslání odborného recenzovaného článku na vědeckou konferenci.
6. 12/2019 – vyhodnocení projektu, vydání odborné monografie a příprava závěrečné zprávy projektu.

Položkový rozpočet, včetně účasti na odborných akcích a konferencích

Předpokládá se zapojení 7 studentů n_MGR. oborů:	50 000 Kč (celkem 500 hod)
Odměny řešitelům projektu:	20 600 Kč
Překlad vč. korektury:	5 000 Kč
Nákup odborné literatury:	18 000 Kč
Nákup dat týkajících se dopravních/přepravních podniků (historická data vybraných podniků):	6 000 Kč



Tisk a vydání odborné monografie vč. grafické úpravy:	30 000 Kč
Tisk 3D jednoúčelové neuronové sítě (<i>formou 3D tisku bude detailně demonstrován dosažený výstup projektu, který bude rovněž tedy prvkem propagace realizovaného projektu do budoucna</i>):	3 000 Kč
Notebook:	17 000 Kč
Celkem:	149 600 Kč

V Českých Budějovicích dne 15. 3. 2019

v.r. Marek Vochozka

Hlavní řešitel

prof. Ing. Marek Vochozka, MBA, Ph.D.