

2024
Ročník 35

1 2
1

SOUDNÍ INŽENÝRSTVÍ



Autor foto: Martin Bilík

**Časopis pro soudní znalectví a řízení rizik
v technických a ekonomických oborech**

Redakční rada:

Šéfredaktor:

prof. Ing. Karel Pospíšil Ph.D., LL.M.

Zástupce šéfredaktora:

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D., dr.h.c.

Členové:

Ing. Albert Bradáč, Ph.D.

prof. Ing. Albert Bradáč, DrSc.

doc. Ing. Petr Cikrle, Ph.D.

doc. Ing. Radek Doskočil, Ph.D., MSc

prof. MUDr. Miroslav Hirt, CSc.

doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D., dr.h.c.

prof. Ing. Gustáv Kasanický, CSc., MBA

doc. Ing. Robert Kledus, Ph.D.

doc. Ing. Lubomír Mikš, CSc.

Ing. Petr Polák

prof. JUDr. Ing. Viktor Porada, DrSc., dr.h.c. mult.

JUDr. František Púry, Ph.D.

Dipl. Eng. Adam Reza

Bob Scurlock, Ph.D.

doc. Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.

doc. RNDr. Mgr. Petr A. Skřehot, Ph.D., MSc., dr.h.c.

doc. Ing. Stanislava Strelcová, Ph.D.

Ing. Marián Vyparína, Ph.D.

MUDr. Mgr. Bc. Tomáš Vojtíšek, Ph.D.

prof. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.

doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

Ing. arch. Tomáš Pavlovský, Ph.D.

Vydává:

Ústav soudního inženýrství

Vysoké učení technické v Brně

Purkyňova 464/118, 612 00 Brno

AZO – Asociace znalců a odhadců ČR, z.s.

se sídlem v Brně

EVU – Evropská společnost pro výzkum a analýzu

nehod Hamburk, z.s.

Národní skupina v ČR se sídlem v Brně

Nakladatel:

Vysoké učení technické v Brně

Antonínská 548/1, 601 90 Brno

On-line ISSN: 2788-2764

Časopis vychází pololetně

Tajemníci redakce:

Ing. Zdeněk Vafek

Ing. David Jelínek

Ing. Sofie Pokorná

Ing. Martin Rak

Email: tajemnik@soudniinzenyrstvi.cz

ÚSI VUT v Brně

Purkyňova 464/118, 612 00 Brno

www.sinz.cz

www.soudniinzenyrstvi.cz

<http://journals.lib.vutbr.cz/index.php/sinz/index>

MK ČR E 8064

Za jazykovou správnost příspěvků odpovídá autor.

SOUDNÍ INŽENÝRSTVÍ

Časopis pro soudní znaleství a řízení rizik v technických a ekonomických oborech

FORENSIC ENGINEERING

Journal for Forensic Expertise and Risk Management in Technical and Economical Fields



Úvodní slovo

Editorial

2

Odmítnutí podání znaleckého posudku

Refusal to submit expert opinion

Petr Ševčík

3

Nemateriální faktory působící na sjednané ceny rodinných domů v Brně

Intangible Factors Influencing the Negotiated Prices of Family Houses in Brno

Monika Doležalová, Karel Pospíšil

12

Přepoččet obvyklé ceny stavebních prací k jinému datu

Revaluation of the usual price of construction works from one date to another

Karla Háva

22

Analýza vybraných diagnostických protokolů se zaměřením na manipulace s digitálním tachografem

Analysis of selected diagnostic protocols with a focus on digital tachograph manipulations

Ondřej Koutník, Robert Kledus

30

Automatizovaná detekce a vektorizace vodorovného dopravního značení

Automated detection and vectorization of road marking

Pavel Vrtal, Tomáš Kohout, Zdeněk Svatý

40



Vážená kolegyně, vážený kolego,

aktuální číslo již druhým rokem plně elektronicky vycházejícího časopisu Soudní inženýrství přináší celkem pět článků, jeden z obecné soudně znalecké problematiky a po dvou z oblasti oceňování staveb a z oblasti dopravy.

Příspěvkem k obecné soudně znalecké problematice je článek Petra Ševčíka z českobudějovické VŠTE, který se zabývá odmítnutím podání znaleckého posudku v kontextu stále ještě se usazujícího „nového znaleckého“ zákona č. 254/2019 Sb. Vnímá přitom paralely s již dvacet let existujícím slovenským zákonem, který stejně jako u nás, avšak o několik let dříve, nahradil původní československý zákon.

Do tématu oceňování staveb spadají, jak je uvedeno výše, dva články. V prvním z nich prezentují Monika Doleželová a Karel Pospíšil z ÚSI VUT výsledky výzkumu, jak nazývají, nemateriálních faktorů působících na sjednané ceny rodinných domů. Nemateriálními faktory přitom rozumí takové, které nemají původ v nemovitosti samotné, nýbrž jsou odvozeny od jejího umístění, popřípadě jejího okolí. Naproti tomu materiálními faktory chápou ty, které souvisejí s velikostí domu i pozemku, s jeho provedením a stavem apod. Ve druhém článku Karel Háva z ÚSI VUT se zabývá tématem přepočtu obvyklé ceny stavebních prací k určitému datu. Přepočet ceny je proveden přeceněním položkového rozpočtu směrnými cenami v nové cenové úrovni a čtyřmi způsoby indexace.

Do tématu dopravy patří také dva články. První z nich, od Ondřeje Koutníka a Roberta Kleduse z ÚSI VUT, se věnuje analýze některých diagnostických protokolů se zaměřením na možné manipulace s digitálním tachografem. Jde o závažný příspěvek jednak k možnosti posílení kontroly nad dodržováním předpisů, ale i k možnostem forenzního inženýrství v předmětné oblasti. Ve druhém článku Pavel Vrtal, Tomáš Kohout a Zdeněk Svátý z Ústavu soudního znalcství v dopravě ČVUT prezentují výsledky svého výzkumu se zaměřením na automatizovanou detekci vodorovného dopravního značení a možnosti jeho vektorizace. Autoři mají za to, že automatizace detekce a následné vektorizace přináší významné časové a nákladové úspory při vytváření digitálních modelů prostředí, stejně jako umožňuje rychlou a přesnou identifikaci a analýzu silničních prvků. Práce tak má značný pozitivní dopad na právě zaváděné informační modelování dopravních staveb (BIM) i systém hospodaření s nimi.

Jsem přesvědčen o tom, že nové číslo časopisu přináší zajímavé a hodnotné informace využitelné přímo v praxi nebo jako inspirace pro další výzkum v předmětných oblastech.

V úctě

prof. Ing. Karel Pospíšil, Ph.D., LL.M., předseda redakční rady

Odmítnutí podání znaleckého posudku

Refusal to submit expert opinion

JUDr. Petr Ševčík, Ph.D.^{*1}

¹Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích

Rozšířený abstrakt

Dne 1. 1. 2021 vstoupil v účinnost nový zákon č. 254/2019 Sb., o znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech (dále jen „ZnalZ“), který nahradil dřívější právní úpravu zákona č. 36/1967 Sb., o znalcích a tlumočnících, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „ZnalZ1967“). S příchodem každé nové právní úpravy je spojeno období určité nejistoty, kdy se vzájemně nově vymezují v aplikační praxi práva a povinnosti zúčastněných subjektů. A právě oblast odmítnutí znaleckého úkonu je s ohledem na zcela rozličné zájmy zadavatelů znaleckých posudků a znalců samotných nanejvýš významná. Předkládaný článek proto čtenáři přibližuje novou právní úpravu odmítnutí podání znaleckého úkonu tak, jak ji nově definuje § 19 ZnalZ. Hlavním meritem článku je zodpovězení otázky, zda v případě odmítnutí znaleckého posudku ze strany znalce, je oprávněn orgán veřejné moci posuzovat důvody, pro které znalec podání odmítl, a zda případně může sám o důvodnosti rozhodnout a následně nutit znalce k podání znaleckého posudku. Pokud znalec uvede pouze odkaz na některou z eventualit, např. „závažná rodinná situace“, může jej orgán veřejné moci vyzvat k bližší konkretizaci. Vzhledem k tomu, že však orgán veřejné moci nemá za úkol, resp. nemá jakékoliv zákonné oprávnění, posuzovat důvodnost odmítnutí, odmítne-li znalec důvody blíže konkretizovat, příp. se orgánu veřejné moci budou jevit jako nedůvodné, může takový postup vyústit v podání podnětu orgánem veřejné moci Ministerstvu spravedlnosti podle § 36 ZnalZ, kdy orgán dohledu může následně celou situaci posoudit jako bezdůvodné odmítnutí znaleckého úkonu a zahájit řízení o přestupku podle § 39 odst. 1 písm. f) ZnalZ.

Velmi přínosné je v dané problematice sledování legislativní úpravy institutu odmítnutí podání znaleckého úkonu ve Slovenské republice, neboť slovenská právní úprava byla v mnohých bodech jednou z hlavních ideových předloh současné české právní úpravy. Právní úprava zákona č. 382/2004 Z. z., o znalcích, tlumočnících a překladatelích a o změně a doplnění některých zákonů, vstoupila v účinnost dne 1. 9. 2004, a neobsahovala žádné zmocnění orgánů veřejné moci k rozhodovací činnosti o „důvodnosti odmítnutí“. Patrně však tento stav nebyl pro slovenského zákonodárce vyhovující, a proto prostřednictvím zákona č. 65/2018 Z. z., byl § 12 slovenské úpravy novelizován, a byl přidán odstavec 5, který uvádí, že „(5) Důvodnost odmietnutia vykonania úkonu podľa odseku 2 písm. a) až c) a odseku 3 posudzuje súd alebo iný orgán verejnej moci.“. Tato možná na první pohled nenápadná novelizace přinesla celou řadu koncepčních otázek, které jsou dále řešeny v článku. Pro potřeby předkládaného článku však slovenská právní úprava slouží především k potvrzení závěru, že v současné době se v České republice v případě odmítnutí znaleckého úkonu jedná o jednostranný právní úkon znalce, který nevyžaduje jakoukoliv akceptaci či neakceptaci ze strany veřejnoprávního zadavatele, neboť takové oprávnění zadavatel dle současné právní úpravy nemá

Předkládaný článek využívá a hlouběji rozpracovává závěry autora uvedené v komentáři k § 19 in ŠEVČÍK, Petr, MALAST, Jan, POLÁČEK, Bohumil a kol. Zákon o znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech. Praktický komentář. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2023.

Klíčová slova: znalec, znalecký posudek, odmítnutí znaleckého úkonu, zadavatel posudku, zákon o znalcích

Citace:

ŠEVČÍK, Petr. Odmítnutí podání znaleckého posudku. Online. *Soudní inženýrství*. 2024, roč. 35, č. 01, s. 3-9. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2024.1.3>

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2024.1.3

*Korespondenční adresa autora:

32007@mail.vstecb.cz

Přijato do redakce:

22.01.2024

Recenzní řízení:

01.03.2024

Publikováno:

22.03.2024



Copyright: © 2023 The Author. This work is licensed under Attribution 4.0 International. To view a copy of this license, visit: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Extended abstract

On 1 January 2021, the new Act No. 254/2019 Coll., on experts, expert offices and expert institutes (hereinafter referred to as "ZnalZ") entered into force, which replaced the earlier legislation of Act No. 36/1967 Coll., on experts and interpreters, as amended (hereinafter referred to as "ZnalZ1967"). The arrival of each new legal regulation is associated with a period of certain uncertainty, when the rights and obligations of the participating entities are newly defined in application practice. And it is precisely the area of rejection of an expert's act that is extremely important, with regard to the completely different interests of those commissioning expert opinions and the experts themselves. The presented article therefore brings the reader closer to the new legal regulation of the refusal to submit an expert report, as it is newly defined by § 19 of the ZnalZ. The main measure of the article is to answer the question of whether, in the event of a rejection of an expert opinion by an expert, the public authority is authorized to assess the reasons for which the expert rejected the submission, and whether it can itself decide on the justification and subsequently compel the expert to submit an expert opinion.

If the expert only makes a reference to one of the eventualities, e.g. "serious family situation", the public authority may ask him to provide further details. Since, however, the public authority does not have the task, or does not have any legal authority to assess the reasonableness of the refusal, if the expert refuses to specify the reasons in more detail, or will appear to the public authority to be unjustified, such a procedure may result in the public authority submitting an initiative to the Ministry of Justice pursuant to § 36 ZnalZ, where the supervisory authority may subsequently assess the entire situation as an unjustified refusal of an expert act and initiate proceedings for a misdemeanor pursuant to § 39/1 letter f) ZnalZ.

In the given issue, it is very beneficial to monitor the legislative regulation of the institute of refusal to submit an expert report in the Slovak Republic, because the Slovak legal regulation was in many points one of the main ideas of the current Czech legal regulation. The legal regulation of Act No. 382/2004 Coll., on experts, interpreters and translators and on the amendment and supplementation of certain laws, entered into force on 1 September 2004, and did not contain any authorization for public authorities to make decisions on "reasons for refusal". Apparently, however, this state of affairs was not satisfactory for the Slovak legislator, and therefore, through Act No. 65/2018 Coll., § 12 of the Slovak regulation was amended. A provision was added according to which a court or other public authority assesses the justification of a refusal. This amendment, perhaps at first glance inconspicuous, brought a whole series of conceptual questions, which are further addressed in the article. However, for the purposes of the present article, the Slovak legislation serves above all to confirm the conclusion that currently in the Czech Republic, in the case of refusal of an expert act, it is a unilateral legal act of the expert, which does not require any kind of acceptance or non-acceptance by the public contracting authority, since such authorization by the contracting authority according to does not have current legislation.

The presented article uses and elaborates in more depth the author's conclusions stated in the commentary to § 19 in ŠEVČÍK, Petr, MALAST, Jan, POLÁČEK, Bohumil et al. The Act on experts, expert offices and expert institutes. Practical commentary. Prague: Wolters Kluwer CR, 2023.

Keywords: expert, expert opinion, refusal of an expert act, commission of the opinion, law on experts

Citation:

ŠEVČÍK, Petr. Odmítnutí podání znaleckého posudku. Online. *Soudní inženýrství*. 2024, roč. 35, č. 01, s. 3-9. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2024.1.3>

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2024.1.3

***Author's correspondence address:**

32007@mail.vstecb.cz

Accepted for editing:

January 22, 2024

Review proceedings:

March 01, 2024

Published:

March 22, 2024



Copyright: © 2023 The Author. This work is licensed under Attribution 4.0 International. To view a copy of this license, visit: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

1 Úvod

Dne 1. 1. 2021 vstoupil v účinnost nový zákon č. 254/2019 Sb., o znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech (dále jen „ZnalZ“), který nahradil dřívější právní úpravu zákona č. 36/1967 Sb., o znalcích a tlumočnících, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „ZnalZ1967“). S příchodem každé nové právní úpravy je spojeno období určité aplikační nejistoty, kdy se vzájemně nově vymezují v aplikační praxi práva a povinnosti zúčastněných subjektů. A právě oblast odmítnutí znaleckého úkonu je s ohledem na zcela rozličné zájmy zadavatelů znaleckých posudků a znalců samotných nanejvýš významná. Předkládaný článek by měl čtenáři přiblížit novou právní úpravu odmítnutí podání znaleckého úkonu tak, jak ji nově definuje § 19 ZnalZ. Pro lepší přehlednost je vždy uvedeno i srovnání konkrétní komentované části s historickou právní úpravou, případně je uvedeno, že historická analogie není. Řešena je detailně i otázka „akceptace či neakceptace“ důvodů pro odmítnutí podání znaleckého úkonu, a to i ve srovnání se slovenskou právní úpravou, která byla v mnoha oblastech legislativním vzorem nové české právní úpravy.

2 LEGISLATIVNÍ ÚPRAVA ODMÍTNUTÍ PODÁNÍ ZNALECKÉHO ÚKONU

Nová právní úprava obsahuje institut odmítnutí znaleckého posudku/úkonu ve svém § 19 ZnalZ, který zní:

„§ 19

Odmítnutí podání znaleckého úkonu

(1) Znalec odmítne provést znalecký úkon, pokud

a) má pozastaveno oprávnění vykonávat znaleckou činnost,

b) nemá oprávnění vykonávat znaleckou činnost v oboru, odvětví nebo specializaci, ve kterých je potřebné úkon vykonat,

c) mu počet nebo povaha zadanych, dosud nezpracovaných znaleckých posudků neumožňuje podat další znalecký úkon s odbornou péčí a včas, nebo

d) vykonává znaleckou činnost jako zaměstnanec, společník nebo člen znalecké kanceláře.

(2) Je-li zadavatelem orgán veřejné moci, nesmí znalec odmítnout vykonat znalecký úkon z jiného důvodu než z důvodu podle odstavce 1 nebo v případě, že mu závažné zdravotní okolnosti, závažná rodinná situace, mimořádné nebo neočekávané pracovní povinnosti neumožňují vykonat úkon s odbornou péčí a včas, nebo tak stanoví jiný zákon.

(3) Pro odmítnutí výkonu znalecké činnosti znaleckou kanceláří a znaleckým ústavem se použijí odstavce 1 a 2 přiměřeně.“

Odmítnutí podání znaleckého úkonu je vedle § 18 ZnalZ, který upravuje institut vyloučení znalce, dalším z legálních důvodů, pro které znalec není oprávněn/povinen vykonat znaleckou činnost. Odmítnutí podání znaleckého úkonu je právem a současně povinností znalce. Odstavec 1 se vztahuje na veškerou znaleckou činnost, lhostejno, zda se jedná o výkon soukromoprávní či veřejnoprávní. Znalec v případě naplnění některé z taxativně uvedených eventualit pod písmenem a) až d) odmítne podání znaleckého úkonu. Slovní vyjádření „odmítne“ značí, že znalec nemá v případě naplnění některé z podmínek žádný prostor pro vlastní úvahu [snad drobnou úvahu připouští podmínka uvedená pod písm. c), k tomu viz dále kap. 6]. Odmítnutí podání znaleckého úkonu je jednostranným právním úkonem znalce. Ani v případě, že se má jednat o veřejnoprávní výkon znalecké činnosti, se neočekává zpětná akceptace či neakceptace znalcem uváděných důvodů pro odmítnutí, resp. taková zpětná reakce ze strany orgánu veřejné moci nemá žádnou právní relevanci.

V případě odmítnutí výkonu znalecké činnosti pro potřeby orgánu veřejné moci by sdělení znalce o odmítnutí mělo mít patrně písemnou formu, byť zákon takovou povinnost výslovně nestanovuje. Lze však přepokládat, že akt odmítnutí bude navazovat na předchozí písemné ustanovení ve věci, a proto i s ohledem na potřebnou právní jistotu znalce lze tuto formu jednoznačně doporučit. Znalec by měl v rámci odmítnutí uvést důvod, pro který odmítá vykonat znalecký úkon. Pokud znalec bude odmítat vykonat znalecký úkon z důvodů uvedených v odstavci 1, patrně postačí legislativní odkaz na některou z eventualit, neboť pravdivost či nepravdivost tvrzení je schopen orgán veřejné moci [s výjimkou písmene c), u kterého může být posouzení obtížnější – viz kap. 6] snadno ověřit prostřednictvím seznamu znalců či evidence znaleckých posudků.

V případech uvedených v odstavci 2 je otázkou, do jaké míry je orgán veřejné moci oprávněn požadovat po znalci detaily odmítnutí. Pokud znalec uvede pouze odkaz na některou z eventualit, např. „závažná rodinná situace“, může jej orgán veřejné moci vyzvat k bližší konkretizaci. Vzhledem k tomu, že však orgán veřejné moci nemá za úkol, resp. nemá jakékoliv zákonné oprávnění, posuzovat důvodnost odmítnutí, odmítne-li znalec důvody blíže konkretizovat, příp. se orgánu veřejné moci budou jevit jako nedůvodné, může takový postup vyústit v podání podnětu orgánem veřejné moci Ministerstvu spravedlnosti podle § 36 ZnalZ, kdy orgán dohledu může následně celou situaci posoudit jako bezdůvodné odmítnutí znaleckého úkonu a zahájit řízení o přestupku podle § 39 odst. 1 písm. f) ZnalZ.

3 ZAHRANIČNÍ SROVNÁNÍ

Jedním z nejpodstatnějších závěrů uvedených v kap. 2 tohoto článku, je patrně skutečnost, že odmítnutí podání znaleckého úkonu je jednostranným právním jednáním znalce, kdy není ze strany zadavatele očekávána akceptace či neakceptace právního jednání znalce a přezkum důvodnosti odmítnutí může být činěn až ze strany dohledového orgánu, tedy ze strany Ministerstva spravedlnosti.

Velmi přínosné je v dané problematice sledování legislativní úpravy institutu odmítnutí podání znaleckého úkonu ve Slovenské republice, neboť slovenská právní úprava byla v mnohých bodech jednou z hlavních ideových předloh současné české právní úpravy. Právní úprava zákona č. 382/2004 Z. z., o znalcoch, tlmočnících a prekladateľoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov, vstoupila v účinnost dne 1. 9. 2004 a obsahovala následující znění odmítnutí výkonu znalecké činnosti:

„§ 12

Odmietnutie výkonu činnosti

- (1) Znalec, tlmočník alebo prekladateľ zapísaný v zozname nesmie bezdôvodne odmietnuť vykonať úkon.
 (2) Znalec, tlmočník alebo prekladateľ zapísaný v zozname je oprávnený odmietnuť vykonanie úkonu, len ak
 a) je vo veci vykonania úkonu zaujatý,
 b) nie je zapísaný v odbore alebo v odvetví, v ktorom je potrebné úkon vykonať,
 c) súd alebo iný orgán verejnej moci mu v konaní nepriznal preddavok na vykonanie úkonu,
 d) iný zadávateľ ako súd alebo iný orgán verejnej moci mu nezložil preddavok na vykonanie znaleckého úkonu,
 e) závažné zdravotné okolnosti, pracovné pomery, rodinné pomery alebo iné vážne dôvody mu neumožňujú vykonať úkon riadne a včas,
 f) nie je poistený pre prípad zodpovednosti za škodu, ktorá môže vzniknúť v súvislosti s vykonávaním činnosti.“

Výše citované znění § 12 slovenské právní úpravy bylo v mnoha ohledech velmi podobné aktuálnímu znění české právní úpravy, mj. především v tom ohledu, že znalec byl oprávněn odmítnout vykonat znaleckou činnost a zadavatel nebyl oprávněn rozhodovat o akceptaci či neakceptaci odmítnutí. Ve srovnání s českou právní úpravou je také zajímavé vnímat jistou legislativně-technickou nepřesnost slovenské právní úpravy, která odmítnutí nepřikazovala jako povinnost, ale slovy „je oprávnený odmietnuť vykonanie úkonu“ dávala pouze znalci možnost odmítnout. Tedy úpravu by bylo možné vnímat jako právo, nikoliv však povinnost znalce, což však přinejmenším při vnímání obsahu odst. 2 písm. a), b) a f) nebylo zajisté výkladově udržitelné.

Zákonem č. 65/2018 Z. z., však byl výše uvedený § 12 zásadním způsobem novelizován do tohoto znění:

„§ 12

Odmietnutie výkonu činnosti

- (1) Znalec, tlmočník alebo prekladateľ zapísaný v zozname nesmie bezdôvodne odmietnuť vykonať úkon, ak je ustanovený súdom alebo iným orgánom verejnej moci.
 (2) Znalec, tlmočník alebo prekladateľ zapísaný v zozname je povinný odmietnuť vykonanie úkonu, ak
 a) je vylúčený podľa § 11 ods. 1,
 b) nie je zapísaný v odbore alebo v odvetví, v ktorom je potrebné úkon vykonať,

c) mu vážne zdravotné dôvody, pracovné pomery, rodinné pomery alebo iné vážne dôvody neumožňujú vykonať úkon riadne a včas,

d) mu bol dočasne pozastavený výkon činnosti podľa § 7a, prerušený výkon činnosti podľa § 7b alebo mu plyní zákaz výkonu činnosti podľa § 26 ods. 3 písm. b).

(3) Znalec, tlmočník alebo prekladateľ zapísaný v zozname môže odmietnuť vykonanie úkonu, ak si súd alebo iný orgán verejnej moci nesplnil povinnosť podľa § 16 ods. 7 alebo § 22 ods. 3.

(4) Ak je zadávateľom súd alebo iný orgán verejnej moci, je znalec, tlmočník alebo prekladateľ zapísaný v zozname povinný bezodkladne po tom, čo sa dozvie alebo pri vynaložení náležitej starostlivosti sa mohol dozvedieť o skutočnostiach uvedených v odseku 2 alebo ak odmietne vykonanie úkonu podľa odseku 3, písomne oznámiť súdu alebo inému orgánu verejnej moci, že odmieta vykonať úkon spolu s odôvodnením.

(5) Dôvodnosť odmietnutia vykonania úkonu podľa odseku 2 písm. a) až c) a odseku 3 posudzuje súd alebo iný orgán verejnej moci.“

Současné znění § 12 slovenské právní úpravy přineslo oproti původnímu znění při nabytí účinnosti zákona celou řadu změn. Předně je možno si povšimnout, že zákonodárce odstranil legislativně-technickou chybu a znalci již ukládá povinnost odmítnout znaleckou činnost v případech, které předmětné ustanovení taxativně uvádí, neponechává toto pouze jako oprávnění či možnost znalce. Nejpodstatnější koncepční změnou je však přidání odstavce 5, který přiznává oprávnění soudům, či jiným orgánům veřejné moci, rozhodnout, zda důvody uváděné znalcem pro odmítnutí znalecké činnosti, jsou důvodné či nikoliv. Výjimku z uvedené změny přitom slovenský zákonodárce stanovil pouze pro důvod uvedený pod odst. 2 písm. d). Je otázkou, zda provedená změna, je z hlediska koncepčního vnímání znalecké činnosti žádoucí. Může například docházet k absurdní situaci, kdy znalec veřejnoprávnímu zadavateli sdělí, že znalecký úkol nespadá pod rozsah jeho znaleckého oprávnění, avšak zadavatel přesto, že sezná námitku jako důvodnou, může trvat na podání posudku. Juran takový postup označuje za nezákonný, neboť se domnívá, že účastníci řízení mají právo, aby jejich věc byla spravedlivě rozhodnutá. Této premise však odporuje to, aby znalecký posudek, který je podkladem rozhodnutí, zpracovala osoba, která nemá potřebný rozsah znaleckého oprávnění. Ustanovení osoby bez odpovídajícího oprávnění může vést až ke zrušení rozhodnutí ve věci nadřízeným orgánem, což by mělo přímý vliv na délku a náklady řízení. [1] Velmi zajímavé z hlediska teorie práva by bylo následné sledování vyvození případné odpovědnosti znalce za zpracování vadného posudku, a to jak z hlediska případné náhrady škody způsobené podaným znaleckým posudkem, tak z hlediska případného správněprávního trestání pro porušení obecných pravidel při zpracování posudku. Naopak argument, který jistě bude zaznívat jako obhajoba nového slovenského přístupu je ten, že pokud by znalec chtěl institut odmítnutí použít jako nástroj pro nepřijetí posudku cíleně, má soud či jiný orgán veřejné moci efektivní nástroj na zamezení takovýchto jevů. Pro potřeby předkládaného článku však slovenská právní úprava slouží především k potvrzení závěru, že v současné době se v České republice v případě odmítnutí znaleckého úkonu jedná o jednostranný právní úkon znalce, který nevyžaduje jakoukoliv akceptaci či neakceptaci ze strany veřejnoprávního zadavatele, neboť takové oprávnění zadavatel dle současné právní úpravy nemá.

4 POZASTAVENÍ ZNALECKÉHO OPRÁVNĚNÍ JAKO DŮVOD K ODMÍTNUTÍ PODÁNÍ ZNALECKÉHO ÚKONU PODLE § 19 ODS. 1 PÍSM. A)

V dřívější právní úpravě ZnalZ1967 byl zákaz výkonu činnosti v době pozastavení znaleckého oprávnění upraven v § 20 odst. 4, který stanovoval, že „Po dobu pozastavení práva vykonávat činnost znalce (tlumočníka) nesmí znalec (tlumočník) vykonávat znaleckou (tlumočnickou) činnost.“. Tedy bylo dáno tzv. ze zákona, že výkon znalecké činnosti je v takovém případě zakázán, a přestože nebyl výslovně uveden pokyn k „odmítnutí“, tento implicitně vyplýval z obsahu povinnosti. Pokud znalec porušil takto stanovenou povinnost, neodmítl znalecký úkon a vykonával činnost i v době pozastavení, mohl být shledán vinným z přestupku podle § 25a odst. 1 písm. i) ZnalZ1967.

V nové právní úpravě ZnalZ je povinnost odmítnutí podání znaleckého úkonu v době pozastavení upravena v § 19 odst. 1 písm. a) ZnalZ. Samotný institut pozastavení oprávnění vykonávat znaleckou činnost přitom detailně upravuje § 13 ZnalZ. Toto normativní ustanovení obsahuje obdobnou textaci, jako dřívější právní úprava (viz výše),

když v § 13 odst. 4 věta první stanovuje, že „Po dobu pozastavení oprávnění vykonávat znaleckou činnost nesmí znalec vykonávat znaleckou činnost a bezodkladně o této skutečnosti informuje všechny své zadavatele dosud nerozpracovaných znaleckých posudků; tyto znalecké posudky již znalec nezpracuje.“. O pozastavení znalecké činnosti rozhoduje ministerstvo. Nejčastějším důvodem pozastavení znalecké činnosti bude žádost samotného znalce. Zde je pouze nutné připomenout, že k samotnému pozastavení dochází až právní mocí rozhodnutí o pozastavení, které ministerstvo vydá, nikoliv pouhým odesláním žádosti o pozastavení znalecké činnosti podle § 13 odst. 1 písm. b) ZnalZ. Údaj o pozastavení znalecké činnosti je publikován v seznamu znalců jako veřejný podle § 16 odst. 1 písm. l) ZnalZ. V případě neodmítnutí výkonu znalecké činnosti v době pozastavení se znalec vystavuje možnosti spáchání přestupku podle § 39 odst. 1 písm. c) ZnalZ.

5 NEDOSTATEČNÝ ČI NESPRÁVNÝ ROZSAH ZNALECKÉHO OPRAVNĚNÍ JAKO DŮVOD K ODMÍTNUTÍ PODÁNÍ ZNALECKÉHO ÚKONU PODLE § 19 ODS. 1 PÍSM. B)

Dalším důvodem pro odmítnutí je podle odstavce 1 písm. b) nedostatečný či nesprávný rozsah znaleckého oprávnění k požadovanému znaleckému úkolu. V dřívější právní úpravě lze nalézt obdobný ekvivalent v § 8 ZnalZ1967, kde je uvedeno, že „Znalci (tlumočníci) jsou povinni vykonávat znaleckou (tlumočnickou) činnost řádně, ve stanovené lhůtě, oboru (jazyce) a odvětví, pro které byli jmenováni.“. Tedy znalci byla uložena povinnost vykonávat znaleckou činnost pouze v oboru a odvětví, pro který byl jmenován, přičemž v případě překročení znaleckého oprávnění mohl být následně znalec sankcionován za přestupek podle § 25a odst. 1 ZnalZ1967.

Nově povinnost vykonávat znaleckou činnost pouze v oboru a odvětví a příp. specializaci zakotvuje § 1 odst. 3 ZnalZ. Seznam znaleckých oborů je stanoven v příloze ZnalZ, seznam znaleckých odvětví je stanoven ministerskou vyhláškou č. 505/2020 Sb., kterou se stanoví seznam znaleckých odvětví jednotlivých znaleckých oborů, jiná osvědčení o odborné způsobilosti, osvědčení vydaná profesními komorami a specializační studia pro obory a odvětví. Seznam specializací není legislativně zakotven, nicméně některé znalecké specializace již byly ministerstvem publikovány na webové stránce znalci.justice.cz (pozn. ke studiu problematiky závaznosti specializací blíže zde [2] případně zde [3]). Každý znalec je jmenován pro konkrétní obor, odvětví a příp. specializaci (jejich stanovení není povinné) a pouze v tomto rozsahu je oprávněn vykonávat znaleckou činnost. Pokud by překročil rozsah svého znaleckého oprávnění, mohl by se dopustit přestupku podle § 39 odst. 1 písm. a) ZnalZ. Stanovení hranice mezi jednotlivými obory, odvětvími, ale především specializacemi může být mnohdy velmi obtížné a hraniční případy, kdy není zcela zřejmé, zda znalecký úkol spadá pod konkrétní specializaci, či již z jejího rozsahu vybočuje, bude nutno zkoumat individuálně. V hraničních případech se jeví z pozice dohledových orgánů jako vhodnější před čistě formalistickým sankcionováním znalců nejprve šetřit a hodnotit, zda byl úkol proveden postupem *lege artis*, či nikoliv. Situaci ztěžuje fakt, že společně s právní úpravou znaleckého zákona došlo k terminologickým a obsahovým změnám v jednotlivých oborech a odvětvích, a že v současnosti neexistuje orientační heslovník rozsahu jednotlivých oprávnění, jako tomu bylo u staré znalecké úpravy, kdy byl heslovník obsažen ve směrnici Ministerstva spravedlnosti ČSR ze dne 15. 2. 1973, č. j. 10/73-kontr., o organizaci, řízení a kontrole znalecké a tlumočnické činnosti (pozn. slovenská právní úprava zahrnuje obsahové vymezení jednotlivých znaleckých oprávnění v příloze č. 6 instrukce Ministerstva spravodlivosti Slovenskej republiky č. 7/2009 ze dne 25. 3. 2009, č. 23635/2009-51 o organizácii a riadení znaleckej, tlumočnickej a prekladateľskej činnosti). Pro vznik odpovědnosti za případný přestupek není rozhodné, zda znalec ustanovuje orgán veřejné moci, či jiná fyzická nebo právnická osoba. Tyto subjekty zpravidla nemusejí vždy mít dostatečné znalosti pro zařazení znaleckého úkolu pod konkrétní znalecké oprávnění. Tuto odpovědnost jako profesionál nese vždy znalec. Pokud znalec dospěje k závěru, že znalecký úkol nespadá pod jeho rozsah znaleckého oprávnění, pak odmítne provést znalecký úkon. Pokud zčásti úkol spadá do jeho znaleckého oprávnění a zčásti jej překračuje, nabízí se možnost zpracování společného znaleckého posudku s jiným znalcem, jehož znalecké oprávnění ve zbytku kryje celý znalecký úkol.

6 NEMOŽNOST VYKONAT ZNALECKÝ ÚKON S ODBORNOU PÉČÍ A VČAS JAKO DŮVOD ODMÍTNUTÍ PODÁNÍ ZNALECKÉHO ÚKONU PODLE § 19 ODS. 1 PÍSM. C)

Třetím důvodem, pro který je znalec povinen a oprávněn odmítnout podání znaleckého posudku, je situace, kdy mu počet nebo povaha doposud nezpracovaných znaleckých posudků neumožňuje podat další znalecký úkon s odbornou péčí a včas. Historická analogie v ZnalZ1967 v této oblasti není. V dřívějších dobách se vycházelo

z toho, že se znalcem mělo být zadání znaleckého posudku prodiskutováno a v rámci tohoto procesu měla být řešena i otázka časových možností znalce. Pokud znalec budoucímu zadavateli sdělil, že není schopen posudek podat v zamýšlené době zpracovat, zadavatel se obrátil na znalce jiného, případně akceptoval delší lhůtu nabízenou dotazovaným znalcem. Tento mechanismus, jak bude uvedeno i dále, zůstal nadále zachován, znalci je však dán komentovaným ustanovením nad rámec efektivní obranný nástroj, který v dřívější právní úpravě jednoznačně zakotven nebyl.

Při zvažování aktu odmítnutí podle písm. c) se bude jednat o subjektivní úvahu samotného znalce, zda je schopen při zachování všech požadavků na zpracování znaleckých posudků zpracovat další znalecký posudek ve stanovené lhůtě. Neexistuje zde žádné striktní objektivizační měřítko pro posouzení důvodnosti odmítnutí. Je nutno vzít v úvahu, že každý znalec pracuje trochu odlišným způsobem, jinak rychle, někdo je vedle výkonu znalecké činnosti ještě zaměstnán, tedy má na výkon znalecké činnosti odlišné množství času, každý v odlišném rozsahu realizuje své právo na rodinný život apod. Všechny případy musí být v případě výkonu státního dohledu posouzeny individuálně, což je činí o to obtížnější.

Řešení problematiky znaleckého zatížení je nově úzce spojeno s ustanovením § 29 odst. 4 písm. f) ZnalZ, dle kterého je ve veřejné části evidence znaleckých posudků zveřejněn u každého znaleckého subjektu údaj, jaký je aktuálně celkový počet zadáných, dosud nezpracovaných znaleckých posudků. Tedy každý potencionální zadavatel znaleckého posudku má možnost ověřit, jaká je aktuální vytíženost jím vybraného znaleckého subjektu. K tomu však ihned nutno dodat, že taková informace může mít trochu zkreslující charakter, neboť evidence pouze sděluje celkový počet zadáných a dosud nezpracovaných znaleckých posudků, avšak nikterak nehodnotí jejich povahu, tj. především obtížnost a s tím spojenou předpokládanou časovou náročnost.

Bude-li zadavatelem znaleckého posudku orgán veřejné moci, je nutno dále připomenout znění § 25 ZnalZ, dle kterého mj. musí tento orgán se znalcem předem projednat zadání znaleckého posudku a lhůtu pro podání znaleckého posudku. Při tomto projednání by tak měl orgán veřejné moci mj. zjistit, jaká je časová kapacita znalce a zda je schopen znalecký posudek v zamýšlené lhůtě řádně zpracovat. Důvodová zpráva přitom uvádí, že „je zapotřebí, aby se i soudy aktivně zajímaly o důvod odmítnutí a případně nahlížely do evidence znaleckých posudků, neboť je-li znalec schopen zpracovávat znalecké posudky pro jiné zadavatele než orgány veřejné moci, měl by být schopen zpracovat znalecké posudky i pro ně“. Reálně má však možnost aktivního pátrání po důvodech odmítnutí ze strany orgánů veřejné moci své hranice. Předně orgány veřejné moci nejsou dohledovými subjekty a dle aktuální právní úpravy (jak již bylo nastíněno výše) nikterak nerozhodují o důvodnosti či nedůvodnosti odmítnutí znaleckého posudku. Současně orgán veřejné moci nemá v době ustanovení znalce informaci o tom, kolik ze zadáných znaleckých posudků je soukromoprávního charakteru a kolik charakteru veřejnoprávního, nemá ani informaci o tom, jaká je lhůta k podání posledního zadáného znaleckého posudku (tyto informace jsou zpřístupněny k nahlížení podle § 29 odst. 4 a 5 ZnalZ pouze ministerstvu a krajským soudům). Logicky ustanovující orgán nemá informaci ani o charakteru a náročnosti zadáných znaleckých posudků. V návaznosti na uvedené je pak otázkou, zda vůbec ustanovující orgán může takové informace požadovat od znalce např. v rámci úvodního projednání zadání posudku, neboť takové údaje jsou vedeny v evidenci posudků jako neveřejné a znalec má povinnost mlčenlivosti podle § 20 ZnalZ. Toto ustanovení sice normuje, že „povinnosti mlčenlivosti se nelze dovolat vůči orgánu veřejné moci, před kterým řízení probíhá“, nicméně toto se vztahuje k informacím o znaleckém zkoumání v rámci vedené věci a zajisté nemá sloužit k získávání informací o dalších zadavatelích znalce, náročnosti jiných posudků a lhůtách pro zpracování jiných posudků. Platí pravidlo uvedené již výše, tedy že znalec má právo a povinnost odmítnout znalecký posudek z důvodu značné znalecké rozpracovanosti a jedná se o jednostranný právní úkon – nevyžaduje se tedy jakékoliv „schválení“ ze strany orgánu veřejné moci. Šetření orgánů veřejné moci po důvodech odmítnutí může pouze vést k oznámení podnětu dohledovému orgánu podle § 36, nemá však jakýkoliv vliv na akt odmítnutí v jimi řešené věci. S ohledem na rozsah znalecké mlčenlivosti by tak patrně znalci mělo postačovat pouze sdělení, že odmítá z důvodu značné znalecké rozpracovanosti, která neumožňuje zpracovat znalecký posudek s odbornou péčí ve stanovené lhůtě.

Častější než odmítnutí samotné, však bude situace, kdy znalec přímo neodmítne zpracování znaleckého posudku, avšak požádá s ohledem na aktuální zatížení o delší lhůtu pro jeho zpracování. V případě velmi přetížených odvětví, jako je např. psychiatrie, může být takový požadavek i v řádu několika měsíců. Zde musí orgán veřejné moci zhodnotit, zda není s ohledem na požadavek rychlosti a ekonomiky řízení vhodnější jiný postup, tedy především vyhledání kapacitně méně zatíženého znalce. Pokud méně zatíženého znalce nebude možné vyhledat,

měla by být lhůta stanovena s ohledem na vytížení znalců ve shodném znaleckém oprávnění, při současném zohlednění vlastního návrhu či stanoviska samotného ustanovovaného znalce.

V případě soukromoprávního znaleckého posudku je stanovení lhůty věci smluvního ujednání mezi znalcem a zadavatelem posudku. Dohodnutá lhůta by však neměla privilegižovat zpracování soukromoprávních znaleckých posudků před veřejnoprávními a neměla by také vést k následným žádostem o prodloužení lhůty pro zpracování veřejnoprávních znaleckých posudků. Jinými slovy řečeno, měla by být ctěna zásada pořadí nápadu znaleckých posudků. Znalec by se také měl vyvarovat situacím, kdy odmítne zpracování veřejnoprávního znaleckého posudku, a následně v krátkém časovém období po tomto odmítnutí přijme zpracování soukromoprávního posudku. Takové jednání znalce by mohlo být v případě šetření ministerstva hodnoceno jako přestupek podle § 39 odst. 1 písm. f) ZnalZ.

7 ZÁKAZ SOUBĚHU VÝKONU ČINNOSTI SAMOSTATNÉHO ZNALCE A ZNALCE PŮSOBÍCÍHO VE ZNALECKÉ KANCELÁŘI JAKO DŮVOD ODMÍTNUTÍ ZNALECKÉHO ÚKONU PODLE § 19 ODS. 1 PÍSM. D)

Odstavec 1 písm. d) normuje povinnost znalce odmítnout výkon znalecké činnosti, pokud vykonává znaleckou činnost jako zaměstnanec, společník nebo člen znalecké kanceláře. Pokud dojde k situaci, kdy je znalec ustanoven či přijal zpracování znaleckého posudku jako fyzická osoba a v průběhu zpracování posudku započne činnost v rámci znalecké kanceláře, lze souhlasit s Dörflem [4] v tom ohledu, že je zde namísto výkladový přístup *per analogiam* s ustanovením § 13 odst. 4 ZnalZ, který upravuje postup znalce v případě pozastavení znalecké činnosti. Dle tohoto ustanovení znalec dokončí již rozpracované znalecké posudky, avšak u posudků doposud nerozpracovaných o změně způsobu výkonu znalecké činnosti informuje zadavatele těchto posudků a bez zbytečného odkladu jim vrátí podklady pro zpracování znaleckého posudku. Takový krok znalce pochopitelně nebrání tomu, aby následně byl znalecký úkol nově zadán novému subjektu, pod kterým bude znalec působit. V případě dopracování již rozdělaných znaleckých posudků je však nutno upozornit, že znalec má i nadále práva a povinnosti, které měl v době „standardního“ výkonu, především je tedy povinen být pojištěn, musí dodržovat povinnost mlčenlivosti, apod.

8 ZVLÁŠTNÍ DŮVODY PRO ODMÍTNUTÍ VEŘEJNOPRÁVNÍHO POSUDKU – ODS. 2

Zatímco v případě naplnění některé z podmínek podle odstavce 1 znalec musí odmítnout podání znaleckého posudku, v případě odstavce 2 zákonodárce taxativně vyjmenovává další důvody, pro které je možné (nikoliv nutné) zpracování znaleckého posudku odmítnout. Předmětné ustanovení se přitom vztahuje pouze na veřejnoprávní výkon, neboť v případě soukromoprávního výkonu je uvážení ponecháno na smluvní svobodě stran, především uvážení samotného znalce. Odmítnout zpracování znaleckého posudku podle odstavce 2 je možno z důvodu a) závažných zdravotních okolností, b) závažné rodinné situace, c) mimořádné nebo neočekávané pracovní povinnosti, d) stanoví-li tak jiný zákon.

Dřívější právní úprava používala v § 12 ZnalZ1967 univerzální široký termín „vážné důvody“. Vzhledem k tomu, že zákon ani prováděcí vyhláška „vážné důvody“ blíže nevymezovaly, posuzoval se každý případ individuálně [5]. Důvodová zpráva k nové právní úpravě uvádí, že „cílem tohoto opatření je předejít situaci, kdy v minulosti často docházelo k odmítání výkonu znalecké činnosti bezdůvodně či z neopodstatněných, banálních či zcela imaginárních důvodů“. Je tedy zjevné, že nová právní úprava důvody odmítnutí zpřísňuje, neboť je taxativně vyjmenovává a již nedává jakoukoliv možnost odmítnout z jiného – byť charakterově a významově obdobného – důvodu (k tomu u slovenské právní úpravy odlišně Juran zde [6]).

Uváděné taxativní důvody jsou velmi široce vymezené, opětovně lze předpokládat, že každý znalec si pod uvedenými důvody může představit odlišné situace i jejich různou intenzitu. Důvodová zpráva tak alespoň náznakem přibližuje, že závažným zdravotním důvodem může být dlouhodobá nemoc, která znalci znemožňuje vykonávat znaleckou činnost, za závažný rodinný důvod lze považovat např. dlouhodobý pobyt v zahraničí, během kterého nelze vykonávat znaleckou činnost. Mimořádnou nebo neočekávanou pracovní povinností je např. náhlé odvolání na zahraniční pracovní cestu. Krátkodobější pracovní úkoly, jako je kupř. mimořádné jednání, by však znalec měl s výkonem znalecké činnosti skloubit a neměly by být důvodem pro odmítnutí. Důvodem pro odmítnutí podle jiného zákona může být např. podle § 105 odst. 2 tr. řádu možnost znalce odmítnout zpracovat posudek, pokud by sebe nebo osoby blízké vystavil nebezpečí trestního stíhání.

Pokud by se jednalo o opakované odmítání ze shodného či obdobného důvodu, mohlo by být uvažováno, zda zde již není určitý znak dlouhodobosti vedoucí k pozastavení znaleckého oprávnění [k tomu blíže srov. § 13 odst. 2 písm. b) a odst. 3 ZnalZ].

9 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] DANKOVČIK, Ján, Ján JURAN a Matúš KOŠUTH. *Zákon o znalcoch, tlmočníkoch a prekladateľoch*. Bratislava: Wolters Kluwer SR, 2020, s. 142
- [2] ŠEVČÍK, Petr, MALAST, Jan, POLÁČEK, Bohumil a kol. *Zákon o znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech*. Praktický komentář. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2023, s. 6.
- [3] ŠEVČÍK, Petr. *Závaznost specializace soudního znalce*. Právník. 2024, č. 3, s. 289-295.
- [4] DÖRFL, Luboš, KRYSL, Alexandr, LEHKÁ, Markéta, VISINGER, Radek. *Zákon o znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech: komentář*. Praha: C. H. Beck, 2021, s. 179.
- [5] ŠEVČÍK, Petr, ULLRICH, Ladislav. *Znalecké právo*. Praha: C. H. Beck, 2015, s. 132.
- [6] DANKOVČIK, Ján, Ján JURAN a Matúš KOŠUTH. *Zákon o znalcoch, tlmočníkoch a prekladateľoch*. Bratislava: Wolters Kluwer SR, 2020, s. 140.

Nemateriální faktory působící na sjednané ceny rodinných domů v Brně

Intangible Factors Influencing the Negotiated Prices of Family Houses in Brno

Monika Doležalová^{*,1}, Karel Pospíšil¹

¹ Ústav soudního inženýrství VUT v Brně, Brno

Rozšířený abstrakt

Článek se zabývá problematikou související s cenami nemovitostí, konkrétně vlivem vytipovaných nemateriálních faktorů na cenu rodinných domů. Pro účely tohoto článku nemateriálními faktory rozumíme takové faktory, které nemají původ v nemovitosti samotné, nýbrž jsou odvozeny od jejího umístění, popřípadě od jejího okolí. Materiální faktory jsou pak ty, které souvisejí s velikostí domu i pozemku, s jeho provedením a stavem apod.

Pro vytipování relevantních faktorů byly využity rešerše publikací, včetně zahraničních, a také informace z již dříve provedených výzkumů a sociologických studií zabývajících se bydlením v Brně. Inspirativním zdrojem informací byl i archiv znaleckých posudků Ústavu soudního inženýrství. Provedena byla analýza veřejně dostupných inzerátů rodinných domů s cílem zjistit, jaké vlastnosti inzerenti považují za podstatné při popisu nabízených nemovitostí.

Zájmovou oblastí prezentovaného článku je město Brno. Důvodem pro volbu této lokality je znalecká praxe autorů článku v oboru oceňování nemovitostí zejména v tomto území. Konečná databáze obsahuje 147 prodejů rodinných domů. V databázi je posuzováno celkem dvanáct nemateriálních faktorů. V analýze jsou zahrnuty rovněž materiální faktory, které byly zvoleny tak, aby výstižně charakterizovaly rodinný dům.

Těžištěm článku je mnohorozměrný lineární regresní model s metodou odhadu OLS (metodou nejmenších čtverců) popisující závislost ceny na vysvětlujících proměnných (v této práci označovaných jako faktory). Po konfrontaci získaných dat s regresním modelem byla potvrzena hypotéza, že alespoň jeden nemateriální faktor je pro cenu rodinných domů na zvolené hladině významnosti statisticky významný. Rovněž se potvrdil předpoklad hypotézy, že nemateriální faktory jsou v součtu intenzity svého působení s to vysvětlit alespoň 10 % ceny rodinného domu.

Klíčová slova: Materiální faktory, nemateriální faktory, cena, rodinný dům, mnohorozměrný lineární regresní model, metoda odhadu OLS.

Citace:

DOLEŽALOVÁ, Monika a POSPÍŠIL, Karel. Nemateriální faktory působící na sjednané ceny rodinných domů v Brně. Online. *Soudní inženýrství*. 2024, roč. 35, č. 01, s. 12-20. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2024.1.12>

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2024.1.12

*Korespondenční adresa autora:

Monika.Dolezalova@vut.cz

Přijato do redakce:

01.04.2024

Recenzní řízení:

08.04.2024

Publikováno:

17.04.2024



Copyright: © 2023 The Author. This work is licensed under Attribution 4.0 International. To view a copy of this license, visit:

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Extended abstract

The article deals with issues related to real estate prices, specifically the influence of selected intangible factors on the price of family houses. For the purpose of this article, we understand intangible factors as those factors that do not originate from the property itself, but are derived from its location or its surroundings. Tangible factors are those related to the size of the family house and the land, its design and condition, etc.

In order to identify relevant factors, a search of publications, including foreign ones, was used, as well as information from previously conducted research and sociological studies dealing with housing in Brno. The archive of expert opinions of the Institute of Forensic Engineering was also an inspiring source of information. An analysis of publicly available advertisements of houses was carried out in order to find out what features advertisers consider essential when describing the properties on offer.

The area of interest of the presented article is the city of Brno. The reason for the choice of this location is the expert practice of the authors of the article in the field of real estate valuation, especially in this area. The final database contains 147 family house sales. A total of twelve intangible factors are considered in the database. Tangible factors are also included in the analysis and were chosen to aptly characterize the single-family home.

The focus of the paper is a multivariate linear regression model with the OLS (ordinary least squares) estimation method describing the dependence of price on explanatory variables (referred to as factors in this paper). After confronting the obtained data with the regression model, the hypothesis that at least one intangible factor is statistically significant for the price of family houses at the chosen level of significance was confirmed. It also confirmed the hypothesis that the intangible factors, in the sum of their intensity, are able to explain at least 10% of the price of a family house.

Keywords: Tangible factors, intangible factors, price, family house, multiple linear regression model, OLS estimation method.

Citation:

DOLEŽALOVÁ, Monika a POSPÍŠIL, Karel. Nemateriální faktory působící na sjednané ceny rodinných domů v Brně. Online. *Soudní inženýrství*. 2024, roč. 35, č. 01, s. 12-20. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2024.1.12>

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2024.1.12

*Author's correspondence address:

Monika.Dolezalova@vut.cz

Accepted for editing:

April 01, 2024

Review proceedings:

April 08, 2024

Published:

April 17, 2024



Copyright: © 2023 The Author. This work is licensed under Attribution 4.0 International. To view a copy of this license, visit: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

1 Úvod

Při oceňování majetku znalci a odhadci běžně používají klasické oceňovací přístupy, které jsou obsaženy v mezinárodních, evropských i tuzemských standardech. Je otázkou, zda přitom berou či mohou brát dostatečně exaktně v úvahu všechny podstatné faktory, kterými je hodnota nemovitosti ovlivňována a které mohou mít vliv na její cenu. Faktory ovlivňující hodnotu a v konečném důsledku i cenu nemovitosti jsou v tomto článku děleny do dvou skupin, a to na faktory materiální a nemateriální. Při vědomí možné nepřesnosti tohoto pojmosloví v zásadě platí, že materiálními faktory je popsána sama nemovitost, (pozemek i stavba) a nemateriální faktory jsou odvozeny od umístění (lokality) nemovitosti a nemají tedy původ v nemovitosti samotné. Zaměření tohoto článku vychází z potřeb znalecké praxe, která pociťuje nedostatek komplexního posouzení vlivu a míry významnosti zejména nemateriálních faktorů na cenu nemovitostí.

2 STAV SOUČASNÉHO POZNÁNÍ

Výzkumem nemateriálních faktorů se zabývá řada odborníků. V literatuře byly dohledány výsledky výzkumu a studie, které se věnovaly vztahu mezi cenami nemovitostí a různými zkoumanými vlivy. Tyto konkrétní vlivy často korelovaly se specifiky státu, města nebo lokality. V přímořském státě může být významným faktorem fenomén moře [1], v Nizozemsku mohou hrát roli jezera [2], a v Toskánsku jedinečnost krajiny [3]. Někteří z publikujících odborníků se soustředili pouze na jediný zkoumaný faktor. Například vliv hluku z dopravy na ceny bytů byl zkoumán v Olsztynu v Polsku, kde potvrdili očekávanou negativní korelaci [4]. Ve studii provedené ve městě Bari v Itálii se rovněž zkoumal vliv hluku na ceny bydlení. Zjistilo se přitom postupné snižování tohoto vlivu směrem od centrálních částí města k okrajovým čtvrtím [5].

V dalších případech se odborníci zaměřili na několik faktorů, z nichž některé následně kvantifikovali. Např. v Mariboru ve Slovinsku bylo zjištěno, že výhled z budovy může zvýšit hodnotu nemovitosti až o 12 %, zatímco výhled na moře dokonce o 40 % [1]. Podobné trendy byly zaznamenány i v Athénách. Výhled na Akropoli mohl zvýšit cenu až o 45 %, výhled na moře o 34 % a na park o 18 % [6]. Zajímavou prací bylo zkoumání cenotvorných faktorů u rodinných domů v okrese Brno-venkov. Největší význam byl přisuzován vzdálenosti do města Brna, která měla asi 10% vliv na cenu rodinného domu [7]. Jiní odborníci zkoumané faktory seskupovali nebo je nahrazovali jedinou proměnnou. Ve vietnamském městě Bac Nihh byla hodnocena míra vlivu na cenu bydlení ve specifických skupinách, přičemž největší vliv vykazovala skupina „městská čtvrť“ s odhadovaným dopadem 19 % [8].

Označení faktorů jako materiální a nemateriální není v literatuře ustálen. Např. Sirmans pracuje s pojmy „fyzikální vlastnosti“ a „ostatní vlastnosti“ [13], Melanda přiřazuje zvlášť vlastnosti k rezidenčnímu objektu a zvlášť k „vnějším charakteristikám“ [10].

Také způsoby získávání dat pro výzkum se mezi jednotlivými autory lišily. Někteří využívali dotazníková šetření, což se uplatnilo ve studii scénických pohledů [9], nebo hodnotách krajiny [3]. Jiní přebírali data ze specifických map, mapových platforem a dalších zdrojů jako jsou informace z realitních kanceláří. Speciální metoda spočívala v aplikaci techniky dolování dat s použitím příslušného softwaru [10]. Většinou byly v dohledaných rešerších preferovány statistické metody pro zpracování dat.

Významným zdrojem informací pro tento článek byly výsledky rozsáhlých sociologických výzkumných projektů realizovaných přímo v Brně. Jedním z nich byl Projekt GA ČR nazvaný „Vliv charakteru a umístění urbanistické struktury na udržitelný rozvoj území“, který se zabýval zkoumáním široké škály identifikátorů působících na kvalitu života [11]. Dále „Sociologický výzkum bydlení v Brně“ zpracovaný pro Statutární město Brno. Tímto výzkumem se zjišťovaly podmínky bydlení obyvatel města, jejich nároky a požadavky [12].

Z provedeného zkoumání stavu současného poznání vyplývá, že řada výsledků výzkumu potvrzuje dopad nemateriálních faktorů na hodnotu nemovitostí, zejména v případě rezidenčních staveb. Situace je nestandardní tím, že i když tyto nemateriální faktory existují, není zřejmé, jak je při praktickém ocenění zohlednit. Chybí kvantitativní údaje, které by umožnily nemateriální faktory společně s materiálními posuzovat z hlediska jejich významnosti. Cílem tohoto článku je tedy objasnit, které nemateriální faktory působí na cenu rodinných domů a které jsou významné.

3 FAKTORY A DATA

Realizace řešení zahrnovala v návaznosti na provedené řešení dva samostatné směry výzkumu. První se týkal znaleckých posudků o reálných nemovitých věcech, jejich analýze a vyhodnocení. Jednalo se o znalecké posudky zpracované na Ústavu soudního inženýrství Vysokého učení technického v Brně. Druhým směrem byla analýza inzerátů prodeje rodinných domů v Brně z veřejně dostupných realitních serverů. Úmyslem bylo prozkoumat jaké vlastnosti považují inzerenti za podstatné uvádět při charakteristice nabízené nemovitosti.

Pro splnění cíle bylo potřebné vytvořit verifikovaný model. Znamenalo to identifikovat a analyzovat nemateriální faktory, se kterými je nejčastěji pracováno v referenční literatuře. Dále vybrat materiální faktory charakterizující rodinné domy. Sestavit databázi rodinných domů ze sjednaných (realizovaných) cen a vytvořit statistický model. K dosažení cíle byly stanoveny tyto hypotézy:

H 1: Alespoň jeden nemateriální faktor je statisticky významný.

H 2: Nemateriální faktory vysvětlují alespoň 10 % ceny.

3.1 Materiální a nemateriální faktory

Na základě rozboru výše uvedených zdrojů bylo identifikováno celkem 16 materiálních faktorů a 12 nemateriálních faktorů, které byly vybrány tak, aby výstižně charakterizovaly rodinný dům, viz tabulka 1 a tabulka 2.

Tabulka 1 Materiálních faktory [autor]

Table 1 Material factors [author]

Materiální faktor	
Užitná plocha [m ²]	Garážové stání nebo možnost parkování na pozemku [ano/ne]
Situování [řadový, samostatně stojící...]	Novostavba do 5 let [ano/ne]
Počet nadzemních podlaží	Počet pokojů
Podsklepení [ano/ne]	Počet kuchyní
Technický stav [dle standardu]	Využitelnost volných půdních prostor nezapočítaných do užitné plochy [ano/ne]
Konstrukční systém [dle typu]	Inženýrské sítě [dle typu]
Příslušenství RD nad rámec běžného [ano/ne]	Plocha zahrady [m ²]
Garáž [ano/ne]	Energetický štítek [dle průkazu energetické náročnosti]

Tabulka 2 Nemateriální faktory [autor]

Table 2 Intangible factors [author]

Nemateriální faktor	
Dojezdová vzdálenost do centra města [km]	Vzdálenost k zastávce MHD [km]
Sousedství a dobrá adresa [škála]	Hluk [dB]
Výhled z okna [škála]	Celkové imisní zatížení NO ₂ [µg/m ³]
Občanská vybavenost [škála]	Demografická struktura [%]
Možnosti parkování dle parkovacích zón [škála]	Bezpečnost [index bezpečnosti]
Vzdálenost k zelené ploše [km]	Záplavy [ano/ne]

3.2 Databáze

V konečné databázi po provedené filtraci a očištění dat byly shromážděny údaje o 147 rodinných domech. Sjednané ceny byly přepočteny pomocí tzv. HB indexů cen rodinných domů zveřejněných na internetových stránkách ČSOB Hypoteční banky na cenovou hladinu druhého čtvrtletí roku 2022 [14]. Celkem se v databázi (matici) jednalo o 4 116 sledovaných údajů, tedy 147 nemovitostí, 16 materiálních a 12 nemateriálních faktorů.

4 METODY A POSTUPY

Nejprve byla provedena úprava databáze rodinných domů, což znamenalo vytvořit matematicky zpracovatelnou vstupní zdrojovou tabulku (matici) pro lineární regresní model. Jelikož se nepodařilo dosáhnout verifikovaného modelu bez transformace faktorů, bylo třeba úprav. Postupnou prací s modelem došlo k logaritmování ceny, užité plochy rodinného domu a plochy zahrady. V průběhu modelování se rovněž nepodařilo dosáhnout normality reziduí bez odebrání odlehlých hodnot. Proto byly z databáze odstraněny rodinné domy, jejichž odchylka predikované ceny od skutečné hodnoty byla vůči jiným odchylkám ze souboru podle Z-score testu odlehlá. Celkově se jednalo o vyřazení 7 rodinných domů. Další úprava spočívala v odstranění jednoho faktoru s nejvyšší p-hodnotou. Poté byl přepočítán model a postup se opakoval, dokud existoval alespoň jeden faktor s p-hodnotou $> 0,05$. Pro statistické ověření normality byl použit Sharipo Wilk test a Anderson Darling test. Platí nulová hypotéza, rezidua mají homoskedasticitu, Whietů test prokázal, že homoskedasticita se připouští na hladině významnosti 0,05.

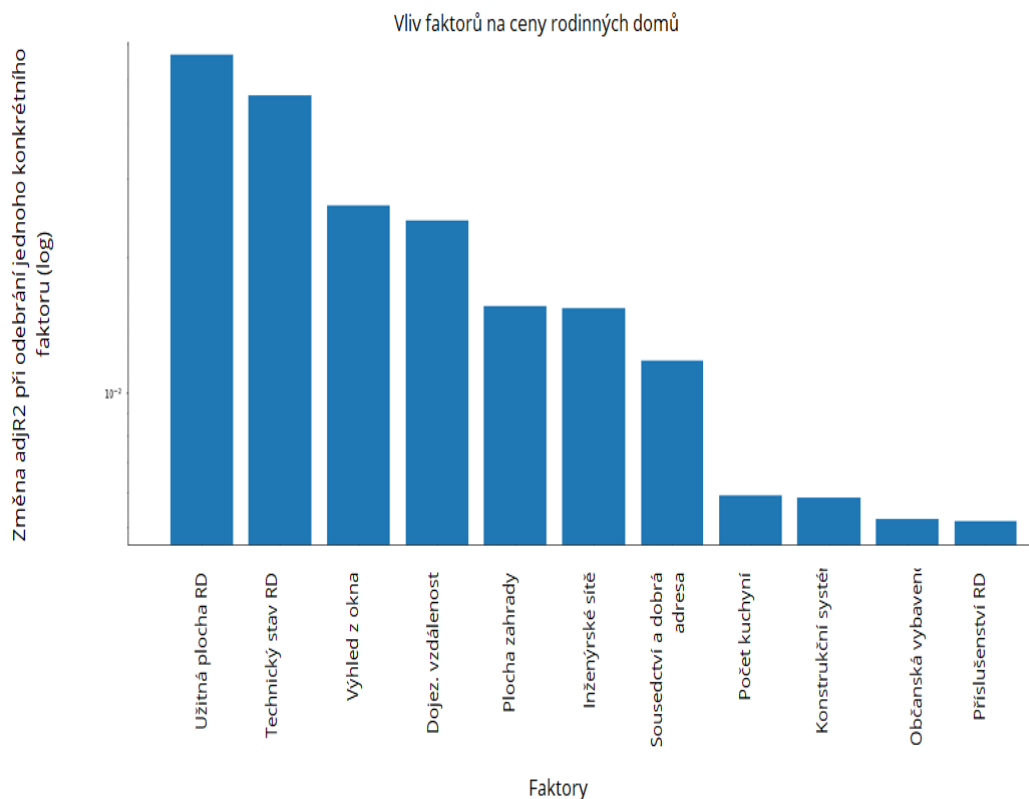
5 VÝSLEDKY

Ve výsledném modelu se statisticky významných ukázalo 11 faktorů, 7 z nich bylo materiálních a 4 faktory byly nemateriální. Pro zjištění, které z těchto faktorů mají největší vliv byly použity čtyři následující metody:

- 1) Změna adjustovaného koeficientu determinace ($\text{adj}R^2$).
- 2) Analýza korelačních matic.
- 3) Porovnání t-hodnot.
- 4) Porovnání p-hodnot.

5.1 Změna $\text{adj}R^2$

Graf 1 a tabulka 3 zobrazují výsledek uvedený v první metodě, tj. ukazují, jak se změní $\text{adj}R^2$, když je odebrán jeden faktor. Osa Y byla logaritmována. Podle změny $\text{adj}R^2$ má největší vliv *Výhled z okna*, následuje *Dojezdová vzdálenost do centra města*, dále *Sousedství a dobrá adresa* a *Občanská vybavenost*.



Graf 1 Změna $\text{adj}R^2$ při odebrání jednoho konkrétního faktoru [autor]

Graph 1 Change in $\text{adj}R^2$ when one specific factor is removed [author]

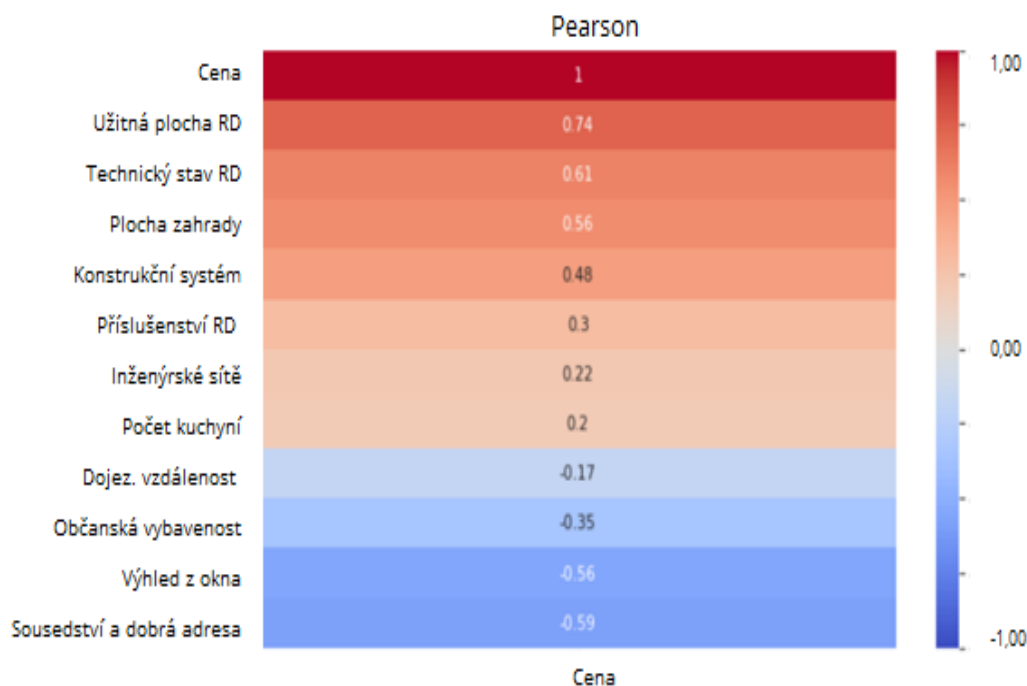
Tabulka 3 Změna adjR^2 při odebrání jednoho konkrétního faktoru [autor]**Table 3** Change in adjR^2 when one specific factor is removed [author]

Faktor	Změna AdjR^2
Užitná plocha RD	0,05702
Technický stav RD	0,04604
Výhled z okna	0,02614
Dojezdová vzdálenost do centra města	0,02425
Plocha zahrady	0,01554
Inženýrské sítě	0,01544
Sousedství a dobrá adresa	0,01178
Počet kuchyní	0,00592
Konstrukční systém	0,00583
Občanská vybavenost	0,00523
Příslušenství RD	0,00514

Poznámka: Tučným písmem jsou uvedeny nemateriální faktory.

5.2 Analýza korelačních matic

Jedná se o analýzu korelačních matic všech vysvětlujících faktorů. Byly provedeny 3 korelace – podle Pearsona, Spearmana a Kandalla. Největší vliv nemateriálních faktorů (v absolutní hodnotě) je v tomto pořadí: *Sousedství a dobrá adresa*, *Výhled z okna*, *Občanská vybavenost*, *Dojezdová vzdálenost do centra města*. Obrázek 1 je ukázka korelace dle Pearsona.

**Obrázek 1** Pearsonova korelace mezi cenou a faktory [autor]**Figure 1** Pearson correlation between price and factors [author]

5.3 Porovnání t-hodnot

Metoda vychází z t-testů jednotlivých faktorů v rámci mnohonásobného lineárního regresního modelu, viz tabulka 4. Z t-hodnot výsledného modelu byl proveden odhad vlivu všech uvažovaných faktorů v %. U rodinných domů je podíl nemateriálních faktorů 34,99 % z výsledného modelu. **Jelikož model vysvětluje 85,5 % z celkové ceny** rodinného domu, znamená to, že nemateriální faktory vysvětlují 29,92 % ceny této nemovitosti. Nemateriální faktor *Výhled z okna* byl zastoupen ve výši 9,54 %, *Dojezdová vzdálenost do centra města* 9,20 %, *Sousedství a dobrá adresa* 6,57 % a *Občanská vybavenost* 4,61 %.

Tabulka 4 Vliv faktorů a jejich t-hodnot [autor]

Table 4 Influence of factors and their t-values [author]

Faktor	Zastoupení faktoru ve výsledném modelu [%]	Zastoupení faktoru z celkové ceny [%]
Užitná plocha RD	16,29	13,93
Technický stav RD	14,67	12,54
Výhled z okna	11,16	9,54
Dojezdová vzdálenost do centra města	10,76	9,20
Plocha zahrady	8,72	7,46
Inženýrské sítě	8,69	7,43
Sousedství a dobrá adresa	7,68	6,57
Počet kuchyní	5,67	4,85
Konstrukční systém	5,63	4,81
Občanská vybavenost	5,39	4,61
Příslušenství RD nad rámec běžného	5,34	4,57
Součet	100,00	85,50
Z toho:		
Materiální faktory	65,01	55,58
Nemateriální faktory	34,99	29,92
Nevysvětlitelná složka	-	14,50

Poznámka: Tučným písmem jsou uvedeny nemateriální faktory.

5.4 Porovnání p-hodnot

Metoda rovněž vychází z t-testů jednotlivých faktorů v rámci mnohonásobné lineární regrese, výsledky zobrazuje tabulka 5.

Tabulka 5 Porovnání p-hodnot výsledného modelu [autor]

Table 5 Comparison of p-values of the resulting model [author]

Faktor	Porovnání p-hodnot
Užitná plocha RD	0,000
Technický stav RD	0,000
Výhled z okna	0,000
Dojezdová vzdálenost do centra města	0,000
Plocha zahrady	0,000
Inženýrské sítě	0,000
Sousedství a dobrá adresa	0,001
Počet kuchyní	0,013
Konstrukční systém	0,014
Občanská vybavenost	0,019
Příslušenství RD nad rámec běžného	0,020

Poznámka: Tučným písmem jsou uvedeny nemateriální faktory.

5.5 Analýza a prezentace výsledků

Hypotéza H 1 se potvrdila. Ze 12 sledovaných nemateriálních faktorů byly 4 nemateriální faktory statisticky významné (na hladině významnosti 0,05):

- 1) *Výhled z okna.*
- 2) *Dojezdová vzdálenost do centra města.*
- 3) *Sousedství a dobrá adresa*
- 4) *Občanská vybavenost.*

Uvedené pořadí statistické významnosti nemateriálních faktorů u modelu rodinných domů bylo u dvou ze čtyř metod stejné. Konkrétně u hodnot při změně $\text{adj}R^2$ a t-hodnot. U p-hodnot byl *Výhled z okna* a *Dojezdová*

vzdálenost do centra města na prvních dvou místech, následovalo *Sousedství a dobrá adresa* a *Občanská vybavenost*. Podle korelačních hodnot bylo pořadí odlišné: *Sousedství a dobrá adresa*, *Výhled z okna*, *Občanská vybavenost* a *Dojezdová vzdálenost do centra města*.

U výsledného modelu byla H 2 potvrzena. Za předpokladu, že všechny faktory (materiální i nemateriální) vysvětlují cenu rodinného domu ze 100 %, je podíl nemateriálních faktorů 34,99 % a materiálních faktorů 65,01 %. Jelikož cenu nelze ze 100 % vysvětlit systematickými změnami cenotvorných faktorů, je podíl nemateriálních faktorů pouze 29,92 % s ohledem na náhodnou, respektive nesystematickou složku.

6 DISKUSE

Porovnání konkrétních výsledků z vyhodnocení stavu současného poznání a výsledků této práce je limitováno skutečností, že cenové modely jsou obvykle specifické pro danou lokalitu a na různé geografické oblasti se obtížně zobecňují [13]. Řada dohledaných zdrojů byla však přínosem pro tuto práci z pohledu určení nemateriálních faktorů a způsobů zpracování dat. Konkrétní výše ovlivnění ceny výhledem na Akropoli v Aténách nebo dopady vlivu jezer do cen nemovitostí v Holandsku není tak podstatná.

Obtížnost porovnání provedeného výzkumu s již publikovanými pracemi je také dána faktem, že někteří autoři, kteří statisticky vyhodnocovali vybrané faktory a jejich vliv na cenu nemovitostí, do svých modelů nezahrnuli materiální faktory (charakteristiky) těchto nemovitostí. Tím mohli dospět ke zkresleným závěrům.

Výsledky prezentované v tomto článku jsou spíše metodologického nežli faktografického charakteru, neboť byly studovány v jednom, byť sociálně heterogenním městě. Lze ale mít za to, že ve městech s jiným sociálně-ekonomickým spektrem obyvatelstva, pracovními příležitostmi apod. budou mít jednotlivé nemateriální faktory zcela jinou váhu, nebo se jako významné objeví i jiné.

Výzkum popsáný v tomto článku potvrdil platnost obou hypotéz, tj. existuje alespoň jeden nemateriální faktor statisticky významný – byly identifikovány celkem čtyři. Nemateriální faktory vysvětlují alespoň 10 % ceny – ve skutečnosti bylo zjištěno, že ve zkoumané oblasti je to přibližně 30 %.

7 ZÁVĚR

Výzkum nemateriálních faktorů, který je popsán v tomto článku, byl proveden v rámci dizertační práce, která se zabývá zkoumáním nemateriálních faktorů vybraných nemovitostí – rodinných domů a bytů. Záměrem dizertační práce a rovněž tohoto článku je rozšířit současné poznatky o působení vlivu nemateriálních faktorů na cenu nemovitostí. Dizertační práce ani článek si nekladou za cíl přinést komplexní kvantifikaci nemateriálních faktorů platnou pro celou Českou republiku, nýbrž na vybrané lokalitě ukázat, že nemateriální faktory jsou kvantifikovatelné a že lze statisticky významně korelovat s cenou nemovitostí. Výzkum také popsal metody, kterými k naplnění těchto výsledků lze obecně dojít.

Výsledky této práce, navržené postupy a vyhodnocení mohou být v budoucnu využívány v oboru soudního inženýrství v reálné praxi znalců a odhadců nebo v oboru realitního inženýrství jako podklad pro zamyšlení se nad komponentami určujícími cenu nemovitostí. Rovněž mohou tyto poznatky najít uplatnění ve výuce zaměřené na oceňování nemovitostí. Mohou také posloužit jako základ pro uskutečnění celorepublikového rozsáhlého výzkumu, jehož cílem by mohlo být jejich zobecnění tak, aby byly použitelné nejen pro znalce a odhadce, ale i pro realitní kanceláře pro stanovování nabídkových cen.

8 REFERENCE

- [1] FERLAN, Nadja; BASTIC, Majda a PSUNDER, Igor, 2017. *Influential Factors on the Market Value of Residential Properties*. Online. Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics. Roč. 2017, č. 28(2), s. 135-144. Dostupné z: <https://doi.org/10.5755/j01.ee.28.2.13777>. [cit. 2023-11-15].
- [2] LUTTIK, Joke, 2000. *The value of trees, water and open space as reflected by house prices in the Netherlands*. Online. Landscape and Urban Planning. Roč. 48, č. 3-4, s. 161-167. ISSN 01692046. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(00\)00039-6](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00039-6). [cit. 2023-11-15].

- [3] RICCIOLI, Francesco; FRATINI, Roberto a BONCINELLI, Fabio, 2021. *The Impacts in Real Estate of Landscape Values: Evidence from Tuscany (Italy)*. Online. Sustainability. Roč. 13, č. 4, s. 2-18. ISSN 2071-1050. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su13042236>. [cit. 2023-11-15].
- [4] SZCZEPAŃSKA, Agnieszka; SENETRA, Adam a WASILEWICZ-PSZCZÓŁKOWSKA, Monika, 2020. *The Influence of Traffic Noise on Apartment Prices on the Example of a European Urban Agglomeration*. Online. Sustainability. Roč. 12, č. 3, s. 14. ISSN 2071-1050. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su12030801>. [cit. 2023-11-15].
- [5] MORANO, Pierluigi; TAJANI, Francesco; DI LIDDO, Felicia a DARÒ, Michele, 2021. *Economic Evaluation of the Indoor Environmental Quality of Buildings: The Noise Pollution Effects on Housing Prices in the City of Bari (Italy)*. Online. Buildings. Roč. 11, č. 5, s. 1-23. ISSN 2075-5309. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/buildings11050213>. [cit. 2023-11-15].
- [6] DAMIGOS, Dimitris a ANYFANTIS, Fotis, 2011. *The value of view through the eyes of real estate experts: A Fuzzy Delphi Approach*. Online. Landscape and Urban Planning. Roč. 101, č. 2, s. 171-178. ISSN 01692046. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.02.009>. [cit. 2023-11-15].
- [7] JANDÁSKOVÁ, Tereza; HRDLÍČKA, Tomáš; KOMOSNÁ, Milada; CUPAL, Martin a KERVITCER, M., 2021. *Cenotvorné faktory u rodinných domů v okrese Brno-venkov*. Soudní inženýrství. Roč. 32, č. 1, s. 22-29. ISSN 211-443X. [cit. 2023-11-15].
- [8] NAM, Pham Phuong a PHUONG, Tran Trong, 2021. *Factors affecting commercial housing prices in Vietnam*. Online. International Journal of Housing Markets and Analysis. 2021-08-14, roč. 15, č. 5, s. 1019-1032. ISSN 1753-8270. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/IJHMA-06-2021-0065>. [cit. 2023-11-15].
- [9] KLIMENT, Daniel; DOLEŽALOVÁ, Monika a KOMOSNÁ, Milada, 2021. *Vztah scénického pohledu a hodnoty rezidenční výstavby*. Online. VTEI-Vodohospodářské technicko-ekonomické informace. Roč. 63, č. 6, s. 42-45. ISSN 0322-8916 (print), ISSN 1805-6555 (on-line). Dostupné z: <https://doi.org/10.46555/VTEI.2021.09.005>. [cit. 2023-11-15].
- [10] MELANDA, Edson; HUNTER, Andrew a BARRY, Michael, 2016. *Identification of locational influence on real property values using data mining methods*. Online. Cybergeo. 2016-01-04, roč. 20, č. 771, s. 19. ISSN 1278-3366. Dostupné z: <https://doi.org/10.4000/cybergeo.27493>. [cit. 2023-11-15].
- [11] KOPÁČIK, G.; WITTMANN, M.; KILNAROVÁ, P.; KUČERA, P.; FRANTIŠÁK, L.; HAVLIŠ, K.; ŠIMARA, E.; HÝLOVÁ, A.; MATYÁŠOVÁ, J.; LEITMANNOVÁ, A.; VAISHAR, A.; JENČKOVÁ, B.; HOFMAN, P.; OBRŠÁL, N. *Vliv charakteru a umístění urbanistické struktury na udržitelný rozvoj území, Případové studie Brno–Ostrava–Zlín*. Brno: Akademické nakladatelství CERM©, s.r.o., 2019. 480 s. ISBN: 978-80-7623-007-1. [cit. 2023-11-15].
- [12] FOKUS MARKETING & SOCIAL RESEARCH, 2019. *Sociologický výzkum bydlení v Brně: Výzkum pro Magistrát města Brna*. Online, Sociologický výzkum. 2019. Dostupné z: https://urbancentrum.brno.cz/wp-content/uploads/2021/05/2019_Sociologick%C3%BD-v%C3%BDzkum-bydlen%C3%AD-v-Brn%C4%9B.pdf. [cit. 2023-11-15].
- [13] SIRMANS, Stacy; MACPHERSON, David a ZIETZ, Emily, 2005. *The Composition of Hedonic Pricing Models*. Online. Journal of Real Estate Literature. 2005-01-01, roč. 13, č. 1, s. 1-44. ISSN 0927-7544. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10835547.2005.12090154>. [cit. 2023-11-15].
- [14] HYPOTEČNÍ BANKA, A.S., ČLEN SKUPINY ČSOB, 2023. HB index. Online. Dostupné z: <https://www.csobhypotecni.cz/kontakty/csob-index-bydleni/>. [cit. 2023-11-15].

Přepočet obvyklé ceny stavebních prací k jinému datu

Revaluation of the usual price of construction works from one date to another

Ing. et Ing. Karla Háva^{*1}

¹Ústav soudního inženýrství, VUT v Brně

Rozšířený abstrakt

Článek souvisí s oceněním stavebních materiálů a prací obvyklou cenou. Výše těchto nákladů je v praxi často dovozována kalkulací nákladů pomocí směrných cen.

Článek se zabývá způsoby přepočtu obvyklé ceny stavebních prací z jednoho data k datu jinému, tedy přepočtem do jiné cenové úrovně s ohledem na změny cen stavebních prací v čase. Zaměřuje se na cenové indexy a na příkladu přecenění rozpočtu stavebního objektu ukazuje jejich použití v praxi.

Přepočet ceny je proveden opětovným přeceněním položkového rozpočtu směrnými cenami v nové cenové úrovni a čtyřmi způsoby indexace. Protože jsou směrné ceny ve znaleckých posudcích znalci uvažovány za ceny obvyklé ve stavebnictví v ČR, je rozpočet ve směrných cenách ve výši obvyklé ceny uvažován jako verifikační hodnota pro indexované ceny rozpočtu.

Pro zjištění současného stavu poznání o dané tématice byla provedena literární rešerše. Literární rešerše odhalila několik souvisejících výzkumů, avšak žádný z nich se nezabýval výzkumnými otázkami tohoto článku.

Z výsledků výzkumu zabývajícího se analýzou změny obvyklé ceny stavebních prací v čase vyplývá, že indexace cen stavebních prací funguje za optimálních podmínek na trhu. Pokud se výrazně mění tržní podmínky, potom indexaci cen pro přecenění není vhodné použít a je při přepočtu ceny do nové cenové úrovně zapotřebí opětovně vypočítat náklady na stavební práce. Vypočítaný průměrný rozdíl indexovaných cen oproti ceně položkového rozpočtu v nové cenové úrovni byl vypočítán 15 % z ceny položkového rozpočtu. Indexované ceny byly tedy v průměru o 15 % nižší nežli cena nového položkového rozpočtu.

Praktické uplatnění článku autorka spatřuje v prohloubení poznání o možnosti využití indexace cen. Znalci tato zjištění mohou uplatnit například při stanovení obvyklé ceny stavebních prací při zjištění nákladů na opravu či stanovení víceprací či méněprací.

Klíčová slova: cenové indexy; obvyklá cena; přecenění; stavební materiály; stavební práce

Citace:

HÁVA, Karla. Přepočet obvyklé ceny stavebních prací k jinému datu. Online. *Soudní inženýrství*. 2024, roč. 35, č. 01, s. 21-29. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2024.1.21>

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2024.1.21

*Korespondenční adresa autora:

knedevoval@seznam.cz

Přijato do redakce:

29.05.2024

Recenzní řízení:

02.07.2024

Publikováno:

16.07.2024



Copyright: © 2024 The Author. This work is licensed under Attribution 4.0 International. To view a copy of this license, visit: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Extended Abstract

This article is related to the valuation of construction materials and works at the usual price. In practice, these costs are often determined by calculating costs using indicative prices.

This article deals with revaluation methodology of the usual price of construction works from one date to another. It means price recalculation due to changes in prices of construction works over time. It also focuses on price indices and an example of a revaluation of budget for building is given.

The price revaluation is carried out by recalculation of the item budget with indicative prices in the new price level and four methods of indexation. Since the indicative prices in the expert opinions are considered by experts to be the usual prices in the construction industry in the Czech Republic, the budget in the indicative prices in the amount of the usual price is considered as a verification value for the indexed budget prices.

A review of literature was conducted to determine the current state of knowledge on the given topic. A conducted review of literature revealed several related researches, however, none of them discussed the questions central to this paper.

The results of the research, dealing with the analysis of the change in the usual price of construction works over time, show that the indexation of the prices of construction works is applicable under optimal conditions on the market. Indexation can be used if market conditions do not change significantly in the monitored period. If market conditions do change significantly, price indexation is not applicable for revaluation; in this case, when revaluating the price to the new price level, it is necessary to recalculate the costs of construction works too. The average difference of the indexed prices as compared to the itemized budget price at the new price level was calculated at 15 % of the itemized budget price. The average difference of the indexed prices was 15 % lower than the itemized budget price.

The author sees the practical application of this article in providing deeper knowledge of how various ways of price indexation can be used. Experts can apply these findings, for example, when determining the usual price of construction works while determining the costs of repairs or determining additional or cancelled works.

Keywords: price indices; usual price; revaluation; construction materials; construction works

Citation:

HÁVA, Karla. Přepočet obvyklé ceny stavebních prací k jinému datu. Online. *Soudní inženýrství*. 2024, roč. 35, č. 01, s. 21-29. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2024.1.21>

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2024.1.21

*Author's correspondence address:

knedeovova@seznam.cz

Accepted for editing:

May 29, 2024

Review proceedings:

July 02, 2024

Published:

July 16, 2024



Copyright: © 2023 The Author. This work is licensed under Attribution 4.0 International. To view a copy of this license, visit: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

1 Úvod

Nastávají situace, kdy rozpočtované ceny jsou již zastaralé a je potřeba je aktualizovat nebo je naopak zapotřebí zjistit cenu stavebních prací i mnoho let nazpět. Při přepočtu rozpočtu na jinou cenovou úroveň je možné použít více metod, tj. jednotlivé stavební práce lze znovu individuálně vykalkulovat, dohledat je ve fakturách z požadovaného období, ocenit je směrnými cenami v požadované cenové úrovni nebo průměrnými cenami stavebních prací od Českého statistického úřadu (dále jen ČSÚ). Tyto metody jsou časově náročné a pracné a mnohdy nemáme k dispozici potřebné podklady, kterými mohou být např. normativy a sazebníky k danému roku u individuální cenové kalkulace nebo historické databáze softwarových programů u ocenění směrnými cenami. Jednodušším a dostupnějším způsobem je přecenění pomocí indexů cen. Indexy cen si mohou vytvářet sami znalci, jednotlivé stavební společnosti, vydává je ČSÚ či společnost ÚRS PRAHA, a.s. (dále jen ÚRS). Pomocí cenových indexů lze přepočítat cenu stavební produkce především na úrovni objektů, jejich částí či stavebních dílů. Použití některých indexů pro přepočet ceny na úrovni položek stavebních prací není kvůli malé míře přesnosti doporučováno.

Pro problematiku oceňování stavebních prací je charakteristická vysoká heterogenita daná jak variabilitou potřebných materiálů a prací, tak i různorodou charakteristikou okolí. U znaleckých problémů souvisejících s oceněním stavebních prací je v souladu s mezinárodními oceňovacími standardy [1] vhodné použít nákladový způsob ocenění.

Znalecké problémy související s oceněním stavebních materiálů a prací obvyklou cenou jsou například zjištění nákladů na opravu či zjištění obvyklé ceny víceprací a méněprací. Výše těchto nákladů je v praxi často dovozována výpočtem nákladů pomocí směrných cen. Pokud jsou pro ocenění stavebních prací použity informace o historických nákladech, měl by oceňovatel v souladu s mezinárodními oceňovacími standardy [1] vzít v úvahu i časový okamžik historických výdajů a v případě potřeby je upravit o indexaci na ekvivalent k datu ocenění. Předpokladem použití indexů je však znalost, kdy lze v souladu s tržním vývojem indexaci použít a kdy je zapotřebí opětovně vypočítat náklady v požadované cenové úrovni.

Cílem článku je zaměřit se na přepočet obvyklé ceny stavebních prací do jiné cenové úrovně pomocí indexů cen a zjistit, kdy lze v souladu s tržním vývojem indexaci cen použít. Článek se zaměřuje na cenové indexy a na příkladu přecenění rozpočtu stavebního objektu dvojgaráže z cenové úrovně druhé poloviny roku 2008 do cenové úrovně první poloviny roku 2023 ukazuje jejich použití v praxi. Přepočet ceny je proveden opětovným přeceněním položkového rozpočtu směrnými cenami v nové cenové úrovni a čtyřmi způsoby indexace. Protože jsou směrné ceny ve znaleckých posudcích znalci uvažovány za ceny obvyklé ve stavebnictví v ČR, je rozpočet ve směrných cenách ve výši obvyklé ceny uvažován jako verifikační hodnota pro indexované ceny rozpočtu.

Tento výzkum je zveřejněn v dizertační práci autorky tohoto článku s názvem *Analýza vybraných cenotvorných faktorů ovlivňujících obvyklou cenu stavebních materiálů a prací* [2]. Výzkum pojednávající o změnách cen stavebních prací v čase byl autorkou tohoto článku zveřejněn také v článku *Způsoby přepočtu ceny stavebních prací k jinému datu se zaměřením na indexy cen* publikovaném ve Sborníku příspěvků konference Expert Forensic Science Brno 2019 [3]. U článku ve sborníku příspěvků konference však byl u vzorového příkladu proveden přepočet rozpočtu z cenové úrovně 2008/II do cenové úrovně 2018/I.

Pro zjištění současného stavu poznání o dané tématice byla provedena literární rešerše obdobných výzkumů. Ze zahraničních článků pojednávajících o vývoji cen ve stavebnictví v čase lze jmenovat např. článek od H. Ellingerové a spol. [4]. Článek ze Slovenska se zabývá tvorbou nabídkových cen do výběrových řízení ve stavebnictví a vlivem časového faktoru, který na cenu působí. V článku je ve výzkumu použita extrapolací metoda, která lze použít pro odhad cenového vývoje na základě regresní analýzy časové řady. Vliv časového faktoru doporučují autoři článku implementovat především v případech, kdy je stanovena pevná cena za zakázku. Další odborný článek pojednávající o předpovídání časové řady u vývoje cen stavebních prací a materiálů napsala H. Ellingerová společně s L. Lederem [5]. V článku jsou zkoumány čtyři metody prognózování časových řad. Jako nejvhodnější metodu spatřují autoři prognózování časové řady pomocí exponenciálního vyhlazování. Další ze zahraničních publikací zabývajících se vývojem nabídkových cen ve stavebnictví lze jmenovat článek od E. Kissiho a spol. [6]. Cílem studie bylo identifikovat ekonomické ukazatele, které si zaslouží pozornost při predikci indexů nabídkových cen ve stavebnictví v Ghaně. Ve výsledcích studie bylo identifikováno pět významných ekonomických ukazatelů, které ovlivňují predikci indexů nabídkových cen v ghanském stavebnictví.

Patří mezi ně složený index spotřebitelských cen, index cen výrobců, směnný kurz, hrubý domácí produkt a úroková míra. Výzkum je omezen geograficky rozsahem sběru dat na Ghanu. Výsledky lze dle autorů článku aplikovat (pouze) na další rozvojové země, které mají obdobné ekonomické charakteristiky jako Ghana. Článek ze Sri Lanky od N. Malkanthi [7] pak pojednává o praktikách dodavatelů pro minimalizaci vlivu kolísání cen vstupů u stavebních projektů, pokud je doba trvání projektu příliš dlouhá. Studie se také zaměřuje na doložky ke smlouvám o kolísání cen. Prostřednictvím dotazníkového šetření byly shromážděny názory odborníků z oboru stavebnictví na důležitost identifikovaných faktorů pro minimalizaci cenových výkyvů. Podle výsledků analýzy lze usoudit, že zohlednění doložek o cenových výkyvech, pravidelné sledování nákladů v průběhu realizace projektu, snížení plýtvání na staveništi a efektivní řízení lidských zdrojů jsou nejvýznamnějšími faktory pro minimalizaci vlivu kolísání cen stavebních vstupů u stavebních projektů. V článku od K. W. Marca a spol. [8] je zkoumána metoda sestavení indexu ceny stavebnictví ve Velké Británii. O návrhu na sestavení indexu cen založeného na skutečných transakčních cenách budov v Japonsku je pojednáno v článku od M. Higa a spol. [9]. Tato studie k odhadu cenových indexů využívá stratifikační a hédonické metody.

Jedním z autorů publikací zabývajících se indexy cen ve stavebnictví v ČR je například M. Nový. Ve své publikaci [10] se mimo jiné zabývá indexy cen ve stavebnictví v ČR. V článku *Vývoj cen ve stavebnictví* [11] se zaměřuje na cenovou statistiku ve stavebnictví a představuje její výsledky – cenové indexy. V článku jsou uvedeny způsoby používání cenových indexů ČSÚ ve stavební praxi. V článku *Revaluation of construction projects using statistical data* [12] se pak společně se spoluautorkou J. Novákovou zabývá aktualizací cen dílčích stavebních konstrukcí a prací a celých staveb pomocí cenových indexů ČSÚ. Dále je v článku navržen způsob využití cenových indexů k aktualizaci fakturačních cen.

Doposud autorkou práce nebyla nalezena publikace analyzující změnu ceny stavebních prací v čase pomocí porovnání výsledných cen po přepočtu do jiné cenové úrovně různými způsoby přepočtu ceny.

2 ZDROJE DAT A METODY PŘECENĚNÍ

2.1 Zdroje dat

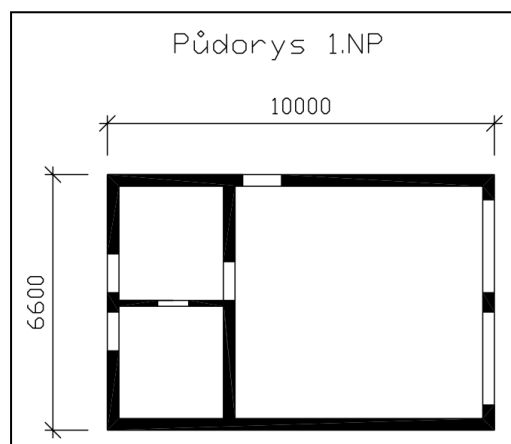
Pro výzkum byla využita následující data:

- Rozpočet stavebního objektu dvojgaráže v cenové úrovni 2008/II (druhé poloviny roku 2008). Rozpočet objektu byl uveden jako vzorový položkový rozpočet v publikaci *Rozpočtování a oceňování stavebních prací* [13] vydané roku 2009 společností ÚRS.
- Databáze cen stavebních materiálů a prací v cenové úrovni 2023/I (první poloviny roku 2023) v programu KROS 4.
- Převodní indexy cen stavebních objektů publikované v knize *Převodní indexy cen stavebních objektů od roku 1971 do roku 2018* [14]. Od roku 2019 pak navazující pololetní indexy cen stavebních prací „S“ uvedené v *Asistentovi rozpočtáře* [15] softwarového programu KROS 4 společnosti ÚRS.
- Indexy vývoje průměrných ukazatelů publikované v knize *Rozpočtové ukazatele 2018: Ukazatele průměrné rozpočtové ceny na měrovou a účelovou jednotku* [16] od společnosti ÚRS. Od roku 2019 pak navazující indexy vývoje průměrných ukazatelů uvedené online na webových stránkách společnosti ÚRS ve zpoplatněné aplikaci *Cenová soustava ÚRS online* [17].
- Indexy cen stavebních děl od ČSÚ [18].
- Hodnoty meziroční průměrné míry inflace od ČSÚ [18].

2.2 Zkoumaný stavební objekt

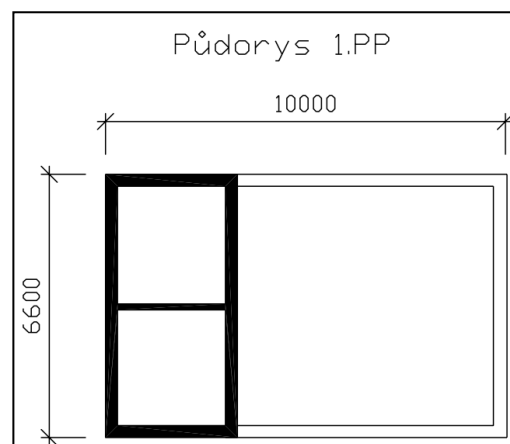
Pomocí indexů lze přeceňovat stavební produkci na úrovni stavebních objektů, jejich částí nebo stavebních dílů. Použití některých indexů pro přepočet ceny na úrovni položek stavebních prací není kvůli malé míře přesnosti doporučováno. Z tohoto důvodu je výzkum proveden přeceněním rozpočtu menšího stavebního objektu, konkrétně dvojgaráže.

Předmětem přecenění je dvojgaráž, která je navržena jako částečně podsklepený samostatný objekt. Objekt má zastavěnou plochu 66 m^2 a obestavěný prostor 280 m^3 . Obrázek 1, obrázek 2 a obrázek 3 zobrazují schematické nákresy objektu dvojgaráže.



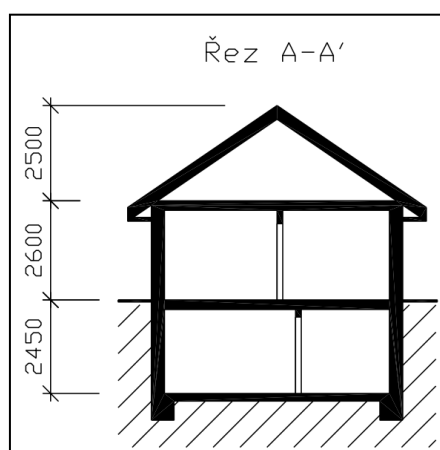
Obrázek 1 Schematický náčrtek 1. nadzemního podlaží dvojgaráže [autor]

Figure 1 Schematic drawing of the 1st above-ground floor of the double garage [author]



Obrázek 2 Schematický náčrtek 1. podzemního podlaží dvojgaráže [autor]

Figure 2 Schematic drawing of the 1st underground floor of the double garage [author]



Obrázek 3 Schematický náčrtek řezu dvojgaráže [autor]

Figure 3 Schematic drawing of the cross section of the double garage [author]

Objekt má jedno podzemní a jedno nadzemní podlaží. Je založen na základových pasech. Svislé nosné konstrukce jsou zděné z keramických tvárnic Porotherm. Strop je z keramických vložek Miako a keramobetonových nosníků. Krov je navržen dřevěný sedlový s ocelovými prvky, střešní krytina betonová. Výplně otvorů jsou dřevěné s izolačním dvojsklem. Pro vjezd do garáže jsou navržena sekční vrata s elektrickým ovládáním. Klempířské konstrukce jsou navrženy z mědi.

Původní rozpočet je oceněn v cenové úrovni 2008/II (druhé poloviny roku 2008). Přecenění je provedeno do cenové úrovně 2023/I (první poloviny roku 2023). Základnou pro přepočtení ceny jsou základní rozpočtové náklady (dále jen ZRN) objektu bez montáží (položek „M“).

2.3 Použité metody přecenění

Pro přecenění rozpočtu jsou zvoleny následující metody:

1. Varianta

Opětovné ocenění položek rozpočtu směrnými cenami v počítačovém programu KROS 4 společnosti ÚRS v cenové úrovni 2023/I. Protože jsou směrné ceny ve znaleckých posudcích soudních znalců uvažovány za ceny obvyklé ve stavebnictví v ČR, je rozpočet ve směrných cenách zvolen pro následnou kontrolu výsledných hodnot přepočtu ceny rozpočtu pomocí indexace ceny.

2. Varianta

Přepočet ceny pomocí převodních indexů cen stavebních objektů publikovaných v knize *Převodní indexy cen stavebních objektů od roku 1971 do roku 2018* [14] od společnosti ÚRS do cenové úrovně roku 2018. Od roku 2019 do cenové úrovně 2023/I pak přepočet navazujícími pololetními indexy cen stavebních prací „S“ uvedenými v *Asistentovi rozpočtáře* [15] softwarového programu KROS 4 společnosti ÚRS.

3. Varianta

Přepočet ceny pomocí meziročních indexů vývoje průměrných ukazatelů publikovaných v knize *Rozpočtové ukazatele 2018: Ukazatele průměrné rozpočtové ceny na měrovou a účelovou jednotku* [16] od společnosti ÚRS do cenové úrovně 2018. Od roku 2019 pak navazujícími indexy vývoje průměrných ukazatelů uvedených online na webových stránkách ÚRS ve zpoplatněné aplikaci *Cenová soustava ÚRS online*. [17]

4. Varianta

Přepočet ceny pomocí indexů cen stavebních děl publikovaných ČSÚ [18] do cenové úrovně první poloviny roku 2023.

5. Varianta

Přepočet ceny pomocí míry inflace publikované ČSÚ [18] do cenové úrovně první poloviny roku 2023.

Výše uvedenými způsoby jsou přepočítány ceny ZRN. Vedlejší rozpočtové náklady (dále jen VRN) jako jsou náklady spojené s umístěním stavby, náklady na kompletaci, inženýrskou činnost, projektovou činnost apod. nejsou v ceně započítány. Jejich přecenění by bylo možné provést individuální kalkulací těchto nákladů v požadované cenové úrovni. Zjednodušeným způsobem propočtu pro jednotlivé VRN je orientační propočet pomocí procentní sazby. Přesnost ocenění je však nižší. Základnu pro procentní vyčíslení VRN tvoří pak zpravidla základní rozpočtové náklady stavebních a montážních prací v požadované cenové úrovni.

3 VÝSLEDKY VÝZKUMU

Autorka se ve výzkumu zaměřuje na cenové indexy a na příkladu přecenění rozpočtu stavebního objektu dvojgaráže z cenové úrovně druhé poloviny roku 2008 do cenové úrovně první poloviny roku 2023 ukazuje jejich použití v praxi. Přepočet ceny je proveden opětovným oceněním položkového rozpočtu směrnými cenami v nové cenové úrovni a čtyřmi způsoby přepočtů cen cenovými indexy. Protože jsou směrné ceny ve znaleckých posudcích znalci uvažovány za ceny obvyklé ve stavebnictví v ČR, je rozpočet ve směrných cenách ve výši obvyklé ceny uvažován jako verifikační hodnota pro indexované ceny rozpočtu.

Tabulka 1 uvádí výsledky jednotlivých variant přepočtu ceny rozpočtu stavebního objektu dvojgaráže z cenové úrovně druhé poloviny roku 2008 do cenové úrovně první poloviny roku 2023. Nejnížší cena ZRN rozpočtu stavebního objektu po přepočtu ceny byla 1 607 660 Kč a byla vypočítána pomocí indexů cen stavebních děl od ČSÚ. Nejvyšší cena ZRN rozpočtu po přecenění byla 1 994 525 Kč a byla vypočítána opětovným oceněním položkového rozpočtu v programu KROS 4 od společnosti ÚRS. Aritmetický průměr výsledných cen v cenové úrovni první poloviny roku 2023 je 1 754 235 Kč.

Tabulka 1 Výsledné ceny dvojgaráže pro použité způsoby přecenění [autor]

Table 1 The resulting prices of the double garage for the used revaluation methods [author]

Použitý způsob přecenění	Výsledná cena dvojgaráže v cí 2023 (2023/I)
1. Varianta - pomocí položkového rozpočtu v programu KROS 4 (ÚRS)	1 994 525 Kč
2. Varianta - pomocí převodních indexů cen stavebních objektů a indexů cen stavebních prací „S“ (ÚRS)	1 663 861 Kč
3. Varianta - pomocí indexů vývoje průměrných ukazatelů (ÚRS)	1 774 439 Kč
4. Varianta - pomocí indexů cen stavebních děl (ČSÚ)	1 607 660 Kč
5. Varianta - pomocí míry inflace (ČSÚ)	1 730 690 Kč
Aritmetický průměr cen	1 754 235 Kč

Jak je patrné z výsledků přepočtu ceny stavebního objektu, viz tabulka 1, opětovným oceněním položek rozpočtu směrnými cenami uvedenými v počítačovém programu KROS 4 je vypočítaná cena základních

rozpočtových nákladů ve výši 1 994 525 Kč. Tato cena se nenalézá v intervalu mezi nejnížší a nejvyšší cenou vypočítanou přepočtem ceny pomocí indexů, tedy mezi hodnotami 1 607 660 Kč a 1 774 439 Kč. V následujících výpočtech budou přepočítané ceny stavebního objektu v cenové úrovni první poloviny roku 2023 porovnávány s cenou rozpočtu v cenové úrovni druhé poloviny roku 2008, která činí 1 097 229 Kč.

Tabulka 2 uvádí rozdíly cen v nové cenové úrovni oproti ceně v základním období. Rozdíly jsou uvedeny v Kč a v %. Jsou zde pro jednotlivé varianty přepočtu uvedeny rozdíly výsledných cen dvojgaráže v cenové úrovni první poloviny roku 2023 oproti ceně rozpočtu v základním období, tedy v cenové úrovni druhé poloviny roku 2008. Cena rozpočtu dvojgaráže v cenové úrovni druhé poloviny roku 2008 byla ve výši 1 097 229 Kč (bez elektromontáže). Rozdíly cen u jednotlivých variant byly zjištěny v intervalu mezi 510 431 Kč a 897 296 Kč, tedy mezi 46,52 % a 81,78 % z ceny rozpočtu v cenové úrovni druhé poloviny roku 2008. Aritmetický průměr rozdílů výsledných cen oproti ceně v základním období je 657 006 Kč, což představuje průměrné zvýšení ceny o 60 % z ceny rozpočtu v cenové úrovni druhé poloviny roku 2008.

Tabulka 2 Rozdíly výsledných cen dvojgaráže v cenové úrovni 2023 (2023/I) oproti ceně rozpočtu v cenové úrovni 2008 (2008/II) [autor]

Table 2 Differences in the resulting prices of a double garage in the price level 2023 (2023/I) compared to the price of the budget in the price level 2008 (2008/II) [author]

Použitý způsob přecenění	Rozdíl ceny v cí 2023 (2023/I) oproti ceně rozpočtu v cí 2008 (2008/II)	
1. Varianta - pomocí položkového rozpočtu v programu KROS 4 (ÚRS)	897 296 Kč	81,78 %
2. Varianta - pomocí převodních indexů cen stavebních objektů a indexů cen stavebních prací „S“ (ÚRS)	566 632 Kč	51,64 %
3. Varianta - pomocí indexů vývoje průměrných ukazatelů (ÚRS)	677 210 Kč	61,72 %
4. Varianta - pomocí indexů cen stavebních děl (ČSÚ)	510 431 Kč	46,52 %
5. Varianta - pomocí míry inflace (ČSÚ)	633 461 Kč	57,73 %
Aritmetický průměr	657 006 Kč	60,00 %

Tabulka 3 uvádí rozdíly cen přepočítaných pomocí indexů oproti ceně položkového rozpočtu v nové cenové úrovni. Rozdíly jsou uvedeny v Kč a v %. Jsou zde pro jednotlivé varianty přepočtu uvedeny rozdíly výsledných cen dvojgaráže přepočítaných do cenové úrovně první poloviny roku 2023 pomocí indexů oproti ceně položkového rozpočtu ve stejném období. Základní údaj pro následující výpočet je cena položkového rozpočtu v cenové úrovni první poloviny roku 2023, tj. 1 994 525 Kč. Vypočítaný průměrný rozdíl indexovaných cen oproti ceně položkového rozpočtu v nové cenové úrovni byl ve výzkumu zjištěn ve výši 15 % z ceny položkového rozpočtu. Průměrný rozdíl indexovaných cen byl tedy o 15 % nižší nežli cena nového položkového rozpočtu.

Tabulka 3 Rozdíly výsledných indexovaných cen dvojgaráže oproti ceně položkového rozpočtu, ceny v cenové úrovni 2023 (2023/I) [autor]

Table 3 Differences of the resulting indexed prices of a double garage compared to the price of the itemized budget, prices in the price level 2023 (2023/I) [author]

Použitý způsob přecenění	Rozdíl indexované ceny oproti ceně položkového rozpočtu, cí 2023 (2023/I)	
1. Varianta - pomocí položkového rozpočtu v programu KROS 4 (ÚRS)	Základní údaj pro výpočet	
2. Varianta - pomocí převodních indexů cen stavebních objektů a indexů cen stavebních prací „S“ (ÚRS)	- 330 664 Kč	-16,58 %
3. Varianta - pomocí indexů vývoje průměrných ukazatelů (ÚRS)	- 220 086 Kč	-11,03 %
4. Varianta - pomocí indexů cen stavebních děl (ČSÚ)	- 386 865 Kč	-19,40 %
5. Varianta - pomocí míry inflace (ČSÚ)	- 263 835 Kč	-13,23 %
Aritmetický průměr	- 300 363 Kč	-15,00 %

4 DISKUZE

Jak je z výsledků výzkumu patrné, přepočet ceny do jiné cenové úrovně lze provést s různou přesností. Cenové indexy výrazně zjednodušují přepočet cen stavebních prací z jednoho data k datu jinému. Pomocí indexů lze výrazně zkrátit dobu, za kterou je přecenění realizováno. Je však zapotřebí vědět, kde indexy najít a jak je použít. Indexované ceny rozpočtu byly ve výzkumu konfrontovány s cenou rozpočtu oceněnou položkovým rozpočtem v nové cenové úrovni.

Výzkum pojednávající o změnách cen stavebních prací v čase byl autorkou tohoto článku zkoumán již dříve a zveřejněn v článku s názvem *Způsoby přepočtu ceny stavebních prací k jinému datu se zaměřením na indexy cen* ve Sborníku příspěvků konference Expert Forensic Science Brno 2019 [3]. U článku ve sborníku příspěvků konference však byl proveden přepočet rozpočtu z cenové úrovně 2008/II do cenové úrovně 2018/I. Cena zjištěná opětovným oceněním položek rozpočtu směrnými cenami v cenové úrovni první poloviny roku 2018 se ve výzkumu nacházela v intervalu výsledků nejnižší a nejvyšší hodnoty přepočítané pomocí indexů cen.

Cena zjištěná opětovným oceněním položek rozpočtu z cenové úrovně 2008/II do cenové úrovně 2023/I se v tomto výzkumu nenacházela v intervalu výsledků nejnižší a nejvyšší hodnoty vypočítané pomocí indexů cen. Tento jev lze připočíst období turbulentních změn cen v části sledovaného období. Především se jedná o období rychlých změn na trhu v letech 2020 až 2022, kdy probíhala pandemie Covid-19. Z výsledků výzkumu vyplývá, že indexace cen ve sledovaném období nestíhala reflektovat rychle se měnící tržní podmínky a že indexaci cen je vhodné použít za optimálních podmínek na trhu. Pokud se během sledovaného období významně mění tržní podmínky, potom indexaci cen není vhodné použít a je při přepočtu ceny do nové cenové úrovně zapotřebí opětovně vypočítat náklady na stavební práce. Vypočítaný průměrný rozdíl indexovaných cen oproti ceně položkového rozpočtu v nové cenové úrovni byl ve výzkumné databázi 15 % z ceny položkového rozpočtu.

5 ZÁVĚR

Autorka se v této práci zabývala způsoby přepočtu cen stavebních prací z jednoho data k datu jinému a zaměřovala se na indexy cen. Z výsledků výzkumu vyplývá, že přepočet ceny do jiné cenové úrovně pomocí indexů lze provést s různou přesností. Cena zjištěná opětovným oceněním položek rozpočtu směrnými cenami v úrovni ceny obvyklé ve stavebnictví v ČR, se ve výzkumu nenacházela v intervalu výsledků nejnižší a nejvyšší hodnoty zjištěné pomocí indexů cen. Z výsledků výzkumu lze vyvodit závěr, že indexace cen ve sledovaném období nestíhala reflektovat rychle se měnící tržní podmínky a že indexaci cen je vhodné použít za optimálních podmínek na trhu. Pokud se během sledovaného období významně mění tržní podmínky, potom indexaci cen není vhodné použít a je při přepočtu ceny do nové cenové úrovně zapotřebí opětovně vypočítat náklady na stavební práce. Vypočítaný průměrný rozdíl indexovaných cen oproti ceně položkového rozpočtu v nové cenové úrovni byl ve výzkumu zjištěn ve výši 15 % z ceny položkového rozpočtu. Indexované ceny byly tedy v průměru o 15 % nižší nežli cena nového položkového rozpočtu. Tyto informace mohou být přínosné pro soudní znalce při rozhodování, zda použít indexy cen pro přepočet ceny do jiné cenové úrovně.

6 REFERENCE

- [1] *Mezinárodní oceňovací standardy: s účinností od 31. ledna 2022*. Jesenice: Ekopress, [2022]. ISBN 978-80-87865-78-1.
- [2] HÁVA, Karla. *Analýza vybraných cenotvorných faktorů ovlivňujících obvyklou cenu stavebních materiálů a prací*. Brno, 2024. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/147677>. Dizertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Ústav soudního inženýrství. Vedoucí práce Pavel Klika.
- [3] HÁVA, Karla. Způsoby přepočtu ceny stavebních prací k jinému datu se zaměřením na indexy cen. In: *Sborník příspěvků konference Expert Forensic Science Brno 2019*. Brno: VUT v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2019, s. 293-300. ISBN 978-80-214-5708-9.
- [4] ELLINGEROVÁ, Helena; PETRÁKOVÁ, Zora a SKALÍKOVÁ, Ingrida. Statistical Methods in Building Industry to Determine Prices Indices. *Tehnicki glasnik*. 4. 2020, roč. 14, č. 4, s. 458-465. ISBN 1848-5588. ISSN 1848-5588. Dostupné také z: <https://doi.org/10.31803/tg-20200604105846>.

- [5] LEDERER, Lukáš; ELLINGEROVÁ, Helena; Predpovedanie vývoja cien stavebných prác a materiálov v stavebníctve na Slovensku a v zahraničí. Online. *Czech Journal of Civil Engineering*. 2023, roč. 09, č. 01, s. 42-48. ISSN 2336-7148. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.51704/cjce.2023.vol9.iss1.pp42-48>. [cit. 2024-03-22].
- [6] KISSI, Ernest; ADJEI-KUMI, Theophilus; AMOAH, Peter a BOATENG BANNOR, Emmanuel. Identifying key economic indicators influencing tender price index prediction in the building industry: a case study of Ghana. *International Journal of Construction Management*. 2019, roč. 19, č. 2, s. 106-112. ISSN 2331-2327. Dostupné z: <https://doi.org/doi.org/10.1080/15623599.2017.1389641>.
- [7] MALKANTHI, S. Nirosha; DHARMARATNE, Prasad Dhammika a GALABADA, G. Harsha. Impact of Using Price Fluctuation Related Conditions on Construction Projects. *Engineer Journal of the Institution of Engineers Sri Lanka*. 2023, roč. 56, č. 01, article 01, s. 43-49. Licence: CC BY-ND 4.0. Dostupné z: © The Institution of Engineers, Sri Lanka, <https://doi.org/http://doi.org/10.4038/engineer.v56i1.7559>.
- [8] MARCO K.W., YU a GRAHAM, IVE. The compilation methods of building price indices in Britain: a critical review. *Construction Management and Economics*. 2008, roč. 2008, č. 26, s. 693-705. ISSN 1466-433X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/01446190802043918>.
- [9] HIGO, Masahiro; SAITA, Yumi; SHIMIZU, Chihiro a TACHI, Yuta. Constructing Building Price Index Using Administrative Data. *Journal of Official Statistics*. 2023, roč. 39, č. 2, s. 229-251. Dostupné z: <https://doi.org/dx.doi.org/10.2478/JOS-2023-0011>.
- [10] NOVÝ, Martin. *Ekonomická statistika, modul 01, Studijní opora*. Brno: Vysoké učení v Brně, Fakulta stavební, 2007.
- [11] NOVÝ, Martin. Vývoj cen ve stavebnictví. *Stavební obzor*. 2012, roč. 20, č. 7, s. 218-223. ISSN 1805-6032. Dostupné také z: <https://profesis.ckait.cz/archiv/stavebni-obzor/2012/stavebni-obzor-2012-07.pdf>.
- [12] NOVÝ, Martin a NOVÁKOVÁ, Jana. *Revaluation of construction projects using statistical data. AIP Conference Proceedings*. 2023. Dostupné z: <https://doi.org/doi.org/10.1063/5.0171060>.
- [13] *Rozpočtování a oceňování stavebních prací*. Cenová soustava ÚRS. 2009. Praha: ÚRS PRAHA, 2009. ISBN 978-80-7369-239-1.
- [14] *Převodní indexy cen stavebních objektů od roku 1971 do roku 2018*. Cenová soustava ÚRS. 2018. Praha: ÚRS Praha, 2018. ISBN 978-80-7369-792-1.
- [15] *Asistent rozpočtáře*. Cenová soustava ÚRS. ÚRS PRAHA. Dostupné z: softwarový program KROS 4. [cit. 2024-02-04].
- [16] *Rozpočtové ukazatele 2018: Ukazatele průměrné rozpočtové ceny na měrovou a účelovou jednotku*. Praha: ÚRS PRAHA. ISBN 978-80-7369-746-4.
- [17] *Rozpočtové ukazatele stavebních objektů 2024: Ukazatele průměrné rozpočtové ceny na měrovou a účelovou jednotku*. Online. Cenová soustava ÚRS. online. Dostupné z: <https://app.urs.cz/>. [cit. 2024-02-04].
- [18] *Český statistický úřad*. Online. Dostupné z: <https://www.czso.cz/>. [cit. 2024-02-04].

Analýza vybraných diagnostických protokolů se zaměřením na manipulace s digitálním tachografem

Analysis of selected diagnostic protocols with a focus on digital tachograph manipulations

Ondřej Koutník^{*1}, Robert Kledus¹

¹ Ústav soudního inženýrství, VUT v Brně

Rozšířený abstrakt

Za účelem zvýšení bezpečnosti silniční nákladní dopravy, sociálních podmínek řidičů a spravedlivé hospodářské soutěže jsou Evropskou unií stanovena pravidla pro provozování silniční dopravy, která se týkají zejména omezení maximální doby řízení a minimální doby přestávek a odpočinku řidičů. Dodržování těchto pravidel je předmětem silničních kontrol, přičemž se využívají zejména výstupy z povinně instalovaného záznamového zařízení, tzv. tachografu.

Z toho vyplývá, že útok na systém tachografu by mohl přinést řidičům a potažmo i dopravcům, značnou výhodu v podobě možnosti řízení bez provedení náležitého záznamu o době jízdy. Metody manipulace tachografů se vyvíjely společně s jejich technickým vývojem a v současnosti se jedná o profesionální postupy, které cílí nejen na fyzické prvky systému tachografu, ale i na softwarovou úroveň.

Pro účely silničních kontrol, ale i pro znalecké zkoumání systému tachografu, je zásadní mít znalosti a dovednosti v oblasti diagnostiky řídicích jednotek vozidel a technice nákladních vozidel. Specifikem zejména silničních kontrol je časový limit dostupný pro kontrolu vozidla a variabilita kontrolované techniky.

V této práci se autoři zaměřili na analýzu využití vybraných diagnostických protokolů ISO 14229 a SAE J1939 s cílem ověřit jejich obecnou použitelnost pro analýzu systému tachografu. Předmětem zkoumání v této práci budou tachografy výhradně digitální, nikoliv analogové. Autoři pro analýzu využili profesionálních softwarových nástrojů i hardware Vector Informatik GmbH, a tachograf výrobce Continental. Byl sestaven testbed s tachografem, CAN komunikačním kanálem a notebookem, který sloužil jako tester k odesílání příkazů a vyhodnocení odpovědí.

Na základě výzkumu byly identifikovány prvky norem aplikované v systému tachografu, avšak bez znalosti proprietárních specifikací systému a efektivní orientaci v normách je uvedená metoda pro analýzu tachografu použitelná jen velice omezeně. Principy reverzního inženýrství a Hardware in the Loop testování, podpořené znalostmi norem a architektury vozidla mohou pozitivně podpořit analýzu soustavy tachografu a detekci odchylek, resp. nestandardních stavů. V případech, kdy software řídicích jednotek vozidla má implementované relevantní zprávy, lze je přes dotazování podle protokolu SAE J1939 využít k určení pravděpodobné přítomnosti manipulace ve vozidle. Toto je však limitované variabilitou jednotlivých výrobců vozidel.

Budoucí výzkum je tak vhodné zaměřit na úroveň embedded a software designu a identifikaci potencionálních metod vhodných pro analýzu tachografu. Současně je důležité sledovat prostřednictvím kontrolních složek nebo znalců v dopravě aktuální trendy v oblasti manipulací a tomuto přizpůsobovat i zaměření výzkumu. Nelze přitom vynechat ani nejnovější verze tachografů a nové modely nákladních vozidel. Pro snížení výskytu manipulací tachografu ve vozidlech je žádoucí i budoucí analýza právních předpisů upravující pravomoci kontrolních pracovníků a způsoby postihu (výše pokut v kombinaci dalších druhů postihu).

Klíčová slova: diagnostika, J1939, nákladní doprava, tachograf, UDS

Citace:

KOUTNÍK, Ondřej a KLEDUS, Robert. Analýza vybraných diagnostických protokolů se zaměřením na manipulace s digitálním tachografem. Online. *Soudní inženýrství*. 2024, roč. 35, č. 01, s. 30-39. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2024.1.30>

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2024.1.30

*Korespondenční adresa autora:

ondrej.koutnik@vutbr.cz

Přijato do redakce:

04.03.2024

Recenzní řízení:

28.06.2024

Publikováno:

26.07.2024



Copyright: © 2023 The Author. This work is licensed under Attribution 4.0 International. To view a copy of this license, visit: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Extended abstract

In order to improve the safety of road freight transport, the social conditions of drivers and fair competition, the European Union has laid down rules for the operation of road transport, in particular limiting maximum driving times and minimum breaks and rest periods for drivers. Compliance with these rules is the subject of roadside checks, using in particular the output of a compulsorily installed recording device, the tachograph.

It follows that an attack on the tachograph system could give drivers, and hence hauliers, a significant advantage in terms of being able to drive without a proper record of driving time. Methods of tampering with tachographs have evolved together with their technical development and they are now on a professional level, which focus not only the physical elements of the tachograph system but also the software level.

For the purposes of roadside inspections, but also for expert investigation of the tachograph system, it is essential to have knowledge and skills in vehicle control unit diagnostics and vehicular technology. A particular feature of roadside inspections is the time limit available for vehicle inspection and the variability of the technology inspected.

In this work, the authors have focused on the analysis of the use of selected diagnostic protocols ISO 14229 and SAE J1939 in order to verify their general applicability for tachograph system analysis. The subject of investigation in this article will be exclusively digital tachographs, not analogue ones. For the analysis, the authors used professional software tools and hardware from Vector Informatik GmbH, and a tachograph from the manufacturer Continental. A testbed with a tachograph, CAN communication channel and a laptop was built to serve as a tester to send commands (requests) and evaluate the responses.

Based on the research, the elements of the standards applied in the tachograph system were identified, but without knowledge of the proprietary system specifications and effective orientation in the standards, the above method is of very limited use for tachograph analysis. The principles of reverse engineering and Hardware in the Loop testing, supported by knowledge of standards and vehicle architecture, can positively support the analysis of the tachograph system and the detection of deviations or non-standard conditions. In cases where the vehicle control unit software has implemented relevant messages, these can be used to determine the likely presence of tampering in the vehicle using SAE J1939 protocol. However, this is limited by the variability of individual vehicle manufacturers.

Thus, future research should be focused at the embedded and software design level to identify potential methods suitable for tachograph analysis. At the same time, it is important to monitor current trends in the field of manipulation through inspection units or transport experts and to adapt the research focus accordingly. The latest versions of tachographs and new truck models should not be overlooked. To reduce the incidence of tachograph manipulation in vehicles, it is also desirable to analyse future legislation governing the powers of control officers and the methods of punishment (the level of fines in combination with other types of punishment).

Keywords: cargo transport, diagnostics, J1939, tachograph, UDS

Citation:

KOUTNÍK, Ondřej a KLEDUS, Robert.
 Analýza vybraných diagnostických
 protokolů se zaměřením na
 manipulace s digitálním tachografem.
 Online. *Soudní inženýrství*. 2024, roč.
 35, č. 01, s. 30-39. ISSN 2788-2764.
 Dostupné z:
<https://doi.org/10.13164/SI.2024.1.30>

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2024.1.30

*Author's correspondence address:

ondrej.koutnik@vutbr.cz

Accepted for editing:

March 04, 2024

Review proceedings:

June 28, 2024

Published:

July 26, 2024



Copyright: © 2023 The Author. This
 work is licensed under Attribution 4.0
 International. To view a copy of this
 license, visit:
[http://creativecommons.org/licenses/
 by/4.0/](http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

1 Úvod

Na základě právních předpisů Evropské unie (EU) jsou digitální tachografy zařízení, která jsou instalována do vozidel uvedených poprvé do provozu na území EU od 1. května 2006 a která jsou buď určena pro více než 9 cestujících (včetně řidiče), nebo jsou určena pro komerční nákladní dopravu s celkovou přípustnou hmotností nad 3500 kg.

Systém tachografu zaznamenává dobu jízdy, dobu přestávek a odpočinku, začátek a konec pracovní doby, a u některých typů i čas a místo překročení hranic a typ přepravy (osobní/nákladní). Záznamy se personalizují pomocí digitální karty tachografu. Účelem tachografu je zaznamenávat uvedené údaje a tím umožnit kontrolu dodržování stanovených právních předpisů. Z toho tedy vyplývá, že vyřazení funkcí tachografu z provozu může být negativně ovlivněna jak únava řidičů související s vyšší pravděpodobností dopravní nehody, ale také lze identifikovat negativní vliv na dopravní trh a sociální podmínky řidičů.

Z praxe kontrolních složek v dopravě jsou známy případy nezákonných útoků (nebo-li manipulací) s cílem vyřadit z provozu funkci záznamu pohybu vozidla. Účelem kontroly systému tachografu při silniční kontrole, nebo při analýze dopravní nehody je ověřit, zda se v systému vyskytuje prvek jehož funkce může ovlivňovat funkci tachografu. Specifika této procedury vyžadují vysoce odborné znalosti a postupy zaměřené na potřeby kontrolních složek v dopravě.

2 POPIS SYSTÉMU TACHOGRAFU

Systém tachografu se skládá ze snímače pohybu, kabeláže a jednotky ve vozidle. Tento celek je specifikovaný předpisy EU a disponuje bezpečnostním certifikátem úrovně EAL4+. V tuzemsku jsou jeho kontroly a provoz dále upraveny předpisy z oblasti metrologie a silniční nákladní dopravy. Ve vozidlové komunikační síti funguje tachograf jako řídicí jednotka, která komunikuje s okolními prvky prostřednictvím komunikačních sítí. Hlavní jednotka je umístěna v kabině řidiče a disponuje rozhraními:

- CAN sběrnice,
- K-line,
- Hallův snímač pohybu,
- specializované rozhraní na předním panelu založené na protokolech RS232 a ISO 14230,
- Bluetooth (tachograf 2. generace),
- Komunikace DSRC,
- Komunikace GNSS,
- Rozhraní digitální karty (autentizace, paměťové médium, určení provozního režimu).

V závislosti na uživateli jsou rozlišovány následující druhy karet tachografu:

- karta řidiče,
- karta podniku,
- karta dílny,
- kontrolní karta.

Podle druhu karty jsou na kartě nahrány vybrané kryptografické klíče, jejichž rozpoznání tachografem určuje jeho režim provozu (např. provozní, kalibrační, kontrolní...), v odborné terminologii někdy označované jako tzv. „ECU mode“.

Standardní funkce systému spočívá v tom, že tachograf pravidelně vyhodnocuje příchozí informace z externích zdrojů pohybu (druhy zdrojů jsou závislé na generaci tachografu) a na základě získaných dat zaznamenává činnosti řidiče. Varianty digitálních tachografů výrobců VDO Continental a Stoneridge jsou shrnuty, viz tabulka 1.

Tabulka 1 Varianty digitálního tachografu (vybraní výrobci) [autor]**Table 1** Variants of digital tachograph (selected manufacturers) [author]

Druh a verze tachografu	1. generace			2. generace	
	DIGITÁLNÍ TACHOGRAF 1.verze	DIGITÁLNÍ TACHOGRAF 2.verze	DIGITÁLNÍ TACHOGRAF 3.verze	INTELIGENTNÍ TACHOGRAF 1.verze	INTELIGENTNÍ TACHOGRAF 2.verze
Specifikující přepis	příloha IB nařízení (EHS) č. 3821/85 platné do 30.9. 2011	příloha IB nařízení (EHS) č. 3821/85 platné od 1.10. 2011 (vč. 1. změny dle nař.(EU) č. 1266/2009	Příloha IB nařízení (EHS) č. 3821/85 platné od 1.10. 2012 (vč. 2 změny dle nař.(EU) č. 1266/2009	Příloha IC nařízení (EU) 2016/799 platná od 15.6.2019	Příloha IC nařízení (EU) 2016/799 v aktuálním znění
VDO CONTINENTAL (verze)	DTCO 1381	DTCO 1381	DTCO 1381	DTCO	DTCO
	1.0 -1.3U	1.4 - 1.4b	od 2.0	4.0,4.0e	4.1
STONERIDGE (revize)	Stoneridge SE5000	Stoneridge SE5000	Stoneridge Exakt Duo SE5000	Stoneridge SE5000 Exakt Duo ²	Stoneridge SE5000 Exakt Duo ²
	Rel. 5 - 7.2	Rel. 7.3	od Rel. 7.4	Rel 8.0	Rel 8.1

V případě rychlosti vyšší než nula se automaticky zaznamená činnost „jízda/řízení“. V ostatních případech může být činnost zvolena řidičem na základě předpisů (odpočinek/přestávka, jiná činnost). Obecně jsou vnější zdroje pohybu identifikovány následovně:

- Hallův snímač pohybu v převodovce,
- nezávislý signál pohybu (IMS) - obvykle brzdový systém nebo GNSS (závisí na konkrétním vozidle a verzi tachografu).

Základní myšlenkou manipulace senzoru, komunikačního kanálu nebo některé z připojených jednotek je upravit všechny zdroje s informacemi o pohybu vozidla tak, aby jednotka tachografu získala ze všech zdrojů nulovou rychlost. To znamená, že pro úspěšnou manipulaci musí být při tomto způsobu manipulace napaden:

- v případě 1. generace tachografu Hallův snímač pohybu a komunikační sběrnice CAN (v případě povinné přítomnosti nezávislého signálu pohybu),
- v případě 2. generace 1. verze tachografu Hallův snímač pohybu, systém GNSS,
- v případě 2. generace, 2. verze tachografu, Hallův snímač pohybu, systém GNSS a vnitřní snímač v jednotce tachografu.

Podle místa útoku (manipulace) lze rozlišit dva typy útoku:

- ve snímačích, v komunikačních kanálech nebo připojených jednotkách,
- ve firmwaru tachografu.

V případě útoku na firmware se snímače a komunikační kanály nemodifikují. Místo toho je napaden mikrokontroler tachografu a pomocí zásahu do firmwaru tachografu potlačeny funkce záznamu pohybu.

V počátcích digitálních tachografů používali útočníci magnety instalované v těsné blízkosti Hallova snímače pohybu. Jak se snímače zdokonalovaly (stávaly se odolnými vůči magnetickému působení) a zavedl se druhý zdroj informací o pohybu vozidla (IMS), útoky byly více směřovány do elektronických prvků tachografu.

Na aplikační úrovni je implementován standardní diagnostický protokol (UDS) a protokol SAE J1939. Protokol UDS je popsán v normě ISO 14229 a poskytuje široké spektrum funkcí, jako je čtení dat z řídicí jednotky (tzv. datových identifikátorů DID), čtení závad, kódování parametrů jednotky, bezpečnostní přístup k omezeným funkcím, flashování softwaru, diagnostické testy a některé další. Bližší specifikace protokolu pro systémy tachografu jsou uvedeny v normě ISO 16844-2.

3 REŠERŠE

Bezpečnost ve vozidlech je aktuálním tématem, protože ve vozidlech jsou rozšířena elektronická zařízení a existuje velká skupina odborníků s odbornými znalostmi v oblasti embedded systémů. Existuje velké množství prací zaměřených na bezpečnost vozidlové komunikace. Obvykle lze rozpoznat dva cíle útočníků. Prvním cílem je vyřadit systém z provozu a způsobit finanční ztráty, škody nebo zranění. Druhý cíl poukazuje na modifikaci funkcí systému, únik dat nebo narušení soukromí [1].

Obecný přístup je popsán v [2], kde jsou ukazatele manipulace CAN sběrnice popsány v osmi třídách (formálnost, umístění, rozsah, frekvence, korelace, protokol, věrohodnost, konzistence). Některé z nich jsou použitelné i v praxi tachografů s přihlédnutím k reálným podmínkám v nákladním vozidle, principům tachografu a manipulačním zařízením. Systémy detekce manipulací jsou založeny na identifikaci anomálií. Anomálie jsou chápány jako podobnost chování s existujícím útokem, nebo jako odchylka od normálních stavů v komunikaci. Používané metody jsou například strojové učení [3], nebo neuronové sítě [4]. Práce zaměřené na útoky s využitím protokolů UDS jsou např. v pracích [5] nebo [6], které však cílí na jiné systémy a na tachografy nejsou aplikovatelné.

Odborné znalosti jsou rovněž v působnosti kontrolních složek v dopravě v Evropské unii, ale je zde úzká vazba na komerční sektor. V tomto případě mohou existovat hranice v podobě finančního rozpočtu na výzkum na straně státních institucí a omezení v přístupu k chráněným informacím na straně komerčních společností. Know-how veřejných složek není veřejně dostupné a je v podobě interních technických poznámek a postupů.

4 HYPOTÉZY

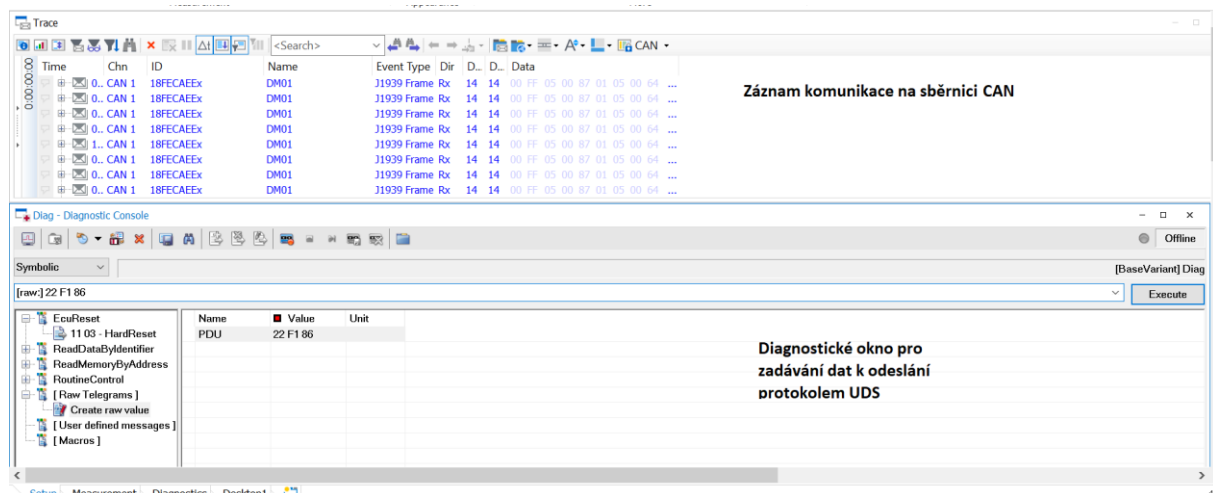
V současné době neexistuje účinný obecně použitelný způsob, jak ověřit přítomnost manipulace (tzn. dodatečně přidaného zařízení, nebo úpravy ve stávajícím zařízení) v systému tachografu. Toto je nezbytné jak pro kontrolní činnost v oblasti dopravy, tak i pro znaleckou činnost v této oblasti. Některé manipulace lze diagnostikovat prostřednictvím kapacit výrobce tachografu, avšak tento proces je destruktivní, nákladný a časově náročným, což neodpovídá potřebám praxe silničních kontrol.

Současné manipulace jsou již na technické úrovni, kdy již často nelze jejich přítomnost odvodit pouze ze záznamu o době řízení, přestávek a odpočinku řidiče, a pro nalezení dalších indicií manipulace je nezbytné analyzovat i další systémy vozidla. Autoři se v této práci proto zaměřili na analýzu využitelnosti funkcí protokolů pro specifickou kontrolu systému tachografu a identifikaci ovlivnění tachografu ve vozidle. Využití protokolů předpokládá nedestruktivní postupy. Práce se zaměřuje na následující cíle:

1. Ověření hypotézy, že protokol UDS je obecně použitelný pro analýzu systému tachografu s ohledem na jeho nelegální manipulaci.
2. Ověření hypotézy, že protokol SAE J1939 je obecně použitelný pro analýzu systému tachografu s ohledem na jeho nelegální manipulaci.

5 OVĚŘENÍ HYPOTÉZ

Pro analýzu systému tachografu autoři využili rozhraní firmy Vector VN1610 s 2x CAN rozhraním a software CANoe PRO s funkcemi interpretace protokolů UDS i SAE J1939 i implementovaným protokolem ISO TP, náhled viz obrázek 1.



Obrázek 1 Prostředí programu Vector CANoe (s popisem autorů) [autor]

Figure 1 Environment of software Vector CANoe (description by authors) [author]

Testovaným tachografem byl model 1381 1 generace, 3. verze od výrobce Continental, parametrizovaný na vozidla výrobce Scania. Pro testovací účely bylo vytvořeno propojení mezi 8 pinovým rozhraním tachografu a rozhraním DB-9, kterým disponuje kabeláž rozhraní VN 1610.

Tabulka 2 Příklad požadavku a odpovědi UDS protokolu [autor]

Table 2 Example of request and response according UDS protocol [author]

	Servis [hex]	Datový identifikátor* [hex]
Požadavek	22	F1 91 (číslo hardwaru)
Odpověď	62	F1 91+ (číslo hardwaru)

* Využitá délka jen 2 byty [bajty]; vícenásobný datový identifikátor nebyl brán v potaz

S využitím protokolu UDS byla otestována implementace servisů, jejichž stručný popis i implementace v jednotce, viz tabulka 2 výše a následující tabulka 3. Kromě servisu 10 testy probíhaly v provozním režimu tachografu. Pro servis 10 byl využit kalibrační režim. Existence implementace servisu je pro další i budoucí analýzy nezbytnou základní informací.

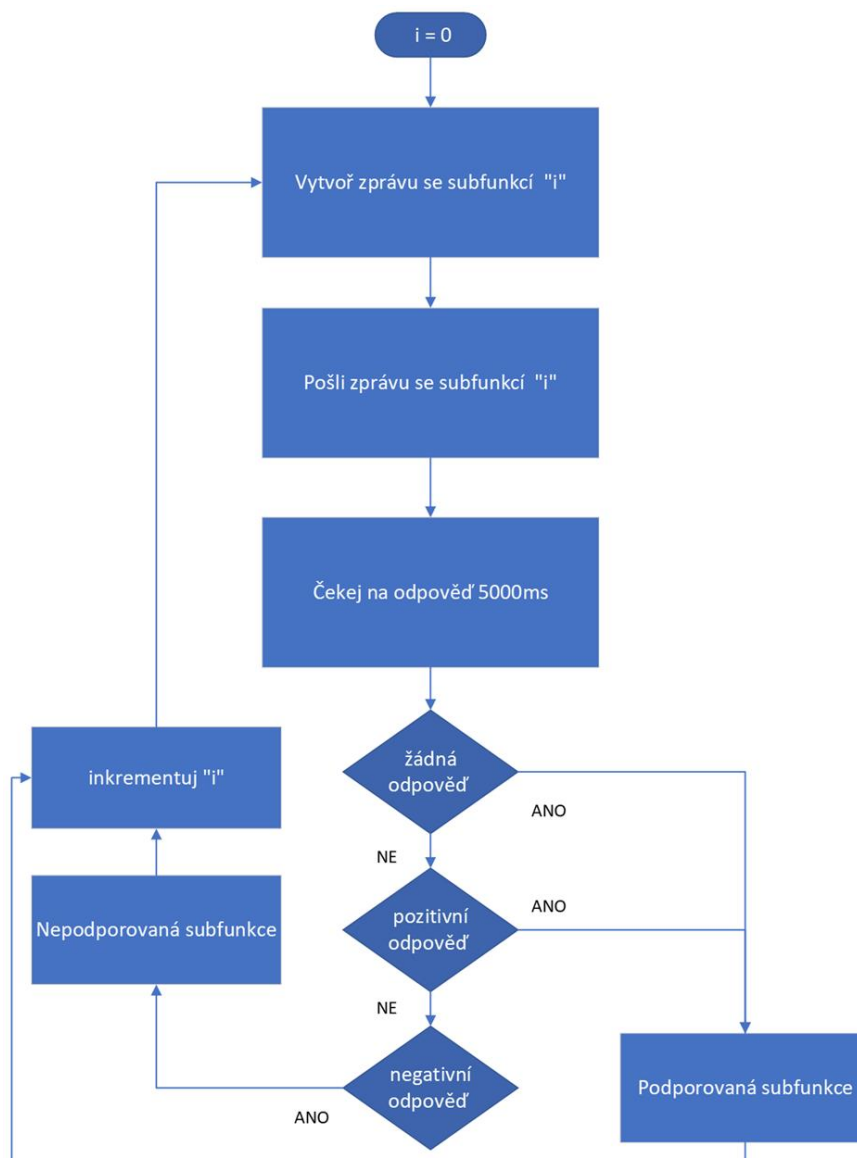
Tabulka 3 Identifikované implementované servisy [autor]

Table 3 Identified implemented services [author]

Servis (hexadecimální vyjádření)	Implementace v tachografu	Popis
10 – vstup do diagnostického módu	Ano	Umožňuje volbu módu pro spouštění dalších funkcí.
11 – reset jednotky	Ano	Umožňuje vyvolat výrobcem specifikované druhy resetu.
14 – mazání diagnostických chyb	Ne	Maže chybovou paměť.
19 – čtení diagnostických chyb	Ano	Vyčítá chybovou paměť ve zvolených režimech dle subfunkce
22 – čtení dat z datového identifikátoru	Ano	Vyčítá datové identifikátory.
23 – čtení dat podle adresy paměti	Ne	Vyčítá obsah paměti dle adresy.
27- zabezpečený přístup	Ne	Odemyká jednotku pro použití zabezpečených funkcí.
28 – řízení komunikace	Ano	Umožňuje ovládat posílání některých zpráv na sběrnici.

Servis (hexadecimální vyjádření)	Implementace v tachografu	Popis
85 řízení záznamu chyb	Ne	Umožňuje ovládat záznam chyb do paměti.
2E – záznam dat do datového identifikátoru	Ne	Umožňuje zápis do datového identifikátoru.
3E – přítomnost testovacího zařízení	Ano	Indikuje přítomnost testovacího zařízení pro setrvání ve vybraném diagnostickém módu.

Nejprve byly otestovány datové identifikátory udávané normou UDS a ISO 16844, přičemž se ukázalo, že standardizovaná data poskytují informace většinou informativního charakteru bez aplikovatelnosti na manipulaci s tachografem. Dále se testovala funkčnost definovaných subservisů a parametrů. Pro testování dostupných diagnostických módů nad rámec norem bylo využito testování hrubou silou, kdy se pro servis 0x10 procházely možnosti pro subfunkci a sledovala se odezva. Díky rozsahu pouze 1 byte (rozsah 0x00 až 0xFF v hexadecimální soustavě) se jednalo o 255 možností. Automatický algoritmus byl vytvořen ve skriptovacím jazyku CAPL, který je zahrnut v nástrojích Vector, návrh algoritmu, viz obrázek 2.



Obrázek 2 Testovací algoritmus [autor]

Figure 2 Test algorithm [author]

Výstupem bylo tedy zjištění dostupných módů: 0x01, 0x03, 0x02, 0x81, 0x85, a 0x87. Přičemž úroveň 0x85 a 0x87 jsou k dispozici pouze v kalibračním režimu. U dalších servisů bylo také využito pokusů s analýzou hrubou silou, nicméně s rostoucí délkou parametrů zprávy, přičemž tyto parametry jsou neveřejné, se jeví analýza hrubou silou jako velice časově náročná až téměř nemožná. Testování bylo prováděno v délce 72 hodin bez pozitivních výsledků.

Dále se autoři zaměřili na detekci dostupných rutin v tachografu, které mohou sloužit pro spuštění interních testů např. tlačítek, kontrolního součtu kódu, tiskárny, nebo pro vyvolání vstupu do bootladeru jednotky. Výrobce však implementoval i do standardizovaných rutin nad rámec standardu dodatečné byty, proto jednotka vrací negativní odpověď s informací o nesprávné délce zprávy, a to jak v provozním tak i v kalibračním režimu. Testováno bylo i s využitím nedefaultního diagnostického módu. Pro další využití se jeví protokol UDS jako velice obtížně využitelný bez dalších znalostí specifikací systému. Tyto specifikace lze částečně zjistit metodami reverzního inženýrství, které však vyžadují další znalosti z oblasti diagnostiky na úrovni protokolu a samotný proces je náročný na čas a další zdroje.

Dále se autoři zaměřili na softwarové manipulace, kde se vycházelo z faktu, že zmanipulovaný tachograf a originální tachograf budou vykazovat v odpovědích na tyto standardizované UDS požadavky difference. Autoři měli možnost otestovat hypotézu na softwarově zmanipulovaném tachografu, proto dále využili komparativní metodu, a došlo ke srovnávání odpovědí UDS požadavků nicméně nedošlo k pozorování rozdílů a proto lze konstatovat, že softwarová manipulace v aktuálním odhaleném provedení nemá vliv na UDS komunikaci.

U druhé hypotézy došlo k analýze protokolu SAE J1939, který je implementován v nákladních vozidlech v aplikační úrovni CAN protokolu. Nad rámec testování výčtu dostupných parametrů (jako tomu bylo u UDS protokolu v první hypotéze) se pracovalo s upravenou hypotézou, která vycházela z faktu, že u vozidel s digitálním tachografem první generace dochází při manipulaci s tachografem k záznamu rozdílného počtu ujetých kilometrů do různých řídicích jednotek. Ověření plausibility dat z různých zdrojů tedy může dle provedených měření sloužit pro detekci podezřelých stavů tachografu. Byly využity standardizované dotazovací zprávy s využitím dalších specifik v části J1939 Digital Annex, které obsahují zprávy o ujeté vzdálenosti a průměrné spotřebě paliva na ujetý kilometr, viz tabulka 4.

Tabulka 4 Struktura zpráv dle SAE J1939 [autor]

Table 4 Message structure according SAE J1939 [author]

Priorita zprávy	Požadavek	Identifikátor cílové jednotky	Adresa testovacího zařízení	Dotaz			Zjišťovaný signál
18	EA	00 (jednotka motoru)	F9	E0	FE	00	Celková ujetá vzdálenost vozidla
18	EA	FF	F9	BC	FE	00	Celková ujetá vzdálenost brzdového systému

V rámci testovacího pokusu byly tyto dotazovací zprávy zaslány po CAN sběrnici vozidla DAX XF, modelový rok 2018. Zjištěným pokusem byly zjištěny informace, viz tabulka 5.

Tabulka 5 Zjištěné hodnoty [autor]

Table 5 Measured values [author]

Ujetá vzdálenost dle tachografu	832 251 km
Ujetá vzdálenost dle řídicí jednotky brzd	980 022 km
Rozdíl absolutní	147 771 km
Rozdíl procentuální (zaokrouhleně)	17,75 %

U předmětného vozidla došlo při kontrole k podezření na nelegální manipulaci s tachografem, neboť řídicí jednotka brzd vykazovala větší ujetou vzdálenost než tachograf, a to o 17,75 %. Za běžnou lze považovat odchylku, která vzniká při získávání veličiny rychlosti odlišnými senzory a jejím následným zpracováním, a jedná se o odchylku přibližně do 5 %, přičemž tato hodnota se bude budoucím výzkumem dále upřesňovat. Nelegální

manipulace se následně potvrdila i hloubkovou kontrolou systému tachografu. Byla nalezena dodatečně instalovaná elektronika na principu CAN brány, která simuluje jednotku tachografu, viz obrázek 3.



Obrázek 3 Snímač pohybu a manipulační zařízení v černém pouzdru [autor]

Figure 3 Motion sensor and manipulation device in the black case [author]

Uvedená metoda byla dále zkoušena na vozidlech zn. Scania, a Volvo, avšak bez pozitivní odezvy. Pro další rozšíření metody do praxe by bylo potřeba ještě další zkoumání na větší sérii vozidel různých parametrů, což je však nad rámec této práce. Nutno také konstatovat, že v případě výměny jednotky brzd, lze touto metodou dojít k falešně pozitivnímu výsledku, a proto je nutné i přes nižší výskyt této situace v praxi, brát toto omezení při praxi v potaz.

6 DALŠÍ VÝZKUM

Na základě této práce se otevírají další témata pro budoucí výzkum, kterými jsou zejména nalezení dalších znaků značící nelegální manipulaci s tachografem a jejich unifikované vyčtení přes diagnostické protokoly, vstup do dalších částí paměti tachografu a standardizace procesů pro většinově zastoupená vozidla na trhu vozidel pro nákladní dopravu. Budoucí výzkum si tak pravděpodobně bude žádat využití dalších profesionálních nástrojů pro vývoj embedded systémů a rozšíření dalších znalostí na nižších úrovních mikrokontroleru. Otevřena je také oblast právních předpisů v problematice tachografů, kde lze najít problémy pro řešení.

7 ZÁVĚR

Autoři v práci analyzovali obecné možnosti protokolu UDS a SAE J1939 pro nedestruktivní analýzu systému tachografu se zaměřením na jeho nelegální manipulace. I přes rozsáhlé možnosti protokolů je identifikovatelná aplikovaná pouze vybraná menší část, neboť většina specifikací jednotky je proprietární a veřejnosti nepřístupná. V některých případech lze tyto specifikace zjistit reverzním inženýrstvím (např. analýza hrubou silou), avšak toto v mnoha případech nelze obecně aplikovat z důvodu značné náročnosti na čas i další zdroje (znalosti, hardware, software). U aplikovatelných funkcionalit protokolů je potřeba mít na zřeteli velkou provozní variabilitu, a to jak mezi jednotlivými výrobci vozidel, tak někdy i mezi modelovými roky jednotlivých typů vozidla. Na místě by byla pro lepší detekci manipulací s tachografem větší součinnost výrobců jak tachografů, tak i vozidel.

8 PODĚKOVÁNÍ

Článek byl podpořen v rámci specifického výzkumu na ÚSI VUT 2023 pod projektem ÚSI-J-23-8313.

9 REFERENCE

- [1] FAKHFAKH, Faten; TOUNSI, Mohamed a MOSBAH, Mohamed. Cybersecurity attacks on CAN bus based vehicles: a review and open challenges. Online. *Library Hi Tech*. 2022, roč. 40, č. 5, s. 1179-1203. ISSN 0737-8831. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/LHT-01-2021-0013>. [cit. 2024-03-24].
- [2] MUTER, Michael; GROLL, Andre a FREILING, Felix C. A structured approach to anomaly detection for in-vehicle networks. Online. In: *2010 Sixth International Conference on Information Assurance and Security*. IEEE, 2010, s. 92-98. ISBN 978-1-4244-7407-3. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/ISIAS.2010.5604050>. [cit. 2024-03-24].
- [3] LOUKAS, George; VUONG, Tuan; HEARTFIELD, Ryan; SAKELLARI, Georgia; YOON, Yongpil et al. Cloud-Based Cyber-Physical Intrusion Detection for Vehicles Using Deep Learning. Online. *IEEE Access*. 2018, roč. 6, s. 3491-3508. ISSN 2169-3536. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2782159>. [cit. 2024-03-24].
- [4] PAUL, Avishek a ISLAM, Md Rabiul. An Artificial Neural Network Based Anomaly Detection Method in CAN Bus Messages in Vehicles. Online. In: *2021 International Conference on Automation, Control and Mechatronics for Industry 4.0 (ACMI)*. IEEE, 2021, s. 1-5. ISBN 978-1-6654-3843-8. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/ACMI53878.2021.9528201>. [cit. 2024-03-24].
- [5] RING, Martin, Tobias RENSEN a Reiner KRIESTEN. Evaluation of Vehicle Diagnostics Security – Implementation of a Reproducible Security Access [online]. Lisbon: IARIA, 2014 [cit. 2024-01-20]. ISBN 978-1-61208-376-6. ISSN 2162-2116. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/275463281_SECURWARE_2014_-_The_Eighth_International_Conference_on_Emerging_Security_Information_Systems_and_Technologies
- [6] VALASEK, Chris a MILLER, Charlie. Adventures in Automotive Networks and Control Units. Online. 2014, s. 1-99. Dostupné z: <https://ioactive.com/car-hacking-content/>. [cit. 2024-03-27].

Automatizovaná detekce a vektorizace vodorovného dopravního značení

Automated detection and vectorization of road marking

Pavel Vrtal¹, Tomáš Kohout^{*1}, Zdeněk Svatý¹

¹České vysoké technické v Praze, Fakulta dopravní, Ústav Soudního znalectví v dopravě

Rozšířený abstrakt

Článek představuje inovativní metodu pro automatickou detekci specifických prvků silniční infrastruktury a jejich prostorovou lokalizaci. Algoritmus využívá analýzu barevného spektra daných objektů na ortofotomapách. Zdrojové snímky mohou pocházet z letecké fotogrammetrie nebo pozemního laserového skenování, přičemž do zpracování lze také zahrnout digitální výškové modely. Využití fotogrammetrických měření z bezpilotních leteckých systémů (UAS) nebo mobilního laserového skenování (MLS) se stává rutinním a vysoce efektivním nástrojem pro získání velmi přesných informací v různých oblastech. Dopravní infrastruktura je jedním z hlavních příkladů, kde správci silnic využívají tyto výstupy v různých fázích projektování, výstavby nebo provozu. Přidaná hodnota neselektivních metod sběru dat spočívá v množství získaných informací, rychlosti sběru dat a vysoké přesnosti.

Navrhovaná metoda vychází z letecké fotogrammetrie a následné poloautomatické vektorizace specifických silničních prvků pomocí segmentace RGB spektra. Tato metoda byla testována na fotogrammetrických ortofotomapách, ale je také aplikovatelná na ortografické snímky získané laserovým skenováním. Specifické prvky, jako jsou liniové prvky (vodorovné dopravní značení, okraje vozovky) nebo silniční zařízení (svodidla, sloupy, autobusové zastávky), mohou být efektivně detekovány a vektorizovány.

Výsledné výstupy této metody lze snadno integrovat do složitějších prostorových modelů silnic a jejich okolí. Automatizace tohoto procesu přináší významné časové a nákladové úspory při vytváření digitálních modelů prostředí. Navíc umožňuje rychlou a přesnou identifikaci a analýzu silničních prvků, což je klíčové pro projektování a správu dopravní infrastruktury. Fotogrammetrie s využitím UAS představuje nákladově efektivní a rychlou metodu sběru dat, ideální pro dokumentaci aktuálního stavu silnic. Snímky z nízkolétajících UAS se obvykle zpracovávají pomocí digitální obrazové korelace, což nevyžaduje explicitní identifikaci jednotlivých bodů, ale spoléhá na algoritmy pro automatické rozpoznávání obrazových prvků. Tento proces vede k vytváření hustých mračen bodů, které zahrnují všechny identifikované body.

Tento příspěvek představuje inovativní metodu automatického rozpoznávání a vektorizace snímků dopravní infrastruktury bez použití algoritmů hlubokého učení. Hlavním přínosem je schopnost vektorizovat pouze vybrané segmenty obrazu, což šetří čas a zvyšuje efektivitu při zpracování dat. Nově vyvíjený software nabízí efektivnější zpracování a extrakci informací, což je přínosem pro projektanty a auditory bezpečnosti silničního provozu.

Klíčová slova: fotogrammetrie, vektorizace obrazu, silniční infrastruktura, detekce silničních objektů, ortofotomapa

Citace:

VRTAL, Pavel; KOHOUT, Tomáš a SVATÝ, Zdeněk. Automatizovaná detekce a vektorizace vodorovného dopravního značení. Online. *Soudní inženýrství*. 2024, roč. 35, č. 01, s. 40-49. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2024.1.40>

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2024.1.40

*Korespondenční adresa autora:

kohout@fd.cvut.cz

Přijato do redakce:

29.05.2024

Recenzní řízení:

10.07.2024

Publikováno:

26.07.2024



Copyright: © 2023 The Author. This work is licensed under Attribution 4.0 International. To view a copy of this license, visit: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Extended abstract

This paper presents an innovative method for automatic detection of specific road infrastructure elements and their spatial localization. The algorithm uses the analysis of the color spectrum of the objects on orthophotomaps. Source images can come from aerial photogrammetry or terrestrial laser scanning, while digital elevation models can also be included in the processing. The use of photogrammetric measurements from unmanned aerial systems (UAS) or mobile laser scanning (MLS) is becoming a routine and highly effective tool for obtaining highly accurate information in a variety of areas. Transport infrastructure is one of the main examples where road managers use these outputs in different phases of design, construction or operation. The added value of non-selective data collection methods lies in the amount of information obtained, the speed of data collection and the high accuracy.

The proposed method is based on aerial photogrammetry followed by semi-automatic vectorization of specific road features using RGB spectrum segmentation. This method has been tested on photogrammetric orthophotomaps, but it is also applicable to orthographic images obtained by laser scanning. Specific features such as line features (horizontal road markings, road edges) or road equipment (bollards, poles, bus stops) can be efficiently detected and vectorized.

The resulting outputs of this method can be easily integrated into more complex spatial models of roads and their surroundings. Automating this process brings significant time and cost savings in the creation of digital models of the environment. In addition, it enables the rapid and accurate identification and analysis of road features, which is crucial for the design and management of transport infrastructure. Photogrammetry using UAS is a cost-effective and rapid method of data collection, ideal for documenting the current condition of roads. Images from low-flying UAS are typically processed using digital image correlation, which does not require explicit identification of individual points but relies on algorithms for automatic recognition of image features. This process results in dense point clouds that include all identified points.

This paper presents an innovative method for automatic recognition and vectorization of traffic infrastructure images without the use of deep learning algorithms. The main benefit is the ability to vectorize only selected image segments, which saves time and increases efficiency in data processing. The newly developed software offers more efficient processing and information extraction, which is beneficial for road safety planners and auditors.

Keywords: photogrammetry, image vectorization, road infrastructure, road object detection, orthophotomap

Citation:

VRTAL, Pavel; KOHOUT, Tomáš a SVATÝ, Zdeněk. Automatizovaná detekce a vektorizace vodorovného dopravního značení. Online. *Soudní inženýrství*. 2024, roč. 35, č. 01, s. 40-49. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2024.1.40>

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2024.1.40

*Author's correspondence address:

kohout@fd.cvut.cz

Accepted for editing:

May 29, 2024

Review proceedings:

July 10, 2024

Published:

July 26, 2024



Copyright: © 2023 The Author. This work is licensed under Attribution 4.0 International. To view a copy of this license, visit:

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

1 Úvod

Využití fotogrammetrických měření z bezpilotních leteckých systémů (UAS) nebo mobilního laserového skenování (MLS) se v dnešní době stává rutinním a vysoce efektivním nástrojem, který lze využít k získání velmi přesných informací v různých oblastech použití. Dopravní infrastruktura představuje ukázkový příklad a správci nebo dodavatelé silnic využívají výstupy v různých fázích projektování, výstavby nebo provozu silnic. [1][2][3][4][5]. Přidaná hodnota neselektivních metod sběru dat spočívá v množství získaných informací, rychlosti sběru dat a vysoké přesnosti. Ačkoli doplňková softwarová řešení používaná pro zpracování dat umožňují zdánlivě snadný přechod dat do běžně používaného softwaru CAD, v praxi často představuje problém samotná extrakce požadovaných charakteristik prvků vozovky. Většina v současnosti vyvíjených nástrojů je zaměřena na zpracování výsledných mračen bodů, což přináší nároky na výpočetní výkon hardwaru a nutnost pracovat s velmi rozsáhlými soubory dat. Cílem tohoto příspěvku je proto představit alternativní přístup, založený na zpracování ortofotomap pořízených převážně z fotogrammetrie UAS.

Fotogrammetrie s využitím UAS představuje nákladově efektivní a rychlou metodu sběru dat, ideální pro dokumentaci aktuálního stavu silnic. Snímky získané z nízkoletajících UAS se obvykle zpracovávají pomocí digitální obrazové korelace. Tento proces nevyžaduje explicitní identifikaci jednotlivých bodů, ale spoléhá na algoritmy pro automatické rozpoznávání obrazových prvků, identifikaci společných významných rysů a jejich následné propojení pro prostorovou rekonstrukci. Výsledkem jsou často hustá mračka bodů, která zahrnují všechny body identifikované výpočetním algoritmem. Alternativně lze vytvářet detailní výškové modely cílové oblasti nebo ortofotomapy, které se dále využívají pro další analýzu a zpracování.

Ortofotomapy (obrázek 1) na základě leteckých snímků vykazují velmi vysokou podrobnost (vzdálenost vzorkování země - GSD - 1 cm nebo nižší) a vyšší kvalitu obrazu ve srovnání s ortofotografickými pohledy generovanými z pozemních systémů nebo systémů MLS. To představuje významnou výhodu, kterou lze využít pro identifikaci prvků silniční infrastruktury, jako je vodorovné dopravní značení, okraje silnic či dopravní ostrůvky.



Obrázek 1 Ortofoto křižovatky s dosaženou úrovní podrobnosti (GSD 1 cm) [autor]

Figure 1 Orthophoto of the intersection with the achieved level of detail (GSD 1 cm) [author]

Práce s ortografickými obrazy vytvořenými tímto způsobem přináší výrazné výhody, zejména v projekční fázi. Takto získané snímky poskytují mnohem více informací o aktuální infrastruktuře komunikace, dopravním značení a okolí silnic. Tento přístup částečně nahrazuje časově náročné geodetické zaměření a nabízí vyšší přesnost než terénní ortografické mapy dostupné z běžných mapových aplikací. Bepilotní prostředky mohou produkovat rastrové mapy s téměř libovolným rozlišením (GSD) a lze je vytvářet v jakékoli úrovni detailu potřebné pro stavební projekty. Kvalita výsledků závisí především na technickém vybavení dronu (kamera), metodách kontroly kvality a přesnosti, stejně jako na povětrnostních podmínkách a zkušenostech pilota. Při zvážení všech těchto faktorů lze dosáhnout přesnosti kolem 1 až 2 cm na pixel. [6]

Tento přístup vykazuje značné časové nároky na následnou extrakci informací, protože samotný rastrový obrázek se obvykle používá pouze jako pozadí. Časová náročnost následných úprav spočívá v nutnosti překreslení vybraných prvků vozovky do editovatelné, vektorové podoby. Tato podoba je následně využitelná pro návrh odpovídajících sanačních opatření. Tento proces může být časově neefektivní, zejména u složitějších úseků silnic,

kteří obsahují značné množství prvků. Typický příklad představuje křižovatka hlavních silnic s dopravními ostrůvky a různými variantami vodorovného dopravního značení.

Cílem tohoto článku je představit inovativní metodu automatického rozpoznávání a vektorizace snímků dopravní infrastruktury bez použití algoritmů hlubokého učení. Hlavním přínosem tohoto výzkumu je schopnost vektorizovat pouze vybrané segmenty nikoli celý obraz. Ačkoli některé grafické programy, jako Adobe Photoshop nebo GIMP, umožňují určitou formu vektorizace, neposkytují však dostatečnou kontrolu nad výstupy a mají omezenou využitelnost při následných procesech. Nově vyvíjený software nabízí efektivnější zpracování a extrakci informací ze vstupních dat do editovatelné podoby, čímž šetří čas projektantům a auditorům bezpečnosti silničního provozu.

2 AKTUÁLNÍ STAV POZNÁNÍ

Vektorizace obrázků se v současné době používá v mnoha průmyslových odvětvích, zejména v oblasti grafiky nebo designu. V 90. letech 20. století byly na katastrálních mapách vyvíjeny a testovány různé metody s cílem převést výkresovou dokumentaci do editovatelné podoby prostřednictvím vektorizace. Tento proces zahrnoval postupné vyhlazování linií a vedení křivek přes oblasti tmavých pixelů v původní mapové kresbě. Díky tomu bylo možné upravit obraz a rozpoznat kontrastní linie. [7]

Současné studie se zaměřují na vektorizaci ručně kreslených skic, jako klíčového nástroje v digitalizaci designu. Metodu vektorizace rastrových čárových obrázků představili, kteří řeší problémy spojené s čárovou kresbou a zpracováním 2D animace. [8] Bylo zjištěno, že současné metody vektorizace buď trpí nízkou přesností, nebo nedokážou zpracovat obrázky s vysokým rozlišením. Tato studie si kladla za cíl vypořádat se s výkresy obsahujícími složité průsečíky jednotlivých čar. Byla navržena dvoufázová metoda vektorizace, která analyzuje globální a lokální topologii čar. V první fázi jsou čáry rozděleny na dílčí křivky a ve druhé fázi je obraz rekonstruován. Rekonstrukce byla provedena různými metodami a srovnána s dvoufázovým řešením. Experimentální výsledky ukázaly, že dvoufázová metoda výrazně překonává současné metody z hlediska výpočetní rychlosti, dosahuje vizuálně lepší topologie a zvyšuje přesnost rekonstrukce obrazu.

Vektorizace je inherentně problematická, protože z jednoho rastrového základu lze odvodit mnoho různých obrázků. Ne všechny tyto vektorové obrazy však věrně odrážejí skutečnost. Z tohoto důvodu se objevily studie zaměřené na hodnocení kvality vektorizace. [9] Bylo zjištěno, že existuje rozpor mezi náčrtky vytvořenými v terénu a čistými předlohami, které vyžadují speciální algoritmy pro zpracování. Čistící algoritmy se liší v předpokladech o vstupních a výstupních náčrtech. Srovnávací testy hodnotily kvalitu čištění obrázků a zpracování náčrtů, přičemž výsledky poskytují analýzu vhodnou pro další výzkum v oblasti automatizace a vektorizace obrázků.

V dalším článku se autoři soustředili na využití triangulace a barvy obrazu jako zdrojů pro tvorbu vektorových primitiv při vektorizaci obrazu. [10] Tato plně automatická metoda měla výhody ve vykreslovacím výkonu, detailnosti textur a efektivitě, přičemž vše záviselo na kvalitě a přesnosti trojúhelníkové sítě. Příklady použití této metody byly prezentovány pro různé vstupní obrázky, včetně fotografií, kreseb, maleb, návrhů a karikatur.

Khatab et al. představili srovnávací studii, která hodnotila výkon segmentace barevného obrazu pomocí různých barevných prostorů v automatické technice GrabCut. GrabCut je považován za poloautomatickou techniku segmentace obrazu, protože vyžaduje uživatelskou interakci pro inicializaci segmentace pomocí Orchardova a Boumanova bezdoporového shlukování v inicializační fázi. Účinnost techniky byla hodnocena z hlediska segmentace, kvality a přesnosti při použití barevných prostorů RGB, HSV, CMY, XYZ a YUV. Srovnávací studie a experimentální výsledky ukázaly, že barevný prostor RGB je nejvhodnější pro zpracování. [11]

V publikaci Kim et al. byl prezentován opačný přístup v podobě rasterizační inverze. Definovali nejpravděpodobnější množiny cest, které by mohly vytvořit rastrový obraz. Po výpočtu segmentace bylo možné použít stávající vektorizační přístupy k vektorizaci jednotlivých cest a následně všechny cesty spojit do jednoho obrazu. Pro určení nejpravděpodobnější sady cest byla vyvinuta dvojice neuronových sítí, které poskytovaly sémantické vodítko a pomáhaly řešit nejasnosti v křížících se a překrývajících se oblastech. Tyto předpovědi byly prováděny s ohledem na kompletní kontext obrazu a poté globálně zkombinovány řešením Markovova náhodného pole. Ve všech testovaných případech systém přesně odpovídal sémantice kreseb a byla potvrzena smysluplnost výstupu. [12]

V současné době je velký zájem o vektorizaci 3D modelů, konkrétně mračen bodů získaných laserovým skenováním povrchu vozovky (např. [4][5][13]), ale tyto metody jsou náročné jak na sběr dat, tak na jejich zpracování. Důraz je kladen zejména na tělesa podél vozovky, kde je klíčovým parametrem především výška, která slouží jako základní klasifikace objektů.

Obecně lze konstatovat, že ačkoli existuje mnoho publikací na toto téma, žádná z nich se specificky nezaměřuje na oblast dopravní infrastruktury a využití ortofotomap získaných leteckým měřickým snímkováním. Cílem tohoto příspěvku je představit možnosti identifikace konkrétních objektů v těchto mapách a jejich následného převodu do vektorové podoby prostřednictvím jednoduchých operací, které využívají segmentaci a filtraci RGB spektra snímků. Mnohé publikace se věnují dané problematice, avšak žádná z nich se nesoustředí na aplikaci v oblasti dopravní infrastruktury a využití ortofotomap získaných z leteckého měřického snímkování.

3 METODY

Navrhovaná metoda vychází z letecké fotogrammetrie vybraných silničních úseků a následné poloautomatické vektorizace specifických silničních prvků pomocí segmentace RGB spektra. Tato metoda byla primárně testována na fotogrammetrických ortofotomapách, ale je také aplikovatelná na ortografické snímky získané laserovým skenováním. Konkrétní silniční prvky mohou být reprezentovány jako liniové prvky (např. vodorovné dopravní značení, okraje vozovky) nebo jako silniční zařízení (např. svodidla, sloupy, autobusové zastávky).

Jednotlivé kroky navrhovaného přístupu jsou demonstrovány na příkladu zpracování v softwaru Python. Tento software využívá veřejně dostupné knihovny, jako jsou Tkinter, Numpy, PIL a imageio, ve spojení s vlastním kódem. Zpracování je ukázáno prostřednictvím extrakce obrysů okraje chodníku a vodorovného dopravního značení (absolutní a relativní poloha). Předpokládá se, že tento požadavek je pro účely bezpečnostních posouzení pozemních komunikací nejčastější, což z něj činí ideální případ pro řádné ověření použitelnosti navrženého řešení.

3.1 Vstupní data

Přístup je založen na zpracování přímých výstupů z digitální obrazové korelace, konkrétně ortofota a digitálního modelu terénu (DEM). Oba tyto výstupy se používají ve formátu TIFF, který má tu výhodu, že umožňuje bezeztrátovou kompresi, čímž je zachována původní kvalita obrazu během celého procesu zpracování. Další výhodou formátu TIFF je možnost zahrnutí výškových informací jednotlivých měřených bodů nebo přesné parametrizace polohových hodnot každého bodu v rastrové síti.

Požadavky na ortografický snímek se týkají především kvality obrazu, jako je eliminace vozidel na silnici, zákrytů vegetací nebo drátů elektrického vedení, a rozlišení (GSD) 1 cm a vyšší (obrázek 2). Zpracování lze provést i bez modelu DEM, avšak v takovém případě chybí informace o výšce. Pokud je DEM k dispozici, jsou zdroje kombinovány prostřednictvím počáteční analýzy vstupních dat, sjednocení informací a interpolace výškových dat, přičemž se zohledňují případné rozdíly v rozlišení nebo vyrovnání poskytnutých dat.



Obrázek 2 Ukázka vstupního ortofota křižovatky [autor]

Figure 2 Example of the input orthophoto of the intersection [author]

3.2 Úvodní segmentace

Navrhovaný přístup je založen na poloautomatickém procesu, kdy uživatel na základě požadovaných prvků pro extrakci definuje jejich hlavní charakteristiky. Díky využití barevné segregace může uživatel buď nastavit rozsahy RGB, nebo ručně vybrat několik bodů zájmu na ortofotomapě.

Snímek je následně rozdělen na jednotlivé barevné shluky, které jsou podle vstupních požadavků buď zachovány, nebo automaticky odstraněny (obrázek 3). Segmentace se provádí nejen pro kombinované informace RGB, ale také pro každý kanál zvlášť. Velikost obrázku se nemění, pouze se odfiltrují nepotřebné body, což usnadňuje následné zpracování. Tento přístup umožňuje zpracovávat i snímky s vysokým rozlišením, tedy delší silniční segmenty. Během těchto kroků dochází také k částečnému odstranění šumu, neboť algoritmus automaticky vyřazuje shluky s odlišným barevným spektrem, které se nenacházejí v blízkosti hodnoceného bodu nebo logicky nepatří do hodnoceného pole.

Po zpracování následuje funkce, která vyhledává přechody jednotlivých barevných spekter. Algoritmus zkontroluje několik předchozích a následujících bodů a zařadí je do skupin. V příkladu je klasifikace zaměřena na vodorovné dopravní značení (bílý) a zemní povrch vozovky pro vymezení okraje vozovky (černý). Zbývající údaje jsou odděleny a označeny zelenou barvou. Kromě toho se při filtrování bere v úvahu také relativní vzdálenost identifikovaných shluků, a tato informace se použije ke změně barevného prahu segmentace, aby se vyplnily případné vady nebo zákryty v obraze.



Obrázek 3 Počáteční barevná segmentace obrazu se zvýrazněným vodorovným dopravním značením, povrchem vozovky a segmentovanými úseky [autor]

Figure 3 Initial colour image segmentation with highlighted horizontal road markings, road surface and segmented sections [author]

3.3 Čištění dat

Na základě výsledků a volitelných vstupů od uživatele pak následuje fáze „čištění“. Funkce „čištění“ se používá k omezení chyb z předchozích výpočtů a k vyplnění případných mezer v identifikovaných objektech. Pokud se objeví izolované body, které logicky nezapadají do dané klasifikace povrchu, jsou přebarveny do stejné barevné skupiny jako jejich okolí. To se provádí s částečným zadáním od uživatele, který provádí zpracování a volí úroveň odstranění šumu. Pro odstranění drobného šumu v obraze jsou pro každý identifikovaný objekt vypočteny reprezentativní obrysy a zvýrazněny přechody mezi jednotlivými barvami definovanými skupinami. V dalším kroku se z dalšího zpracování vyloučí informace o barvě a zachovají se pouze obrysy hran určených barevných skupin (obrázek 4). V této fázi jsou obrysy vykresleny a jsou vytvořeny objekty, které se již podobají konečnému výstupu. Obraz je však stále ovlivněn šumem, který se nepodařilo identifikovat a odstranit automaticky v předchozích krocích. V současné době pracuje následující fáze v poloautomatickém režimu. Obraz je rozdělen na objekty, zobrazí se informace o nalezených objektech a jejich polohové souřadnice spolu s předpokládaným typem objektu (např. izolovaný, souvislý, přerušovaná čára). Uživatel pak kontroluje správnost tohoto přiřazení a výběrem více sousedních objektů může přiřadit odpovídající objekty nebo provést opravy. Tyto kroky lze využít k vytvoření jednoho integrovaného objektu z několika přidružených objektů, se kterým se pak v další fázi zachází jako s jedním objektem. Zároveň je možné vymazat objekty, které nesplňují požadovaná kritéria.



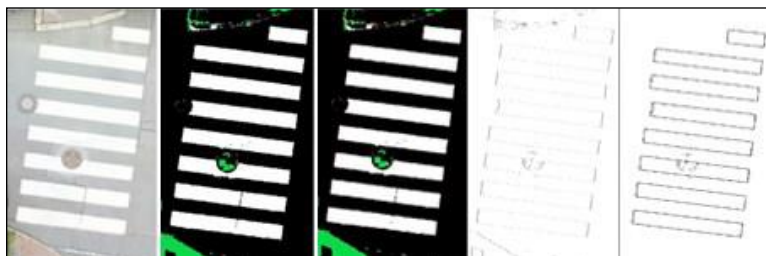
Obrázek 4 Obrázek s odstraněnými informacemi o barvách [autor]

Figure 4 Image with colour information removed [author]

3.4 Vektorizace

Závěrečná fáze vektorizace obrazu je řešena pomocí dvou metod, které se liší v závislosti na vstupních požadavcích uživatele, přičemž oba přístupy mají své vlastní charakteristiky. První přístup spočívá v hledání pouze hran objektů nebo přechodů v barevném spektru a definování obrysu pouze prostřednictvím jednotlivých bodů. Druhou možností je analýza povrchu určitého barevného spektra. Přestože se oba přístupy liší, je v obou případech stanovena osa, která slouží jako výstup.

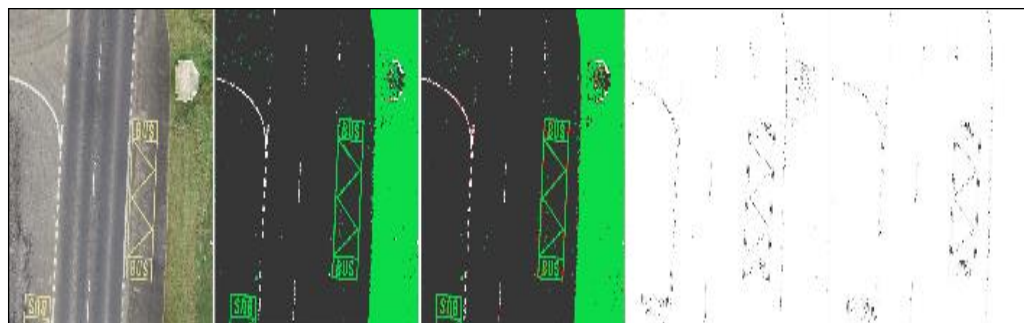
V prvním případě je každý objekt na snímku analyzován samostatně a brán jako jedinečná jednotka definovaná určitým počtem bodů. V případě, že je obrys objektu tvořen mrakem bodů uspořádaných cyklicky, například u čárkovaného vodorovného značení, se použije metoda hledání krajních bodů. Tyto body jsou pak spojeny vektorem a vyhlazeny tak, aby co nejpřesněji odpovídaly skutečnosti, čímž se vytvoří hrany, které se následně spojí. Ukázkou zobrazuje obrázek 5.



Obrázek 5 Extrakce přechodu pro chodce [autor]

Figure 5 Extraction of zebra crossing [author]

Jiným případem je situace, kdy je objekt, jako například okraj chodníku, zachycen na celém snímku a nevyskytuje se cyklické opakování. V takovém případě metoda identifikuje body, které v určitém rozsahu od počátečního bodu objektu sledují nebo prodlužují vstupní vektor vytvořený na okraji obrazu. (obrázek 6)



Obrázek 6 Extrakce situace se souvislými silničními prvky v celém snímku [autor]

Figure 6 Situation extraction with continuous road elements throughout the image [author]

Křivka je vyhlazena buď pomocí metody klouzavého průměru, kde se její tvar věrně přizpůsobuje aktuálnímu přechodu mezi jednotlivými prvky, jako je například asfaltový a nepevněný povrch nebo vegetace. Alternativou k metodě klouzavého průměru je polynomičká regrese, která aproximuje dané hodnoty polynomem. Koeficienty polynomu jsou určeny metodou nejmenších čtverců tak, aby součet čtverců odchylek původních hodnot od získaného polynomu byl minimální. Určení vhodného stupně polynomu je klíčové pro dosažení přesnosti, protože vyšší stupeň nejistoty v rozložení bodů vyžaduje použití vyššího stupně polynomičkého vyhlazení. Automatizace výběru vhodného stupně polynomu je obtížná, protože není vždy možné přesně určit nejvhodnější stupeň polynomu. V případě, že uživatel zvolí tento přístup, jsou vygenerovány různé polynomičké křivky a vybere se ta nejvhodnější.

Druhý přístup pracuje s oblastí nebo barevným shlukem, který je generován algoritmem a považován za souvislý objekt. V tomto případě je nutné převedení objektu na souvislou strukturu, neboť algoritmus může generovat izolované body. Pro izolované body se jejich barva upraví na barvu okolních bodů. V mračnu bodů je také možné vytvořit lineární regresi, která může odhalit přibližnou osu objektu. Tato metoda zahrnuje následné spojení blízkých vektorů a jejich výsledné vyhlazení. Ukázku zobrazuje obrázek 7.



Obrázek 7 Sloučení izolovaných barevných shluků, vyhlazení a konečná vektorová reprezentace [autor]

Figure 7 Merging of isolated colour clusters, smoothing and final vector representation [author]

Využití fotogrammetrických ortofotomap přináší řadu výhod, včetně znalosti nejen relativní polohy výsledných vektorů na snímku, ale také informací o poloze skutečného obrazu vůči referenčnímu souřadnicovému systému. Tímto způsobem lze přesně určit skutečnou polohu a následně ji exportovat do formátů vhodných pro další zpracování v CAD programech specializovaných na projektování a výstavbu, jako jsou produkty Autodesk nebo Bentley Systems. Pokud je k dispozici digitální model reliéfu (DEM) ve formátu TIFF, je také možné určit výškovou souřadnici.

4 DISKUSE

Princip identifikace objektů na základě segmentace RGB spekter jednotlivých pixelů představuje složitou a náročnou úlohu, avšak může významně uspořit čas. Je nutné zdůraznit, že pokud algoritmus nepoužívá metodu hlubokého učení, je obtížnější extrahovat komplexní vlastnosti ze vstupních dat. V takových případech může být nezbytné, aby uživatel vedl algoritmus v rozhodování, zda s identifikovanými objekty dále pracovat, nebo zda jsou považovány za šum a měly by být odstraněny, zejména u obtížně identifikovatelných objektů. Problém s vektorizací silniční sítě pomocí metod barevné segmentace může vykazovat komplikace, které je třeba v průběhu testování upravit tak, aby bylo dosaženo vyšší efektivity s minimální asistencí uživatele. Jedním z typických problémů může být segmentace určitého barevného spektra, například vodorovného dopravního značení, které může být v určitých místech na silnici opotřebované nebo zakryté nečistotami. V budoucnosti lze tento problém řešit například pomocí strojově definovaných palet jednotlivých objektů, které mohou být vloženy do obrazu nebo překryty přes část, kterou algoritmus automaticky identifikoval. Další možností zlepšení je využití kombinatoriky k nalezení nejlepší korekce obrazu s částečně definovanou vnitřní strukturou povrchu. Práce s duplicitními fotografiemi, které jsou již upraveny v jiném barevném spektru, může rovněž přispět k přesnější

identifikaci jednotlivých objektů. Použití takového snímku jako pozadí umožní lepší rozpoznání jednotlivých tvarů a tím lepší systém rozpoznávání objektů. Výsledný princip vektorizace může být ovlivněn i faktory jako jsou kontrasty způsobené stíny okolní vegetace nebo zakrytí částí silnice větvemi nebo portálem proměnného dopravního značení. V takových situacích by mohlo být vhodné použít snímek, který by byl barevně odstupňován podle výšky terénu. Pokud algoritmus nedokáže správně identifikovat barvy v daném místě, bylo by možné na základě upravené fotografie rozhodnout, zda je místo ovlivněno vnějšími faktory, a podle toho dále pracovat se snímkem.

5 ZÁVĚR

Využití leteckých ortofotomap z nízké výšky se prokázalo jako velmi účinné při urychlení základních projekčních prací a posuzování bezpečnosti silničního provozu. Oproti tradičním leteckým mapovým podkladům nabízejí ortofotomapy z UAS aktuálnější data a výrazně vyšší rozlišení. Avšak pro ještě efektivnější využití těchto dat je potřeba další vývoj v oblasti automatického zpracování ortofotomap. Navržená metoda v této studii přináší nový přístup k poloautomatické detekci objektů v ortofotomapách na základě jejich RGB spekter, což může výrazně zlepšit celý proces. Aktuálně je tato metoda ve fázi testování a pro dosažení vyšší přesnosti a automatizace je nutné provést další měření. Konečným cílem je vytvoření webové aplikace, která bude snadno použitelná a dostupná bez nutnosti instalace speciálního softwaru. Tato aplikace má přispět k automatizaci celého procesu vektorizace a snížení potřeby manuální práce. Budoucí výzkum by se měl zaměřit na další zlepšení přesnosti metody a vyhodnocení jejího výkonu na větších datasetech. Díky tomu bude možné lépe porozumět možnostem a omezením této techniky a případně ji optimalizovat pro různé aplikace a prostředí.

6 REFERENCE

- [1] PINTO, L.; BIANCHINI, F.; NOVA, V. a PASSONI, D. LOW-COST UAS PHOTOGRAMMETRY FOR ROAD INFRASTRUCTURES' INSPECTION. Online. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 2020, roč. XLIII-B2-2020, s. 1145-1150. ISSN 2194-9034. Dostupné z: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2020-1145-2020>. [cit. 2024-06-17].
- [2] PALUMMO, A. FROM THE ROAD SIGN TO THE MAP: 3D MODELING IN SUPPORT OF THE URBAN AND RURAL ROAD CONDITIONS. Online. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 2017, roč. XLII-5/W1, s. 77-80. ISSN 2194-9034. Dostupné z: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-5-W1-77-2017>. [cit. 2024-06-17].
- [3] WANG, X., DADI, G. B., & TAYLOR, T. R. B. (2017). A case study application of unmanned aerial systems (UAS) on highway construction projects. 313-322. Paper presented at 24th EG-ICE International Workshop on Intelligent Computing in Engineering 2017, Nottingham, United Kingdom. [cit. 2024-06-17].
- [4] YAO L, QIN C, CHEN Q, WU H. Automatic Road Marking Extraction and Vectorization from Vehicle-Borne Laser Scanning Data. *Remote Sensing*. 2021; 13(13):2612. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/rs13132612>. [cit. 2024-06-17].
- [5] SUI, LICHUN, ZHU, JIANFENG, ZHONG, MIANQING, WANG, XUE AND KANG, JUNMEI. "Extraction of road boundary from MLS data using laser scanner ground trajectory" *Open Geosciences*, vol. 13, no. 1, 2021, pp. 690-704. Dostupné z: <https://doi.org/10.1515/geo-2020-0264>. [cit. 2024-06-17].
- [6] MCGLONE, J., MIKHAIL, E. M., BETHEL, J. S., MULLEN R., 2004: *Manual of photogrammetry*. 5th ed. Bethesda, Md.: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, c2004, 1151 p. ISBN 15-708-3071-1. [cit. 2024-06-17].
- [7] RIK D.T. JANSSEN, ALBERT M. VOSSEPOEL, Adaptive Vectorization of Line Drawing Images, *Computer Vision and Image Understanding*, Volume 65, Issue 1, 1997, Pages 38-56, ISSN 1077-3142, Dostupné z: <https://doi.org/10.1006/cviu.1996.0484>. [cit. 2024-06-17].
- [8] GUO, Yi; ZHANG, Zhuming; HAN, Chu; HU, Wenbo; LI, Chengze et al. Deep Line Drawing Vectorization via Line Subdivision and Topology Reconstruction. Online. *Computer Graphics Forum*. 2019, roč. 38, č. 7, s. 81-90. ISSN 0167-7055. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/cgf.13818>. [cit. 2024-06-17].

- [9] YAN, Chuan; VANDERHAEGHE, David a GINGOLD, Yotam. A benchmark for rough sketch cleanup. Online. *ACM Transactions on Graphics*. 2020, roč. 39, č. 6, s. 1-14. ISSN 0730-0301. Dostupné z: <https://doi.org/10.1145/3414685.3417784>. [cit. 2024-06-17].
- [10] HETTINGA, Gerben J.; ECHEVARRIA, Jose a KOSINKA, Jiří. Adaptive image vectorisation and brushing using mesh colours. Online. *Computers & Graphics*. 2022, roč. 105, s. 119-130. ISSN 00978493. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cag.2022.05.004>. [cit. 2024-06-17].
- [11] KHATTAB, Dina; EBIED, Hala Mousher; HUSSEIN, Ashraf Saad a TOLBA, Mohamed Fahmy. Color Image Segmentation Based on Different Color Space Models Using Automatic GrabCut. Online. *The Scientific World Journal*. 2014, roč. 2014, s. 1-10. ISSN 2356-6140. Dostupné z: <https://doi.org/10.1155/2014/126025>. [cit. 2024-06-17].
- [12] KIM, Byungsoo; WANG, Oliver; ÖZTIRELI, A. Cengiz a GROSS, Markus. Semantic Segmentation for Line Drawing Vectorization Using Neural Networks. Online. *Computer Graphics Forum*. 2018, roč. 37, č. 2, s. 329-338. ISSN 0167-7055. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/cgf.13365>. [cit. 2024-06-17].
- [13] GAO, Yang; ZHONG, Ruofei; TANG, Tao; WANG, Liuzhao a LIU, Xianlin. Automatic extraction of pavement markings on streets from point cloud data of mobile LiDAR. Online. *Measurement Science and Technology*. 2017, roč. 28, č. 8. ISSN 0957-0233. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1361-6501/aa76a3>. [cit. 2024-06-17].

