

2023

Ročník 34

1 2

2

SOUDNÍ INŽENÝRSTVÍ



Autor foto: Václav Koníček

**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 Scurllock, 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 Vyparina, 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 znalectví 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

Vliv předpokládané hodnoty při zadávání veřejných zakázek

Impact of expected price for public sector procurement

Karla Háva

3

Analýza území pomocí prostorových datasetů

Territory analysis with spatial datasets

Daniel Kliment

15

Moderní metody dokumentace a analýzy poškození vozidla

Modern methods for vehicle crush documentation and analysis

Bucsuházy Kateřina, Bilík Martin, Moravcová Pavlína, Belák Michal, Semela Marek, et al.

22

Typické znaky dopravních nehod, jejichž přispívajícím faktorem byla únava

Typical traits of fatigue related road accident scenarios

Tereza Malinková, Martina Sedláčková, Martin Rak, Robert Zůvala

32

Úvod do dokumentace vozidel pomocí mobilního telefonu

Introduction to Vehicle Documentation Using a Mobile Phone

Roman Mikulec, Jakub Motl

44

Vývoj cen nemovitostí v Divišově čtvrti a v Kamenné čtvrti v Brně

Real estate prices in Divišova Quarter and Kamenná Quarter in Brno

Sofie Pokorná

53

Změny předpisů pro oceňování věcí nemovitých od 1. ledna 2024

Amendments to the valuation of immovable property from 1 January 2024

Albert Bradáč, Petr Polák

63

Nové předpisy od 1.6.2023 do 1.12.2023

New Regulations

Albert Bradáč

74



Vážená kolegyně, vážený kolego,

dostává se Vám do rukou již druhé číslo plně elektronické verze časopisu Soudní inženýrství. Časopis za více než třicet let své existence prošel mnoha změnami. Tou zatím poslední je „elektronizace“ časopisu, která umožňuje naplnit trend otevřeného (bezplatného) přístupu k výsledkům výzkumu, známý pod označením Open Access.

Cílovou skupinou čtenářů časopisu jsou nadále nejen znalci v různých, zejména technických oborech, nýbrž i další kolegové, pro které jsou výsledky výzkumu v oblasti soudního inženýrství užitečné.

Po technické stránce je časopis nyní připravován týmem mladých kolegů z Ústavu soudního inženýrství VUT, kteří svým entuziasmem a pracovním nasazením posunuli časopis do formy, která odpovídá dnešní době. Jednotlivé články jsou nyní opatřeny tzv. rozšířenými abstrakty, které umožňují nejen lepší orientaci v člancích, ale také zpřístupňují výsledky výzkumu zahraničním kolegům, byť ve zhuštěné podobě.

Předkládané číslo časopisu Soudní inženýrství seznamuje s výsledky výzkumu ekonomických aspektů stavebnictví a analýzy dopravních nehod, a to prostřednictvím tří článků v každé z obou jmenovaných oblastí. Ve stavebnictví jde konkrétně o zkoumání závislosti geolokačních dat a cenových údajů na prostorových charakteristikách území, vlivu předpokládané hodnoty staveb na výsledky zadávacího řízení a vlivu gentrifikace v ekonomických projevech realizovaných cen rodinných domů. V oblasti dopravních nehod pak o moderní metody dokumentace a analýzy poškození vozidla, znaky dopravních nehod, jejichž přispívajícím faktorem byla únava a dokumentace vozidel pomocí mobilního telefonu.

Číslo časopisu je rámováno informacemi o nových předpisech v období od 1.6.2023 do 1.12.2023 a o změnách předpisů pro oceňování věcí nemovitých od 1. ledna 2024.

Jsem přesvědčen o tom, že výše stručně představený obsah časopisu přináší zajímavé a hodnotné informace, jejichž šíření je nyní usnadněno již zmíněným otevřeným přístupem. Budeme velmi rádi, když obsah čísla prostřednictvím vzájemně sdílených odkazů mezi čtenáři a potenciálními čtenáři najde co nejvíce adresátů.

V úctě

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

Vliv předpokládané hodnoty při zadávání veřejných zakázek

Impact of expected price for public sector procurement

Ing. et Ing. Karla Háva^{*,1}

¹Ústav soudního inženýrství, VUT v Brně

Rozšířený abstrakt

Příspěvek se zabývá veřejnými zakázkami na stavební práce a zkoumá vliv předpokládané hodnoty na výsledky zadávacího řízení.

Veřejný zadavatel stanovuje obvykle před zahájením zadávacího řízení veřejné zakázky její předpokládanou hodnotu. Dle zákona o zadávání veřejných zakázek má předpokládaná hodnota obsahovat hodnotu všech plnění, která mohou vyplývat ze smlouvy na veřejnou zakázku a má být stanovena k okamžiku zahájení zadávacího řízení. Článek zjišťuje závislost výše vítězné ceny ve veřejné zakázce na výši předpokládané hodnoty. Dále pak zkoumá závislost rozdílu vítězné ceny a předpokládané hodnoty na výši předpokládané hodnoty a v poslední řadě pak závislost počtu nabídek ve veřejné zakázce na výši předpokládané hodnoty. 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.

Za účelem vyhodnocení výzkumu byl prošetřen výzkumný vzorek 161 veřejných zakázek souvisejících s prováděním stavebních prací v České republice zveřejněných v období mezi roky 2018 a 2023. K vyhodnocení zkoumaných vztahů byla použita statistická metoda analýzy závislosti. Na základě charakteristik proměnných byla zvolena jednoduchá lineární regrese. Data v databázi byla u jednotlivých výzkumných otázek očištěna o odlehlé hodnoty. U každé výzkumné otázky byla zjištěna rovnice vyrovnávací přímky vyjadřující závislost požadovaných proměnných. Dále došlo k testování významnosti parametrů vyrovnávací přímky, verifikaci zvoleného lineárního modelu a ověření kvality modelu. Na závěr byla posouzena korelace dat.

Bylo zjištěno, že vítězná cena veřejné zakázky na stavební práce silně závisí na výši její předpokládané hodnoty. Modelem závislosti je rostoucí regresní přímka. Graf 1 názorně zobrazuje, že čím vyšší je předpokládaná hodnota, tím vyšší je vítězná cena. Lze předpokládat, že závislost je zapříčiněna skutečností, že zadavatelé i účastníci veřejné zakázky podávající nabídku používají obdobné postupy nákladového ocenění stavebních prací. Není také vyloučeno, že se zveřejněnou předpokládanou hodnotou nechávají účastníci řízení přímo ovlivnit. Silná závislost byla zjištěna i u vztahu předpokládané hodnoty a rozdílu vítězné ceny a předpokládané hodnoty. Čím vyšší je předpokládaná hodnota veřejné zakázky, tím větší je i rozdíl mezi vítěznou cenou a předpokládanou hodnotou. Dále bylo zjištěno, že závislost počtu nabídek ve výběrovém řízení na výši předpokládané hodnoty byla zjištěna středně silná.

Výše předpokládané hodnoty je pro zadavatele i pro účastníky zadávacího řízení důležitý ukazatel predikující výši vítězné ceny. Dodavatelům předpokládaná hodnota napovídá, jestli je zakázka v jejich finančních možnostech a je pro ně zajímavá. Zadavatelé veřejných zakázek by proto měli dbát na co nejpřesnější stanovení předpokládané hodnoty.

Klíčová slova: předpokládaná hodnota; stavební práce; veřejná zakázka; vítězná cena, zadávací řízení

Citace:

HÁVA, Karla. Vliv předpokládané hodnoty při zadávání veřejných zakázek. Online. *Soudní inženýrství*. 2023, roč. 34, č. 02, s. 3-14. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.3>.

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2023.2.3

*Korespondenční adresa autora:

knedevova@seznam.cz

Přijato do redakce:

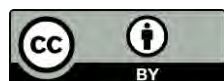
09.10.2023

Recenzní řízení:

30.11.2023

Publikováno:

04.12.2023



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 examines the public works contracts and explores the influence of the expected price on tender results.

The contracting authority usually determines expected price of the public tenders before the start of the procurement process. According to the Public Procurement Act, the expected price includes the costs of all services that may result from the public procurement contract, and should be determined at the time of the initiation of the procurement process. The article investigates the dependence of the award price in a public contract on the expected price. Next, the dependence of the difference between the award price and the expected price on the amount of the expected price was examined, and lastly was examined the dependence of the number of bids in the tender on the expected price. 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.

In order to answer the researched areas, the paper examines a research sample of 161 public tenders related to the execution of construction works in the Czech Republic, published in the period between 2018 and 2023. The statistical method of dependency analysis was used to evaluate the investigated relationships. Based on the characteristics of the variables, a simple linear regression was chosen. Data in the database were cleaned of outliers for individual research questions. For each research question, the equation of the balancing line expressing the dependence of the desired variables was found. Furthermore, there was testing of the significance of the parameters of the balancing line, verification of the selected linear model and verification of the quality of the model. Finally, the correlation of the data was assessed.

It has been found that the award price of the public works contracts strongly depends on its expected price. The dependence model is an increasing regression line. Chart 1 illustrates that the higher the expected price, the higher the award price. It can be assumed that the dependence is caused by the fact that both the contractor and the participants in the public contract submitting the offer use similar procedures for the cost evaluation of construction works. It is also possible that participants are directly influenced by the published expected price. A strong dependence was also found in the relationship between the expected price and the difference between the award price and the expected price. The higher the expected price of the public contract, the greater the difference between the award price and the expected price. Furthermore, it was found that the dependence of the number of bids in the tender on the expected price was found to be moderately strong.

The amount of the expected price is an important indicator predicting the amount of the award price for the contracting authority as well as for the participants in the tendering process. The expected price indicates to the participants in the tendering process whether the contract is within their financial means and is interesting to them. The contracting authority should ensure that the expected price is determined as accurately as possible.

Keywords: expected price; construction work; public procurement; award price; procurement process

Citation:

HÁVA, Karla. Vliv předpokládané hodnoty při zadávání veřejných zakázek. Online. *Soudní inženýrství*. 2023, roč. 34, č. 02, s. 3-14. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.3>.

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2023.2.3

* Author's correspondence address:

knedevova@seznam.cz

Accepted for editing:

October 9, 2023

Review proceedings:

November 30, 2023

Published:

December 04, 2023



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

V období ekonomické krize způsobené pandemií virové choroby covid-19 zaznívalo od představitelů státu, že je potřeba se z krize proinvestovat k prosperitě. V oblasti stavebnictví se investice státu projevují především ve formě investic do veřejných zakázek. Veřejné zakázky ve stavebnictví však čelí vysoké inflaci, a je proto velice důležité předem co nej přesněji určit hodnotu veřejné zakázky.

Zadavatelé veřejných zakázek na stavební práce určují tzv. předpokládanou hodnotu zakázky. Předpokládaná hodnota by měla obsahovat hodnotu všech plnění, která mohou vyplývat ze smlouvy na veřejnou zakázku. Dle zákona o zadávání veřejných zakázek se předpokládaná hodnota stanoví na základě údajů a informací o zakázkách stejného nebo podobného předmětu plnění. Pokud zadavatel nemá k dispozici takové informace, vychází z informací získaných průzkumem trhu, předběžnými tržními konzultacemi nebo jiným vhodným způsobem. [1]

V praxi k určení předpokládané hodnoty stavebních prací zadavatelé často využívají rozpočtovací softwary. Předpokládanou hodnotu stavebních prací tedy určují pomocí směrných cen. Při sestavování soupisu prací v rámci zadávací dokumentace veřejných zakázek se ve smyslu ustanovení vyhlášky č. 169/2016 Sb. využívají cenové soustavy, které obsahují veškeré údaje nezbytné pro soupis prací. Pro ocenění soupisu prací při stanovení nabídkové ceny využívají účastníci zadávacího řízení také často rozpočtovací softwary. Na rozdíl od zadavatelů zjišťujících předpokládanou hodnotu však nabídkový rozpočet upravují o vlastní kalkulované ceny, ceny potenciálních poddodavatelů a upravují také výslednou nabídkovou cenu v souvislosti s předpokládanými režijními náklady a očekávaným ziskem. Na výši nabídkových cen ve veřejných zakázkách, tedy i na cenu vítězného dodavatele, působí mnoho vlivů. Jedním z vlivů je skutečnost, zda má účastník soutěže o zakázku eminentní zájem, např. díky vhodné lokalitě nebo práci přes zimní období. V tom případě je ochoten i výrazně snížit zisk. Naopak, pokud považuje realizaci zakázky při svých možnostech za velice obtížnou, je ochoten stavební práce realizovat pouze za předpokladu dostatečně vysokého zisku. Dalšími vlivy působícími na vítěznou nabídkovou cenu mohou být nepřesná projektová dokumentace či výskyt atypických konstrukcí či výrobků.

Předpokládaná hodnota veřejné zakázky, která je zveřejněna v zadávacím řízení, má být stanovena k okamžiku zahájení zadávacího řízení. [1] Pokud by se zadávací řízení z jakéhokoliv důvodu protažovalo, mohou se cenové úrovně nabídek (a tedy i vítězné nabídky) od předpokládané hodnoty vzdalovat. V cenových nabídkách musí účastníci zadávacího řízení počítat také s možným navýšením cen v průběhu výstavby. V období turbulentních změn materiálů a pohonných hmot vzniká vybranému dodavateli riziko, že se mu zisk v průběhu výstavby sníží nebo bude dokonce ve ztrátě. Není neobvyklé, že zvýšené náklady u veřejné zakázky vyústí v bankrot společnosti, což může mít negativní dopad na úspěšné dokončení zakázky. Všechny uvedené skutečnosti a mnoho dalších souvisejících s konkrétní situací na trhu zohledňuje účastník veřejné zakázky v cenové nabídce.

Předpokládaná hodnota zakázky je pro potenciálního dodavatele důležitým ukazatelem vypovídajícím o rozsahu požadovaných stavebních prací. U větších stavebních zakázek je sice potenciál většího zisku než u menších zakázek, pro podání nabídky je však často zapotřebí poptat větší počet poddodavatelů a mít dostatečnou volnou kapacitu vlastních zaměstnanců v termín požadované realizace zakázky. Nevýhodou větších veřejných zakázek je, že u veřejných zakázek obvykle zadavatelé stanovují oproti soukromému sektoru výrazně kratší dobu mezi výběrem dodavatele a počátkem realizace zakázky. Není výjimkou lhůta v řádu týdnů. Pokud je stavební společnost například informována, že vyhrála v soutěži veřejnou zakázku, která za pár týdnů začíná, je pak pro stavební společnost komplikované zajistit narychlo dostatečné množství pracovníků, strojů a materiálů s delšími dodacími lhůtami. Čím větší je vyhraná stavební zakázka, tím více variability a organizačních schopností je od vítězného dodavatele zapotřebí.

Zjistit, jak zveřejněná předpokládaná hodnota ovlivňuje zadávání veřejných zakázek, bylo hlavní motivací k napsání tohoto článku. Pro zjištění současného stavu poznání o dané tématice byla provedena literární rešerše. Z výzkumů zabývajících se veřejnými zakázkami v České republice je pro danou tematiku zajímavý výzkum související s předpokládanou hodnotou od Hanáka a Muchové [4]. Výzkum byl zaměřen na vliv konkurence na ceny při zadávání veřejných zakázek. Jedna ze zkoumaných hypotéz byla, že je poměr mezi vítěznou cenou a předpokládanou hodnotou ovlivněn počtem uchazečů v zadávacím řízení. Hypotéza v článku byla potvrzena. Z článků pojednávajících o vlivech působících na počet uchazečů ve veřejné zakázce lze jmenovat např. článek Carra [5] či Pliatsidis [6]. Carr ve svém článku zkoumal, zda má počet uchazečů ve veřejné zakázce vliv na cenu

vítězné nabídky. Autor představuje kvantitativní analýzu dopadu omezené konkurence na nabídkové ceny u veřejných zakázek. Výsledky výzkumu prokázaly významný vztah mezi snížením výše nabídky na veřejnou zakázku a zvýšením počtu uchazečů. V článku Pliatsidise [6] bylo zkoumáno, jak délka doby pro podání nabídek ovlivňuje počet nabídek. V článku autor došel ke zjištění, že výběrová řízení, u kterých byla oznámení po dobu přesahující minimální lhůty dané legislativou, měla tendenci využívat více nabídek na výběrová řízení. Odborné články pojednávající o online elektronických aukcích českých případně slovenských veřejných zakázek ve stavebnictví psali například Hanák a spoluautoři [7][8][9]. Další článek od Hanáka a spoluautorů [10] pak pojednával o strategii přípravy nabídky pro výběrové řízení. V článku Mikulíka a spol. [11] bylo cílem identifikovat a posoudit chyby v zadávací dokumentaci veřejných zakázek z hlediska požadavků stanovených platnou legislativou v České republice. Výsledky ukazovaly, že výskyt chyb ve zkoumaných veřejných zakázkách byl poměrně vysoký. Chyby se vyskytovaly zejména v souvislosti se specifikacemi ve výkazu výměr a požadavkem na odkazy na veřejně přístupné cenové systémy. Dále byly zjištěny chyby týkající se specifikace množství prací, měrných jednotek a popisů nákladových položek, které měly největší dopad na projekt. Současnou praxí v používání kvalifikačních kritérií při výběrových řízeních u veřejných zakázek v České republice a v Polsku se zabýval článek Korytářové a spol. [12]. Autorem tohoto článku nebyl nalezen výzkum, který by se zabýval vlivem předpokládané hodnoty na vítěznou cenu, na rozdíl vítězné ceny a předpokládané hodnoty či na počet nabídek ve výběrovém řízení veřejné zakázky.

Hlavním cílem tohoto výzkumu je určit, jak na sobě závisí nabídková cena vítězného dodavatele (v článku označována také *vítězná cena*) a předpokládaná hodnota u skutečně realizovaných veřejných zakázek. Dále bylo zkoumáno, zda výše předpokládané hodnoty ovlivňuje rozdíl mezi vítěznou cenou a předpokládanou hodnotou. Třetím cílem bylo zjistit, zda výše předpokládané hodnoty zakázky ovlivňuje počet nabídek ve výběrovém řízení.

K vyhodnocení výzkumu jsou použity statistické metody, konkrétně korelační a regresní analýza.

Tento článek navazuje na článek s názvem *Vliv předpokládané hodnoty na vysoutěženou cenu při zadávání veřejných zakázek* [2] publikovaný ve Sborníku příspěvků konference Junior Forensic Science Brno 2023. V předchozím článku stejného autora však byla řešena pouze jedna výzkumná otázka a výzkum byl proveden na menší databázi než v tomto článku.

2 ZDROJE DAT A METODA VYHODNOCENÍ

2.1 Zdroje dat

Pro vyhodnocení tohoto výzkumu bylo nutné shromáždit dostatečně velký soubor dat o proběhlých zadávacích řízeních na veřejné zakázky. Pro tento článek bylo prohlédnuto více než 1 000 zadávacích řízení na veřejné zakázky související s prováděním stavebních prací v České republice zveřejněných v období mezi roky 2018 a 2023 (do března). Zdrojem dat pro vyhodnocení výzkumu jsou veřejně dostupné cenové údaje o veřejných zakázkách. Data byla shromážděna z Certifikovaného elektronického nástroje tenderů CENT [13] a z Portálu pro vhodné uveřejnění [14].

Ze získaných dat byla vytvořena databáze obsahující informace o 161 zadávacích řízeních s potřebnými údaji pro statistické vyhodnocení. Pro výzkum byly u veřejných zakázek zaznamenávány následující údaje: zadavatel, název veřejné zakázky, druh veřejné zakázky, datum zveřejnění, předpokládaná hodnota, vítězná cena, počet nabídek. U jednotlivých účastníků řízení byl zaznamenán název, IČ a nabídková cena v Kč bez DPH.

Předpokládaná hodnota zkoumaných veřejných zakázek v celé databázi se nacházela v rozmezí od 188 600 Kč do 77 000 000 Kč, nabídková cena vítězného dodavatele pak v rozmezí od 227 567 Kč do 73 799 872 Kč.

2.2 Druhy zkoumaných veřejných zakázek

Podle zákona o zadávání veřejných zakázek jsou veřejné zakázky rozdělovány podle výše předpokládané hodnoty na nadlimitní, podlimitní a zakázky malého rozsahu. Další rozdělení veřejných zakázek je podle druhu zadávacího řízení, a to mimo jiné na podlimitní řízení, otevřené řízení, užší řízení, jednací řízení s uveřejněním, jednací řízení bez uveřejnění, řízení ve zjednodušeném režimu. [1]

Rozdělení podle druhu zadávacího řízení vymezuje míru otevřenosti procesu zadávání potenciálním uchazečům. Některé typy řízení umožňují zadavateli využití přímé výzvy jím vybraných dodavatelů bez toho, aby pro jiné uchazeče zveřejnil výzvu k podání žádosti o účast. Jiné typy řízení umožňují omezit počet uchazečů, které zadavatel vyzve k podání nabídek nebo s nimi zahájí jednání o nabídkách. [3]

V databázi veřejných zakázek tohoto výzkumu byly obsaženy veřejné zakázky malého rozsahu (s přímým zadáním, s uveřejněním výzvy, bez uveřejnění výzvy) a podlimitní veřejné zakázky (s otevřeným, užším a zjednodušeným řízením). Ve výzkumu nebyl rozlišován druh veřejných zakázek.

2.3 Použitá metoda vyhodnocení

Data byla zpracována pomocí statistického programu Statgraphics. Pro vyhodnocení výzkumu byla použita celková sestavená databáze s údaji o 161 zadávacích řízeních.

U proměnných *předpokládaná hodnota, vítězná cena a rozdíl vítězné ceny a předpokládané hodnoty* se jedná o numerické proměnné. U proměnných byly zjištěny základní statistické charakteristiky a bylo testováno, zda se jedná o náhodné veličiny s normálním rozdělením. Pro každou jednotlivou proměnnou byl proveden test normality cenových (numerických) dat. Pro ověření normality dat byl použit test dobré shody, konkrétně Kolmogorovův – Smirnovův test. Byla testována nulová hypotéza (H_0), která předpokládala, že hodnoty proměnné jsou náhodným výběrem z normálního rozdělení, proti alternativní hypotéze (H_A), která říkala, že hodnoty nelze považovat za náhodný výběr z normálního rozdělení. U jednotlivých proměnných byla testem dobré shody odmítnuta myšlenka (s 95% spolehlivostí), že pochází z normálního rozdělení. U proměnných nebyla hodnota standardizované šikmosti a standardizované špičatosti v rozsahu očekávaném pro data z normálního rozdělení. Normalita dat nebyla potvrzena. U zkoumaných proměnných se tedy jedná o neparametrické numerické proměnné.

K vyhodnocení zkoumaných vztahů byla použita statistická metoda analýzy závislosti. Na základě charakteristik proměnných byla zvolena jednoduchá lineární regrese. Data v databázi byla u jednotlivých výzkumných otázek očistěna o odlehlé hodnoty. K rozpoznání odlehlých hodnot bylo využito Grubbsova testu. Odlehlé hodnoty proměnných byly z databáze vyloučeny a u jednotlivých výzkumných otázek tak vznikly modifikované databáze. U každé výzkumné otázky byla zjištěna rovnice vyrovnávací přímky vyjadřující závislost požadovaných proměnných. Dále došlo k provedení dílčích t-testů pro testování významnosti parametrů vyrovnávací přímky, verifikaci zvoleného lineárního modelu a ověření kvality modelu. Verifikace zvoleného modelu je provedena vyhodnocením *p-hodnoty* tabulky ANOVA, ověřením normality reziduí a testováním nulovosti střední hodnoty reziduí.

Na závěr byla posouzena korelace proměnných pomocí korelačního koeficientu. Korelace mezi dvěma proměnnými je jednou z podmínek kauzálního vztahu mezi příčinou a jejím následkem. V případě řešených výzkumných otázek jsou uvažovány podmínky kauzality za splněné.

3 ZÁVISLOST VÍTĚZNÉ CENY NA PŘEDPOKLÁDANÉ HODNOTĚ

V této kapitole je zjišťováno, jak na sobě závisí nabídková cena vítězného dodavatele a předpokládaná hodnota u skutečně realizovaných veřejných zakázek.

Z databáze s údaji o 161 veřejných zakázkách byly vyloučeny odlehlé hodnoty. Modifikovaná databáze pro analýzu závislosti obsahovala údaje o 120 veřejných zakázkách. Předpokládaná hodnota zkoumaných veřejných zakázek v modifikované databázi se nacházela v rozmezí od 188 600 Kč do 39 518 799 Kč, nabídková cena vítězného dodavatele pak v rozmezí od 227 567 Kč do 34 928 163 Kč.

3.1 Rovnice vyrovnávací přímky

V první řadě byla zjištěna rovnice vyrovnávací přímky pro zkoumanou závislost.

Vzorec skutečné regresní přímky lze vypočítat pomocí základního vzorce (1), který je uveden níže.

$$Y = \alpha + \beta \times X, \quad (1)$$

kde je v našem případě Y vítězná cena, X předpokládaná hodnota, a a b parametry.

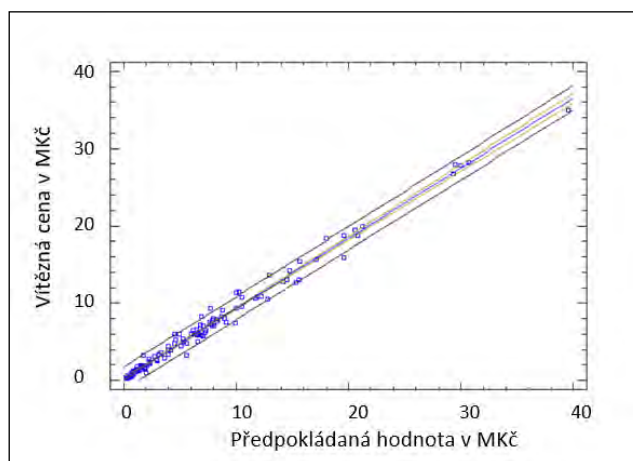
Vzorec vyrovnávací přímky lze po odhadu a a b parametrů a a b vypočítat pomocí vzorce (2).

$$Y = a + b \times X \quad (2)$$

Zjištěná rovnice vyrovnávací přímky zkoumané závislosti má tvar:

$$\text{vítězná cena} = 221676 + 0,909043 \times \text{předpokládaná hodnota} \quad (3)$$

Rovnice vyrovnávací přímky (3) vyjadřuje závislost vítězné ceny na předpokládané hodnotě. V praxi se jedná o proložení bodů v grafu regresní přímkou tak, aby součet druhých mocnin odchylek jednotlivých bodů od přímky byl minimální (metoda nejmenších čtverců). Grafické znázornění vyrovnávací přímky zkoumané závislosti je uvedeno níže.



Graf 1 Graf vyrovnávací přímky (zdroj: vlastní zpracování)

Graph 1 Plot of fitted model (source: own processing)

Pozn.: Pro graf 1 jsou uvažovány jednotky MKČ, kde 1 MKČ = 1 000 000 Kč.

3.2 Testování významnosti parametrů vyrovnávací přímky

Při dílčích t-testech jsou testovány parametry a a b skutečné regresní přímky. Je testována nulová hypotéza $H_0: \alpha = 0$ proti $H_A: \alpha \neq 0$ a nulová hypotéza $H_0: \beta = 0$ proti $H_A: \beta \neq 0$. [15]

Tabulka 1 mimo jiné zobrazuje odhady a a b parametrů a a b regresní přímky a p -hodnota testů.

Tabulka 1 Tabulka koeficientů jednoduché regrese

Table 1 Table of coefficients of simple regression

Parametr	Odhad	Standardní chyba	T statistika	P-hodnota	Dolní 95%	Horní 95%
Konstanta (Intercept)	221676	96085,8	2,30707	0,023	31400,3	411952
Směrnice (slope)	0,909043	0,0093332	97,399	0,000	0,89056	0,92753

Bodové odhady a a b parametrů a a b regresní přímky jsou v tabulce uvedeny ve sloupci s názvem *Odhad*. Jejich hodnoty byly uvedeny již v rovnici vyrovnávací přímky. Konstanta a je zjištěna pomocí funkce INTERCEPT a určuje souřadnici bodu, ve kterém vyrovnávací přímka protíná osu y . Jedná se tedy o posunutí vyrovnávací přímky na ose y . Směrnice b je zjištěna pomocí funkce SLOPE a určuje sklon regresní přímky.

Ve sloupci *P-hodnota* jsou uvedeny hodnoty testů potřebné pro vyhodnocení testů. Obě *p-hodnoty* jsou menší než 0,05, v obou případech se tedy nulová hypotéza H_0 zamítá. Neboli ani jeden z parametrů a , b nelze z modelu vypustit.

Hodnoty směrnice ve sloupcích *Dolní 95%* a *Horní 95%* jsou dolní a horní hranice 95% intervalu spolehlivosti, které nám umožňují zobecnění analýzy a hrubý odhad toho, jak ovlivňuje předpokládaná hodnota vítěznou cenu na 95% intervalu spolehlivosti. Z výsledků v tabulce plyne, že vítězná cena se pohybuje přibližně v intervalu od 89 % do 93 % předpokládané hodnoty. Z rovnice vyrovnávací přímky je zřejmé, že se k uvedené hodnotě intervalu přičítá 221 676 Kč. Tato částka je důležitá pouze u menších veřejných zakázek, u větších veřejných zakázek je zanedbatelná.

3.3 Verifikace zvoleného lineárního modelu

Verifikace zvoleného modelu je provedena vyhodnocením *p-hodnoty* uvedené v tabulce ANOVA, ověřením normality reziduí a testováním nulovosti střední hodnoty reziduí.

Aby bylo možné zkoumat závislost mezi veličinami *X* a *Y*, musí být zřejmé, že tato závislost existuje. K ověření závislosti *X* a *Y* bude použita **Tabulka ANOVA**, jejíž údaje charakterizují závislost nebo nezávislost mezi zvolenými proměnnými. [15]

Tabulka 2 Tabulka ANOVA

Table 2 The ANOVA table

Zdroj variability	Součet čtverců	Počet stupňů volnosti	Rozptyl	F-poměr	P-hodnota
Skupinový (faktor)	5,32E+15	1	5,32E+15	9486,57	0,000
Reziduální	6,62E+13	118	5,61E+11		
Celkový	5,39E+15	119			

P-hodnota v tabulce ANOVA vyšla menší než 0,05, mezi *X* a *Y* tedy existuje závislost. Pokud by *p-hodnota* vyšla vyšší než 0,05, nemělo by smysl regresi provádět, *X* a *Y* by byly nezávislé.

Pro **ověření normality reziduí** byla prve vygenerována hodnota reziduí. Rezidua jsou chyby nahrazení skutečné *y*-nové hodnoty odhadovanou hodnotou na vyrovnávací přímce. [15].

Normalita reziduí byla otestována pomocí testu dobré shody, zda je lze adekvátně modelovat normálním rozdělením. *P-hodnota* testu byla ohodnocena na 0,057. *P-hodnota* je větší než 0,05, nelze tedy zamítnout nulovou hypotézu, že rezidua pocházejí z normálního rozdělení s 95% spolehlivostí.

U hodnot reziduí byl proveden **test nulovosti střední hodnoty reziduí**, a to pomocí *t*-testu. Je testována hypotéza $H_0: \mu_z = 0$ oproti alternativě $H_A: \mu_z \neq 0$. Protože *p-hodnota* pro tento test je po zaokrouhlení 1,000, tedy je větší než 0,05, nelze zamítnout nulovou hypotézu na 95% hladině spolehlivosti.

3.4 Ověření kvality modelu

Ověření kvality modelu se provádí pomocí koeficientu determinace označovaného jako *R-kvadrát*. Koeficient udává, jak těsná je závislost mezi proměnnými *X* a *Y* a jak je přesné nahrazení závislosti zvolenou regresní křivkou. [15]

V uvedeném případě je koeficient determinace 98,77 %. Hodnota koeficientu se blíží 100 %, lze tedy uvažovat za potvrzené, že lineární regresní závislost je zvolena vhodně.

3.5 Korelace

Korelace obecně je míra kvality (vhodnosti, těsnosti) nalezeného regresního modelu pro daná data, vychází z hodnot reziduí. Korelační koeficient je vždy v rozmezí -1 až +1. Čím dál je koeficient od 0, tím silnější je lineární závislost. [16]

Hodnota korelačního koeficientu v uvedeném případě vychází 0,99. U zkoumaných dat se jedná o model velmi silné závislosti proměnné *Y* na proměnné *X*. V tomto případě jde o silnou přímou lineární závislost vítězné ceny na předpokládané hodnotě. Korelační koeficient je kladný, jedná se tedy o rostoucí regresní přímku.

4 ZÁVISLOST ROZDÍLU VÍTĚZNÉ CENY A PŘEDPOKLÁDANÉ HODNOTY NA PŘEDPOKLÁDANÉ HODNOTĚ

Druhou výzkumnou otázkou je, jaká je u realizovaných veřejných zakázek závislost rozdílu vítězné ceny a předpokládané hodnoty na předpokládané hodnotě.

Z původní databáze s údaji o 161 veřejných zakázkách byl u 60,61 % veřejných zakázek záporný rozdíl vítězné ceny a předpokládané hodnoty. U nadpoloviční většiny případů byla tedy vítězná cena nižší než její předpokládaná hodnota. U 38,18 % veřejných zakázek pak byl kladný rozdíl vítězné ceny a předpokládané hodnoty. Vítězná cena byla vyšší než předpokládaná hodnota. U zbývajících 2 případů byla vítězná cena stejná jako předpokládaná hodnota. Pro analýzu dat byl použit rozdíl vítězné ceny a předpokládané hodnoty v absolutní hodnotě.

Z databáze byla vyloučena data s odlehlými hodnotami. Modifikovaná databáze pro analýzu závislosti obsahovala údaje o 128 veřejných zakázkách. Předpokládaná hodnota zkoumaných veřejných zakázek v modifikované databázi se nacházela v rozmezí od 188 600 Kč do 39 411 616 Kč, rozdíl vítězné ceny a předpokládané hodnoty pak v rozmezí od 0 Kč do 6 224 815 Kč.

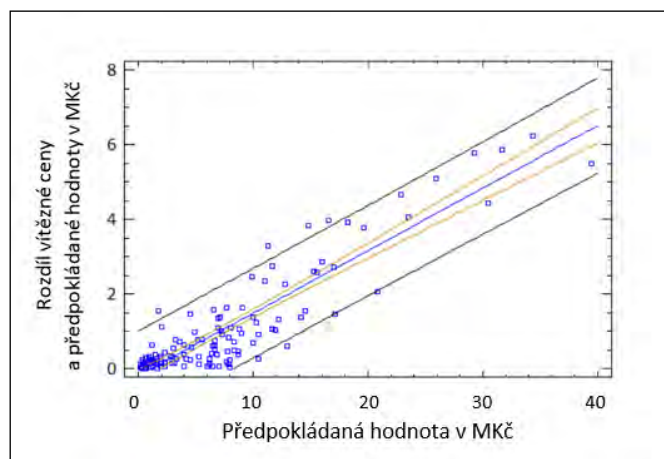
4.1 Rovnice vyrovnávací přímky

Byla zjištěna rovnice vyrovnávací přímky pro zkoumanou závislost. V tomto případě je v základním vzorci (viz kap. 3.1) Y rozdíl vítězné ceny a předpokládané hodnoty a X předpokládaná hodnota.

Zjištěná rovnice vyrovnávací přímky zkoumané závislosti má tvar:

$$(\text{vítězná cena} - \text{předpokl. hodnota}) = -197888 + 0,167573 \times \text{předpokl. hodnota} \quad (4)$$

Rovnice vyrovnávací přímky (4) vyjadřuje závislost rozdílu vítězné ceny a předpokládané hodnoty na předpokládané hodnotě. Grafické znázornění vyrovnávací přímky zkoumané závislosti je uvedeno níže.



Graf 2 Graf vyrovnávací přímky (zdroj: vlastní zpracování)

Graph 2 Plot of fitted model (source: own processing)

Pozn.: Pro graf 2 jsou uvažovány jednotky MKč, kde 1 MKč = 1 000 000 Kč.

4.2 Testování významnosti parametrů vyrovnávací přímky

Opět jsou provedeny dílčí t-testy parametrů α a β skutečné regresní přímky (hypotéza viz kap. 3.2). Tabulka 3 zobrazuje odhady a a b parametrů α a β regresní přímky a p -hodnoty testů potřebné pro vyhodnocení testů.

Tabulka 3 Tabulka koeficientů jednoduché regrese

Table 3 Table of coefficients of simple regression

Parametr	Odhad	Standardní chyba	T statistika	P-hodnota	Dolní 95%	Horní 95%
Konstanta (Intercept)	-197888	74881,9	-2,6427	0,009	-346077	-49699,2
Směrnice (slope)	0,167573	0,007007	23,9144	0,000	0,153706	0,18144

Tabulka 3 ve sloupci *Odhad* zobrazuje bodové odhady parametrů, ve sloupci *P-hodnota* pak hodnoty testů. Bodový odhad a parametru α regresní přímky je -197888 a *p-hodnota* testu je $0,009$. Bodový odhad b parametru β regresní přímky je $0,167573$ a *p-hodnota* testu je $0,000$. Obě *p-hodnoty* jsou menší než $0,05$, ani jeden z parametrů a , b nelze tedy z modelu vypustit. Hodnoty směrnice ve sloupcích *Dolní 95%* a *Horní 95%* jsou dolní a horní hranice 95% intervalu spolehlivosti. Z výsledků v tabulce vyplývá, že se hodnota směrnice pohybuje v intervalu od $0,15$ do $0,18$.

4.3 Verifikace zvoleného lineárního modelu

Verifikace zvoleného modelu je opět provedena vyhodnocením *p-hodnoty* uvedené v tabulce ANOVA, ověřením normality reziduí a testováním nulovosti střední hodnoty reziduí.

P-hodnota v tabulce ANOVA vyšla $0,000$. *P-hodnota* vyšla menší než $0,05$, mezi X a Y tedy existuje závislost.

Následně byla rezidua otestována pomocí testu dobré shody, zda je lze adekvátně modelovat normálním rozdělením. *P-hodnota* testu byla ohodnocena na $0,126$. *P-hodnota* je větší než $0,05$, nelze tedy zamítnout nulovou hypotézu, že rezidua pocházejí z normálního rozdělení s 95% spolehlivostí. Výsledek byl vizuálně ověřen i v kvantilovém grafu, s přímkou distribuční funkce, který odpovídal normalitě reziduí.

Dále byl proveden test střední hodnoty reziduí, a to pomocí t-testu (hypotéza viz kap. 3.3). Protože *p-hodnota* pro tento test je $1,000$, tedy je větší než $0,05$, nelze zamítnout nulovou hypotézu na 95% hladině spolehlivosti.

4.4 Ověření kvality modelu

V uvedeném případě je koeficient determinace $82,03\%$. Lze tedy uvažovat za potvrzené, že lineární regresní závislost je zvolena vhodně.

4.5 Korelace

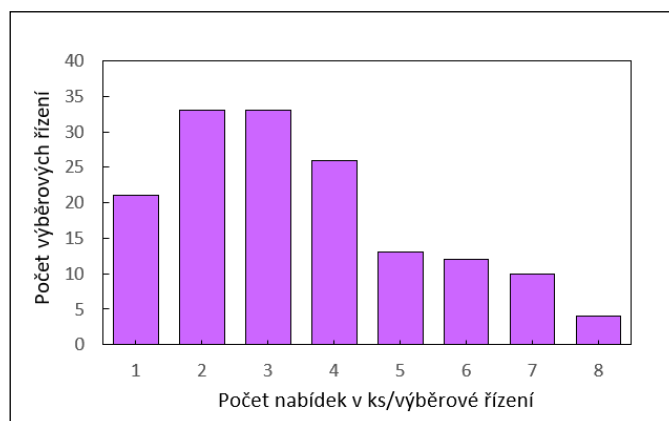
Hodnota korelačního koeficientu v uvedeném případě vychází $0,91$. Jde o model silné závislosti proměnné Y na proměnné X . Jde o silnou přímou lineární závislost rozdílů vítězné ceny a předpokládané hodnoty na předpokládané hodnotě. Korelační koeficient je kladný, jedná se tedy o rostoucí regresní přímku.

5 ZÁVISLOST POČTU NABÍDEK VE VÝBĚROVÉM ŘÍZENÍ NA PŘEDPOKLÁDANÉ HODNOTĚ ZAKÁZKY

Další směr výzkumu zkoumá atraktivitu výběrových řízení z hlediska jejich finančního objemu. Zjišťuje, zda je počet nabídek ve výběrovém řízení závislý na výši předpokládané hodnoty veřejné zakázky.

Z databáze s údaji o 161 veřejných zakázkách byly vyloučeny odlehlé hodnoty. Modifikovaná databáze pro analýzu závislosti obsahovala údaje o 152 veřejných zakázkách. Předpokládaná hodnota zkoumaných veřejných zakázek v modifikované databázi se nacházela v rozmezí od $188\,600$ Kč do $70\,000\,000$ Kč, počet nabídek ve výběrových řízeních pak od 1 ks do 8 ks.

Sloupcový graf počtů nabídek ve výběrových řízeních a jejich četností u zkoumané databáze je uveden níže.



Graf 3 Sloupcový graf počtu nabídek na jednotlivá výběrová řízení (zdroj: vlastní zpracování)

Graph 3 Bar chart of the number of bids for individual tenders (source: own processing)

Jak je patrné z grafu počtu nabídek na jednotlivá výběrová řízení, viz graf 3, u zkoumaných veřejných zakázek byly v nejvíce veřejných zakázkách podány 2 či 3 nabídky do výběrového řízení. U obou hodnot počtů nabídek byl počet výběrových řízení 33.

5.1 Rovnice vyrovnávací přímky

Byla zjištěna rovnice vyrovnávací přímky pro zkoumanou závislost. V tomto případě je v základním vzorci (viz kap. 3.1) Y počet nabídek a X předpokládaná hodnota.

Zjištěná rovnice vyrovnávací přímky zkoumané závislosti má tvar:

$$\text{počet nabídek} = 2,91627 + (5,32738E - 8) \times \text{předpokládaná hodnota} \quad (5)$$

Rovnice vyrovnávací přímky (5) vyjadřuje závislost počtu nabídek na předpokládané hodnotě.

5.2 Testování významnosti parametrů vyrovnávací přímky

V této kapitole jsou provedeny dílčí t-testy parametrů α a β skutečné regresní přímky (hypotéza viz kap. 3.2). Tabulka 4 zobrazuje odhady a a b parametrů α a β regresní přímky a p -hodnoty testů potřebné pro vyhodnocení testů.

Tabulka 4 Tabulka koeficientů jednoduché regrese

Table 4 Table of coefficients of simple regression

Parametr	Odhad	Standardní chyba	T statistika	P-hodnota	Dolní 95%	Horní 95%
Konstanta (Intercept)	2,91627	0,191627	15,2185	0,000	2,537632	3,294904
Směrnice (slope)	5,32738E-8	1,20373E-8	4,42572	0,000	2,95E-8	7,71E-8

Tabulka 4 ve sloupci *Odhad* uvádí bodové odhady parametrů, ve sloupci *P-hodnota* pak hodnoty testů. Bodový odhad a parametru α regresní přímky je 2,91627 a p -hodnota testu je 0,000. Bodový odhad b parametru β regresní přímky je 5,32738E-8 a p -hodnota testu je 0,000. Obě p -hodnoty jsou menší než 0,05, ani jeden z parametrů a , b nelze tedy z modelu vypustit. Hodnoty směrnice ve sloupcích *Dolní 95%* a *Horní 95%* jsou dolní a horní hranice 95% intervalu spolehlivosti.

5.3 Verifikace zvoleného lineárního modelu

Verifikace zvoleného modelu je provedena vyhodnocením p -hodnoty uvedené v tabulce ANOVA, ověřením normality reziduí a testováním nulovosti střední hodnoty reziduí.

P -hodnota v tabulce ANOVA vyšla 0,000. P -hodnota je menší než 0,05, mezi X a Y tedy existuje závislost.

Pro ověření normality reziduí byla rezidua otestována pomocí testu dobré shody, zda je lze adekvátně modelovat normálním rozdělením. P -hodnota testu byla ohodnocena na 0,081. P -hodnota je větší než 0,05, nelze tedy s 95% spolehlivostí zamítnout nulovou hypotézu, že rezidua pocházejí z normálního rozdělení.

U hodnot reziduí byl proveden test střední hodnoty, a to pomocí t-testu (hypotéza viz kap. 3.3). P -hodnota pro tento test je po zaokrouhlení 1,000. Protože je větší než 0,05, nelze na 95% hladině spolehlivosti zamítnout nulovou hypotézu.

5.4 Ověření kvality modelu

V uvedeném případě je koeficient determinace 11,55 %. Hodnota koeficientu není vysoká. Uvedená hodnota však nedává přímo důvod zamítnout, že lineární regresní závislost není zvolena vhodně.

5.5 Korelace

Hodnota korelačního koeficientu v uvedeném případě vychází 0,34. Jde o model středně silné závislosti proměnné Y na proměnné X . Jde o středně silnou závislost počtu nabídek na předpokládané hodnotě. Korelační koeficient je kladný, jedná se o rostoucí regresní přímku.

6 VÝSLEDKY VÝZKUMU

Pro nalezení odpovědi na hlavní výzkumnou otázku, zda na sobě závisí nabídková cena vítězného dodavatele a předpokládaná hodnota veřejné zakázky, byla zjištěna rovnice vyrovnávací přímky vyjadřující závislost předpokládané hodnoty na nabídkové ceně vítězného dodavatele. Dále byly provedeny dílčí t-testy pro testování významnosti parametrů vyrovnávací přímky, verifikován zvolený lineární model a ověřena kvalita modelu. Z výsledků lineární regrese lze konstatovat, že výše nabídkové ceny vítězného dodavatele je silně závislá na výši předpokládané hodnoty veřejné zakázky. Jedná se o silnou lineární závislost. Modelem závislosti je rostoucí regresní přímka. Graf 1 názorně zobrazuje, že čím vyšší je předpokládaná hodnota, tím vyšší je vítězná cena.

Další výzkumné otázky byly, zda výše předpokládané hodnoty ovlivňuje počet nabídek ve výběrovém řízení, a také zda výše předpokládané hodnoty ovlivňuje rozdíl mezi vítěznou cenou a předpokládanou hodnotou. Z výsledků statistické analýzy vyplývá, že rozdíl mezi vítěznou cenou a předpokládanou hodnotou je vysoce závislý na výši předpokládané hodnoty. Jedná o silnou lineární závislost.

U třetí výzkumné otázky, zda počet účastníků zadávacího řízení je ovlivněn výší předpokládané hodnoty veřejné zakázky na stavební práce, byla zjištěna pouze střední pozitivní korelace. Výsledky třetí výzkumné otázky mají oproti předchozím výzkumům menší vypovídací hodnotu.

7 ZÁVĚR

Hlavním cílem tohoto výzkumu bylo určit, jak na sobě závisí nabídková cena vítězného dodavatele a předpokládaná hodnota u realizovaných veřejných zakázek na stavební práce. Bylo zjištěno, že nabídková cena vítězného dodavatele silně závisí na výši její předpokládané hodnoty. Lze předpokládat, že závislost je zapříčiněna skutečností, že zadavatelé i účastníci zadávacího řízení používají obdobné postupy nákladového ocenění stavebních prací. Lze také předpokládat, že se výší zveřejněné předpokládané hodnoty veřejné zakázky nechávají účastníci soutěže přímo ovlivnit a svou nabídkovou cenu se snaží přiblížit předpokládané hodnotě.

Silná závislost byla zjištěna i u vztahu předpokládané hodnoty a rozdílu vítězné ceny a předpokládané hodnoty. Čím vyšší je předpokládaná hodnota veřejné zakázky, tím větší je i rozdíl mezi vítěznou cenou a předpokládanou hodnotou.

U výzkumné otázky, zda je počet účastníků zadávacího řízení ovlivněn výší předpokládané hodnoty veřejné zakázky, byla zjištěna středně silná pozitivní korelace. Tedy čím vyšší je předpokládaná hodnota, tím větší je i počet účastníků zadávacího řízení. Díky pouze středně silné pozitivní korelaci mají výsledky této výzkumné otázky menší vypovídací hodnotu.

Rozšíření použité databáze by přineslo zlepšení přesnosti výsledků, a to zejména prostřednictvím sledování cenových údajů v dlouhodobějším časovém horizontu.

Závěrem lze konstatovat, že zadavatelé veřejných zakázek by měli dbát na co nejpresnější stanovení předpokládané hodnoty. Její výše je pro zadavatele i pro účastníky zadávacího řízení důležitý ukazatel predikující výši vítězné ceny. Dodavatelům předpokládaná hodnota napovídá, jestli je zakázka v jejich finančních možnostech a je pro ně zajímavá.

8 REFERENCE

- [1] *Zákon č. 134/2016 Sb. Zákon o zadávání veřejných zakázek.* Online. *Zákony pro lidi.* C 2010-2023. Dostupné z: www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-134/zneni-20220901. [cit. 2023-10-05].
- [2] HÁVA, Karla. Vliv předpokládané hodnoty na vysoutěženou cenu při zadávání veřejných zakázek. In: *Sborník příspěvků konference Junior Forensic Science Brno 2023.* Druhé. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2023, s. 5. ISBN 978-80-214-6165-9.
- [3] NIKOLOVOVÁ, Pavla; PALGUTA, Ján; PERTOLD, Filip a VOZÁR, Mário. Veřejné zakázky v ČR. Co říkají data o chování zadavatelů? Online. *CERGE-EI. Studie.* 2012, roč. 2012, č. 5, s. 67. Dostupné z: https://idea.cerge-ei.cz/documents/studie_2012_05.pdf. [cit. 2023-10-05].

- [4] HANÁK, Tomáš a MUCHOVÁ, Petra. Impact of competition on prices in public sector procurement. *Procedia Computer Science*. 2015, č. 64, s. 729-735. Dostupné také z: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.601>.
- [5] CARR, Paul G. Investigation of bid price competition measured through prebid project estimates, actual bid prices, and number of bidders. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2005, roč. 131, č. 11, s. 1165-1172. Dostupné z: [doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2005\)131:11\(1165\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:11(1165)).
- [6] PLIATSIDIS, Andreas Christos. Impact of the time limits for the receipt of tenders on the number of bidders: evidence from public procurement in Greece. *Journal of Public Procurement*. 2022, roč. 22, č. 4, s. 314-335. Dostupné z: doi.org/10.1108/JOPP-05-2022-0025.
- [7] HANÁK, Tomáš a SERRAT, Carles. Analysis of construction auctions data in Slovak public procurement. *Advances in Civil Engineering*. 2018, s. 1-13. Dostupné z: doi.org/10.1155/2018/9036340.
- [8] HANÁK, Tomáš; CHADIMA, Tomáš a ŠELIH, Jana. Implementation of online reverse auctions: Comparison of Czech and Slovak construction industry. *Engineering Economics*. 2017, roč. 28, č. 3, s. 271-279. Dostupné z: doi.org/10.5755/j01.ee.28.3.12505.
- [9] HANÁK, Tomáš. Electronic reverse auctions in public sector construction procurement: case study of Czech buyers and suppliers. *TEM Journal*. 2018, roč. 7, č. 1, s. 41-52. Dostupné také z: dx.doi.org/10.18421/TEM71-06.
- [10] HANÁK, Tomáš; DROZDOVÁ, Adriana a MARKOVIČ, Ivan. Bidding strategy in construction public procurement: A contractor's perspective. *Buildings*. 2021, roč. 11, č. 2, s. 47. Dostupné z: doi.org/10.3390/buildings11020047.
- [11] MIKULÍK, Michal; HANÁK, Tomáš a AIGEL, Petr. Errors in the list of works, supplies and services in public works tenders. *Archives of Civil Engineering*. 2022, roč. 7, č. 1, s. 611-622. Dostupné z: journals.pan.pl/dlibra/publication/140189/edition/122760/content.
- [12] KORYTÁROVÁ, Jana; HANÁK, Tomáš; KOZIK, Renata a RADZISZEWSKA – ZIELINA, Elzbieta. Exploring the contractors' qualification process in public works contracts. *Procedia Engineering*. 2015, č. 123, s. 276-283.
- [13] *Certifikovaný elektronický nástroj tenderů CENT*. Online. OSIGENO – VEŘEJNÉ ZAKÁZKY A DOTACE S.R.O. C 2013-2023, 30.4.2023. Dostupné z: www.profilzadavatele-vz.cz. [cit. 2023-10-05].
- [14] *Portál vhodného uveřejnění: Certifikovaný nástroj X-EN verze 4*. Online. C 2021. Dostupné z: www.vhodne-uverejneni.cz. [cit. 2023-10-05].
- [15] ŠIMONOVÁ, Lenka. *Průvodce k programu Statgraphics: Část 2*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2006.
- [16] BEDÁŇOVÁ, Iveta a VEČEREK, Vladimír. *Základy statistiky pro studující veterinární medicíny a farmacie*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2007. ISBN 978-80-7305-026-9.

Analýza území pomocí prostorových datasetů

Territory analysis with spatial datasets

Daniel Kliment^{*,1}

¹Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 464, 612 00 Brno-Medlánky

Abstrakt

Příspěvek zaměřen na zkoumání závislosti geolokačních dat a cenových údajů na prostorových charakteristikách území v jednotlivých urbanistických strukturách. Datová sada prostorových charakteristik území byla získána z OpenStreetMap jako zdroj informací pro popis a rozbor území urbanistické struktury. Každá urbanistická struktura (typologie) ve městě má své vlastnosti dané charakterem veřejných prostranství, měřítkem staveb, vzájemnými vazbami a atmosférou. Pro potřeby srovnání sledovaných vybraných statistických dat jsem urbanistickou strukturu města Brna rozdělil do několika základních typů: kompaktní struktura, bloková struktura, smíšená struktura, novodobé obytné soubory, solitérní vily a rodinné domy. Pro vyhodnocení byla použita metoda Multiple-sample comparison, konkrétně analýza rozptylu (ANOVA). Analýza interakce mezi obyvateli a městským prostorem může pomoci ke správnému usměrnění tvorby životního prostředí a souvisejícího veřejného prostoru. Přínos spočívá v ukázce inovativního přístupu ke sběru a využití informací pomocí otevřených prostorových dat prostřednictvím datových platform.

Klíčová slova: Geolokační data; charakteristika území; OpenStreetMap; prostorová data; urbanistická struktura.

Citace:

KLIMENT, Daniel. Analýza území pomocí prostorových datasetů. Online. *Soudní inženýrství*. 2023, roč. 34, č. 02, s. 15-21. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.15>.

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2023.2.15

*Korespondenční adresa autora:

daniel.kliment@vut.cz

Přijato do redakce:

19.11.2023

Recenzní řízení:

03.12.2023

Publikováno:

06.12.2023



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

Introduction

This research seeks to comprehend and analyze the dynamic interplay between residents and urban spaces, emphasizing the use of geolocation data as an indicator of area quality, which, in turn, may influence property prices. Using OpenStreetMap as a valuable repository of spatial data can help planners and developers support critical decisions in shaping land development. The agglomeration benefits of cities, resulting from spatial concentration of activities, are also investigated, with an emphasis on understanding how cities evolve beyond their primary functions. OpenStreetMap is employed to scrutinize global geospatial data, offering empirical insights into street networks across different urban scales.

Materials and methods

Each urban structure (typology) in the city has its own characteristics determined by the character of public spaces, the scale of buildings, interrelationships and atmosphere. The data source is the open platform data.bno.cz, which accesses relevant data sets in various formats, including CSV, JSON and XML. For the purpose of comparison of the selected statistical data, I have divided the urban structure of Brno into several basic types: Compact, Block, Mixed, Modern Residential Complexes, Villas, and Family Houses — the study utilizes the Multiple-sample comparison method, specifically Analysis of Variance (ANOVA), to discern significant differences in spatial characteristics among these structures. The analysis also incorporates Fisher's Least Significant Difference (LSD) method to identify specific mean differences between different urban structures. Visual representation through Box-and-Whisker Plots enhances the interpretation of results.

Results

The actual analysis involves an in-depth examination of spatial characteristics through various indicators extracted from OpenStreetMap data. These indicators include a spectrum of factors such as road network length, serviceability index, dust pollutant concentration, population density, park area, floor area index, number of dwellings, number of houses, occupancy index, crime incidence, sales area, development area as per the master plan, resident satisfaction index, resident presence index as per mobile operator data, and number of housing offers. The results show that urban structures can generally be divided into two groups: compact or block structures and modern residential complexes, single-family houses and villas. Mixed structures tend to fit more closely with the characteristics of the second group.

Conclusions

The paper concludes that this innovative approach to utilizing open spatial data platforms contributes to transparency and innovation in municipal governance. Statistical tests reveal significant differences between structures for specific indicators, highlighting their diverse impact on the quality of life of residents. This paper sheds light on the distinctive characteristics and influences of different urban structures, offering valuable insights for urban planning and decision-making at the municipal and community levels. The detailed analysis of the interaction between residents and urban spaces contributes to informed development strategies, demonstrating the potential of innovative approaches to data collection and utilization through open spatial data platforms.

Keywords: Geolocation data; area characteristics; OpenStreetMap; spatial data; urban structure.

Citation:

KLIMENT, Daniel. Analýza území pomocí prostorových datasetů. Online. *Soudní inženýrství*. 2023, roč. 34, č. 02, s. 15-21. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.15>.

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2023.2.15

*** Author's correspondence address:**

daniel.kliment@vut.cz

Accepted for editing:

November 19, 2023

Review proceedings:

December 12, 2023

Published:

December 06, 2023



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

Hlavní myšlenkou je pochopit a vhodně analyzovat interakci mezi obyvateli a městským prostorem. Pochopení vztahu může pomoci osobám zaměřeným na plánování a rozvoj území s rozhodovací pravomocí. Aktivita obyvatel založená na geolokačních datech může být ukazatelem kvality území, což může do jisté míry ovlivňovat také ceny nemovitých věcí (staveb). Vývojem informačních technologií, rozsáhlým sběrem dat a dostupností datových platform se nabízí použití otevřených prostorových dat prostřednictvím OpenStreetMap jako cenného zdroje informací. Nicméně jednotlivé charakteristiky území nemají smysl samy o sobě, jejich vypovídací schopnost se projevuje až při hodnocení a interpretaci sledovaných jevů ve správně uchopených a popsanych souvislostech. Vhodná analýza interakce mezi obyvateli a městským prostorem může vést ke správnému usměrnění tvorby životního prostředí a souvisejícího veřejného prostoru. Přínos výzkumu spočívá také v ukázce inovativního přístupu ke sběru a využití informací pomocí otevřených prostorových dat prostřednictvím datových platform.

Aglomerační výhody města jsou způsobeny zejména prostorovou koncentrací činností. K prvotní funkci města se přidávají další funkce, jako jsou bydlení, práce a rekreace. Úkolem definovat širokou škálu indikátorů udržitelného rozvoje ve všech sledovaných a definovaných pilířích udržitelnosti se zabýval výzkum G. Kopáčika a kol. Cílem bylo prozkoumat jejich naplňování v různých charakteristických typech urbanistických struktur tří rozdílných velkých měst. [1]

Důsledky samoorganizujících se jevů pro plánování a rozvoj území jsou relativně novým tématem výzkumu, které získává stále větší ohlas u urbanistů. Samoorganizace je proces, při němž vzájemným působením mezi složkami neuspořádaného systému vzniká nějaká podoba řádu. Tento proces je spontánní a není nijak centrálně řízen. Problémem je, že koncept samoorganizace je v současné době v debatě o současném plánování uplatňován různými způsoby, což vyvolává nedorozumění, pochybné definice a sporné praktické návrhy. Rozkrýt tuto složitou problematiku rozlišením jednotlivých urbanistických jevů se zabývali Stefano Moroni, Ward Rauws a Stefano Cozzolino ve své publikaci „Forms of self-organization: Urban complexity and planning implications“. [2]

Zkoumáním OpenStreetMap jako cenného zdroje celosvětových geoprostorových dat užitečného pro výzkumníky v oblasti měst se zabýval Geoff Boeing z Northeastern University. Byla představena analýza amerických uličních sítí z OpenStreetMap v měřítku metropole, obce a čtvrti, konkrétně každého amerického města a městečka, urbanizované oblasti podle sčítání lidu a čtvrti definované společností Zillow. Předkládá empirické poznatky o podobě měst a charakteristikách uličních sítí v USA s důrazem na měřítka důležitá pro teorii grafů, dopravu, urbanistický design a morfologii, jako je struktura, propojenost, hustota, centralita a odolnost. [3]

Vytvořit podklad pro kvalifikované rozhodování odpovědné samosprávy o rozvoji svého území je smyslem publikace „Hustota a ekonomika měst“ od Tomáše Hudečka a kol. Výzkum jednoznačně ukázal, že řídké bydlení se nevyplácí – ani obyvatelům, ani městu. Z porovnání urbanistických struktur a hustoty obyvatelstva, která se s nimi pojí, vychází, že vztah mezi náklady a hustotou není přímý. Nelze však jednoznačně říct, že hustší je vždy zárukou dobrého, stejně jako řídkší podstatou špatného, je třeba brát v potaz i další parametry a konkrétní hodnoty hustot. Cílem bylo ukázat, že veřejné finance a hospodaření v území velmi úzce souvisejí s urbanismem a strukturou zástavby. [4]

Některé obdobné vědecké studie ukazují, že extenzivní rozšiřování města prostřednictvím sídelní kaše negativně ovlivňuje výdaje města, což uvádí například publikace španělských autorů Hortas-Rico a Solé-Ollé. [5] Jiná studie, kterou zveřejnil Holcombe a Williams, právě poukazuje na existenci fázových přechodů a prahových předělů ve velikosti a koncentraci území měst. [6]

2 STANOVENÍ URBANISTICKÝCH STRUKTUR

Základní typické struktury byly vybrány z hlediska urbanismu s ohledem na typologii, mají jistá specifika a základní parametry území. Urbanistická struktura tedy popisuje část území, která má určité vlastnosti a charakter (pozitivní i negativní). Bere v úvahu zejména formu zástavby a navazujících veřejných prostor, které se liší v závislosti na funkci a lokalizaci. Každá urbanistická struktura (typologie) ve městě má své vlastnosti dané charakterem veřejných prostranství, měřítkem staveb, vzájemnými vazbami a atmosférou. Pro potřeby srovnání sledovaných vybraných dat jsem urbanistickou strukturu města Brna rozdělil do několika základních typů:

Kompaktní struktura – neboli rostlá struktura představuje především historické jádro města. Je typická nepravidelně často velmi úzkými ulicemi a kamennými náměstími. Vysoká míra zastavěnosti území. Domy stojí na uliční čáře a tvoří uzavřené nepravidelné bloky. Parcely jsou malé, nepravidelného tvaru. Ulice neumožňují plnohodnotný automobilový provoz. Funkce je smíšená s výrazným podílem bydlení a občanským vybavením. Lokalita: Brno-město, Staré Brno, Zábřovice.

Bloková struktura – tvořena uzavřenými většinou pravidelnými bloky. Ulice tvoří pravidelnou síť, která má jasnou hierarchii, náměstí a dvorní prostory jsou často parkově upravená. Domy stojí na uliční čáře, parcely jsou pravidelné. Bloky jsou uspořádány do čtvrtí a doplněny parky. Převažuje funkce bydlení. Lokalita: Veveří, Královo Pole, Ponava.

Smíšená struktura – smíšená struktura nemá jednotnou typologii. Kombinují se v ní jak kompaktní bloky, tak polootevřené bloky. Částečně se v ní mohou vyskytovat i solitérní stavby typické pro modernistické město. Měřítko je proměnlivé. Smíšená struktura na půdorysů původních obcí začleněných do území měst. Lokalita: Trnitá, Komárov, Žabovřesky.

Novodobé obytné soubory – jedná se o volnou zástavbu bytových domů v zeleni (např. panelová sídliště) funkcionalistického rázu. Struktura je tvořena solitérními stavbami obklopenými parkem ve volné zástavbě. Měřítko je velké, veřejná prostranství nejsou jasně ohraničena a nemají hierarchii. Doprava je často segregována na pěší a pro automobily. Lokalita: Bohunice, Bystrc, Lesná, Líšeň.

Solitérní vily – jedná se o vily samostatně umístěné v zahradách, většinou vícepodlažní. Stavební čára ustupuje od uliční čáry, vzniká tak předzahrádka. Hranice mezi veřejným a neveřejným prostorem je často segregována oplocením. Síť uličních prostranství je pravidelná, zpravidla komponovaná, doplněná náměstími s parkovou úpravou. Lokalita: Černá Pole, Pisárky, Stránice, Jundrov.

Rodinné domy – strukturu tvoří rodinné domy samostatně umístěné v zahradách. Domy bývají spíše menší a nízkopodlažní. Stavební čára je zpravidla otevřená a domy mívají předzahrádku. Hranice mezi veřejným a neveřejným prostorem je často segregována oplocením. Síť uličních prostranství obvykle vykazuje pravidelnost. Stavební bloky doplňují drobné parky a náměstí. Lokalita: Černovice, Maloměřice, Komín, Židenice.

3 ANALÝZA ÚZEMÍ

3.1 Charakteristiky území

Datová sada prostorových charakteristik území byla získávána z OpenStreetMap, což je jedním ze zásadních zdrojů informací pro popis a rozbor území urbanistické struktury. OpenStreetMap představuje vizualizaci dostupných geografických dat do podoby digitální topografické mapy. Jednotlivé charakteristiky území jsou stanoveny na základě analýzy a dostupnosti prostorových dat. Charakteristiky splňují kritéria tematické a prostorové relevance. Při výběru dat je potřeba vždy vycházet také z předpokladu, že údaje o vybraných charakteristikách jsou veřejně přístupné a dostupné pro všechny zvolené urbanistické struktury území. Mezi prostorové charakteristiky území byly zařazeny následující indikátory: celková délka komunikační sítě, index obslužnosti, koncentrace poléťavého prachu, obvykle bydlící obyvatelstvo, plocha parků a veřejné zeleně, index podlažnosti, počet bytů, počet domů, index obydlenosti, počet krimi přestupků, prodejní plocha prodejen zboží, výměra ploch zástavby dle ÚPD, index spokojenosti obyvatel, index výskytu obyvatel podle dat mobilních operátorů, počet nabídek rezidenčních nemovitých věcí. Všechna data byla získána z oficiálního datového portálu data.brno.cz, který poskytuje přístup k různým souborům otevřených dat týkajících se města. Datové sady jsou k dispozici v různých formátech, například CSV, JSON a XML, a lze je bezplatně stáhnout pro osobní i komerční použití. Součástí webových stránek je také datový portál, který uživatelům umožňuje zkoumat datové sady, vizualizovat je na mapách a filtrovat je na základě různých kritérií. Cílem webu je podporovat transparentnost a otevřenost městské správy a podporovat vývoj inovativních řešení, která jsou přínosem pro občany a podniky.

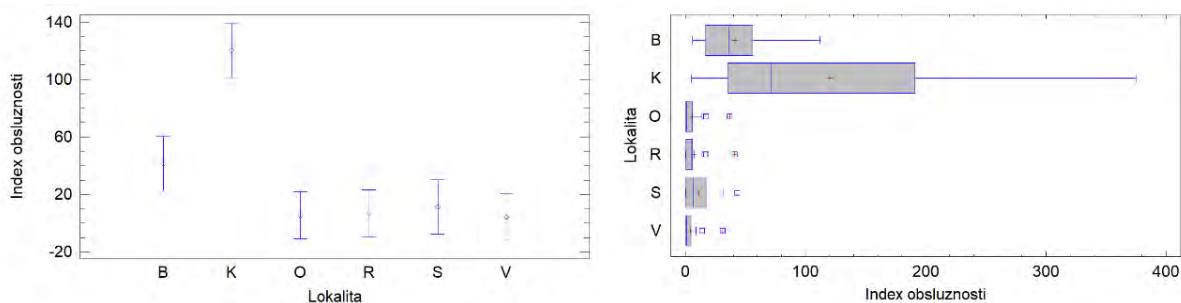
3.2 Metody analýzy urbanistických struktur

Pro analýzu byla použita metoda Multiple-sample comparison, konkrétně analýza rozptylu (ANOVA). ANOVA otestuje, zda mezi průměry existují významné rozdíly. Pokud takové rozdíly existují, testy vícenásobného rozsahu vám řeknou, které prostředky vykazují významnou odlišnost od ostatních. Pokud testovaná data naznačují určitou

významnou nenormálnost dat, která porušuje předpoklad, že data pocházejí z normálního rozdělení, je nutné tato data transformovat nebo použít Kruskalův-Wallisův test k porovnání mediánů namísto průměrů. Kruskalův-Wallisův test testuje nulovou hypotézu, že mediány jsou stejné. Pokud je hodnota P menší než 0,05, existuje mezi mediány statisticky významný rozdíl na 95,0 % hladině spolehlivosti. Pro zjištění, které mediány se vzájemně významně liší, je použito grafické zobrazení Box-and-Whisker Plot.

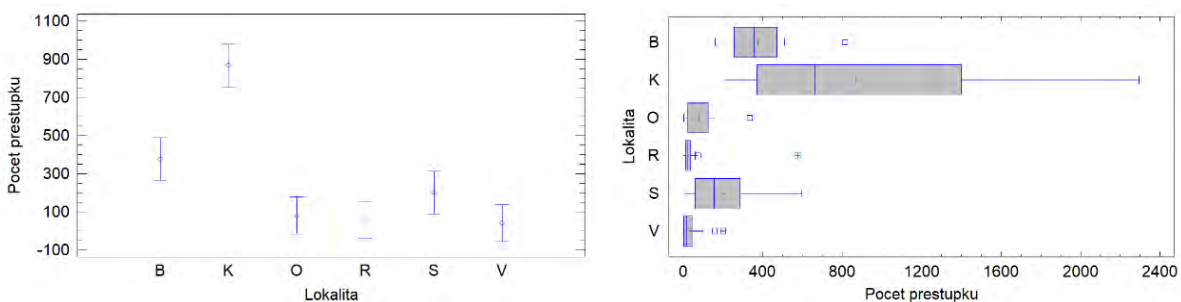
3.3 Vlastní analýza urbanistických struktur

Pomocí postupu vícenásobného porovnání bylo určeno, které střední hodnoty v jednotlivých urbanistických strukturách se významně liší od ostatních. Metoda použita k rozlišení mezi průměry, je Fisherův postup nejmenšího významného rozdílu (LSD). Intervaly LSD, známé také jako intervaly nejmenších významných rozdílů, jsou způsobem, jak určit, zda existují významné rozdíly mezi průměry dvou nebo více skupin. LSD interval je specifický typ LSD intervalu, který se počítá tak, aby zahrnoval skutečný rozdíl mezi dvěma průměry s 95% spolehlivostí. To znamená, že pokud by se experiment mnohokrát opakoval, v 95 % případů by skutečný rozdíl mezi průměry spadl do intervalu LSD. V datech je naznačena určitá významná nenormálnost dat, která porušuje předpoklad, že data pocházejí z normálního rozdělení. Byla potřeba určitá data transformovat nebo použít Kruskalův-Wallisův test k porovnání mediánů místo průměrů. Mediány, které se vzájemně významně odlišují, jsou zobrazeny pomocí grafického zobrazení Box-and-Whisker Plot.



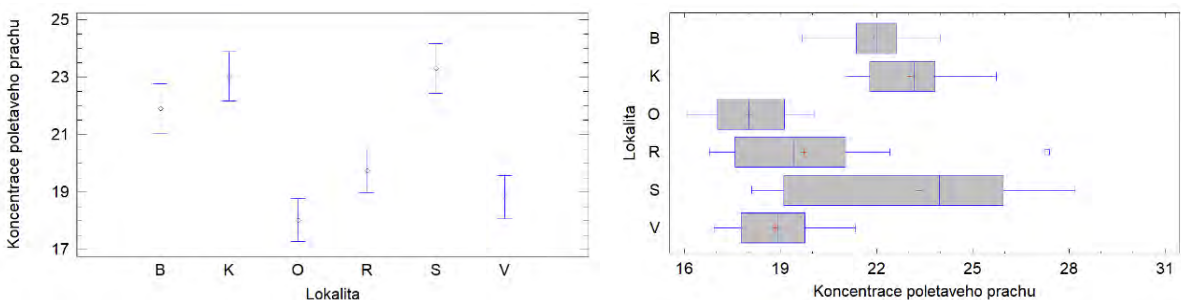
Graf 1 Graf znázorňující rozložení dat pro indikátor indexu obslužnosti v urbanistických strukturách

Graph 1 Graph showing the distribution of data for the occupancy index indicator in urban structures



Graf 2 Graf znázorňující rozložení dat pro indikátor počtu přestupků v urbanistických strukturách

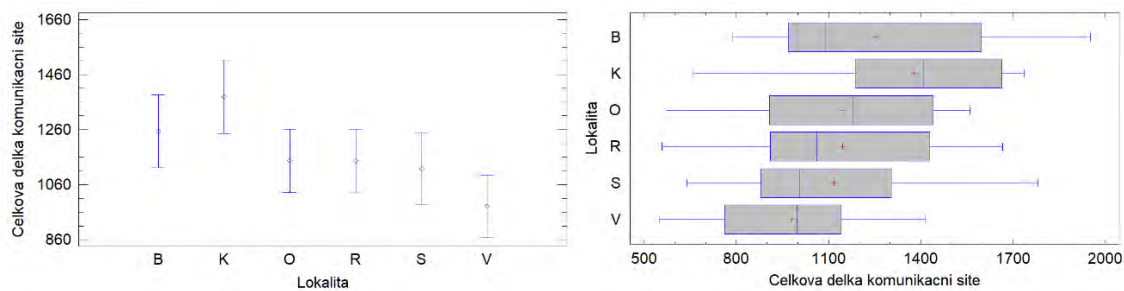
Graph 2 Graph showing the distribution of data for the indicator of the number of offences in urban structures



Graf 3 Graf znázorňující rozložení dat pro indikátor koncentrace polévatého prachu v urbanistických strukturách

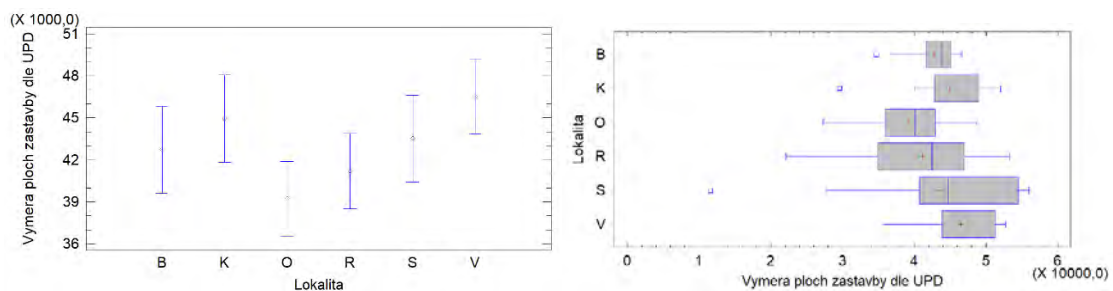
Graph 3 Graph showing the distribution of data for the fugitive dust concentration indicator in urban structures

Graf 1 ukazuje distribuci indexu obslužnosti v jednotlivých urbanistických strukturách, a to konkrétně Blokové a Kompaktní strukturu. Ostatní struktury jsou zastoupeny jako jedna skupina, jelikož jsou si velmi podobné a rozdíly mezi nimi nejsou statisticky významné. Graf 2 vykresluje, že struktury Rodinné domy, Solitérní vily a Novodobé obytné soubory mají menší počet přestupků a jsou tedy klidnější, zatímco Bloková a Kompaktní struktura jsou shodně nejrizikovější z pohledu počtu přestupků. U indikátoru koncentrace polévatého prachu, který znázorňuje graf 3, můžeme vidět velkou odlišnost ve výsledných datech původních a datech transformovaných, což je způsobeno nenormálností dat. Statisticky významný rozdíl je u struktury Kompaktní a Blokové v porovnání se strukturou Novodobých obytných souborů, Solitérních vil a Rodinných domů. Smíšená struktura je v tomto ohledu odlišná pouze od Novodobých obytných souborů.



Graf 4 Graf znázorňující rozložení dat pro indikátor celkové délky komunikační sítě v urbanistických strukturách

Graph 4 Graph showing the distribution of data for the indicator of the total length of the communication network in urban structures



Graf 5 Graf znázorňující rozložení dat pro indikátor výměry ploch zástavby dle ÚPD v urbanistických strukturách

Graph 5 Graph showing the distribution of data for the indicator of the area of built-up areas according to the Urban Development Plan in urban structures

Graf 4 ukazuje distribuci celkové délky komunikační sítě pro jednotlivé urbanistické struktury. Graf 5 indikuje statisticky významný rozdíl u výměry plochy dle zástavby ÚPD, který má mezi sebou struktura Blokovaná a Novodobé obytné soubory, dále Solitérní vilové zástavby a Novodobé obytné soubory. Indikátor celková délka komunikační sítě vykazuje statisticky významný rozdíl mezi strukturou Solitérních vil a Kompaktní strukturou. Ostatní struktury jsou si velmi podobné a můžeme tvrdit, že rozdíly hodnot indikátoru nejsou statisticky významné.

4 ZÁVĚR

Z výsledků zkoumání lze usoudit, že jednotlivé urbanistické struktury mají specifické charakteristiky a vlastnosti, které se promítají do jejich ukazatelů a mohou mít vliv na kvalitu života obyvatel a celkově jejich spokojenost. Blokovaná a kompaktní struktura se ukazují jako nejrizikovější zejména z hlediska indexu obslužnosti a počtu přestupků. Naopak urbanistické struktury Solitérních vil, Rodinných domů a Novodobých obytných souborů vykazují klidnější prostředí s menším počtem přestupků a menší koncentrací polétavého prachu. Z hlediska výměry plochy dle zástavby ÚPD jsou nejpodobnější Solitérní vilové zástavby a Novodobé obytné soubory, které se od sebe odlišují pouze mírně. Celková délka komunikační sítě má statisticky významný rozdíl mezi Solitérními vilami a Kompaktní strukturou, zatímco ostatní struktury jsou si velmi podobné. Při pohledu na zkoumané indikátory prostorových charakteristik lze zobecnit urbanistické struktury na dvě skupiny, kdy do první spadá Kompaktní a Blokovaná struktura, do druhé potom Novodobé obytné soubory, solitérní vilová zástavba a rodinné domy. Smíšená struktura potom inklinuje svými vlastnostmi spíše ke druhé skupině.

Grafická vizualizace numerických dat pomocí kvartilů v krabicovém grafu přehledně ukazuje rozdíly ve vyšetřovaných indikátorech prostorových charakteristik území a dává náhled na rozložení hodnot v jednotlivých urbanistických strukturách. Tyto informace mohou být užitečné při plánování a rozhodování o urbanistickém rozvoji na úrovni měst a obcí. Analýza interakce mezi obyvateli a městským prostorem může dále pomoci ke správnému usměrnění tvorby životního prostředí a souvisejícího veřejného prostoru. Přínos spočívá v ukázce inovativního přístupu ke sběru a využití informací pomocí otevřených prostorových dat prostřednictvím datových platform.

5 PODĚKOVÁNÍ

Príspevek byl zpracován za podpory Specifického vysokoškolského výzkumu MŠMT č.j. ÚSI-J-22-7987.

6 REFERENCE

- [1] KOPÁČIK, Gabriel; WITTMANN, Maxmilian; KILNAROVÁ, Pavla; FRANTIŠÁK, Luboš; HAVLIŠ, Karel et al. *Vliv charakteru a umístění urbanistické struktury na udržitelný rozvoj území*. Případové studie Brno–Ostrava–Zlín. Akademické nakladatelství CERM©, s.r.o., 2019. ISBN 978-80-7623-007-1.
- [2] MORONI, Stefano; RAUWS, Ward; COZZOLINO, Stefano. *Forms of self-organization: Urban complexity and planning implications*. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science. 2020; vol. 47, no. 2, s. 220-234. Dostupné z: doi:10.1177/2399808319857721.
- [3] BOEING, Geoff. *A multi-scale analysis of 27,000 urban street networks: Every US city, town, urbanized area, and Zillow neighborhood*. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science [online]. 2020, vol. 47, no. 4, s. 590-608. ISSN 2399-8083. Dostupné z: doi:10.1177/2399808318784595. [cit. 2023-11-20].
- [4] HUDEČEK, Tomáš; DLOUHÝ, Martin; HNILIČKA, Pavel; LEŇO CUTÁKOVÁ, Lucie; LEŇO, Michal. *Hustota a ekonomika měst*. [Praha]: ČVUT – Masarykův ústav vyšších studií, [2018]. ISBN 978-80-87931-75-2.
- [5] HORTAS-RICO, Miriam; SOLÉ-OLLÉ, Albert. *Does Urban Sprawl Increase the Costs of Providing Local Public Services? Evidence from Spanish Municipalities*. Urban Studies. 2010, vol. 47, no. 7, s. 1513–1540.
- [6] HOLCOMBE, Randall; WILLIAMS, DeEdgra. *The Impact of Population Density on Municipal Government Expenditures*. Public Finance Review. 2018, vol. 36, no. 3, s. 359–373.

Moderní metody dokumentace a analýzy poškození vozidla

Modern methods for vehicle crush documentation and analysis

Bucsuházy Kateřina^{*1}, Bilík Martin², Moravcová Pavlína¹, Belák Michal², Semela Marek², Mikulec Roman¹, Křížák Michal², Bradáč Albert², Motl Jakub¹, Malinková Tereza¹, Sedláčková Martina¹, Rak Martin¹, Kovařík Tomáš¹, Dluhoš Jozef², Zůvala Robert¹

¹Centrum dopravního výzkumu

²Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Rozšířený abstrakt

Úvod

Hlavním cílem tohoto článku je představit odborné veřejnosti výstupy projektu „Moderní metody dokumentace a analýzy poškození vozidel“, řešeného Centrem dopravního výzkumu v.v.i. a Ústavem Soudního inženýrství VUT v Brně v rámci programu DOPRAVA 2020+, kterými jsou odborná monografie „ANALÝZA POŠKOZENÍ VOZIDEL: Průvodce metodami dokumentace a kvantifikace deformační energie“ a Specializovaná veřejná databáze – Katalog poškození vozidel. Výstupy umožní zkvalitnění vstupů a zpřesnění výstupů při analýze dopravních nehod a významně tak přispějí k posílení právní jistoty účastníků dopravních nehod a tím ke snížení vedlejších nákladů vzniklých v souvislosti s nehodou.

Podklady a metody

V rámci řešení projektu byl realizován výzkum využitelnosti různých tradičních, ale i moderních metod dokumentace a následné analýzy poškození vozidel, které jsou důležitými podklady pro účely analýzy nehodového děje. Následně byla provedena validace použitelnosti vybraných metod dokumentace a analýzy poškození, v závislosti na rozsahu a charakteru poškození. Získaná data pak byla využita jako podklad pro vytvoření hlavních výstupů tohoto projektu.

Výsledky

Hlavní výstup projektu Specializovaná veřejná databáze: Katalog poškození obsahuje dvě základní části – katalog charakteristických poškození a EES katalog. Tento nástroj může sloužit jako kvalitní podklad pro nezanedbatelnou součást analýzy nehodového děje, kterou je validace vzájemné korespondence poškození vozidel po střetu. Databáze může být nedocenitelnou pomůckou při analýze nehodového děje zejména v případech, kdy jsou podklady z předmětné nehody nedostatečné (například manipulované škodní události) nebo se jedná o specifická poškození, k nimž zpravidla není v dostupných databázích nárazových testů mnoho dostupných údajů (například poškození vzniklá při nízkých rychlostech).

Kniha „ANALÝZA POŠKOZENÍ VOZIDEL: Průvodce metodami dokumentace a kvantifikace deformační energie“ si klade za cíl být praktickým průvodcem procesem dokumentace a následné analýzy poškození vozidla. Publikace pokrývá problematiku dokumentace poškození nejen konvenčními, dvourozměrnými metodami, ale především moderními metodami a měřicími zařízeními (včetně skenování s využitím mobilních zařízení), seznamuje také s metodami analýzy poškození a kvantifikací deformační energie, resp. EES. Výhody a omezení jsou demonstrovány prostřednictvím praktických ukázek a příkladů.

Klíčová slova: poškození, vozidlo, dopravní nehoda, nárazové zkoušky, katalog poškození, deformace

Citace:

BUCSUHÁZY, Kateřina; BILÍK, Martin; MORAVCOVÁ, Pavlína; BELÁK, Michal; SEMELA, Marek et al. Moderní metody dokumentace a analýzy poškození vozidla. Online. *Soudní inženýrství*. 2023, roč. 34, č. 02, s. 22-31. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.2>.

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2023.2.2

* Korespondenční adresa autora:

katerina.bucsuhazy@cdv.cz

Přijato do redakce:

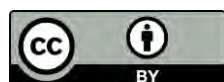
29.11.2023

Recenzní řízení:

11.12.2023

Publikováno:

12.12.2023



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

Introduction

The paper aims to present the outputs of the project Modern Methods of Vehicle Damage Documentation and Analysis solved by the Transport Research Centre (CDV) and by the Department of Forensic Engineering of the Brno University of Technology (IFE BUT) within the Technology Agency of the Czech Republic program DOPRAVA 2020+ - the book Vehicle Crush Investigation: A Guidebook to documentation and analysis and Database - The Catalogue of Vehicle Damage.

CDV and IFE BUT cooperation enables the introduction of high-quality results into practice in the field of forensic expertise. The outputs will enable the improvement of inputs and the refinement of outputs in the analysis of road accidents and will thus significantly contribute to strengthening the legal certainty of accident participants, thereby reducing the secondary costs incurred in connection with the accident.

Materials and methods

The research focused on analysing the usability of various methods for documentation and subsequent analysis of vehicle damage for the purposes of comprehensive crash analysis and also subsequent validation of the applicability of selected methods of documentation and damage analysis depending on the extent and character of the damage. The documentation and subsequent vehicle damage analysis serve as the basis for the comprehensive crash analysis, including impact speed determination. For the purposes of the analysis were used not only results from simulated conditions (realization of crash tests), but also real-world scenarios (traffic crash investigation). The obtained data served to create the main outputs of this project.

The results

The main output of the project - Database: The damage catalogue - contains two main parts: the characteristic damage catalogue and the EES catalogue. Both parts include data from real road crashes as well as data from crash tests. This tool can serve as a quality basis for the crash analysis and the validation of mutual vehicle damage correspondence after a collision. The database could be an invaluable aid in crash analysis, especially in cases where the available data are insufficient (e.g., manipulated damage events) or there are specific damages for which there is usually not enough data available in the public crash test databases (e.g., damage caused by low speeds crash).

The book „VEHICLE CRUSH INVESTIGATION: A Guidebook to Documentation and Analysis“ aims to be a practical guide to the process of documentation and subsequent analysis of vehicle damage. The publication covers the problematics of damage documentation using not only conventional, two-dimensional methods but especially modern methods and measuring devices (including scanning with mobile devices) and also introduces the methods for damage (crush) analysis and quantification of deformation energy, respectively EES. The benefits and limitations are demonstrated in practice. The book could benefit not only the experts but also the insurance companies or police officers. The publication is intended not only for the education of future experts but could also be beneficial for experts already working in the field and their professional development.

The main outputs and results were presented to the experts in the field of crash analysis at a one-day workshop.

Keywords: damage, vehicle, traffic crash, crash tests, damage catalogue, deformation

Citation:

BUCSUHÁZY, Kateřina; BILÍK, Martin; MORAVCOVÁ, Pavlína; BELÁK, Michal; SEMELA, Marek et al. Moderní metody dokumentace a analýzy poškození vozidla. Online. *Soudní inženýrství*. 2023, roč. 34, č. 02, s. 22-31. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.22>.

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2023.2.22

*** Author's correspondence address:**

katerina.bucsuhaazy@cdv.cz

Accepted for editing:

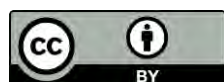
November 29, 2023

Review proceedings:

December 11, 2023

Published:

December 12, 2023



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

Elementárním podkladem pro analýzu nehodového děje je kvalitní, přesné a dostatečně detailní ohledání místa dopravní nehody včetně vozidel. Dokumentace a následná analýza poškození vozidla je jedním ze základních východisek pro stanovení průběhu nehodového děje. Kvantifikace rozsahu deformace vozidla slouží pro stanovení velikosti deformační energie a je přímo závislá na přesnosti stanovení parametrů jako jsou tuhost vozidla, hloubka deformace apod. [10][3] Nesprávné stanovení rozsahu deformace může mít za následek nesprávné stanovení střetových rychlostí, s čímž pak může souviset nesprávný závěr ohledně příčiny konkrétní nehody.

Rozdílný charakter a rozsah poškození vozidel vyžaduje využití různých přístupů k samotné dokumentaci již při ohledání vozidla. V oblasti dokumentace místa dopravní nehody i poškození vozidel došlo v souvislosti s rozvojem technologií také k výraznému posunu a moderní metody dokumentace pro účely forenzních analýz se postupně začínají využívat i v běžné policejní i znalecké praxi (viz např. [4][1][9][7][11]). Nové technologie zvyšují přesnost a rychlost ohledání, ale zároveň často přináší i nevýhody, související s vyšší pořizovací cenou, náročností následného zpracování i uchování těchto dat značného rozsahu apod. (např. [12]).

V rámci programu Technologické agentury České republiky na podporu aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací v oblasti dopravy – DOPRAVA 2020+ byl Centrem dopravního výzkumu v.v.i. a Ústavem Soudního inženýrství VUT v Brně realizován projekt „Moderní metody dokumentace a analýzy poškození vozidel“, jehož cílem bylo analyzovat využitelnost různých metod pro dokumentaci a následnou analýzu poškození vozidel pro účely analýzy nehodového děje.

Cílem tohoto článku je upozornit na výhody nebo naopak některé limity využívaných metod dokumentace i analýzy poškození vozidel, a v souvislosti s tím představit hlavní výstupy projektu: Katalog charakteristických poškození vozidel a odbornou monografii: ANALÝZA POŠKOZENÍ VOZIDEL: Průvodce metodami dokumentace a kvantifikace deformační energie. Tyto výstupy byly koncipovány právě s cílem omezit nejistotu spojenou s procesem dokumentace a následné analýzy poškození vozidel.

2 ODBORNÁ MONOGRAFIE

Pro dokumentaci a zaměření poškození vozidla je využívána celá řada metod a prostředků. Obecně lze metody zaměření, resp. dokumentace poškození vozidla, rozdělit na dvojrozměrné (2D) a trojrozměrné (3D) - zatímco pro některé typy poškození vozidel je dostatečná 2D reprezentace (fotografická dokumentace s měřítkem), jiné typy poškození vyžadují detailní 3D zobrazení (zaměření v prostoru např. s využitím totální geodetické stanice, fotogrammetrie, 3D laserového skenování). Dvojrozměrná reprezentace může být nedostatečná (a současně také velmi náročná) zejména v případě deformací značného rozsahu, kdy je na vozidle obtížné například najít referenční body pro zaměření. Naopak trojrozměrná dokumentace nemusí být ideální v případech, kdy deformované části karoserie překrývají oblast hlavní deformace, např. nerozlámaný plastový kryt nárazníku, kryjící skutečnou deformaci příčné tuhé výtuhy.

Pro dokumentaci lze, v závislosti na zvolené metodě měření, využít celou řadu přístrojů. V současné době jsou do mobilních telefonů či tabletů v souvislosti s rozvojem optických senzorů implementovány snímače použitelné pro dokumentaci a následné vytvoření 3D modelů. Právě implementace různých senzorů do mobilních zařízení tak otevírá širokou možnost jejich využití také pro forenzní účely. I použití chytrých telefonů při dokumentaci poškození vozidel však nepřináší jen jednoznačné výhody, ale čelí také některým úskalím.

Výpočetní metody pak závisí zásadním způsobem na kvalitě dokumentace poškození vozidel a stanovení profilu deformace. K vyjádření deformační energie se často využívají pomocné parametry, zejména EES (ekvivalentní energetická rychlost). Rovněž pro stanovení parametru EES je využívána řada metod – od těch jednoduchých až po metody sofistikované. Konkrétně lze zmínit stanovení hodnoty EES na základě odborného odhadu, komparační metody (s využitím katalogů), stanovení hodnoty EES s pomocí korelačního diagramu, energetického rastru, až po metodou Crash3, nebo Vangiho trojúhelníkovou metodou, případně výpočtem při zohlednění nelineární struktury. Hodnota EES následně slouží jako kontrolní parametr během analýzy nehodového děje např. v simulačních programech, anebo přímo vstupuje do výpočtu (Zákon zachování energie nebo výpočet střetových rychlostí na základě Energetického prstence). [10][2] Při nesprávném zohlednění limitů

těchto metod i vypočítaných parametrů však může být zásadně negativně ovlivněna celá analýza nehodového děje.

2.1.1 Struktura knihy

Odborná monografie byla tvořena tak, aby plnila roli praktického průvodce dokumentací poškození vozidla i jeho následnou analýzou. Je tedy strukturována jako komplexní podklad pro realizaci celého procesu ohledání i na uvedený proces navazující kvantifikace deformační energie po střetu dvoustupých vozidel. Vysvětleny jsou základní pojmy a veličiny nutné pro pochopení a aplikaci představených postupů.

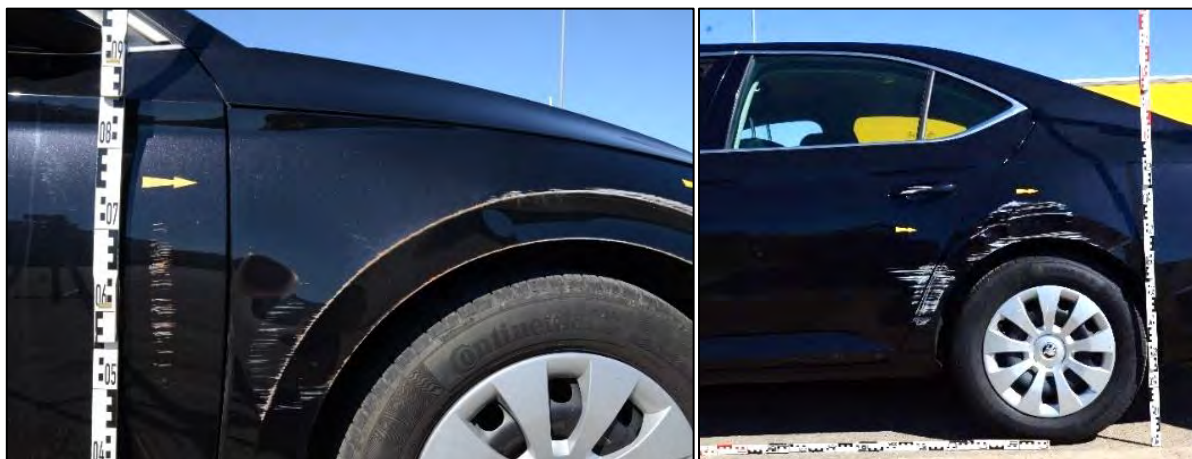
Součástí odborné monografie je představení jak základních, tak i moderních metod dokumentace poškození vozidel včetně postupů při dokumentaci a praktických doporučení pro samotnou realizaci. Popsány jsou nejčastější chyby a nedostatky, které mohou negativně ovlivnit celý proces analýzy nehodového děje. Součástí každé z kapitol jsou také konkrétní příklady aplikace uvedených metod při dokumentaci poškození vozidel. Praktické ukázky dokumentace jsou demonstrovány nejen v simulovaných podmínkách (dokumentace nárazových testů), ale zejména na příkladech reálných dopravních nehod, což umožňuje upozornit na problémy a různé situace, které při dokumentaci v reálných podmínkách mohou nastat.

Obdobně jsou v publikaci představeny také metody pro kvantifikaci rozsahu vzniklé deformace. Popsán zde byl nejen postup použití těchto metod, ale pro názornost byly uvedeny také konkrétní příklady aplikace vybraných metod. Používané veličiny jsou nejen vysvětleny, ale také jsou popsána rozmezí využitelných hodnot s ohledem na konkrétní aplikace. Na reálných příkladech jsou demonstrovány výhody i limity použitých metod a kontrolní parametry výpočetních postupů. Kromě samotné kvantifikace deformační energie, resp. parametru EES jsou součástí kapitoly také specifické případy stanovení střetové rychlosti, mezi něž patří stanovení rychlosti po střetu s úzkou překážkou nebo využití zaseknutých rychloměrů. V neposlední řadě je představena metoda konečných prvků (MKP), jakožto metoda používaná zejména pro pevnostní a strukturální výpočty a možnosti její aplikace při posuzování rozsahu poškození, tuhostních parametrů a také limity jejího použití při analýze nehodového děje. Postup tvorby MKP modelu vozidla je demonstrován na příkladu volně dostupného velmi detailního MKP modelu Chevrolet Silverado, modelový rok 2014. Současně je v knize na několika názorných příkladech vysvětleno, proč nelze kontrolní parametr EES zaměňovat se střetovou rychlostí.

3 DATABÁZE

Při analýze nehod je někdy nutná i verifikace vzájemné korespondence poškození (posouzení, zda k nehodě skutečně došlo a zda zjištěné poškození odpovídá popisovanému nehodovému ději). Zohlednit je pak nutné typ poškození, jeho lokalizaci i rozsah deformace. [13] Podklady z předmětné nehody však bývají často zejména při manipulovaných škodných událostech nedostatečné.

Pro posouzení adekvátnosti vzniklých poškození musí znalec případně likvidátor pojišťovny vycházet z dostupných podkladů z předmětné nehody a proveditelných analýz nebo dostupných výstupů nárazových testů. Nárazové zkoušky jsou však zpravidla realizovány primárně s cílem ověřit bezpečnost vozidel a jejich prvků. Data nezbytná pro účely forenzní analýzy zpravidla nejsou veřejně dostupná. Realizace nárazových testů ve standardizovaných konfiguracích zajišťující porovnatelnost nárazových testů rovněž neposkytuje dostatečnou variabilitu těchto dat pro účely analýzy nehod a zejména právě validaci vzniku některých poškození při různém typu střetů. Specifické případy poškození, zejména poškození při nízkých rychlostech, jsou pak součástí dostupných databází pouze zřídka. Příklad poškození při parkovacích manévrech, tedy při tečném střetu v nízké rychlosti, ilustruje obrázek 1.



Obrázek 1 „parkovací“ poškození na vozidle Škoda Superb [5]

Figure 1 “parking” damage on the Skoda Superb vehicle [5]

V řadě případů by mohla dostupnost katalogu charakteristických poškození snížit náklady při znaleckém zkoumání, např. snížením počtu realizovaných znaleckých experimentů. Takovýto nástroj nicméně nebyl doposud k dispozici, cílem projektu proto bylo takový katalog poškození vytvořit.

Katalog poškození vozidel byl v rámci řešení projektu vytvářen z reálných dopravních nehod i vlastních realizovaných nárazových zkoušek vozidel. Databáze obsahuje různé typy střetů i vozidel, resp. účastníků silničního provozu včetně cyklistů a motocyklistů a různé střetové konfigurace. Součástí databáze je také katalog vozidel s kvantifikovaným parametrem EES. Již po přihlášení si tedy uživatel může vybrat příslušný modul – katalog charakteristických poškození nebo nadstavbu EES katalog.

3.1 Katalog charakteristických poškození

V katalogu charakteristických poškození je po registraci možné vybrat požadovaný typ účastníka dopravní nehody z vytvořeného seznamu – tedy osobní vozidla, nákladní vozidla, motocykly, jízdní kola a poškození vozidel po střetu s chodci. Uživateli se následně zobrazí kompletní seznam dostupných dat ve vybrané kategorii s náhledovou fotografií a základními informacemi dle vlastní volby (typ nehody, typ vozidla a obdobné související údaje). Pomocí vytvořených filtrů je možné vybrat vozidla, odpovídající hledaným parametrům. Část přehledu osobních vozidel včetně různých nastavení zobrazených filtrů ilustrují obrázek 2 a obrázek 3. Součástí náhledu je pro lepší orientaci také náhledová fotografie vozidla.

Foto	Model	Obchodní třída vozidla	Lokalizace poškození	Rok výroby vozidla	Střetová rychlost	Zobrazené sloupce
	Nevybráno	Nevybráno	Nevybráno		Nevybráno	Zrušit vyhledávání
	Citroen Jumpy (1. Gen.) (1995 - 2007)	velkoprostorový van	před A-sloupkem	2008	45 km/h	Detail
	Seat Toledo II (1M) (1999 - 2004)	nižší střední třída (kompaktní)	2/3 z levé strany resp. zepředu	2002	55 km/h	Detail
	Citroen Jumper (1. Gen.) (1993 - 2006)	doručovací dodávka	1/4 z levé strany vozidla (bez podélných nosníků)	1995	60 km/h	Detail

Obrázek 2 Přehled osobních vozidel v katalogu charakteristických poškození se základními informacemi dle zvoleného filtru – obchodní třída vozidla, lokalizace poškození, rok výroby a střetová rychlost [14]

Figure 2 An overview of passenger vehicles in the catalogue of characteristic damage with basic information according to the selected filter – vehicle class, damage localization, manufacture year, impact speed [14]

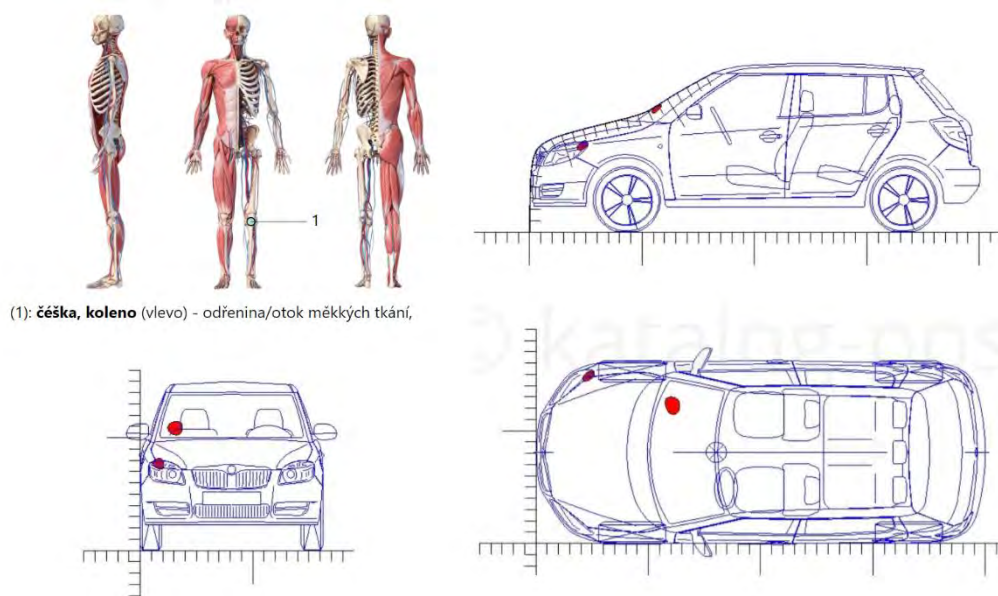
Foto	Model	Obchodní třída vozidla	Převrácení	Lokalizace poškození	Střetová konfigurace	Zobrazené sloupce
	Citroen C1 () (2005 - 2013)	Minis	vozidlo se nepřevrátilo	před A-sloupkem	boční šikmý excentrický souběžný střet - přední levý	<input type="button" value="Detail"/>
	Skoda Octavia II (1Z) (2004 - 2013)	nižší střední třída (kompaktní)	vozidlo se nepřevrátilo	2/3 z levé strany resp. zepředu	boční šikmý excentrický střet - přední levý	<input type="button" value="Detail"/>
	Ford Mondeo III (BA7) (2007 - 2014)	vozidlo střední třídy	vozidlo se nepřevrátilo	1/2 z pravé strany resp. zezadu	boční kolmý excentrický střet - zadní levý	<input type="button" value="Detail"/>
	Skoda Octavia I (1U) (1996 - 2010)	nižší střední třída (kompaktní)	vozidlo se nepřevrátilo	před A-sloupkem	čelní šikmý střet - pravý	<input type="button" value="Detail"/>

Obrázek 3 Přehled osobních vozidel v katalogu charakteristických poškození se základními informacemi dle zvoleného filtru – model, obchodní třída vozidla, převrácení, lokalizace poškození, střetová konfigurace [14]

Figure 3 An overview of passenger vehicles in the catalogue of characteristic damage with basic information according to the selected filter – vehicle model, vehicle class, rollover event, damage localization, impact scenario [14]

Prohlížet je možné data každého z vozidel v detailním náhledu – viz obrázek 5. K dispozici v detailu každého vozidla jsou základní charakteristiky vozidla a zejména jeho poškození:

- základní údaje o vozidle jako např. značka, model, obchodní třída vozidla nebo rok výroby
- základní údaje o poškození jako např. typ nárazu, charakter vzniku nárazu (např. převrácení), detaily o poškození vozidla,
- fotodokumentace poškození vozidla,
- informace o kolizním oponentovi vozidla včetně obdobných základních údajů o něm i jeho poškození včetně fotodokumentace,
- střetová konfigurace a vzájemná korespondence poškození vozidel. V případě střetů s chodcem je možné ve vybraných případech analyzovat také poškození vozidla a související zranění vzniklá na těle chodce prostřednictvím vizualizace anatomické lokalizace zranění na lidském těle (viz obrázek 4).





Obrázek 4 Vzájemná korespondence poškození vozidla a zranění chodce [14]

Figure 4 Correspondence of vehicle damage and pedestrian injury [14]

V relevantních případech jsou proměnné pro větší názornost ilustrovány nikoliv v textové podobě, ale prostřednictvím ilustračních nákrešů – konkrétně se jedná například o střetovou konfiguraci vozidel nebo typ nárazu, resp. lokalizace poškození.

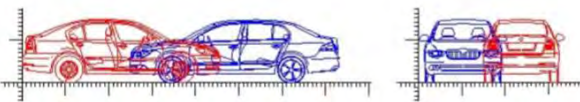
Databáze obsahuje také nehody, při nichž došlo k vícenásobným nárazům. V takovém případě je tato informace indikována v záhlaví detailu nehody. Možné je pak v detailu nehody rozklíčovat poškození vzniklá v jejich důsledku jednotlivých střetů včetně nezbytné dokumentace kolizních partnerů a střetových parametrů. V případě, že je u daného vozidla známá i hodnota EES, a tedy vozidlo je rovněž součástí druhého modulu – EES katalog, je uživatel na tuto skutečnost rovněž upozorněn v detailním náhledu nehody a účastníka si může přímo zobrazit také v EES katalogu.

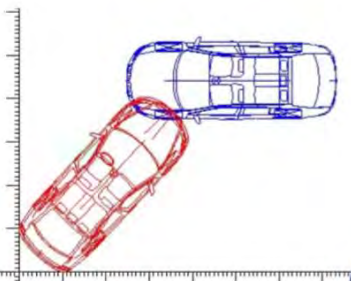
Deformace
Nehody Vyhledávání [Změna modulu](#) [Placený přístup](#)

Účastník 1	
Informace	
Účastník	osobní vozidlo
Značka vozidla	Škoda
Typ (model)	Skoda Octavia II (1Z) (2004 - 2013)
Obchodní třída vozidla	nižší střední třída (kompaktní)
Rok výroby	2012
Délka	4569
Šířka	1769
Výška	1445
Provozní hmotnost	1350
Celková hmotnost	1950
Střetová rychlost	16 km/h
Část vozidla	čelní
Lokalizace poškození	2/3 z levé strany resp. zepředu
Převrácení	vozidlo se nepřevrátilo
Střetová konfigurace	 Boční šikmý excentrický střet - přední levý
Pořadí nárazu	primární
Typ nárazu	 2/3

Obrázky





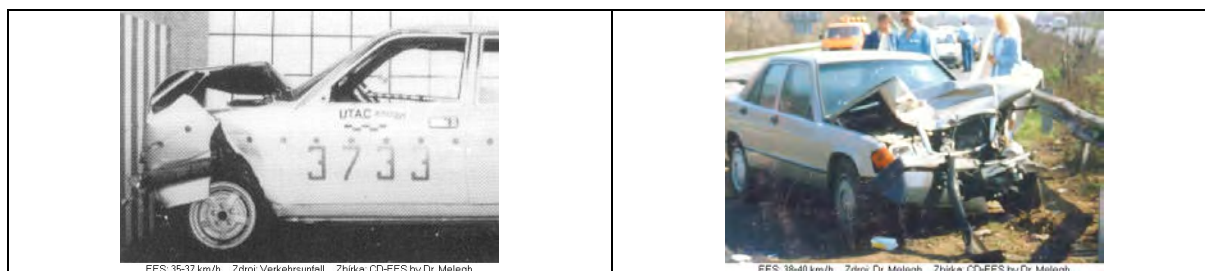


Obrázek 5 Příklad detailních údajů vybraného osobního vozidla včetně fotodokumentace a vzájemné korespondence poškození [14]

Figure 5 Examples of detailed information of the selected passenger vehicle including photo documentation and damage correspondence [14]

3.2 EES katalog

Katalogy poškozených vozidel využívané v současné době při stanovení EES v soudně znalecké praxi komparační metodou obsahují převážně zastaralé modely vozidel. Rovněž často není zcela zřejmé, jak byla v daných případech deformační energie kvantifikována. Příklad z jedné z využívaných databází – EES katalogu Meleggha a kol. – ilustruje obrázek 6. Mezi základní problémy komparace se staršími modely patří zejména neustálý vývoj v oblasti konstrukce motorových vozidel (použití moderních materiálů a tím zvyšování tuhosti karoserie vozidel, resp. řízené deformace vozidel atd.). Takováto komparace může vést k nesprávnému stanovení hodnoty EES.



Obrázek 6 Ukázka z EES katalogu Melegha a kol. [6]

Figure 6 EES catalogue Melegh a kol. [6]

Vytvářená databáze tedy obsahuje také modul EES katalog. Katalog obsahuje data vozidel, u nichž byl s využitím kombinace různých metod (výpočetních metod, v případě dat z nárazových zkoušek rovněž na základě dat ze senzorů) kvantifikován parametr EES. EES katalog je strukturován obdobně jako katalog charakteristických poškození, tedy umožňuje rovněž filtrování a hledání dle předem stanovených parametrů. Primární řazení katalogu reflektuje lokalizaci poškození (přední, zadní a boční části vozidla). Následně je možné dle nastavených preferovaných filtrů sledovat přehled dostupných vozidel, případně prohlížet vybraná vozidla a jejich parametry a kolizní oponenty v detailním náhledu. Část přehledu osobních vozidel včetně různých nastavení zobrazených filtrů ilustruje obrázek 7. Součástí detailního náhledu jsou, obdobně jako v případě katalogu charakteristických poškození, základní charakteristiky vozidla a zejména jeho poškození i údaje o nehodovém ději včetně detailních informací o kolizním partnerovi včetně vzájemné korespondence poškození vozidel. Dále také dostupná fotodokumentace vozidla a jeho poškození a pro lepší ilustraci také videozáznamy – v případě nárazových testů videozáznam nárazového testu, v případě reálných dopravních nehod simulace nehodového děje.

Foto	Model	Lokalizace poškození	EES [km/h]	Střetová rychlost	Zobrazené sloupce
	Škoda Octavia II (1Z) (2004 - 2013)	1/2 z levé strany resp. zepředu	20	35	Detail
	Škoda Octavia I (1U) (1996 - 2010)	1/2 z levé strany resp. zepředu	34	65	Detail
	Hyundai Getz (2002 - 2008)	2/3 z levé strany resp. zepředu	40	20	Detail

Obrázek 7 Přehled osobních vozidel v EES katalogu se základními informacemi dle zvoleného filtru – model vozidla, lokalizace poškození, EES, střetová rychlost [14]

Figure 7 An overview of passenger vehicles in the catalogue of characteristic damage with basic information according to the selected filter – vehicle model, damage localization, impact speed, EES value [14]

Databáze umožňuje mj. také vyhledání na základě dostupných parametrů. V obou částech databáze je možné vyhledávat na základě parametrů vozidla (např. typu účastníka, značky a modelu vozidla, obchodní třídy, roku výroby, hmotnosti a základních rozměrů vozidla, rozsahu případné koroze, v případě zranitelných účastníků také hmotnosti a výšky účastníka). Vyhledávání umožňuje zohlednit také parametry nehody jako například typ kolizního partnera – a to v případě vícenásobných střetů také v rámci jednotlivých nárazů, lokalizace poškození nebo nárazové rychlosti. V případě nárazů do stromu a sloupu je možné zohlednit také průměr pevné překážky, a to v primárním i sekundárním nárazu. U střetů s chodci je možné ve stanovených případech vyhledávat také dle navinutí nebo odhození chodce při střetu. V EES katalogu je možné vozidla třídit také dle typu zdrojových dat (nárazové testy nebo reálné dopravní nehody) a samozřejmě také hodnoty EES. V závislosti na typu proměnných je možné definovat kategorické i numerické proměnné, resp. jejich rozsah.

4 ZÁVĚR

Cílem tohoto článku bylo přiblížit odborné veřejnosti výstupy projektu „Moderní metody dokumentace a analýzy poškození vozidel“, řešeného Centrem dopravního výzkumu v.v.i. a Ústavem Soudního inženýrství VUT v Brně v rámci programu TAČR DOPRAVA 2020+. Výstupy projektu byly koncipovány jako podpůrné prostředky pro odborníky v oblasti analýzy nehod (znalce, výzkumné pracovníky, likvidátory pojišťoven apod.). Vzniklá odborná publikace je určena nejen odborníkům již působícím v tomto oboru, ale byla koncipována tak, aby napomohla zorientovat se v problematice budoucím odborníkům. Může tedy být využívána rovněž pro vzdělávací účely. Vyvíjená databáze pak může sloužit jako kvalitní podklad pro analýzu nehodového děje a validaci vzájemné korespondence poškození vozidel po střetu. Tento nástroj bude dostupný on-line odborné veřejnosti po registraci.

5 PODĚKOVÁNÍ



Tento výsledek byl financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva dopravy v rámci Programu Doprava 2020+.

6 REFERENCE

- [1] ARNOLD, E. D., Use of photogrammetry as a tool for accident investigation and reconstruction: a review of the literature and state of the practice. *Virginia Transportation Research Council (VTRC)*. Final report. 2007.
- [2] BRADÁČ, Albert et al. *Soudní inženýrství*. Dotisk. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 1999. ISBN 80-7204-133-9.
- [3] COUFAL, Tomáš. *Analýza tuhosti přední části vozidel*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2014. 119 s, 32 s příloh. Vedoucí dizertační práce doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
- [4] DESAI, Jairaj; LIU, Jidong; HAINJE, Robert; OLEKSY, Robert; HABIB, Ayman et al. Assessing vehicle profiling accuracy of handheld LiDAR compared to terrestrial laser scanning for crash scene reconstruction. *Sensors*. 2021, roč. 21, č. 23. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/s21238076>. [cit. 2023-11-20].
- [5] HOLYSZEWSKÁ, Anna. *Poškození vozidel při nárazech v malých rychlostech*. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství. 2017.
- [6] MELEGH, Gabor a ŠUCHA Dušan. *VIRTUAL CRASH s.r.o. EES katalog*. Online. Dostupné z: ees.vcrash3.com. [cit. 2023-05-15]
- [7] KAMNIK, Rok, PERC, Matjaž Nekrep, & TOPOLŠEK, Darja (2020). Using the scanners and drone for comparison of point cloud accuracy at traffic accident analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 135, 105391. Online. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105391>. [cit. 2023-11-28].
- [8] STÁŇA, Ivo, Jindřich RYBKA, Milan NOVÁK a Kateřina BUCSUHÁZY. Využití pokročilých metod dokumentace místa dopravní nehody policií ČR. *Soudní inženýrství*. Akademické nakladatelství CERM, 2019, 30(2), 3-7. Online. Dostupné z: DOI: 10.13164/SI.2019.2.3. ISSN 1211-443X. [cit. 2023-09-12].
- [9] STÁŇA, Ivo, TOKAŘ, Stanislav, BUCSUHÁZY, Kateřina, BILÍK, Martin. Comparison of utilization of conventional and advanced methods for traffic accidents scene documentation in the Czech Republic. *Procedia engineering*, 2017, 187, 471-476. Online. Dostupné z: doi: 10.1016/j.proeng.2017.04.402. [cit. 2023-09-20].
- [10] SEMELA, Marek. *Analýza silničních nehod II*, Ústav soudního inženýrství, VUT v Brně. 2014.
- [11] TOPOLŠEK, Darja, HERBAJ, Elvis A., & STERNAD, Marjan. The accuracy analysis of measurement tools for traffic accident investigation. *Journal of Transportation Technologies*, 2014. Online. Dostupné z: doi: 10.4236/jtts.2014.41008. [cit. 2023-11-10].

- [12] TERPSTRA, Toby; VOITEL, Tilo a HASHEMIAN, Alireza. A Survey of Multi-View Photogrammetry Software for Documenting Vehicle Crush. 2016. Online. Dostupné z: <https://doi.org/10.4271/2016-01-1475>. [cit. 2023-11-28].
- [13] VANGI, Dario. Vehicle Collision Dynamics. Butterworth-Heinemann, 2020. ISBN 9780128127506. Online. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812750-6.00013-5>. [cit. 2023-10-15].
- [14] Centrum dopravního výzkumu a Ústav soudního inženýrství VUT v Brně, Katalog poškození vozidel. 2023. Online. Dostupné z: www.katalog-poskozeni.cz [cit. 2023-11-28].

Typické znaky dopravních nehod, jejichž přispívajícím faktorem byla únava

Typical traits of fatigue related road accident scenarios

Tereza Malinková^{*1}, Martina Sedláčková¹, Martin Rak¹, Robert Zůvala¹

¹Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Brno

Rozšířený abstrakt

Tento článek se zabývá dopravními nehodami, kde byla únava nebo mikrospánek mezi přispívajícími faktory.

Dopravní nehody spojené s únavou a mikrospánkem patří mezi nejzávažnější vzhledem k vysoké míře těžkých a smrtelných zranění. V rámci Hlubkové analýzy dopravních nehod bylo zjištěno, že přibližně třetina incidentů s účastí únavy končí zraněním této závažnosti, což převyšuje úroveň zranění při nehodách způsobených jinými faktory, například nepřiměřenou rychlostí nebo nedáním přednosti.

Vznik únavy během řízení vozidla je ovlivněn řadou faktorů, včetně pohlaví a věku řidiče, kvality spánku, cirkadiálního rytmu a dalších proměnných. Studie ukazují, že muži, zejména mladí, jsou náchylnější k únavě za volantem. Kvalita a délka spánku, spánková deprivace a různé části dne se rovněž identifikují jako klíčové faktory ovlivňující riziko dopravních nehod s únavou. Dlouhá monotónní jízda zvyšuje riziko únavy, což může vysvětlovat častější výskyt dopravních nehod spojených s únavou na vysokorychlostních silnicích a dálnicích. Po takových nehodách je často problematické identifikovat konkrétní příčinu, což vede k potřebě zkoumání rizikových faktorů a typických znaků nehodového děje.

V rámci projektu Hlubkové analýzy dopravních nehod (HADN) řešeného Centrem dopravního výzkumu je od roku 2011 prováděn detailní sběr dat o dopravních nehodách se zraněním. Toto šetření se zaměřuje na soustavu člověk – vozidlo – infrastruktura a probíhá přímo na místě dopravní nehody, s cílem získat co nejkomplexnější obraz o události a jejich příčinách.

Z uvedené databáze byly vybrány a blíže zkoumány nehody, kde únava hrála roli, a byly identifikovány typické znaky těchto nehod. Mezi ně mimo jiné patří monotónnost trasy, plynulé vyjetí mimo jízdní pruh, čelní střety a vyjetí z vozovky. Studie rovněž potvrdila, že řidiči postižení únavou reagují před střetem minimálně (pouze ve 22 %), naopak jejich kolizní oponenti se snaží kolizi zabránit ve více než 70 % případů. Dále bylo zjištěno, že četnost čelních střetů u dopravních nehod s únavou je o 20 % vyšší, a střetová rychlost vozidel ve 58 % případů přesahuje 50 km/h.

Analyzována byla i časová a prostorová distribuce těchto nehod. Nejkritičtější časy pro vznik dopravních nehod s únavou se shodují s cirkadiálním rytmem a souvisejí s pracovními časy řidičů, přičemž vyšší riziko únavy bylo spojeno s delší ujetou vzdáleností a letními měsíci. Závěry z HADN potvrzují i rizikovitost komunikací I. třídy a potřebu zaměření preventivních opatření na mladé řidiče.

Klíčová slova: dopravní nehoda, únava, mikrospánek, analýza dopravních nehod, monotónní cesta

Citace:

MALINKOVÁ, Tereza; SEDLÁČKOVÁ, Martina; RAK, Martin a ZŮVALA, Robert. Typické znaky dopravních nehod, jejichž přispívajícím faktorem byla únava. Online. *Soudní inženýrství*. 2023, roč. 34, č. 02, s. 32-43. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.32>.

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2023.2.32

*Korespondenční adresa autora:

tereza.malinkova@cdv.cz

Přijato do redakce:

12.12.2023

Recenzní řízení:

19.12.2023

Publikováno:

21.12.2023



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 contribution addresses traffic accidents where fatigue or microsleep was among the contributing factors. Traffic accidents associated with fatigue and microsleep are among the most severe due to a high incidence of serious and fatal injuries. Within the In-depth Road Accidents Analysis (HADN), it was found that approximately one-third of incidents involving fatigue result in injuries of such severity, surpassing the injury levels in accidents caused by other factors such as excessive speed or failure to yield.

The onset of fatigue during vehicle operation is influenced by various factors, including the driver's gender and age, sleep quality, circadian rhythm, and other variables. Studies show that men, especially young men, are more prone to fatigue while driving. Sleep deprivation, and different times of the day are also identified as key factors influencing the risk of fatigue-related traffic accidents. Prolonged monotonous driving increases the risk of fatigue, potentially explaining the more frequent occurrences of accidents on high-speed roads and highways associated with fatigue. After such accidents, identifying the specific cause is often challenging, leading to the need to examine risk factors and typical characteristics of the accident sequence.

As part of the In-depth Road Accidents Analysis (HADN) project conducted by the Transport Research Centre since 2011, detailed data collection on traffic accidents with injuries is carried out. This investigation focuses on infrastructure, vehicles, and human factors and takes place directly at the accident scene, aiming to obtain the most comprehensive picture of the event and its causes.

From this database, accidents where fatigue played a role, were selected and closely examined, identifying typical characteristics of these accidents, including the monotony of the route, smooth deviation from the lane, frontal collisions, and road departure. The study also confirmed that drivers affected by fatigue react minimally before a collision (only in 22% of cases). In comparison, their collision opponents attempt to prevent the collision in over 70% of cases. Furthermore, it was found that the frequency of frontal collisions in traffic accidents with fatigue is 20% higher, and the collision speed exceeds 50 km/h in 58% of cases.

The temporal and spatial distribution of these accidents was also analyzed. The most critical times for traffic accidents with fatigue align with circadian rhythm and correlate with drivers' working hours, with higher fatigue risk associated with longer distances traveled and summer months. The conclusions from HADN confirm the riskiness of first-class roads and the need to focus preventive measures on young drivers.

Additionally, an analysis of a traffic accident attributed to fatigue was conducted—the analysis aimed to identify typical characteristics of the accident sequence involving driver fatigue. The analysis revealed that, prior to the accident, the fatigued driver was traveling on a highly monotonous route, with the impact occurring in a slight right-hand curve following a straight segment. The departure from the lane occurred at a small angle. The oncoming driver in this situation reacted with braking and evasive maneuvers, while the fatigued driver did not respond. The collision occurred at high impact speeds. This accident exhibited all the typical characteristics of accident sequences identified through studies and HADN data.

Keywords: road accident, fatigue, microsleep, accident analysis, road monotony

Citation:

MALINKOVÁ, Tereza; SEDLÁČKOVÁ, Martina; RAK, Martin a ZŮVALA, Robert. Typické znaky dopravních nehod, jejichž přispívajícím faktorem byla únava. Online. *Soudní inženýrství*. 2023, roč. 34, č. 02, s. 32-43. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.32>.

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2023.2.32

* Author's correspondence address:

tereza.malinkova@cdv.cz

Accepted for editing:

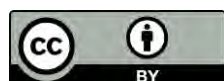
December 12, 2023

Review proceedings:

December 19, 2023

Published:

December 21, 2023



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

Dopravní nehody, na jejichž vzniku se podílela únava a mikrospánek patří z hlediska závažnosti zranění mezi nejméně závažnější. Z databáze hloubkové analýzy dopravních nehod (dále jen „HADN“) vyplývá, že téměř třetina dopravních nehod, u nichž byla únava jedním z přispívajících faktorů, končí těžkým nebo smrtelným zraněním. Závažnost zranění u nehod s únavou je tak vyšší než v případě nehod, jejichž příčinou je nepřiměřená rychlost či nedání přednosti v jízdě.

Vznik únavy během řízení vozidla je ovlivněn řadou faktorů. Mezi rizikové faktory zvyšující pravděpodobnost vzniku únavy během řízení se řadí zejména pohlaví a věk řidiče, kvalita a délka spánku, cirkadiánní rytmus, environmentální faktory a kontext jízdy, životní i pracovní styl, stres, návykové látky nebo medikace [1][2][3][4]. Ze studií bylo zjištěno, že muži jsou náchylnější k únavě za volantem více než ženy [5]. Jedná se především o mladé muže [6]. Z hlediska kvality a délky spánku má na vznik únavy významný vliv spánková deprivace – ať už se jedná o akutní nebo chronickou spánkovou deprivaci [7][8]. V průběhu dne nastávají období, kdy je vyšší riziko vzniku dopravních nehod s únavou. Studie se shodují na období okolo 2. hodiny ranní, 6. hodiny ranní a 4. hodiny odpolední [9][10]. Také okolní teplota zvyšuje riziko vzniku dopravních nehod s únavou [11][12].

Po dopravní nehodě způsobené únavou a mikrospánkem, nejsou řidiči často schopni označit konkrétní příčinu dopravní nehody [13]. Z toho důvodu bývá zjišťováno, zda řidič nevykazoval některý z výše uvedených rizikových faktorů. Dále mohou být použity k určení příčiny dopravní nehody zjištěné typické znaky nehodového děje. Ty bývají použity k určení příčiny nehody především v případech, kdy není možné zjistit, zda řidič splňoval některý z uvedených rizikových faktorů (např. když byl při nehodě smrtelně zraněn). Mezi typické znaky bývá uváděna například absence reakce řidiče s únavou před střetem, plynulé vyjetí mimo jízdní pruh či monotónní trasa [14][15][16][17].

Studie uvádí, že u nehod jejichž příčinou byl mikrospánek, zpravidla absentuje reakce řidiče brzděním, vyhýbáním či sundáním nohy z plynu [13]. Je možné, že absence reakce řidiče způsobuje vyšší závažnost těchto nehod [18]. Plynulé vyjetí řidiče mimo jízdní pruh je typickým znakem dopravní nehody s únavou. Zpravidla pak dochází k čelnímu střetu, aniž by jedno z vozidel předjíždělo, nebo individuální nehodě s vyjetím mimo vozovku vpravo či vlevo [17]. Dlouhá jízda po monotónních trasách zvyšuje riziko únavy za volantem [12]. Řidiči, kteří během jízdy nedostávají dostatečné podněty, mají větší tendenci se cítit ospalí a náchylnější k mikrospánku [13]. Monotónnější prostředí je typické pro dálnice a silnice I. tříd a dopravní nehody způsobené usnutím jsou zde tedy častější [19][20].

2 POUŽITÝ DATASET

Sběr dat byl proveden v rámci činnosti HADN realizované od roku 2011 Centrem dopravního výzkumu. V rámci tohoto projektu jsou vybrané dopravní nehody se zraněním detailně zkoumány z pohledu dopravní infrastruktury, vozidla i lidského faktoru. Šetření probíhá přímo na místě nehody. Zjišťováno je co nejvíce informací týkajících se dopravní nehody a jejích účastníků, s cílem získat komplexní obraz o dané nehodě a o tom, co přesně k ní vedlo. Z hlediska vlastní realizace výzkumu je uplatňována platná certifikovaná metodika Hloubkové analýzy dopravních nehod [21]. Dopravní nehody jsou selektovány podle statistického výběru, s cílem pokrytí jejich reprezentativního vzorku. Sběr dat probíhá v průběhu dne i noci, a to v rámci pracovního týdne i víkendu.

Ze srovnání databáze získané v rámci činnosti HADN s databází Policie České republiky vyplynulo, že data shromážděná výzkumným týmem Hloubkové analýzy dopravních nehod jsou s policejními daty srovnatelná. Kromě toho je tato databáze svou velikostí reprezentativní a závěry a doporučení získaná z Hloubkové analýzy dopravních nehod lze aplikovat na celostátní úrovni. To umožňuje výzkumným pracovníkům doplnit běžně dostupné policejní statistiky o další zjištění, která fakticky charakterizují okolnosti dopravních nehod. [22]

3 VÝSLEDKY

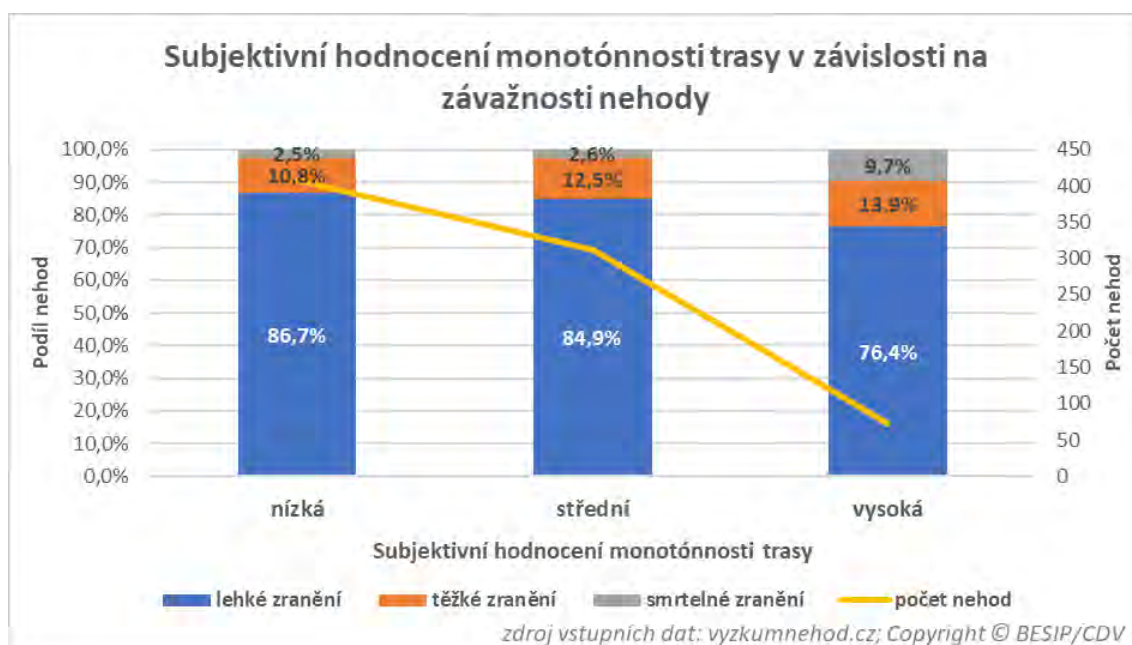
Dopravní nehody šetřené v rámci HADN byli zkoumány z pohledu dopravní infrastruktury, vozidla i lidského faktoru. Především bylo zkoumání zaměřeno na průběh nehodového děje a vliv infrastruktury na samotný nehodový děj. Jak již bylo zmíněno v úvodu, určit únavu, jako přispívající faktor vzniku nehody je často obtížné.

Z dat HADN vyplývá, že mezi typické znaky nehod, kde usnutí bylo jedním z hlavních přispívajících faktorů, patří zejména:

- vysoká monotónnost místa dopravní nehody
- předstřetová reakce oponenta, absentující reakce řidiče s únavou
- absence brzdných stop vozidla řidiče s únavou
- čelní střety, vyjetí mimo komunikaci vpravo a vlevo
- plynulé vyjetí s malým úhlem vyjetí
- vyšší střetové rychlosti v porovnání s nehodami bez únavy

3.1 Monotónnost trasy a místo nehody

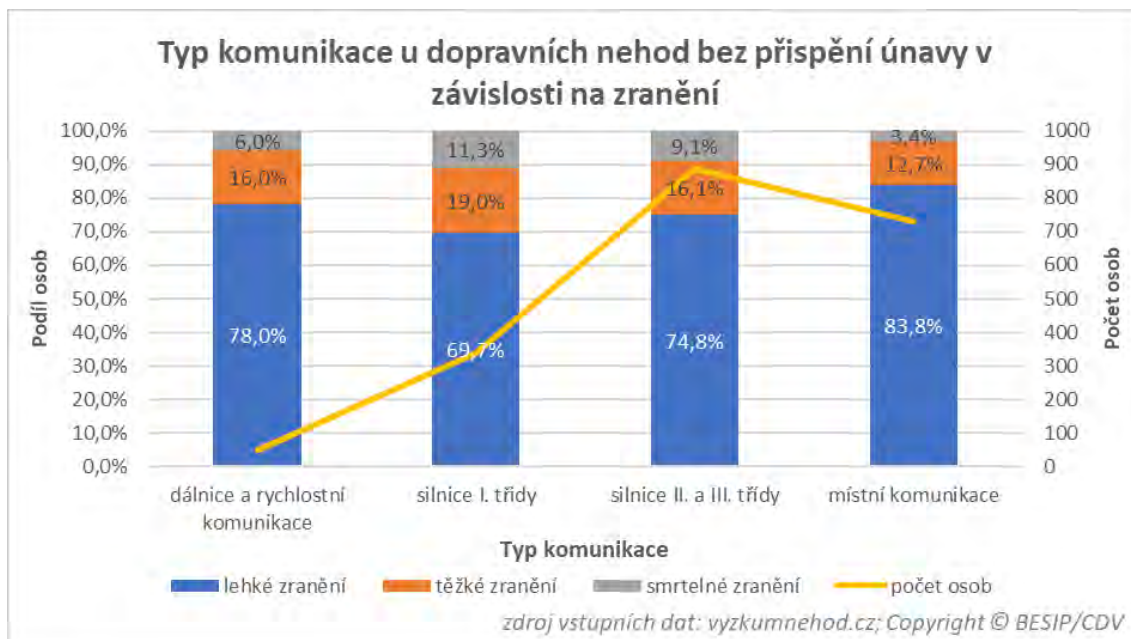
Na komunikacích, které byly dle subjektivního vnímání označeny jako vysoce monotónní, je riziko fatálních nehod téměř čtyřikrát vyšší než na trase s nižší monotónií, což zobrazuje graf 1 vycházející z dat HADN.



Graf 1 Subjektivní hodnocení monotónnosti trasy v závislosti na závažnosti nehod [autor]

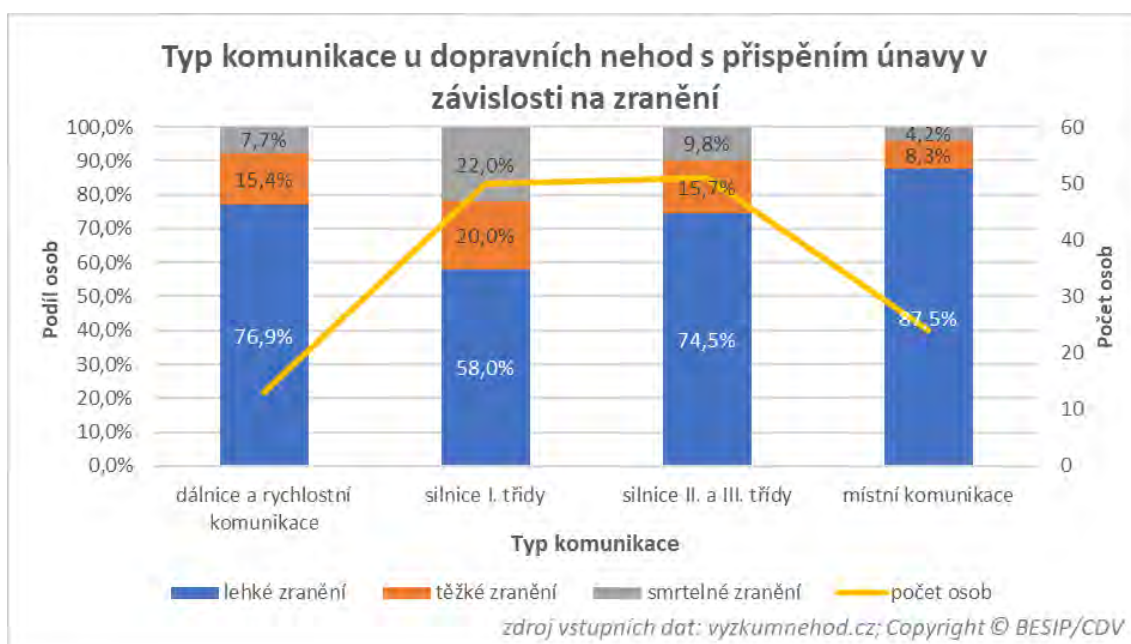
Graph 1 Subjective assessment of route monotony in relation to accident severity [author]

Závažnost zranění v závislosti na typu komunikace u nehod bez přispění únavy zobrazuje graf 2 a s přispěním únavy zobrazuje graf 3. Z grafů je patrné, že na komunikacích I. třídy u nehod, kde byla únava jedním z faktorů, je výrazně vyšší podíl nehod s fatálními zraněními ve srovnání s nehodami, kde únava nehrála roli. Ostatní typy komunikací mají srovnatelný podíl těžkých a smrtelných zranění.



Graf 2 Typ komunikace u dopravních nehod bez přispění únavy [autor]

Graph 2 Road type in traffic accidents where fatigue was not a contributing factor [author]



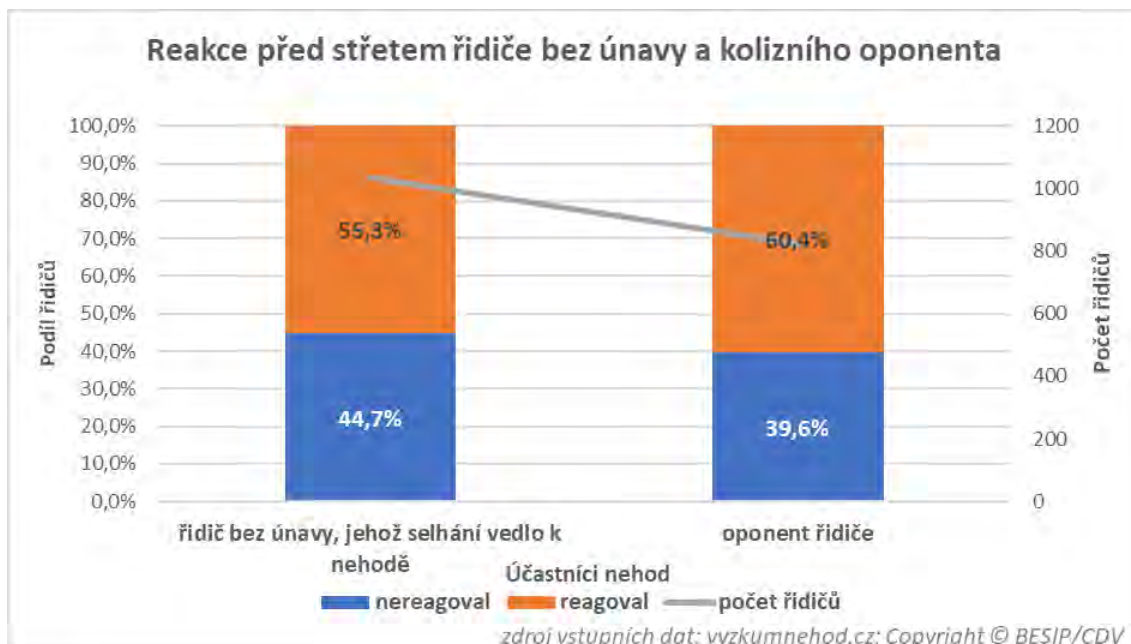
Graf 3 Typ komunikace u dopravních nehod s přispěním únavy [autor]

Graph 3 Road type in traffic accidents where fatigue was a contributing factor [author]

3.2 Reakce řidiče ovlivněného únavou a jeho oponenta

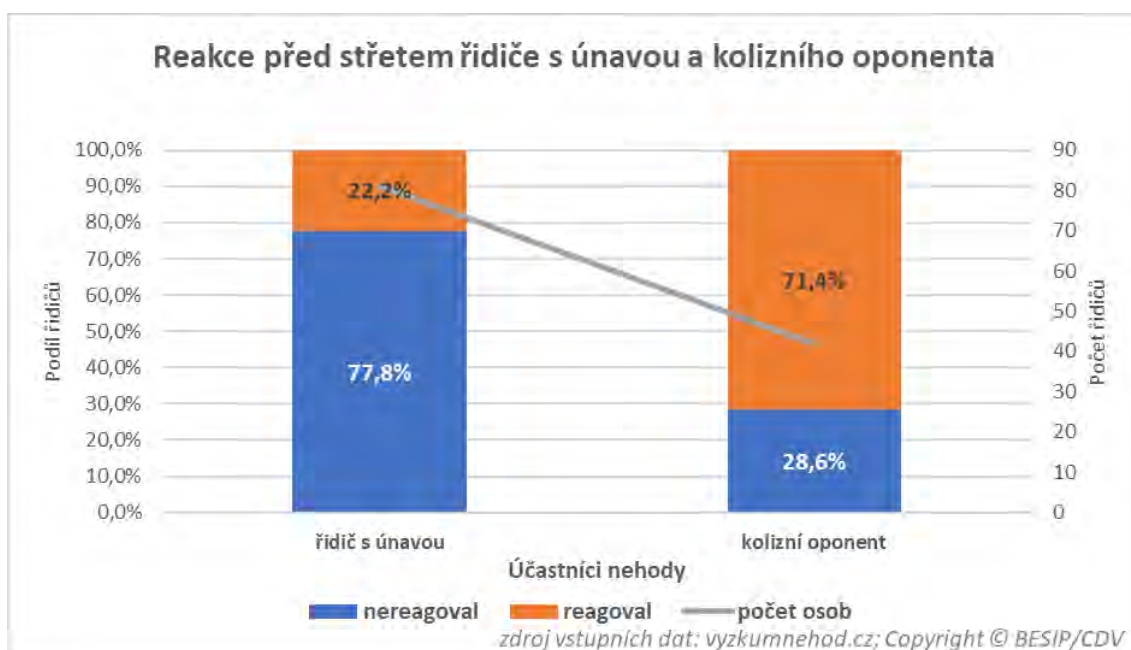
Z dopravních nehod šetřených v rámci HADN, je zřejmé, že v případech, kdy řidič přešel do protisměru, kde v daném okamžiku projíždí jiné vozidlo, dochází často k situaci, kdy se řidič vozidla v protisměru snaží na vzniklou situaci reagovat – brzděním a vyhýbáním mnohdy i vyjetím mimo vozovku.

Graf 4 a graf 5 znázorňují porovnání reakcí řidiče a jeho kolizního oponenta u nehod, kde byl řidič ovlivněn únavou a u nehod, při kterých řidič ovlivněn únavou nebyl. Je zřejmé, že pokud řidič nebyl ovlivněn únavou reagoval před nehodou v 55 % případů a jeho kolizní oponent před nehodou reagoval dokonce v 60 % případů. Naopak řidič ovlivněn únavou reagoval před nehodou pouze ve 22 % a jeho kolizní oponent se pokoušel nehodě zabránit ve více než 70 % případů.



Graf 4 Reakce před střetem řidiče bez únavy a kolizního oponenta [autor]

Graph 4 Pre-collision reaction of the driver without fatigue and the collision opponent [author]

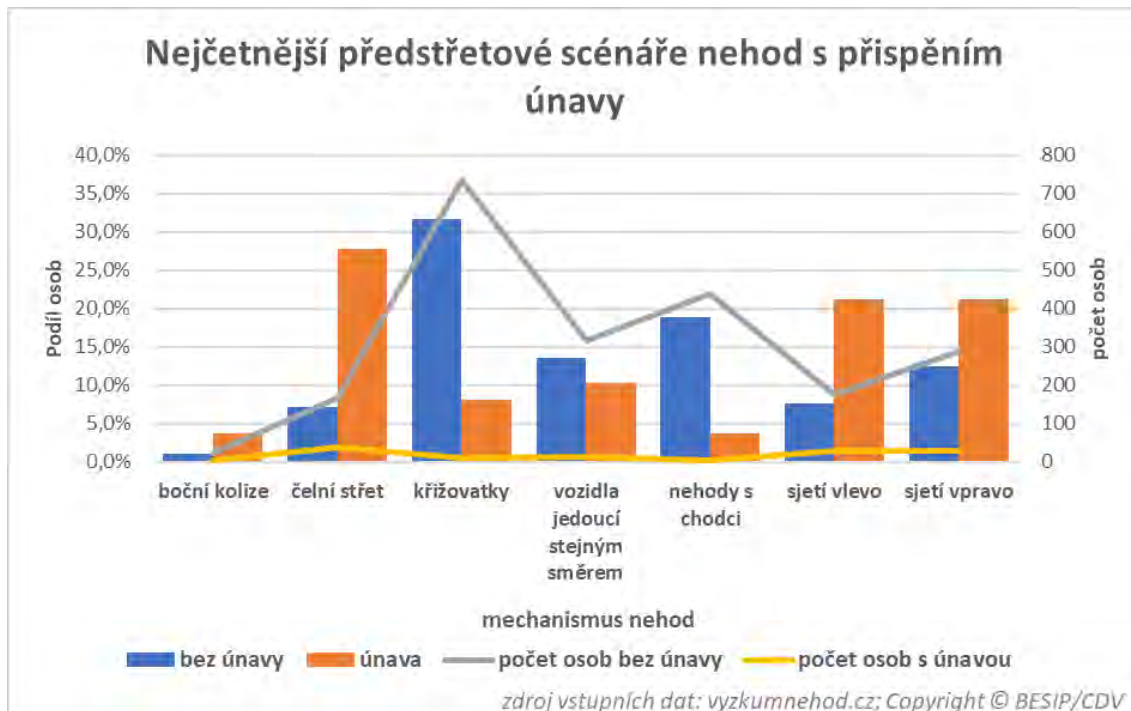


Graf 5 Reakce před střetem řidiče s únavou a kolizního oponenta [autor]

Graph 5 Pre-collision reaction of the driver with fatigue and the collision opponent [author]

3.3 Mechanismus nehodového děje – typy předstřetového scénáře

Dopravní nehody, na jejichž vzniku se podílela únava mají své typické předstřetové scénáře. Graf 6 zobrazuje porovnání s dopravními nehodami, kde se na vzniku únava nepodílela. Je zřejmé, že mezi nejčastější předstřetové scénáře nehod k jejichž vzniku přispěla únava se řadí čelní střety a sjetí vozovky vlevo či vpravo. Četnost čelních střetů u dopravních nehod s únavou je téměř o 20 % vyšší než u dopravních nehod bez únavy. Četnost vyjetí vozidla vpravo a vlevo mimo komunikaci je u dopravních nehod s únavou téměř stejná. V porovnání s nehodami bez únavy je však tato četnost sjetí vlevo o více než 12 % vyšší, a v případě sjetí vpravo je četnost téměř o 9 % vyšší. Oproti tomu dopravních nehod s chodci s přispěním únavy je o 15 % méně než u nehod bez únavy. Četnost dopravních nehod v křižovatkách je téměř čtyřnásobná v porovnání s nehodami s únavou.

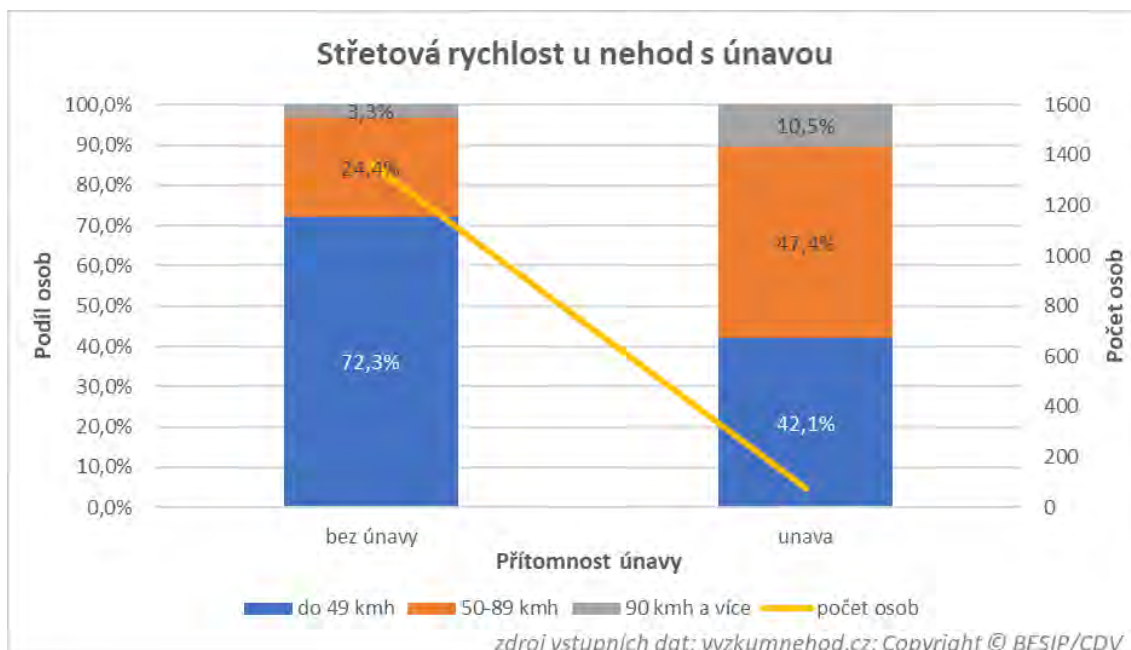


Graf 6 Nejčastější předstřetové scénáře u nehod s únavou [autor]

Graph 6 The most common pre-crash scenarios in accidents with fatigue [author]

3.4 Střetové rychlosti

Rizikovost dopravních nehod, k jejichž vzniku přispěla únava, je zapříčiněna také vyššími střetovými rychlostmi. Střetová rychlost vozidel u nehod bez únavy se ve více jak 72 % případů pohybuje do rychlosti 50 km/h, ovšem oproti tomu u dopravních nehod s přispěním únavy byla střetová rychlost do 50 km/h pouze ve 42 % případů, viz graf 7.



Graf 7 Střetová rychlost u nehod s únavou v porovnání se nehodami bez únavy [autor]

Graph 7 Collision speed in accidents with fatigue in relation to accidents without fatigue [author]

4 ANALÝZA DOPRAVNÍ NEHODY

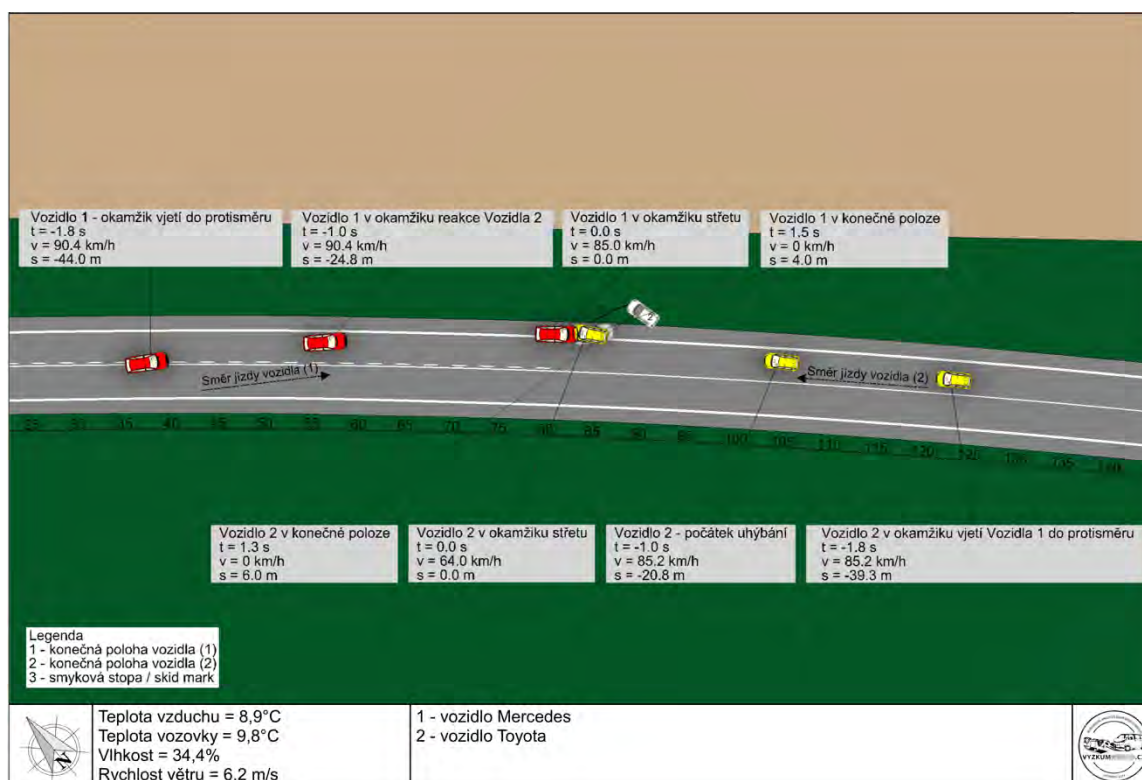
V této kapitole byla podrobně analyzována dopravní nehoda, za jejímž vznikem stála s největší pravděpodobností únava. Jednalo se o nehodu dvou osobních vozidel, ke které došlo na silnici I. třídy. Při dopravní nehodě došlo ke smrtelnému zranění jednoho z řidičů. Ostatní účastníci utrpěli těžké či lehké zranění. Tato nehoda splňovala všechny typické znaky nehodového děje dopravních nehod, na jejichž vzniku se podílela únava, stanovených na základě dat z HADN.

4.1 Dopravní infrastruktura

Z pohledu dopravní infrastruktury se jednalo o dvoupruhovou, směrově nerozdělenou komunikaci. Více než 5 kilometrů před místem střetu začínal úsek tří na sebe navazujících směrových oblouků, kdy dva z nich měly poloměr cca 1250 m a třetí měl poloměr více než 500 m. Na tyto směrové oblouky navazoval přímý úsek dlouhý více než 2,5 km, který končí v místě střetu mírným pravotočivým směrovým obloukem. V tomto směrovém oblouku došlo k přejetí vozidla řidiče, u kterého pravděpodobně došlo k mikrospánku, do protisměru. Cca 1,5 km před místem střetu se nachází čerpací stanice a cca 800 m před místem střetu je křižovatka, kterou ovšem řidič vozidla, které přejelo do protisměru, projížděl v přímém směru po hlavní komunikaci. V okolí komunikace se nachází pole a další nevýrazná vegetace. Na celém analyzovaném úseku se nachází dvakrát snížení rychlosti pomocí dopravní značky č. B 20a – nejvyšší dovolená rychlost na 70 km/h. Z podrobnější analýzy úseku více než 5 kilometrů před střetem lze tedy usuzovat, že se jednalo o monotónní trasu.

4.2 Intervalový diagram

Byla provedena simulace průběhu nehodového děje na základě získaných výpovědí svědků, kamerového záznamu nehody a zaměření poškození vozidel a stop. Z rozsahu poškození vozidel a z jejich postřetového pohybu byly stanoveny střetové rychlosti vozidel v technicky přijatelném rozmezím. Předstřetový pohyb vozidel byl stanoven pomocí kamerového záznamu. Průběh samotné nehody ilustruje obrázek 1, na kterém je zobrazen intervalový diagram. Z něj je také patrný předstřetový pohyb, vzájemná střetová poloha a konečná poloha vozidel.



Obrázek 1 Intervalový diagram [autor]

Figure 1 Interval diagram [author]

Vozidlo Mercedes (1) plynule opustilo pod malým úhlem (<10°) svůj jízdní pruh a přejelo do protisměru v čase přibližně 1,8 s před střetem. Na toto reagoval řidič vozidla Toyota (2), po uplynutí předpokládané reakční

doby (0,8 s) v čase cca 1 s před střetem, brzděním a uhýbáním směrem k pravé straně vozovky ve směru jeho jízdy. Z intervalového diagramu je také patrné, že řidič vozidla Mercedes (1) na vzniklou situaci nijak nereagoval.

Rychlost vozidla Mercedes (1) byla v okamžiku reakce vozidla Toyota (2) cca 85 až 95 km/h a vozidlo Mercedes (1) bylo v té době již kompletně v jízdním pruhu vozidla Toyota (2) a ve vzdálenosti přibližně 25 m před místem střetu. Rychlost vozidla Toyota byla na počátku uhýbání přibližně 80 až 90 km/h cca 21 m před místem střetu.

I přes úhybný manévr řidiče vozidla Toyota (2) došlo ke střetu vozidel u pravého kraje vozovky ve směru jízdy vozidla Toyota (2). Technicky přijatelné střetové rychlosti vozidel byly v rozmezí 80 až 90 km/h pro vozidlo Mercedes (1) a 60 až 70 km/h u vozidla Toyota (2). Obrázek 2 zobrazuje konečnou polohu vozidel po střetu.



Obrázek 2 Konečná poloha vozidel Mercedes (1) a Toyota (2) po střetu [autor]

Figure 2 Final rest position of Mercedes (1) and Toyota (2) after the collision [author]

4.3 Shrnutí analýzy dopravní nehody

Z provedené analýzy dopravní nehody byly zjištěny následující typické znaky nehodového děje s únavou:

- Vysoká monotónnost trasy nejméně 5 km před nehodou
- Místo střetu v mírné pravotočivé oblouku, který navazuje na přímý úsek
- Plynulé vyjetí mimo jízdní pruh pod malým úhlem (<10°)
- Absence reakce řidiče vozidla Mercedes, který byl ovlivněn únavou
- Včasná reakce řidiče vozidla Toyota – vyhýbání a brzdění
- Vysoké střetové rychlosti – 80 až 90 km/h pro vozidlo Mercedes a 60 až 70 km/h u vozidla Toyota

5 ZÁVĚR

Dopravní nehody, na jejichž vzniku se podílela únava patří mezi nejrizikovější z hlediska závažnosti zranění. Vysoká rizikovitost dopravních nehod s únavou je způsobena celou řadou faktorů.

Na základě šetřených dopravních nehod v rámci HADN byly stanoveny typické znaky dopravních nehod na jejichž vzniku se podílela únava. Mezi typické znaky dopravních nehod, kde byla jako přispívající faktor vzniku dopravní nehody stanovena únava, patří:

- Monotónnost trasy,
- předstřetová reakce oponenta a chybějící reakce řidiče s únavou; s tím související absence brzdných stop vozidla řidiče s únavou apod.,
- plynulé vyjetí mimo jízdní pruh s malým úhlem vyjetí,
- čelní střety a sjetí z vozovky vlevo či vpravo,
- vyšší střetová rychlost u nehod s únavou oproti nehodám bez únavy.

Na komunikacích, které byly dle subjektivního hodnocení označeny jako vysoce monotónní, je riziko fatálních nehod až čtyřikrát vyšší než na trase s nižší monotonií. Tyto závěry se shodují se studii [12] a [13]. Jako rizikové z pohledu vzniku dopravních nehod s únavou lze označit komunikace I. třídy. I tyto závěry korespondují se studii [19] a [20].

Řidiči ovlivnění únavou reagovali před střetem pouze ve 22 % oproti tomu jejich kolizní oponenti se pokoušeli nehodě zabránit ve více než 70 % případů. Tyto výsledky jsou v souladu se studií, která uvádí že u dopravních nehod zpravidla absentuje reakce řidiče s únavou [13].

Mezi nejčastější předstřetové scénáře dopravních nehod, na jejichž vzniku se podílela únava jsou čelní střety a také vyjetí mimo vozovku ať už vpravo tak vlevo. Četnost čelních střetů u dopravních nehod s únavou je téměř o 20 % vyšší než u dopravních nehod bez únavy. Četnost vyjetí vozidla vpravo a vlevo mimo komunikaci je u dopravních nehod s únavou téměř stejná. V porovnání s nehodami bez únavy je však tato četnost sjetí vlevo o více než 12 % vyšší, a v případě sjetí vpravo je četnost téměř o 9 % vyšší. Oproti tomu ve studii, která byla provedena formou dotazníkového šetření a kde se 10 % mužů a 4 % žen přiznalo, že v uplynulých 12 měsících usnuli při řízení, bylo uvedeno, že nejčastějším důsledkem usínání (více než 40 % incidentů) bylo překročení pravé hrany vozovky před probuzením, zatímco překročení středové linie vozovky bylo hlášeno v 16 % [23].

Střetová rychlost vozidel u nehod bez únavy byla ve více jak 72 % případů do 50 km/h, ovšem oproti tomu u dopravních nehod s přispěním únavy byla střetová rychlost do 50 km/h pouze ve 42 % případů.

Kromě výše uvedených typických znaků dopravních nehod s únavou, které byly podrobněji rozebrány, byla potvrzena také celá řada závěrů studií, zabývajících se dopravními nehodami s únavou. Mezi rizikové osoby z pohledu vzniku únavy patří muži [5], zejména mladí muži [6]. S těmito závěry se shodují také data z HADN. Bylo také zjištěno, že dopravní nehody způsobené mladými řidiči do 24 let, skončily v polovině případů těžkým, či smrtelným zraněním.

Dle dat z HADN způsobuje spánková deprivace výrazně vyšší riziko vzniku mikrospánku. Toto tvrzení se shoduje také se závěry studií [7] a [8].

K dopravním nehodám s únavou dle dat HADN nejčastěji dochází mezi 6. a 8. hodinou a mezi 14. a 16. hodinou. Oproti literatuře nastávají dle dat z HADN pouze dvě období, kdy je výraznější riziko vzniku dopravních nehod s únavou. Tyto nejkritičtější časy souvisejí v cirkadiálním rytmem, ale také s kontextem jízdy a dalšími proměnnými. Bylo zjištěno, že v období mezi 6. a 9. hodinou jsou únavou postiženi nejčastěji řidiči jedoucí do práce či z práce (řidiči pracující na směny). Naopak odpolední únavou jsou často postiženi řidiči na pracovní cestě. Jejich vznik může také souviset s postgastrální demencí.

Vyšší riziko únavy je podle HADN také spojené s delší ujetou vzdáleností. Únavou a mikrospánkem jsou řidiči více ohroženi v letních měsících. To souvisí především s vyšší okolní teplotou, ale také s čtenějšími cestami na dovolenou a tím souvisejícími delšími ujetými vzdálenostmi. I v tomto případě se závěry shodují s literaturou.

Na závěr byla provedena analýza dopravní nehody, za jejímž vznikem stála únava. Z provedené analýzy bylo zjištěno, že se před nehodu řidič, ovlivněný únavou, pohyboval vysoce monotónní trase nejméně 5 km před

nehodou, přičemž místo střetu se nacházelo v mírném pravotočivém oblouku, který navazoval na přímý úsek. K vyjetí mimo jízdní pruh došlo pod malým úhlem (<10°). Řidič protijedoucího vozidla na danou situaci reagoval brzděním a vyhýbáním. Řidič ovlivněný únavou nijak nereagoval. Ke střetu došlo při vysokých střetových rychlostech cca 85 km/h a 64 km/h. Tato nehoda vykazovala všechny typické znaky nehodového děje, které byly stanoveny ze studií a dat HADN.

Cílem článku bylo shrnout rizikové faktory vzniku únavy během řízení vozidla a typické znaky nehod, na jejichž vzniku se únava podílela. Uvedené závěry lze použít k určení, zda je možné uvažovat únavu, za přispívající faktor vzniku nehod. Jedná se především o případy, kdy příčinu a přispívající faktory není možné stanovit jinak. Díky tomu je možné lépe pochopit a popsat příčiny předmětné dopravní nehody.

6 PODĚKOVÁNÍ

Tento článek byl vytvořen za finanční podpory Ministerstva dopravy v rámci programu dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných organizací.

7 REFERENCE

- [1] NEMCOVA, Andrea; SVOZILOVA, Veronika; BUCSUHAZY, Katerina; SMISEK, Radovan; MEZL, Martin et al. Multimodal Features for Detection of Driver Stress and Fatigue: Review. Online. *IEEE transactions on intelligent transportation systems*. 2021, roč. 22, č. 6, s. 3214-3233. ISSN 1524-9050. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/TITS.2020.2977762>. [cit. 2023-12-01].
- [2] GONÇALVES, Marta; AMICI, Roberto; LUCAS, Raquel; ÅKERSTEDT, Torbjörn; CIRIGNOTTA, Fabio et al. Sleepiness at the wheel across Europe: a survey of 19 countries. Online. *Journal of sleep research*. 2015, roč. 24, č. 3, s. 242-253. ISSN 0962-1105. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jsr.12267>. [cit. 2023-12-01].
- [3] HASAN, Atikah a MOHD TAMRIN, Shamsul Bahri. Risk factors and evaluation of occupational fatigue among logistic truck drivers in Malaysia. Online. *Safety and health at work*. 2022, roč. 13, s. S201-S202. ISSN 2093-7911. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2021.12.1381>. [cit. 2023-12-01].
- [4] STUTTS, Jane C; WILKINS, Jean W; SCOTT OSBERG, J a VAUGHN, Bradley V. Driver risk factors for sleep-related crashes. Online. *Accident analysis and prevention*. 2003, roč. 35, č. 3, s. 321-331. ISSN 0001-4575. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(02\)00007-6](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(02)00007-6). [cit. 2023-12-01].
- [5] ALSARAYEH, Duha & IMAM, Rana. (2020). Analysis of Driver Fatigue Causes Using Log-Linear Models. *Advances in Transportation Studies*. 23-42.
- [6] WILLIAMSON, Ann; LOMBARDI, David A.; FOLKARD, Simon; STUTTS, Jane; COURTNEY, Theodore K. et al. The link between fatigue and safety. Online. *Accident analysis and prevention*. 2011, roč. 43, č. 2, s. 498-515. ISSN 0001-4575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.11.011>. [cit. 2023-12-01].
- [7] GOTTLIEB, Daniel J; ELLENBOGEN, Jeffrey M; BIANCHI, Matt T a CZEISLER, Charles A. Sleep deficiency and motor vehicle crash risk in the general population: a prospective cohort study. Online. *BMC medicine*. 2018, roč. 16, č. 1, s. 44-44. ISSN 1741-7015. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12916-018-1025-7>. [cit. 2023-12-01].
- [8] MESSERSCHMIDT, William. *Investigating the Role of Fatigue in Crashes* [přednáška]. Orlando, FL: WREX, 2023.
- [9] TVAROŽKOVÁ, Lucia; KANIOVÁ, Kamila; ZŮVALA, Robert; LABODOVÁ, Petra a BUCSUHÁZY, Kateřina. Drowsy driving, vulnerable times of the day and traffic accidents. Online. *Psychologie a její kontexty*. 2017, roč. 8, č. 2, s. 85-100. ISSN 1803-9278. [cit. 2023-12-05].
- [10] HORNE, Jim A.; REYNER, Louise A. Sleep related vehicle accidents. *Bmj*, 1995, 310.6979: 565-567.
- [11] BERGEL-HAYAT, Ruth, et al. Explaining the road accident risk: Weather effects. *Accident Analysis & Prevention*, 2013, 60: 456-465.

- [12] HORNE, J a REYNER, L. Vehicle accidents related to sleep: a review. Online. *Occupational and environmental medicine (London, England)*. 1999, roč. 56, č. 5, s. 289-294. ISSN 1351-0711. Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/oem.56.5.289>. [cit. 2023-12-01].
- [13] HAVLÍK, Karel. *Psychologie pro řidiče: zásady chování za volantem a prevence dopravní nehodovosti*. Praha: Portál, 2005. ISBN 80-7178-542-3.
- [14] HORNE, J. A. a REYNER, L. A. Driver sleepiness. Online. *Journal of sleep research*. 1995, roč. 4, č. S2, s. 23-29. ISSN 0962-1105. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.1995.tb00222.x>. [cit. 2023-12-01].
- [15] DAWSON, Drew; REYNOLDS, Amy C.; VAN DONGEN, Hans P.A. a THOMAS, Matthew J.W. Determining the likelihood that fatigue was present in a road accident: A theoretical review and suggested accident taxonomy. Online. *Sleep medicine reviews*. 2018, roč. 42, s. 202-210. ISSN 1087-0792. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.smr.2018.08.006>. [cit. 2023-12-01].
- [16] HORNE, Jim a REYNER, Louise. Sleep-related vehicle accidents: some guides for road safety policies. Online. *Transportation research. Part F, Traffic psychology and behaviour*. 2001, roč. 4, č. 1, s. 63-74. ISSN 1369-8478. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S1369-8478\(01\)00014-6](https://doi.org/10.1016/S1369-8478(01)00014-6). [cit. 2023-12-01].
- [17] DOBBIE, Kim. *Fatigue-related crashes: An analysis of fatigue-related crashes on Australian roads using an operational definition of fatigue*. Australian Transport Safety Bureau, 2002. ISBN 1877071056.
- [18] NCSDR/NHTSA. *Drowsy Driving and Automobile Crashes: Report and Recommendations*. PDF. V2. 1998. Dostupné z: <https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.gov/files/808707.pdf>. [cit. 2023-12-01].
- [19] PHILIP, Pierre; CHAUFONT, Cyril; ORRIOLS, Ludivine; LAGARDE, Emmanuel; AMOROS, Emmanuelle et al. Complaints of Poor Sleep and Risk of Traffic Accidents: A Population-Based Case-Control Study. Online. *PloS one*. 2014, roč. 9, č. 12, s. e114102-e114102. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114102>. [cit. 2023-12-01].
- [20] HORNE, J A a REYNER, L A. Sleep related vehicle accidents. Online. *BMJ*. 1995, roč. 310, č. 6979, s. 565-567. ISSN 0959-8138. Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/bmj.310.6979.565>. [cit. 2023-12-01].
- [21] JUZA, Jiří, Jindřich FRIČ, Petr SEMMLER et al. *Hlubková analýza dopravních nehod v ČR*. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., 2014. 28 s. (aktualizovaná verze metodiky z roku 2009)
- [22] ZŮVALA, Robert; BUCSUHÁZY, Kateřina; VALENTOVÁ, Veronika a FRIČ, Jindřich. Representativeness of czech in-depth accident data. Online. *Safety (Basel)*. 2021, roč. 7, č. 2, s. 40. ISSN 2313-576X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/SAFETY7020040>. [cit. 2023-12-04].
- [23] SAGBERG, Fridulv. Road accidents caused by drivers falling asleep. Online. *Accident analysis and prevention*. 1999, roč. 31, č. 6, s. 639-649. ISSN 0001-4575. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(99\)00023-8](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(99)00023-8). [cit. 2023-12-01].

Úvod do dokumentace vozidel pomocí mobilního telefonu

Introduction to Vehicle Documentation Using a Mobile Phone

Roman Mikulec^{*1}, Jakub Motl¹

¹Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.

Rozšířený abstrakt

Úvod

Řada současných generací mobilních telefonů je vybavena fotoaparátů s vysokým rozlišením a senzory, které jsou schopny zaznamenat vzdálenost od objektů. Výpočetní výkon těchto zařízení pak umožňuje zpracování takto získaných dat pro vytvoření 3D modelů, přičemž dokumentaci lze provést i na větších objektech, jako jsou vozidla. Řada mobilních aplikací těchto možností využívá a je prezentována jako vhodná i pro forenzní dokumentaci, například při dokumentaci poškození vozidel, nebo místa dopravní nehody. Je však stále otázkou, s jakou přesností lze tyto aplikace využít a jaké jsou jejich limity.

Podklady a metody

Pro posouzení přesnosti dokumentace mobilním telefonem bylo provedeno naskenování vozidla pomocí laserového 3D skeneru Leica RTC360. Tento sken vozidla sloužil jako reference, ke které byla přirovnána dokumentace z mobilního zařízení. Pro porovnání byla zvolena mobilní aplikace Recon3D, která je jednou z aplikací, prezentovaných pro forenzní dokumentaci, a jejímž výstupem je mračno bodů. Pro porovnání měření byl využit program CloudCompare, ve kterém bylo provedení vzdálenosti mezi dvěma zvolenými body u obou metod dokumentace a rovněž porovnání mračna bodů, získaného mobilním zařízením (Apple iPhone 15 Pro) s mračnem bodů, získaným laserovým skenerem.

Výsledky

Z porovnání obou metod měření vyplývá, že od poměrně přesné dokumentace vozidla laserovým 3D skenerem (s přesností měření v řádu mm) dosahuje měření s využitím mobilních telefonů, resp. mobilních aplikací odchylky, pohybující se do cca 2 cm. Nelze vyloučit, že část nepřesnosti byla způsobena uživatelskou chybou při získání dat a že celková přesnost by mohla být navýšena při použití slícovacích terčů, které lze použít pro kalibraci měřítka.

Závěr

Na základě provedeného testování mobilní aplikace Recon3D pro 3D dokumentaci vozidla bylo dosaženo poměrně dobré přesnosti měření, která by byla dostatečná v rámci analýzy dopravních nehod při stanovení deformační energie na základě rozsahu deformace vozidla, nebo při dokumentaci konečné polohy vozidla. Ve výzkumu však bude nezbytné provést řadu dalších testů pro prověření více aplikací (i mobilních zařízení) a také pro stanovení jejich přesnosti měření, limitací a optimálního postupu dokumentace, který zajistí možnost získat maximum dat s minimální chybou.

Klíčová slova: Dokumentace vozidla, 3D, LiDAR, mobilní aplikace, Recon3D

Citace:

MIKULEC, Roman a MOTL, Jakub. Úvod do dokumentace vozidel pomocí mobilního telefonu. Online. *Soudní inženýrství*. 2023, roč. 34, č. 02, s. 44-52. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.44>.

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2023.2.44

*Korespondenční adresa autora:

roman.mikulec@cdv.cz

Přijato do redakce:

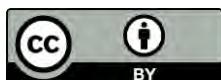
06.12.2023

Recenzní řízení:

19.12.2023

Publikováno:

24.12.2023



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

Introduction

Many current generations of mobile phones are equipped with high-resolution cameras and sensors that can detect the distance to objects. The computing power of these devices then allows the data thus obtained to be processed to create 3D models, with documentation possible even on larger objects such as vehicles. Many mobile applications take advantage of these capabilities and are presented as suitable for forensic documentation, for example, in the documentation of vehicle damage or accident sites. However, there is still a question about how accurately these apps can be used and what are their limitations.

Materials and methods

To assess the accuracy of the documentation with a mobile phone, the vehicle was scanned using a Leica RTC360 3D laser scanner. This vehicle scan served as a reference against which the documentation from the mobile device was compared. The mobile application Recon3D, which is one of the applications presented for forensic documentation and whose output is a point cloud, was chosen for comparison. The CoudCompare program was used to compare the measurements, in which the distance between the two selected points was performed for both documentation methods, as well as the comparison of the point cloud obtained by the mobile device (Apple iPhone 15 Pro) with the point cloud obtained by the laser scanner.

Results

The comparison of both measurement methods shows that the measurement using mobile phones or mobile applications achieves deviations of up to about 2 cm from the relatively accurate documentation of the vehicle with a 3D laser scanner (with a measurement accuracy of a few mm). It cannot be ruled out that part of the inaccuracy was due to user error in data acquisition and that the overall accuracy could be increased by using slicing targets that can be used for scale calibration.

Conclusions

Based on the testing performed on the Recon3D mobile application for 3D vehicle documentation, a relatively good measurement accuracy was achieved, which would be sufficient in the context of accident analysis when determining the deformation energy based on the extent of vehicle deformation or when documenting the final position of the vehicle. However, a number of further tests will be necessary in the research to investigate more applications (including mobile devices) and also to determine their measurement accuracy, limitations and the optimal documentation procedure to ensure that maximum data can be obtained with minimum error.

Keywords: Vehicle Documentation, 3D, LiDAR, Mobile App, Recon3D

Citation:

MIKULEC, Roman a MOTL, Jakub. Úvod do dokumentace vozidel pomocí mobilního telefonu. Online. *Soudní inženýrství*. 2023, roč. 34, č. 02, s. 44-52. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.44>.

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2023.2.44

*** Author's correspondence address:**

roman.mikulec@cdv.cz

Accepted for editing:

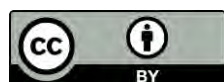
December 06, 2023

Review proceedings:

December 19, 2023

Published:

December 24, 2023

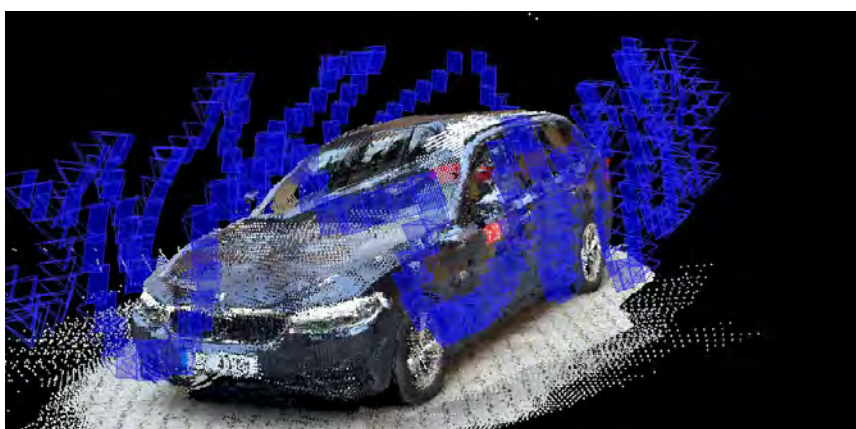


Copyright: © 2023 The Author. This work is licensed under Attribution 4.0 International. To view a copy of this license, visit: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

1 Úvod

Takřka s každou novou generací soudobých mobilních zařízení se zvyšuje výkon jejich procesorů, rozlišení objektivů jejich fotoaparátů a jejich celková funkčnost. Hlavní fotoaparát mobilních zařízení značky Apple je dále doplněn senzorem vzdálenosti - konkrétně se jedná o LiDAR (Light Detection And Ranging). Tento senzor umožňuje dálkové měření vzdálenosti na základě výpočtu doby šíření pulsu laserového paprsku odraženého od snímaného objektu. Primární funkce tohoto senzoru je rozšíření funkčnosti fotografických aplikací mobilních zařízení, nicméně řada aplikací využívá tento senzor i pro 3D dokumentaci.

Z obecného hlediska lze využít každé mobilní zařízení vybavené fotoaparátem pro pořízení 3D dokumentace prostřednictvím fotogrammetrie. Fotogrammetrie je geometrický postup, který umožňuje určení tvaru, velikosti a polohy reálných objektů na základě fotografického snímku (resp. snímků). K tomuto účelu lze využít řadu aplikací přímo v mobilních zařízeních (např. PIX4D Catch, Polycam nebo RealityScan), nebo lze mobilní zařízení využít pro pořízení snímků, které jsou následně zpracovány v jiném programu (např. Agisoft Metashape, 3DF Zephyr, Reality Capture, Photomodeler a řada dalších). Dráha, po které se mobilní zařízení pohybovalo při fotogrammetrické dokumentaci je znázorněna modrými trojúhelníky na následujícím obrázku.



Obrázek 1 Náhled na 3D model, získaný pomocí fotogrammetrie v aplikaci PIX4D Catch s vyznačenými pozicemi mobilního zařízení při pořízení dokumentace [Autor]

Figure 1 A preview of the 3D model obtained by photogrammetry in PIX4D Catch with the positions of the mobile device (blue rectangles) during documentation [Autor]

Využívání mobilních zařízení za účelem pořízení 3D dokumentace se stává stále běžnější. Pro dokumentaci objektů a následné vytvoření 3D modelů je dostupné množství aplikací (jak volně dostupných, tak placených) využívajících jak výše zmíněné fotogrammetrie, tak kombinující data získaná pomocí LiDARu s fotogrammetrií. Jedná se o aplikace jako Scaniverse, Recon 3D, Polycam a řadu dalších. Jako příklad slouží následující ukázky.



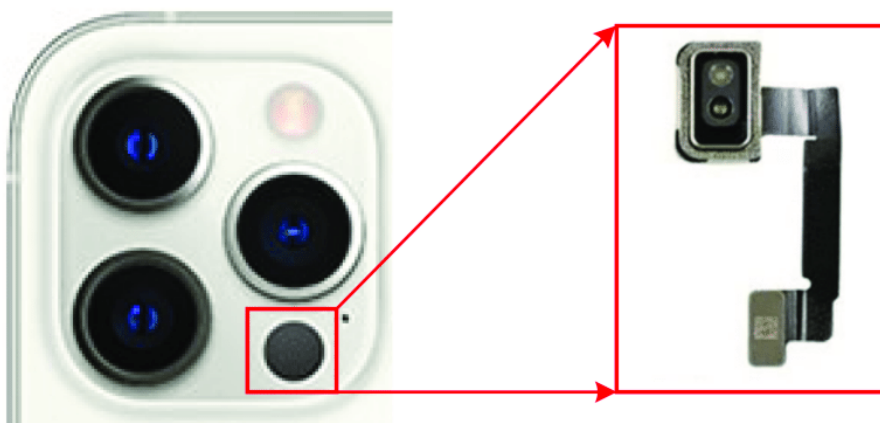
Obrázek 2 3D model motocyklu získaný mobilními aplikacemi (vlevo Scaniverse, vpravo Recon3D) [Autor]

Figure 2 3D model of a motorcycle obtained by mobile applications (Scaniverse on the left, Recon3D on the right) [Autor]

Hlavní otázkou používání těchto aplikací je však stále jejich přesnost a postup, který je při dokumentaci objektu nutné dodržet pro získání maximálního množství dat, resp. detailů objektů. V rámci tohoto příspěvku bude popis dokumentace s využitím mobilních zařízení omezen na ty, které pro svou funkci využívají LiDAR v kombinaci s fotogrammetrií.

2 PRINCIP FUNKCE

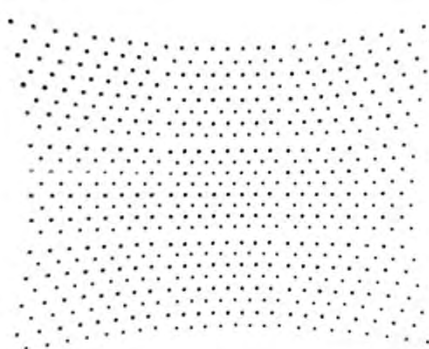
V roce 2020 přidala společnost Apple do některých mobilních zařízení (iPad a iPhone Pro) senzor pro detekci a měření vzdálenosti – LiDAR (viz obrázek 3). Jedná se o optický senzor, který využívá světelné pulzy v infračerveném spektru pro určení vzdálenosti mezi senzorem a povrchem. Měření je čas potřebný k vyslání pulsu světla a jeho odrazu zpět na senzor. Tato metoda poskytuje informace o vzdálenosti k jednotlivým bodům objektu. Dosah tohoto senzoru je udáván cca 5 m, přičemž může být snížen vlivem okolního prostředí, zejména silného slunečního svitu. [1]



Obrázek 3 LiDAR senzor telefonu iPhone [2]

Figure 3 A The LiDAR sensor included in the iPhone [2]

LiDAR vytváří při dokumentaci tzv. hloubkovou mapu, kterou lze chápat jako statický obraz s informacemi o vzdálenosti k jednotlivým objektům, zachyceným na obrazu. Pro zachycení dokumentované scény jsou senzorem vysílány pulzy světla v konkrétním vzoru (viz obrázek 4), resp. mřížce pro pokrytí co největšího prostoru. [3][1]



Obrázek 4 Matice bodů vysílaná mobilním zařízením iPhone 12 Pro, složená z 9 sektorů po 8 x 8 bodech [4]

Figure 4 The iPhone 12 Pro emitted a matrix of points composed of 9 sectors of 8 x 8 points [4]

Informace o barvě objektu jsou zachyceny pomocí kamery a přiřazeny odpovídajícím souřadnicím. Mobilní zařízení lze tedy s přidáním senzoru LiDAR, kamer s vysokým rozlišením a přesné inerciální měřící jednotky, tj. pozičních senzorů a aplikace pro sběr a zpracování těchto dat, použít obdobně jako 3D skener. [5][6]

3 DOKUMENTACE S VYUŽITÍM MOBILNÍCH ZAŘÍZENÍ

3.1 Postup měření

Dokumentace s využitím mobilních zařízení probíhá v zásadě identicky, bez ohledu na použitý přístroj a řídí se potřebami aplikace. Při dokumentaci je obvykle uživateli na obrazovce znázorněn dokumentovaný objekt a aplikací je znázorněna úroveň (resp. úplnost) dokumentace objektu (např. pomocí barevných bodů v případě aplikace Recon3D, nebo vyšrafování nezadokumentované oblasti v případě aplikace Scaniverse, viz obrázek 5).



Obrázek 5 Dokumentace objektu s využitím různých aplikací (vlevo – Recon3D, vpravo - Scaniverse) [Autor]

Figure 5 Object documentation using different applications (left - Recon3D, right - Scaniverse) [Author]

Jelikož většina mobilních aplikací využívá pro vytvoření 3D modelu fotogrametrii, je nutné zajistit dostatečný překryv mezi pořizovanými snímky, a tedy zařízením pohybovat dostatečně pomalu a plynule a pokrýt požadované oblasti. Kromě optimální plynulosti pohybu je nutné zajistit i správnou vzdálenost od dokumentovaného objektu. Není tedy vhodné provádět rychlé změny úhlu snímání, nebo vzdálenosti od snímaného objektu (tedy přecházet rychle z detailu na dokumentaci celého objektu). Tímto může docházet ke zkreslení, mohou vznikat parazitní fragmenty nebo může dojít i k celkovému znehodnocení dokumentace. [3][7]

Dalším faktorem, který je nutné při dokumentaci zohlednit je poloha (resp. natočení) zařízení vůči dokumentovaným objektům, kdy některé studie uvádí, že je vhodné zařízení držet kolmo k rovině podkladu. U rovinných objektů, jako je např. těleso vozovky, je pak vhodné zařízení držet k této rovině pod mírným úhlem. Optimální postup je však stále předmětem výzkumu a praktických testů (zejména s ohledem na neustálý vývoj těchto aplikací i zařízení).

V závislosti na použité aplikaci je uživateli poskytnuto několik úrovní podrobnosti dokumentace, od které se odvíjí čas, potřebný pro dokumentaci, přičemž některé aplikaci tímto rovněž omezí čas poskytnutý uživateli. Doba, potřebná pro dokumentaci vozidla se pohybuje řádově v jednotkách minut, v závislosti na detailnosti dokumentace. [3][7][8] S podrobností dokumentace se přirozeně pojí i množství získaných dat a doba, potřebná pro jejich zpracování. [6]

3.2 Výsledky měření

Po dokončení dokumentace je nutné data zpracovat, resp. exportovat. Postup se liší v závislosti na aplikaci i požadavcích na zpracování a obvykle jej lze provést přímo v přístroji, nebo odeslat na zpracování online (na „cloud“). [7]

Při využití mobilních zařízení pro skenování byly ve výsledných modelech v některých případech patrné tzv. artefakty a nepřesnosti – např. posun textury, nebo dílčích částí dokumentovaného objektu, změny rozměrů oproti skutečnosti apod. Obrázek 6 ilustruje tyto nepřesnosti. Je tak vždy nezbytné provést kontrolu získaných dat, respektive vytvořeného modelu. [7]

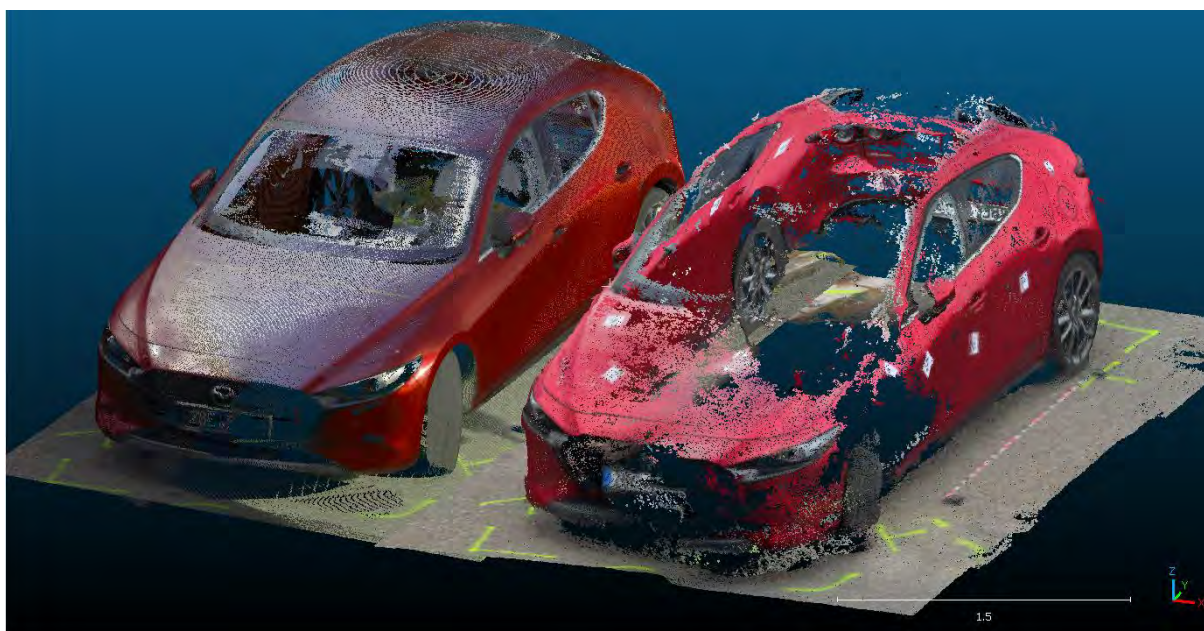


Obrázek 6 Chyba v podobě posunu textury na dokumentovaném modelu vozidla (aplikace Scaniverse) [Autor]

Figure 6 Texture shift error on documented vehicle model (Scaniverse application) [Author]

Přesnost dokumentace se může lišit i v závislosti na použité aplikaci. Například studie [6] na základě testování upozorňuje, že rozlišení 3D sítí generovaných pomocí testovaných aplikací nemusejí být dostatečné pro použití pro forenzní účely. Jelikož tyto mobilní aplikace využívají pro svou funkci LiDAR, lze předpokládat možné zkreslení, či nepřesnosti v případě dokumentace lesklých ploch (podobně, jako o běžných laserových 3D skenerů). Tyto limitace lze minimalizovat jejich zmatněním, např. použitím prášku nebo křídového spreje.

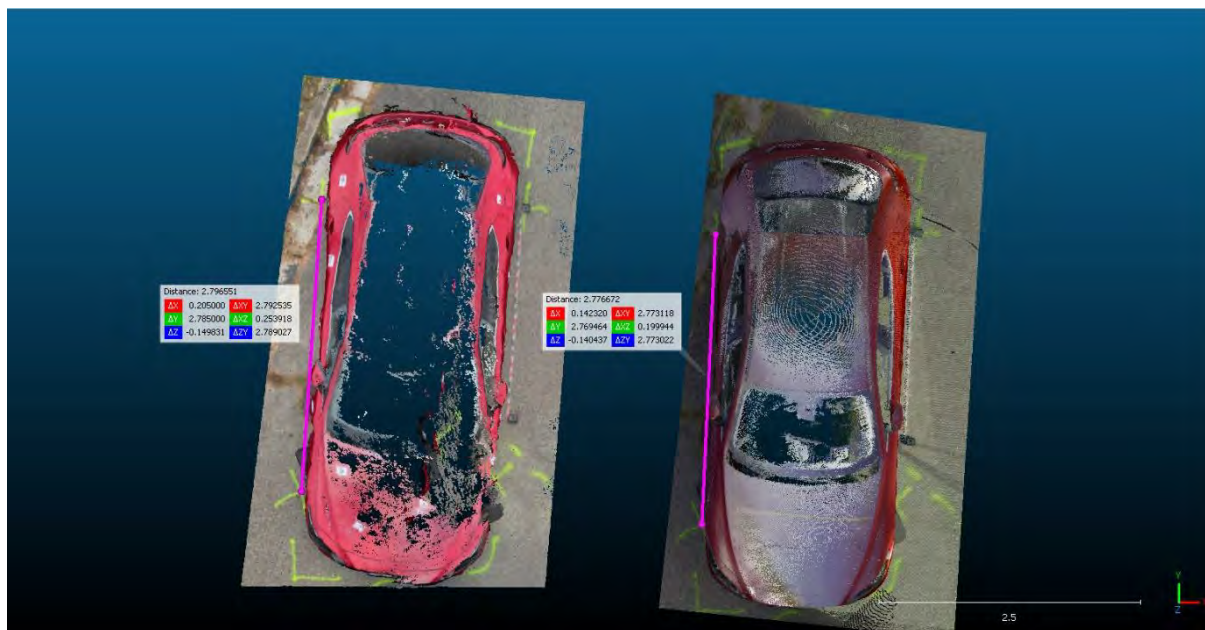
V rámci předběžného testování, provedeného autory tohoto článku byla testována přesnost mobilní aplikace Recon3D při dokumentaci fingované dopravní nehody, přičemž pro srovnání bylo vybráno jedno ze „zúčastněných“ vozidel – Mazda 3. Předmětné vozidlo a jeho poloha byly zadokumentovány pomocí laserového 3D skeneru Leica RTC360 a rovněž pomocí mobilní aplikace telefonem Apple iPhone 15 Pro, viz obrázek 7. Laserový skener byl kalibrován na začátku roku 2023 a zaměření tímto přístrojem bylo považováno za vysoce přesné (odchylka v rámci registrace jednotlivých pozic skeneru se pohybovala do cca 6 mm). Porovnání tedy bylo provedeno právě vůči dokumentaci, pořízené tímto skenerem.



Obrázek 7 Dokumentace vozidla (vlevo – skener Leica RTC360, vpravo – mobilní aplikace Recon3D) [Autor]

Figure 7 Vehicle documentation (left - Leica RTC360 scanner, right - Recon3D mobile app) [Author]

Při porovnání dokumentace provedené skenerem a s využitím mobilní aplikace, je na první pohled patrný rozdíl v dokumentaci levé přední části vozidla a zejména střechy. Tento rozdíl lze vysvětlit chybou uživatele mobilní aplikace, kdy tyto části nebyly řádně zdokumentovány a aplikace tedy neměla dostatek dat pro zpracování výsledného mračka bodů (pro zpracování bylo použito nastavení rozlišení na 5 mm a dosah měření do 5 m).



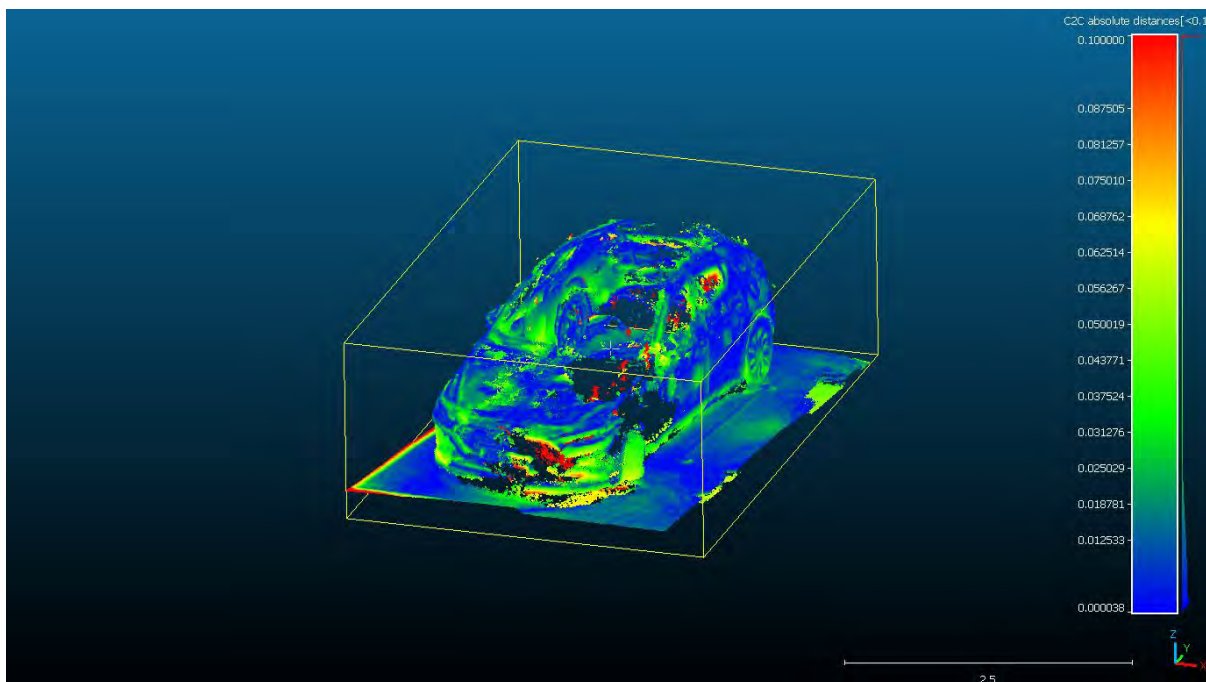
Obrázek 8 Odměření vzdálenosti shodných bodů na vozovce (vlevo – mobilní aplikace, vpravo – 3D skener) [Autor]

Figure 8 Measuring the distance of identical points on the road (left - mobile application, right - 3D scanner) [Author]

Pro porovnání měření byly vedle sebe v programu CloudCompare (v2.12.4) umístěny mračka bodů získaná 3D skenerem a mobilní aplikací. Na vozovce pak byly vybrány shodné body (v tomto případě průnik čar, vymezující osu pravých kol vozidla) a mezi těmito body byla změřena vzdálenost, viz obrázek 8. Při tomto typu měření lze opět předpokládat určitou chybu uživatele, kdy měření závisí na výběru shodných bodů.

V případě 3D skeneru byla vzdálenost odměřovaných bodů (resp. pozic na vozovce) cca 2,78 m, v případě mobilní aplikace pak cca 2,80 m. Tento výsledek, resp. takovouto přesnost lze považovat za přijatelnou, a dostatečnou i pro následnou forenzní analýzu, zejména pokud by takto byla zaměřena konečná poloha vozidla. Samotný rozvor předmětného vozidla je cca 2,73 m, nicméně v daném případě lze rozdíl přisoudit spíše chybě, vzniklé při vyznačení os jednotlivých kole značkovacím sprejem na vozovce.

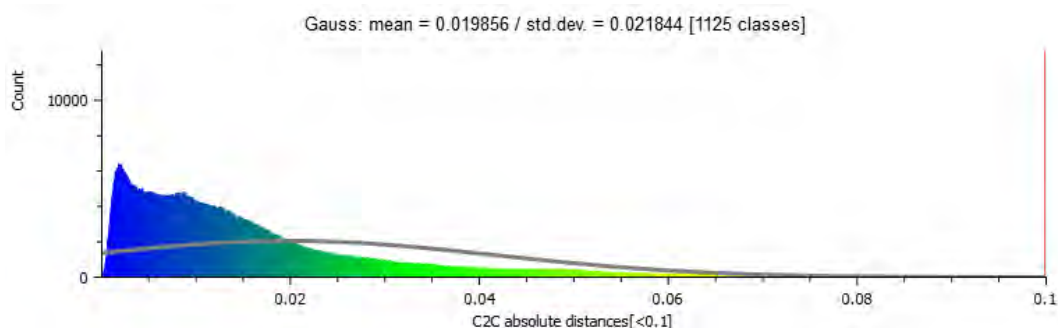
Pro přesnější srovnání dokumentace vozidla s využitím mobilní aplikace pak bylo provedeno slícování obou mraček bodů na sebe přímo v programu CloudCompare a využití interní funkce programu odměření vzdálenosti obou mraček bodů (resp. nejbližších bodů mezi sebou). Pro znázornění tohoto srovnání bylo využito funkce, která obarví body v závislosti na jejich vzdálenosti od předlohy (tj. od dokumentace 3D skenerem), přičemž body, které jsou si blízko mají modrou barvu, nejvzdálenější body pak barvu červenou, viz obrázek 9. Horní hranice zvolené škály byla nastavena na 10 cm, jelikož některé body dokumentace dosahovaly i takovéto nepřesnosti.



Obrázek 9 Srovnání mračka bodů získaného mobilní aplikací a 3D skenerem v programu CoudCompare [Autor]

Figure 9 Comparison of point cloud obtained by mobile app and 3D scanner in CoudCompare

Výsledek porovnání obou mraček bodů bylo v programu možné vyexportovat v podobě grafu distribuce absolutních vzdáleností příslušných bodů mezi sebou, viz obrázek 10. Z výsledku je patrné, že nejčastější vzdálenost bodů se pohybuje do cca 2 cm (střední hodnota vzdálenosti je cca 19 mm, směrodatná odchylka pak 21 mm).



Obrázek 10 Graf distribuce vzdálenosti bodů v programu CoudCompare [Autor]

Figure 10 Point distance distribution graph in CoudCompare software [Autor]

4 ZÁVĚR

Výpočetní výkon mobilních telefonů se navyšuje takřka s každou generací, přičemž se navyšuje i kvalita jejich fotoaparátů (resp. jejich maximální rozlišení). Díky používání zabudovaných senzorů v mobilních telefonech některých výrobců (zejména se jedná o senzor LiDAR) jsou telefony schopny odměřovat svou vzdálenost od objektů. Tohoto jsou schopny využívat některé aplikace, které kombinují data z těchto senzorů s fotogrammetrií, čímž lze pořídit 3D dokumentaci objektů v patřičném měřítku a rovněž barevnou informaci.

K dispozici je celá řada aplikací (jak volně stažitelných tak placených), které jsou si svou funkcí velmi podobné a liší se zejména zamýšleným použitím (některé jsou avizovány pro dokumentaci malých objektů pro vývojáře her, některé jsou naopak avizovány pro forenzní dokumentaci), přičemž rozdíl lze spatřovat i ve výstupu aplikací, kdy některé z aplikací poskytují výstup v podobě mračka bodů (tedy jednotlivých, individuálně obarvených bodů v prostoru) a některé vytváří 3D objekt, resp. model, ve kterém jsou jednotlivé body spojeny do samostatných ploch (tzv. mesh model), na který je nanesena textura z fotoaparátu.

V rámci tohoto článku bylo provedeno porovnání mobilní aplikace Recon3D, jejímž výstupem je právě mračno bodů a 3D laserového skeneru Leica RTC360 při dokumentaci vozidla Mazda 3. Z výsledku měření je patrné, že rozdíl v zaměřených bodech se pohyboval převážně v hodnotách do cca 2 cm, což lze považovat jako dostatečně přesné pro účely analýzy dopravních nehod, zejména pokud se týče dokumentace konečného postavení vozidla, nebo i analýzy deformací vozidla za účelem stanovení působící deformační energie.

Největší chyba při dokumentaci pořízené mobilním telefonem byla způsobena uživatelem, resp. nevhodným postupem dokumentace, při které nebyly dostatečně pečlivě zadokumentovány některé části vozidla – konkrétně levý přední bok a střecha. Samotná aplikace pak umožňuje využití lícovacích terčů pro nastavení měřítka, čímž je dále kompenzována nepřesnost měření (řádově o několik procent), která nebyla v rámci dokumentace využita.

Představená mobilní aplikace, a řada dalších aplikací představuje zajímavou alternativu při pořízení 3D dokumentace, která je lákavá zejména z pohledu nákladů na pořízení ve srovnání s laserovými 3D skenery. Stále však zůstává otázkou přesnost těchto aplikací a stanovení limitů jejich použití, a to nejen z pohledu přesnosti dokumentace, ale i tvarů, či objektů, které lze těmito aplikacemi zaznamenat. Z tohoto důvodu bude nutné provést řadu dalších testů a srovnání aplikací, a jednoznačně tak stanovit nejel limity, ale i doporučit postup dokumentace tak, aby byl uživatel schopen získat maximum dat s minimální chybovostí.

5 PODĚKOVÁNÍ

Tento článek byl vytvořen za finanční podpory Ministerstva dopravy v rámci programu dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných organizací.

6 REFERENCE

- [1] LI SCIO, Eugene a LIM, Jihwa. Recon-3D Measurement Accuracy Study for Small Scenes. Online. In: *Journal of the Association of Crime Scene Reconstruction*. Forest Hill, MD, USA: Association of Crime Scene Reconstruction, 2023, s. 1-10. Dostupné z: <https://forensiclibrary.org/archives/33929>. [cit. 2023-12-07].
- [2] WANG, Xuan; LYU, Haiyang; MAO, Tianyi; HE, Weiwei a CHEN, Qian. Point Cloud Segmentation from iPhone-Based LiDAR Sensors Using the Tensor Feature. Online. *Applied sciences*. 2022, roč. 12, č. 4, s. 1817. ISSN 2076-3417. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/app12041817>. [cit. 2023-12-07].
- [3] HEINRICH, Bradley E a YANG, Mike. Bias and Repeatability of Measurements from 3D Scans Made Using iOS-Based Lidar. Online. *SAE International journal of advances and current practices in mobility*. 2021, roč. 3, č. 5, s. 2219-2226. Dostupné z: <https://doi.org/10.4271/2021-01-0891>. [cit. 2023-12-07].
- [4] TEPPATI LOSÈ, Lorenzo; SPREAFICO, Alessandra; CHIABRANDO, Filiberto a GIULIO TONOLO, Fabio. Apple LiDAR Sensor for 3D Surveying: Tests and Results in the Cultural Heritage Domain. Online. *Remote sensing (Basel, Switzerland)*. 2022, roč. 14, č. 17, s. 4157. ISSN 2072-4292. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/rs14174157>. [cit. 2023-12-07].
- [5] BOBROWSKI, Rogério; WINCZEK, Monika; ZIĘBA-KULAWIK, Karolina a WĘŻYK, Piotr. Best practices to use the iPad Pro LiDAR for some procedures of data acquisition in the urban forest. Online. *Urban forestry & urban greening*. 2023, roč. 79, s. 127815. ISSN 1618-8667. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127815>. [cit. 2023-12-07].
- [6] KOTTNER, Sören; THALI, Michael J. a GASCHO, Dominic. Using the iPhone's LiDAR technology to capture 3D forensic data at crime and crash scenes. Online. *Forensic imaging (Online)*. 2023, roč. 32, s. 200535. ISSN 2666-2256. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fri.2023.200535>. [cit. 2023-12-07].
- [7] MILLER, Seth Higgins; HASHEMIAN, Alireza; GILLIHAN, Robert a BENES, Saylor. *Accuracy and Repeatability of Mobile Phone LiDAR Capture*. 2023. ISSN 0148-7191. Dostupné z: <https://doi.org/10.4271/2023-01-0614>.
- [8] DESAI, Jairaj; LIU, Jidong; HAINJE, Robert; OLEKSY, Robert; HABIB, Ayman et al. Assessing vehicle profiling accuracy of handheld lidar compared to terrestrial laser scanning for crash scene reconstruction. Online. *Sensors (Basel, Switzerland)*. 2021, roč. 21, č. 23, s. 8076. ISSN 1424-8220. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/s21238076>. [cit. 2023-12-07].

Vývoj cen nemovitostí v Divišově čtvrti a v Kamenné čtvrti v Brně

Real estate prices in Divišova Quarter and Kamenná Quarter in Brno

Ing. Sofie Pokorná^{*1}

¹Ústav soudního inženýrství, VUT v Brně

Rozšířený abstrakt

Článek se zaměřuje na ekonomické projevy gentrifikace a ověřuje hypotézu existence těchto projevů ve dvou brněnských lokalitách. Popisovaný výzkum se zabývá vývojem realizovaných cen rodinných domů v bývalé nouzové a dělnické kolonii. Tyto kolonie v městě Brně vznikaly ve 20. a 30. letech 20. století a některé se zachovaly dodnes.

Gentrifikace je proces socio-kulturně-ekonomické transformace deprivované lokality. Jde primárně o jev sociologický, kdy do čtvrti přijdou noví obyvatelé tzv. průkopníci a začnou lokalitu měnit z pohledu jak sociálního, tak kulturního. O takovéto lokalitě začne veřejnost smýšlet pozitivněji a začne ji navštěvovat. Díky této atraktivitě se do čtvrti stěhuje často nová střední třída, která má jiný způsob života a demografické chování než původní obyvatelé či průkopníci. Více poptávky po bydlení zvyšuje nájmy i tržní hodnotu nemovitostí, a tak se lokalita mění i z pohledu ekonomického. Běžně je užíváno rozdělení gentrifikace do čtyřech stádií, které mají své charakterové rysy. Tyto rysy jsou v závěru práce využívány pro časové zařazení jedné z lokalit do procesu gentrifikace.

První výzkumnou lokalitou je Divišova čtvrť, což je bývalá dělnická kolonie v katastrálním území Lesná. Svažitě pozemky na severním okraji Brna odkoupilo několik soukromníků z řad dělníků zaměstnaných v nedalekých strojárnách a vystavěli si zde domy. Od počátku vzniku kolonie měli vlastníci rodinných domů v soukromém užívání pozemky pod nimi. Druhou výzkumnou lokalitou je Kamenná čtvrť, která byla založena jihozápadně od centra Brna jako nouzová kolonie s vědomím vedení města. Pozemky vlastnilo město Brno a soukromníci, kteří však v kolonii nebydleli. Původní výstavba byla často jen v základním vzorci „kuchyně + pokoj“ a použitý materiál na výstavbu byly zmetky z nedalekých cihelen či zbytky z bouraček.

Data pro výzkum byla získána z kupních smluv z archivu Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, které obsahovaly cenové údaje. Následně byla data zpracována do grafů popisujících množství transakcí a do grafů popisujících vývoj zrealizovaných cen rodinných domů od roku 1970 do roku 2020.

Sledovány byly ekonomické projevy gentrifikace patrné na vývoji cen rodinných domů a počtu uskutečněných transakcí v průběhu let 1970–2020. Počet transakcí v obou lokalitách má od 90. let klesající tendenci a v Kamenné čtvrti tomuto poklesu předcházela prudký nárůst. Vývoj cen nemovitostí ukazuje jasný začátek tržního hospodářství s koncem komunistického režimu. V obou lokalitách se začátkem 21. století růst cen nemovitostí umírní, má však kontinuálně stoupající charakter. Zmiňované výsledky poukazují na možnou existenci gentrifikace v Kamenné čtvrti. V Divišově čtvrti na základě vývoje cen nemovitostí se proces gentrifikace tímto výzkumem neprokázal.

Klíčová slova: Gentrifikace, Kamenná čtvrť, Divišova čtvrť, Brno, vývoj realizovaných cen rodinných domů, ekonomické projevy gentrifikace.

Citace:

POKORNÁ, Sofie. Vývoj cen nemovitostí v Divišově čtvrti a v Kamenné čtvrti v Brně. Online. *Soudní inženýrství*. 2023, roč. 34, č. 02, s. 53-62. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.53>.

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2023.2.53

* Korespondenční adresa autora:

sofie.pokorna@vutbr.cz

Přijato do redakce:

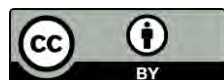
01.12.2023

Recenzní řízení:

22.12.2023

Publikováno:

27.12.2023



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 paper focuses on the economic manifestations of gentrification and verifies the hypothesis of the existence of these manifestations in two Brno localities. The described research deals with the development of realized prices of houses in former distressed and workers' colonies/shanty towns. These colonies were established in Brno in the 1920s and 1930s and some of them have survived to this day.

Gentrification is the process of socio-cultural and economic transformation of a deprived locality. It is primarily a sociological phenomenon, where new residents, the so-called pioneers, come to the neighbourhood and start to change the locality both socially and culturally. The public starts to think more positively about the area and starts to visit it. This attractiveness often results in a new middle class moving into the neighbourhood, with a different lifestyle and demographic behaviour than the original residents or pioneers. More demand for housing increases rents and the market value of properties, and so the area is changing economically as well. It is commonly used to divide gentrification into four stages that have their own character traits. These features are used in the conclusion of the paper to time one of the locations into the gentrification process.

The first research site is the Divišova Quarter, which is a former workers' colony in the cadastral area of Lesná. The sloping land on the northern edge of Brno was bought by several private individuals from among the workers employed in the nearby engineering plants and they built their houses there. From the beginning of the colony, the owners of the houses had private use of the land underneath them. The second research site is the Kamenná Quarter, which was established southwest of the centre of Brno as a shanty town with the knowledge of the city administration. The land was owned by the city of Brno and by private individuals who did not live in the colony. The original construction was often only in the basic formula of "kitchen + room" and the materials used for construction were scraps from nearby brickyards or leftovers from demolition sites.

The data for the research was obtained from purchase contracts from the archives of the Czech Office of Surveying and Cadastre, which contained price data. Subsequently, the data were processed into graph describing the number of transactions and into graphs describing the development of realised prices of houses from 1970 to 2020.

The economic manifestations of gentrification were monitored in terms of house prices and the number of transactions between 1970 and 2020. The number of transactions in both locations has been on a downward trend since the 1990s, and in the Kamenná Quarter this decline was preceded by a sharp increase. The development of property prices shows a clear beginning of the market economy with the end of the communist regime. In both localities, house price growth has moderated in the early 21st century but has a continuous upward trend. These results point to the possible existence of gentrification in the Kamenná Quarter. In the Divišova Quarter, based on the evolution of property prices, the process of gentrification has not been demonstrated by this research.

Keywords: Gentrification, Kamenná Quarter, Divišova Quarter, Brno, development of realised prices of houses, economic manifestations of gentrification.

Citation:

POKORNÁ, Sofie. Vývoj cen nemovitostí v Divišově čtvrti a v Kamenné čtvrti v Brně. Online. *Soudní inženýrství*. 2023, roč. 34, č. 02, s. 53-62. ISSN 2788-2764. Dostupné z: <https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.53>.

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2023.2.53

* Author's correspondence address:

sofie.pokorna@vutbr.cz

Accepted for editing:

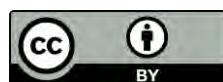
December 01, 2023

Review proceedings:

December 22, 2023

Published:

December 27, 2023



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

Popisovaný výzkum vznikl v souvislosti s potřebami ekonomického znalectví, v němž není problematika gentrifikace dostatečně prozkoumána. Gentrifikace je socio-kulturně-ekonomickou transformací deprivované lokality. Jde primárně o jev sociologický, který startuje přílivem nového obyvatelstva, jeho sekundární příčinou je ekonomická či kulturní proměna čtvrti. Tato práce se věnuje vývoji realizovaných cen rodinných domů ve výzkumných lokalitách bývalé nouzové a dělnické kolonii. Tyto kolonie v Brně ve 20. a 30. letech 20. století vznikaly velmi hojně a některé z nich se zachovaly do dnešní doby, což se je specifíkem města Brna.

1.1 Gentrifikace

Anglická socioložka Ruth Glass v roce 1964 slovem gentrifikace označila postupné, ale masivní vyloučení původní dělnické třídy z centra Londýna, jako reakci na ekonomický nátlak nově příchozích obyvatel. [11] Pojem gentrifikace je tedy myšlena socio-kulturně-ekonomická transformace původně chudé či deprivované lokality. V rámci tohoto jevu se postupně obměňuje obyvatelstvo čtvrti, vznikají nové služby a obchody, opravují a přestavují se nemovitosti a jejich hodnota v průběhu procesu stoupá. [12]

Účastníky gentrifikace jsou starousedlíci, průkopníci a gentrifikanti. Průkopníci svým příchodem do deprivované lokality mění její kulturní charakter, vnímání lokality společností a tím doprovázejí začátek gentrifikace. Průkopníky bývají často bezdětné páry, svobodné matky, umělci či studenti. Gentrifikanti se do lokality stěhují po vylepšení její atraktivity. Gentrifikanti jsou často nová střední třída, která preferuje bydlení v zajímavých a módních lokalitách, protože to upevňuje jejich společenský status. Mají odlišné demografické chování a konzumnější způsob života než průkopníci a starousedlíci. [13]

Philip L. Clay v 70. letech 20. století definoval jednotlivá stádia gentrifikace vycházející z výzkumu Timothyho Pattsenema v Bostnu. Toto rozdělení je užíváno dodnes [14]:

1. Stádium: Popisuje příchod malé a nerizikové skupiny průkopníků do deprivované lokality. Průkopníci zde nakoupí nemovitosti a vlastními silami je zrenovují pro své potřeby. V této fázi čtvrť disponuje volnými nemovitostmi a oblast je vnímána jako riziková, a tudíž do ní investoři ani podnikatelé neinvestují.

2. Stádium: Pověst čtvrti se v očích veřejnosti zlepšuje a do lokality se začnou stěhovat první gentrifikanti. Jejich počet je vyšší než prvních pionýrů, ale způsobem smýšlení jsou pionýrům podobní. Nově příchozí ještě mohou najít volné nemovitosti v lokalitě. V návaznosti na vyšší využití nemovitostí začínají pomalu růst nájmy. Investoři jsou v této fázi ještě opatrní. O čtvrť se začínají zajímat média.

3. Stádium: Tzv. adolescentní fáze, kdy je lokalita již oblíbená širokou veřejností a široká veřejnost a developeři oblast považují za relativně bezpečnou. To jde vidět i navenek a lokalita se fyzicky znatelně zlepšuje. Ceny nemovitostí začnou dramaticky růst. Průkopníci se pomalu stávají minoritní skupinou. Volných nemovitostí je v lokalitě málo. Gentrifikanti se spojují do sdružení a tyto sdružení následně vyvíjí nátlak na politické složky města zejména kvůli investicím z veřejných financí. Díky tomu vzniká napětí mezi gentrifikanty a průkopníky. Proces vysídlování starousedlíků je na maximu.

4. Stádium: Tzv. vyspělá gentrifikace je fáze, kdy je lokalita chápána jako bezpečná a módní. Do oblasti je přisun nových obyvatel ze střední a vyšší třídy. Investoři vnímají lokalitu jako lukrativní investici a začínají zde zakládat specializované obchody a služby. K uspokojení poptávky po bydlení jsou nebytové prostory přestavovány na bytové domy. Procesem začnou být determinovány i okolní čtvrti, aby byla uspokojena poptávka po bydlení. V tomto stádiu dochází k eskalaci vysídlování původních obyvatel a průkopníků, jelikož se cena nemovitostí a nájmu v oblasti drasticky zvyšuje.

1.2 Dělnické a nouzové kolonie ve městě Brně

V návaznosti na průmyslovou revoluci (1760-1840) byly v Brně a jeho blízkém okolí zakládány nové podniky, jako textilní závod Bochner (1847) či později Brněnsko – Královopolská strojírna Lederer (1889). [1] To generovalo nová pracovní místa, což spustilo stěhování nových obyvatel do města Brna a přilehlých měst a vesnic. Vlivem migrace začala kolem roku 1919 bytová krize, kdy v Brně chybělo 2 000 bytů. [2] Město Brno během období První republiky nechalo vystavět zhruba 10 000 domů, což bylo asi 35 000 nových bytových jednotek. Nárůst kapacity pro bydlení byl tak o 70 % vyšší, než byl stav před 1. světovou válkou. Nově vzniklá bytová kapacita byla pro obyvatele města dostačující, avšak i dělnické byty byly poměrně drahé. [2] Rodiny se

dvěma dělnickými příjmy si však bydlení v nájmu nového bytového domu mohly běžně dovolit. S přibližující se hospodářskou krizí začaly v průběhu 20. let podniky propouštět a zkracovat pracovní úvazky. To uvrhlo mnoho rodin pod hranici bída a ocitly se bez přístřeší. [3][6]

Vznik nouzových a dělnických kolonií byl přirozenou reakcí rodin takto postižených v důsledku hospodářské krize. Město mělo snahu korigovat vznik těchto kolonií například tím, že městský magistrát financova výstavbu kolonií v Husovicích a Komárově nebo byly nakoupeny vyřazené železniční vagóny a umístěny do stávajících kolonií. Tyto vagóny měly sloužit jako dočasné ubytovny pro rodiny bez přístřeší. Žádné z těchto řešení však nebylo kapacitně dostačující. Extrémní přírůstek 187 nově postavených nouzových obydlí byl evidován v roce 1927 a v roce 1929 již nouzové a dělnické obydlí tvořily kompaktní celky, z nichž největším byla Divišova kolonie. Koncem První republiky žilo v brněnských koloniích přes 7 000 obyvatel v 1 100 domcích, dalších více než 500 obyvatel bydlelo v maringotkách, stájích, stodolách či kůlnách. Proměnlivost těchto kolonií byla v průběhu 40. let velmi dynamická, mnohé zanikaly, některé se však zachovaly dodnes, viz tabulka 1. [2][6]

Tabulka 1 Přehled dělnických kolonií, které se od 30. letech 20. století zachovaly v Brně dodnes [6] – upraveno

Table 1 An inventory of workers' colonies that have survived in Brno since the 1930s [6] – edited

Lokalita	Vznik kolonie	Zřízena	Počet domů v roce 1929	Poznámky	Počet domů dnes
Divišova kolonie	Po r. 1925	Vlastníky pozemků	154	Nazývána také „Šanghaj“	Cca 170
Kamenná kolonie	1925	Obyvateli	Přes 100		Cca 140
Písečník	1919	Městem	84	V původním duchu kolonie se zachovala jen ulice Písečník	Cca 27
Podstránská	1928		62 (1933)		Cca 100
U Kostivárny	1925	Obyvateli	42	Nazývána také „Černovičky“	Cca 50
Resslova ulice	Poč. 30. let	Obyvateli		Dnes Myslínova	Cca 65
U Olší	1932	Městem	45		Cca 42

Vzhledem k pojmové nejednoznačnosti je nutné si ujasnit v jakém smyslu jsou v tomto článku užívány pojmy nouzová a dělnická kolonie. Nouzová kolonie označuje ucelenou skupinu obydlí stavěných samotnými obyvateli, kteří se ocitli ve finanční krizi a tomu také odpovídá dispoziční řešení, užití materiálu a rozloha domků. Pojem dělnická kolonie zde označuje ucelenou skupinu obydlí stavěných samotnými obyvateli, s vědomím a podporou podniku, v němž převážná část těchto obyvatel pracovala a většinou na vlastních pozemcích. Oba tyto typy kolonií vznikaly živelnou výstavbou iniciovanou obyvateli, avšak velikost, dispozice i užití materiálu se v obou případech značně liší.

1.2.1 Divišova čtvrť

Dnešní Divišova čtvrť byla zakládána po roce 1925 ve svažitém terénu, na málo výnosných pozemcích v Králově poli. Tyto pozemky byly bohatými královopolskými měšťany rozprodány za nízké ceny několik zájemcům z řad dělníků zaměstnaných v nedaleké strojírně Lederer a Porges. Domy byly stavěny z cihel a měly často více než dvě základní místnosti. Skutečně nouzových domků zde stálo jen několik. Výstavba domků postupovala velmi rychlým tempem, v roce 1929 zde stálo 154 domků a v roce 1938 zde stálo již 192 domků, které byly domovem pro cca 1 500 lidí. Dnešní počet obyvatel je zhruba 500. V době hustého osídlení byly v kolonii dva obchody se smíšeným zbožím, řezník, pekař, cukrář, holič, švec či sklenář a zelinář. V roce 1939 zde byla otevřena i mateřská škola. Po druhé světové válce však tito malí podnikatelé provozovny zavřeli a jejich funkci přebrala nově vybudovaná samoobsluha. Ve stejném období se odstěhovala většina podnájemníků, která tvořila neopomenutelnou část obyvatelstva. [4][5][6]



Obrázek 1 Divišova kolonie, fotografie z roku 1988 [4]

Figure 1 Divišova colony, photo from 1988 [4]

V roce 1966 byl změněn status z kolonie na čtvrť, byly pojmenovány jednotlivé ulice a celá Divišova čtvrť byla připojena ke katastrálnímu území Lesná. [4][6] Železnice Brno – Tišnov, která uzavírá čtvrť z jižní strany, je patrně hlavním důvodem, proč se Královopolská strojírna nemohla rozrůstat tímto směrem, a kolonie tak zůstala zachována. Geografická uzavřenost této čtvrti dala vzniknout specifické kulturnímu dění, které je v lokalitě patrné dodnes. Od dob vzniku do dnešního dne je běžná jednotnost ve vlastnictví domu a pozemku.

1.2.2 Kamenná čtvrť

Kamenná kolonie byla založena roku 1925 na území městské štěrkovny na Červeném kopci. Pozemky, na nichž kolonie vznikala byly městské i soukromé, nepatřily však samotným obyvatelům. Tato nejednotnost ve vlastnictví domu a pozemku je v čtvrti běžná dodnes, kdy většinu pozemků vlastní město a odmítá je vlastníkům rodinných domů prodat. Původní lom měl dvě etáže, dle kterých byla přirozeně čtvrť rozdělena. Počátek výstavby byl městem povolen, po roce 1928 se však začalo stavět v horní části čtvrti bez povolení, které bylo vydáváno zpětně. Obyvatelé museli zaplatit tzv. "roční uznatelné", což byl poplatek za užívání obecního pozemku vždy do určitého roku a s možností odvolání i bez udání důvodů. [6][8]

Domy byly stavěny v nejnútnejším vzorci „kuchyň + pokoj“ a materiály k výstavbě byly získávány převážně z bouraček, např. využívaným zdrojem byla v té době bouraná kolonie Na Rybníčku. V roce 1927 byla v kolonii vybudována první vodovodní pumpa. Ve 30. letech byla ve spodní části Kamenné čtvrti zavedena kanalizace. V tomto období soukromý pozemek v horní části přešel na jiného majitele, který zde povolil další výstavbu. Kolonie se tak významně rozrostla o domy rodin z kolonie Polní, která byla v té době rušena. [4][6][8] Ve 40. letech byla v horní části čtvrti zavedena elektřina, byly zrušeny místní veřejné záchody, zaveden jednotný svoz odpadů a otevřen obchod s potravinami. V tomto období zde bylo evidováno 132 nouzových domů. [6][8]

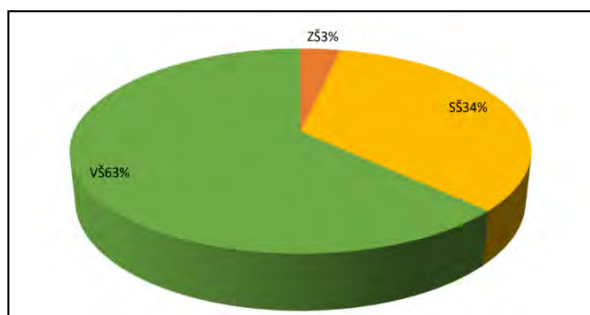


Obrázek 2 Kamenná kolonie, fotografie z počátku 40. let [8]

Figure 2 Kamenná colony, photo from the early 1940s [8]

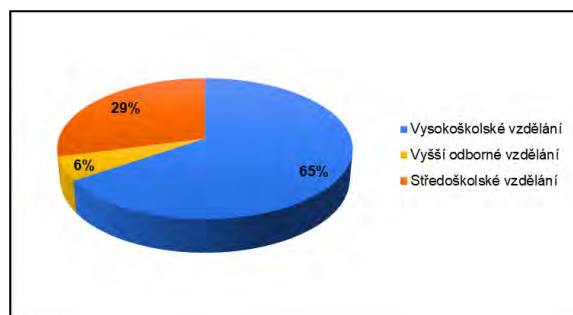
Kamenná kolonie byl oficiální název z roku 1935, a v průběhu let byl s německým překladem „Kolonie in der Steingasse“ zachován až do roku 1958, kdy byl oficiálně ustanoven název Kamenná čtvrť. [9]

Složení obyvatelstva z převážně chudých dělníků a dělnic se začalo měnit až koncem 70. let. V době 80. a 90. let se do čtvrti přistěhovali např. umělci, učitelé či řemeslníci. S novými obyvateli přišly změny v podobě rekonstrukcí a přístaveb, na nichž se podepsal nový umělecký duch čtvrti. Dnešní obyvatelé jsou nadprůměrně vzdělanou sociální skupinou, což bylo dokázáno již dvěma kvantitativními průzkumy, viz graf 1 a graf 2. [6]



Graf 1 Výsledek dotazníkového řízení na téma vzdělanost v Kamenné čtvrti z roku 2019 [15]

Graph 1 Result of the 2019 survey on education in the Stone Quarter [15]



Graf 2 Výsledek dotazníkového řízení na téma vzdělanost v Kamenné čtvrti z roku 2023 [7]

Graph 2 Result of the 2023 survey on education in the Stone Quarter [7]

1.2.3 Hypotéza

Vzhledem k předchozím výzkumům a pozorování se autorka domnívá, že ve zkoumaných lokalitách by mohl probíhat proces gentrifikace. Cílem popisovaného výzkumu je tedy vyhodnotit vývoj cen rodinných domů v Divišově čtvrti a Kamenné čtvrti a tím vyvrátit či poukázat na možný průběh gentrifikace ve zmiňovaných lokalitách.

2 DATA A METODY

Práce se zabývá zkoumáním vývoje cen v bývalé nouzové kolonii Kamenná čtvrť, kde byly a jsou rodinné domy ve většině případů prodávány bez pozemků a v bývalé dělnické kolonii Divišova čtvrť, kde jsou rodinné domy prodávány včetně pozemků již od jejího vzniku.

V první řadě byly získány části kupních smluv z archivu Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, které obsahovaly cenové údaje, informace o zobchodované nemovitosti a dataci prodeje. V dalších krocích byla takto získaná data od roku 1970 do roku 2021 dále zpracována do procentuálního vývoje zrealizovaných cen. Vzhledem k nedostatku informací o prodáváných rodinných domech, jako je podlahová plocha nebo stavebně-technický stav, nebyla tato kritéria nijak hodnocena ani upravována. Byly pouze vyřazeny extrémy a prodeje staveb, které byly dle veřejně přístupných leteckých snímků identifikovány jako kůlny či stavby ve velmi špatném stavu (stavby u kterých šlo o koupi pozemku s náklady na demolici objektu).

Pro výzkum bylo získáno 590 cenových údajů nemovitostí, po protřídění a vyloučení nevhodných vzorků bylo použito 492 cenových údajů ze dvou katastrálních území Štýřice a Lesná v okrese Brno-město. Vzhledem k rozsáhlosti souboru se rozhodla autorka do tohoto článku prezentovat data vždy po pěti letech, kdy byl brán průměr cenových údajů z nejbližších tří let. Je tím zajištěna přehlednost souboru, vyšší počet vzorků a tím i vyšší transparentnost dat.

Informace o cenových mapách stavebních pozemků Statutárního města Brna, které vyjadřují tzv. ekonomickou diferenciaci nemovitostí byly získány z oficiálních webových stránek města. Jsou použity veřejně dostupné cenové mapy v on-line prostředí od roku 2003 do roku 2014, kdy byla vydána poslední platná cenová mapa, jejíž platnost skončila 31. 8. 2017.

3 VÝSLEDKY

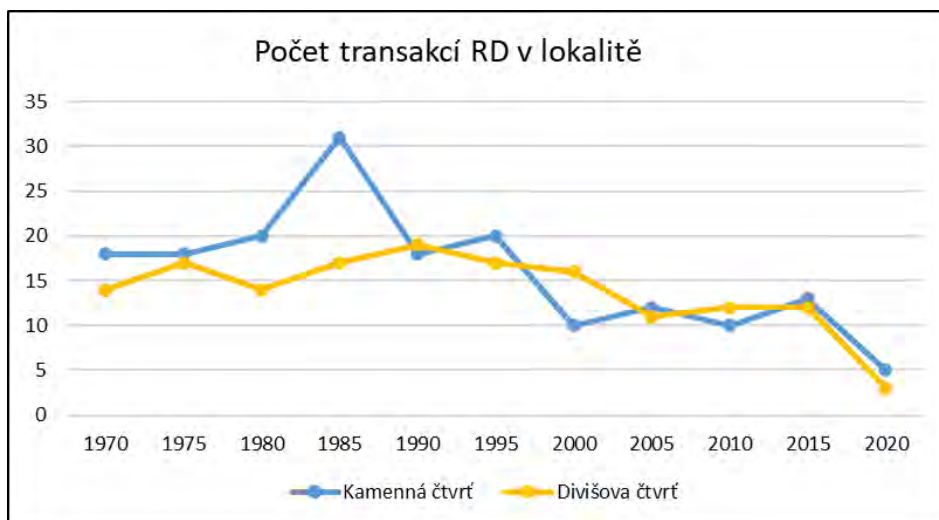
Získaná data byla vyhodnocena se záměrem zjištění či vyvrácení možné existence procesu gentrifikace ve zkoumaných lokalitách, a to vzhledem k charakteru dat z pohledu ekonomického. Tabulka 2 uvádí vyhodnocení použitých dat.

Tabulka 2 Vývoj cen RD ve sledovaných lokalitách 1970–2020

Table 2 Development of prices of houses in the monitored locations 1970–2020

Lokalita	Kamenná čtvrť				Divišova čtvrť			
	Rok	Počet trans.	Průměrná cena za RD [Kč]	Nárůst cen k předchozímu období [%]	Nárůst cen od roku 1970 [%]	Počet trans.	Průměrná cena za RD [Kč]	Nárůst cen k předchozímu období [%]
1970	18	17 950	0	0	14	31 681	0	0
1975	18	24 033	34	34	17	32 322	2	2
1980	20	22 970	-4	28	14	41 881	30	32
1985	31	30 014	31	67	17	47 794	14	51
1990	18	53 903	80	200	19	169 452	255	435
1995	20	235 421	337	1212	17	594 463	251	1776
2000	10	684 972	191	3716	16	854 483	44	2597
2005	12	1 096 032	60	6006	11	1 145 601	34	3516
2010	10	1 433 333	31	7885	12	2 308 333	101	7186
2015	13	2 764 244	93	15299	12	3 261 889	41	10196
2020	5	4 130 000	49	22908	3	5 048 366	55	15835

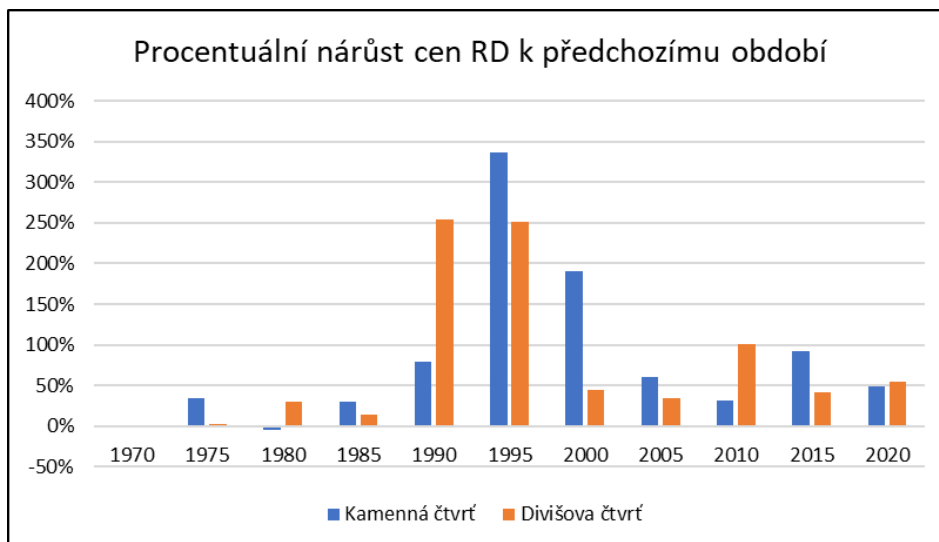
V rámci tohoto výzkumu je podstatné sledovat vývoj v čase, a tak byla pro přehlednost jednotlivá sledovaná data zpracována do grafů. O průběhu gentrifkace vypovídá mimo jiné klesající počet transakcí v průběhu let. Graf 3 zobrazuje data o počtu transakcí v obou zkoumaných lokalitách. Zatímco Kamenná čtvrť, měla evidentní boom v průběhu 80. let, v Divišově čtvrti je počet prodejů v průběhu let stabilnější. U obou lokalit je však možné sledovat snižující se počet transakcí v průběhu let.



Graf 3 Počet transakcí RD v lokalitě 1970–2020

Graph 3 Number of houses transactions in the locality 1970–2020

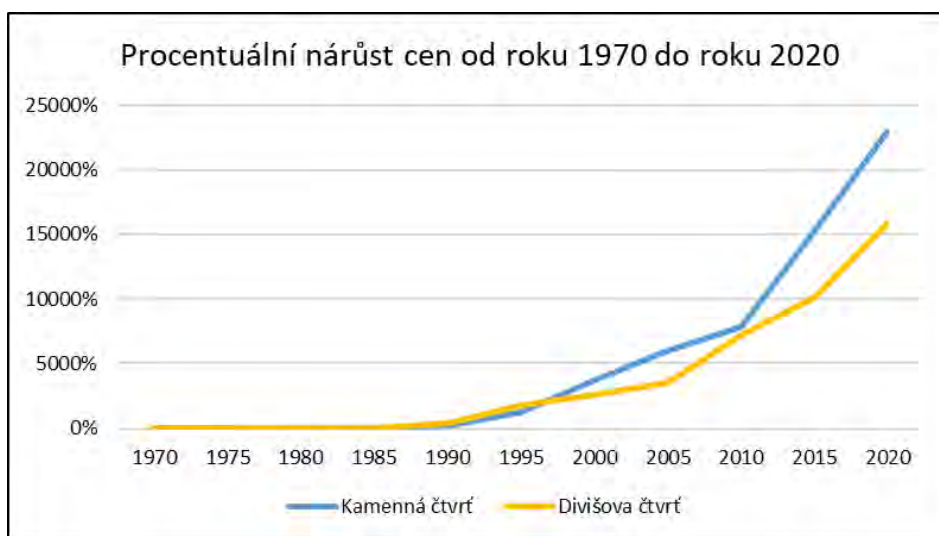
Graf 4 znázorňuje nárůst cen rodinných domů vzhledem k předchozímu sledovanému období. V obou lokalitách je jasně viditelný přestup na tržní hospodářství po revoluci (po roce 1989), kdy ceny nemovitostí šly skokově nahoru. Po zklidnění tohoto období je patrný kontinuální nárůst cen, avšak mnohem umírněnější.



Graf 4 Procentuální nárůst cen RD vzhledem k předchozímu období

Graph 4 Percentage increase in prices of houses relative to the previous period

Graf 5 ukazuje vývoj cen rodinných domů ve zkoumaných lokalitách od roku 1970 po rok 2020. Rok 1970 je v tomto případě brán jako počátek cen, tedy 100 % a následující vývoj cen je vždy stažen vzhledem k tomuto sledovanému počátku. Rychlejší nárůst cen je patrný po přestupu na tržní hospodářství po revoluci (po roce 1989). Zatímco nárůst cen v Kamenné čtvrti je od roku 2010 velmi strmý, v Divišově čtvrti je tato strmost sledovatelná až od roku 2015, což může poukazovat na celostátní nárůst cen nemovitostí obecně.



Graf 5 Procentuální nárůst cen RD vzhledem k roku 1970

Graph 5 Percentage increase in prices of houses relative to 1970

Jeden ze zásadních rozdílů mezi Kamennou čtvrtí a Divišovou čtvrtí, jak je již dříve v článku zmiňováno, je v prodej rodinných domů s či bez pozemku. V Divišově čtvrti byly vždy rodinné prodávány s pozemky. Na rozdíl od toho Kamenná čtvrť vznikala na pozemcích města či soukromníků, kteří ale v této kolonii nebydleli. V současné době pozemky pod rodinnými domy stále v Kamenné čtvrti ve většině případů vlastní město. Na veřejně dostupných cenových mapách byl vysledován vývoj cen stavebních pozemků ve sledovaných lokalitách, viz tabulka 3. Zatímco stavební pozemky v Divišově čtvrti byly v letech 2003–2006 dražší než v Kamenné čtvrti, je tomu od roku 2010 naopak a tento trend pokračoval až do roku 2017, kdy skončila platnost poslední cenové mapy.

Tabulka 3 Vývoj cen stavebních pozemků dle cenových map v lokalitě [10] – vlastní zpracování**Table 3** Development of building land prices from price maps in the locality [10] – own processing

Platnost cenových map	Kamenná čtvrť	Divišova čtvrť
3. 1. 2003 – 31. 3. 2006	630,- Kč/m ²	1 000,- Kč/m ²
1. 4. 2006 – 31. 12. 2009	630,- Kč/m ²	1 060,- Kč/m ²
1. 1. 2010 – 31. 12. 2011	2 580,- Kč/m ²	2 250,- Kč/m ²
1. 1. 2012 – 31. 12. 2013	2 580,- Kč/m ²	2 250,- Kč/m ²
1. 1. 2014 – 31. 8. 2017	2 580,- Kč/m ²	2 390,- Kč/m ²

Vývoj cen rodinných domů ve výzkumných lokalitách by bylo na místě srovnat s celorepublikovým vývojem trhu s obdobnými nemovitostmi. V tomto případě se nabízí Index cen bytových nemovitostí (HPI) zpracovaný Českým statistickým úřadem nebo tzv. HB Index zpracovaný Hypoteční bankou a běžně užívaný ve znalecké praxi. Oba tyto celorepublikové údaje jsou však sledovány až v posledních letech (HPI od roku 2014, HB Index od roku 2010), a proto toto srovnání do článku nebylo zpracováno.

4 ZÁVĚR

Množství a charakter nouzových a dělnických kolonií je specifickým urbanistickým prvkem města Brna. Zachovalé dělnické kolonie mají dnes neopomenutelné *genius loci* a jsou i navštěvovány jako turistický cíl. Od dob, kdy kolonie byly nouzově vybudovány nebo budovány dělníky pracující v blízkých továrnách se složení obyvatelstva i jejich pověst značně proměnila. Proměna obyvatel za vzdělanější a vyšší třídu je jedním ze znaků gentrifikace, ne však jediným. Tento výzkum zaměřený na vývoj realizovaných cen nemovitostí byl proveden s cílem zjistit, jestli procesu gentrifikace odpovídá i právě ekonomická transformace Divišovi a Kamenné čtvrti. V Brně je gentrifikace nejčastěji komentována a tím i známa v oblasti tzv. Bronxu, tedy v prostoru mezi ulicemi Cejl a Merhautova. Tato oblast však nebyla místem výzkumu.

Počet transakcí v rámci procesu gentrifikace by měl v první fázi pozvolně stoupat. Ve druhém stádiu by nárůst měl být již rapidní a volné nemovitosti by se měly rychle zaplňovat a rozprodávat. Naopak ve třetí fázi by vzhledem k oblíbenosti a s tím související naplněnosti lokality měl počet transakcí nemovitostí opět klesat a ve čtvrtém stádiu by již měly být transakce spíše ojedinělé. Když se podíváme na průběh počtu transakcí od 70. let 20. století ve výzkumných lokalitách, zmiňovanému průběhu spíše odpovídá vývoj v Kamenné čtvrti. Do roku 1980 byl trend pozvolně stoupající, v průběhu 80. let byl vysoký nárůst transakcí, který se ale díky malé rozloze Kamenné čtvrti rychle vyčerpal. Po roce 1995 je počet prodejů rodinných domů v Kamenné čtvrti až na drobné výkyvy na ústupu a v období roku 2020 je historicky na nejnižších číslech. Autorka dlouhodobě sleduje lokalitu i v rámci nabídek prodejů nemovitostí a ty jsou ve čtvrti posledních pěti letech prodávány výjimečně. V Divišově čtvrti je sice také trend prodejů rodinných domů dlouhodobě klesající, avšak chybí zde zmiňovaný skokový nárůst prodejů ve druhém stádiu gentrifikace, který by poklesu měl předcházet.

V obou lokalitách je patrný skokový nárůst cen po roce 1989, kdy Česká republika díky změně režimu přecházela na tržní hospodářství. Tento dramatický nárůst realizovaných cen se s novým tisíciletím uklidnil, avšak růst je stále patrný. Zároveň již zmiňované rozdíly v prodeji rodinných domů v Divišově čtvrti s pozemky a v Kamenné čtvrti bez pozemků a ve výstavbě, jako je původní velikost domů či použité materiály, jsou patrné při porovnání prodejních cen rodinných domů v jednotlivých čtvrtích. V roce 1970 byly prodány rodinné domy v Divišově čtvrti 1,76krát draž, v roce 1990 dokonce 3,14krát draž. V posledních desíti letech se ale tento rozdíl zmenšuje a v roce 2015 byly domy v Divišově čtvrti prodávány pouze 1,18krát draž a v roce 2020 1,22krát draž než v Kamenné čtvrti. Rodinné domy jsou v Kamenné čtvrti hojně opravovány a v rámci omezených možností lokality i zvětšovány, pozemkové poměry se však nezměnily a z tohoto srovnání je značně patrný trend zdražování Kamenné čtvrti oproti Divišově čtvrti.

Všechny zmiňované výsledky tohoto výzkumu poukazují na probíhající revitalizaci Divišové čtvrti a na možný probíhající proces gentrifikace v Kamenné čtvrti. Díky poznatkům z historie Kamenné čtvrti a prodejnímu boomu v osmdesátých letech je možné Kamennou čtvrť vnímat někde na přelomu prvního a druhého stádia gentrifikace. Od přelomu tisíciletí je díky historii, počtu transakcí a nárůstu cen možné Kamennou čtvrť spatřovat již ve třetím

stádiu tohoto procesu. Jednotlivá stádia průběhu gentrifikace byla definována Philippe L. Claye a jsou více rozepsána v kap. 1.1.

5 PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl zpracován za podpory Specifického vysokoškolského výzkumu MŠMT č.j. ÚSI-J-22-7999.

6 REFERENCE

- [1] RYŠKOVÁ, Michaela a MERTO VÁ, Petra. Kulturní dědictví brněnského vlnařského průmyslu. Ostrava: Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště v Ostravě, 2014. ISBN 978-80-85034-81-3.
- [2] KUČA, Karel. Brno: vývoj města, předměstí a připojených vesnic. Praha: Baset. 2000. 644 s. ISBN 80-862-2311-6.
- [3] SVOBODA, Petr a ZAVADIL, Zbyněk. Brněnský Písečník: místo, které nespolykal čas. Brno: Národní památkový ústav, Metodické centrum moderní architektury v Brně, 2017. ISBN 978-80-7480-099-3.
- [4] SVOBODOVÁ, Jana. Brněnské obytné kolonie. Brno v minulosti a dnes. 2000, roč. 15, č. XV, s. 381-462. ISSN 0524-689X.
- [5] PAVLÁSEK, Michal; DVOŘÁKOVÁ, Eva; SEMRÁD, Jan; TELECKÝ, Tomáš; SMETANA, Eduard et al. Divišova čtvrť: vesnička ve městě: vzpomínky, historie a současnost Divišovy čtvrti od jejího vzniku v roce 1925 po současnost. Brno: Rada pro historii a přípravu 90. výročí vzniku Divišovy čtvrti, [2016?]. ISBN 978-80-260-9023-6.
- [6] POKORNÁ, Sofie. Dělnické kolonie města Brna. In: Sborník příspěvků konference Junior Forensic Science Brno 2022. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2022, s. 105–114. ISBN 978-80-214-6063-8.
- [7] POKORNÁ, Sofie a FRANCOVÁ, Klára. Proměna sociální struktury Kamenné čtvrti. Soudní inženýrství. 2023, roč. 34, č. 1, s. 79-84. ISSN 2788-2764.
- [8] BOCHOŘÁK, Tomáš. Způsob života dělnických rodin v brněnské Kamenné čtvrti. Diplomová práce. Brno: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, FF, 1979.
- [9] Internetová encyklopedie dějin Brna. Online. Web Archiv, 2012. Dostupné z: https://www.encyklopedie.brna.cz/home-mmb/?acc=profil_ulice&load=2336. [cit. 2019-01-22].
- [10] Cenové mapy. Online. Mapový portál města Brna. 2023. Dostupné z: <https://gis.brno.cz/>. [cit. 2023-11-29].
- [11] GLASS, Ruth. Centre for Urban Studies report, MacGibbon & Kee. No. 3. London: University College, London. Centre for Urban Studies, 1964. ISSN 1618199.
- [12] SQUIRES, Georgy D. From Redlining To Reinvestment. Philadelphia: Temple University Press, 1992. ISBN 978-1-4399-0165-6.
- [13] NOVOTNÝ, Ondřej. Gentrifikace v postsocialistickém kontextu střední Evropy. Komparativní případová studie - Varšava a Praha. Diplomová práce, vedoucí Kunštát, Miroslav. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta sociálních věd, Katedra německých a rakouských studií, 2018.
- [14] CLAY, Philip L. Neighborhood Renewal: Middle-Class Resettlement and Incumbent Upgrading in American Neighborhoods. Lanham, MD: Lexington Books, 1979. ISBN 978-0669026818.
- [15] POKORNÁ, Sofie. Vliv specifické lokality na cenu rodinného domu: Brno – Kamenná kolonie. Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2019.

Změny předpisů pro oceňování věcí nemovitých od 1. ledna 2024

Amendments to the valuation of immovable property from 1 January 2024

Prof. Ing. Albert Bradáč, DrSc.* , Ing. Petr Polák

Abstrakt

V článku jsou uvedeny a komentovány hlavní změny v oceňování nemovitostí, které přináší novela oceňovací vyhlášky k 1. lednu 2024.

Klíčová slova: Nemovitost, nemovitá věc, stavba, právo stavby, pozemek, věcné břemeno, cena.

Abstract

The article lists and comments on changes in real estate valuation, which are also amended by the Valuation Decree as of January 1, 2024.

Keywords: Property, real thing, building, construction law, land, easements, price.

Citace:

BRADÁČ, Albert a POLÁK, Petr.
Změny předpisů pro oceňování věcí
nemovitých od 1. ledna 2024.
Online. *Soudní inženýrství*. 2023, roč.
34, č. 02, s. 63-73. ISSN 2788-2764.
Dostupné z:
<https://doi.org/10.13164/SI.2023.2.63>

DOI:

doi.org/10.13164/SI.2023.2.63

*Korespondenční adresa autora:

albert@bradac.cz

Přijato do redakce:

24.12.2023

Publikováno:

28.12.2023



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

K 1. lednu 2024 nabývá účinnosti vyhláška Ministerstva financí č. 434/2023 Sb., jež novelizuje vyhlášku č. 441/2013 Sb., k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška), ve znění vyhlášek č. 199/2014 Sb., č. 345/2015 Sb., č. 53/2016 Sb., č. 443/2016 Sb., č. 457/2017 Sb., č. 188/2019 Sb., č. 488/2020 Sb., č. 424/2021 Sb. a vyhlášky č. 337/2022 Sb. Účelem předkládaného příspěvku je seznámit čtenáře podrobněji s touto novelou, včetně důvodů, jež k jejímu vydání vedly. V příspěvku jsou místy použity výňatky z důvodové zprávy MF ČR [4].

Zákon o oceňování majetku č. 151/1997 Sb. má obecnou povahu; vymezuje základní pojmy, způsoby a principy oceňování. V podrobnostech odkazuje u některých taxativně vyjmenovaných ustanovení na prováděcí předpis, jímž je oceňovací vyhláška č. 441/2013 Sb., upravující způsoby ocenění, základní ceny, koeficienty, přírážky a srážky pro oceňování pozemků, staveb, trvalých porostů, práva stavby, věcných břemen, újmy a jiných majetkových práv. Pro objektivnost oceňování nemovitých věcí je třeba tuto vyhlášku pravidelně aktualizovat v návaznosti na vývoj cen na trhu s nemovitými věcmi v České republice.

Při aktualizaci základních cen v novele oceňovací vyhlášky Ministerstvo financí jako zpracovatel vychází z analytického vyhodnocení údajů o realizovaných cenách nemovitých věcí. Takto získané informace o cenách a jejich vývoji na trhu s nemovitými věcmi jsou vzájemně porovnávány a dále upravovány pro účely aktualizace vyhlášky.

Pro aktualizaci byly použity ceny získané od bankovního sektoru a z jiných zdrojů, aktualizaci koeficientů změny cen staveb poskytuje Český statistický úřad.

Zpracovatel v novele oceňovací vyhlášky rovněž řeší a zohledňuje připomínky vznesené odbornou veřejností, pokud jsou opodstatněné nebo přínosné pro objektivitu určovaných cen, a lze je aplikovat pro obecné použití.

Hlavní úpravy dané novelou se týkají oceňování některých nemovitých věcí a spočívají:

- v rozšíření tabulky základních cen zemědělských pozemků podle bonitovaných půdně ekologických jednotek o nově zavedené bonitované půdně ekologické jednotky;
- v každoroční aktualizaci základních cen stavebních pozemků u vyjmenovaných obcí, jejich oblastí a některých okresů, a základních cen některých staveb pro ocenění porovnávacím způsobem;
- v aktualizaci tabulky úprav základních cen stavebních pozemků obcí nevyjmenovaných v tabulce č. 2 tak, aby bylo umožněno zohlednit odlišný nárůst cen u některých nevyjmenovaných obcí. Zpracovatel ocenění musí vždy zařazení do kvalitativního pásma znaku v posudku odůvodnit včetně použité výše jeho hodnoty, tak jak vyžaduje oceňovací předpis;
- v úpravě intervalu v tabulce č. 3 Indexu polohy pro pozemky zastavěné nebo určené pro stavby rezidenční, pro rodinnou rekreaci, pro stavby pro obchod a administrativu, pro znak č. 7, řádek II., sloupec kvalitativního pásma pro budovy pro obchod a administrativu;
- v aktualizaci koeficientů změny cen staveb K_i ;
- v rozšíření Hlavních půdně – klimatických jednotek pozemků pro výmladkové plantáže;
- ve vypuštění tabulky č. 5 s pozemky nevhodnými pro výmladkové plantáže v příloze č. 44 a
- v upřesnění textu pod tabulkou č. 2 u příloh č. 24, 25, 26 a 27.

2 K JEDNOTLIVÝM USTANOVENÍM

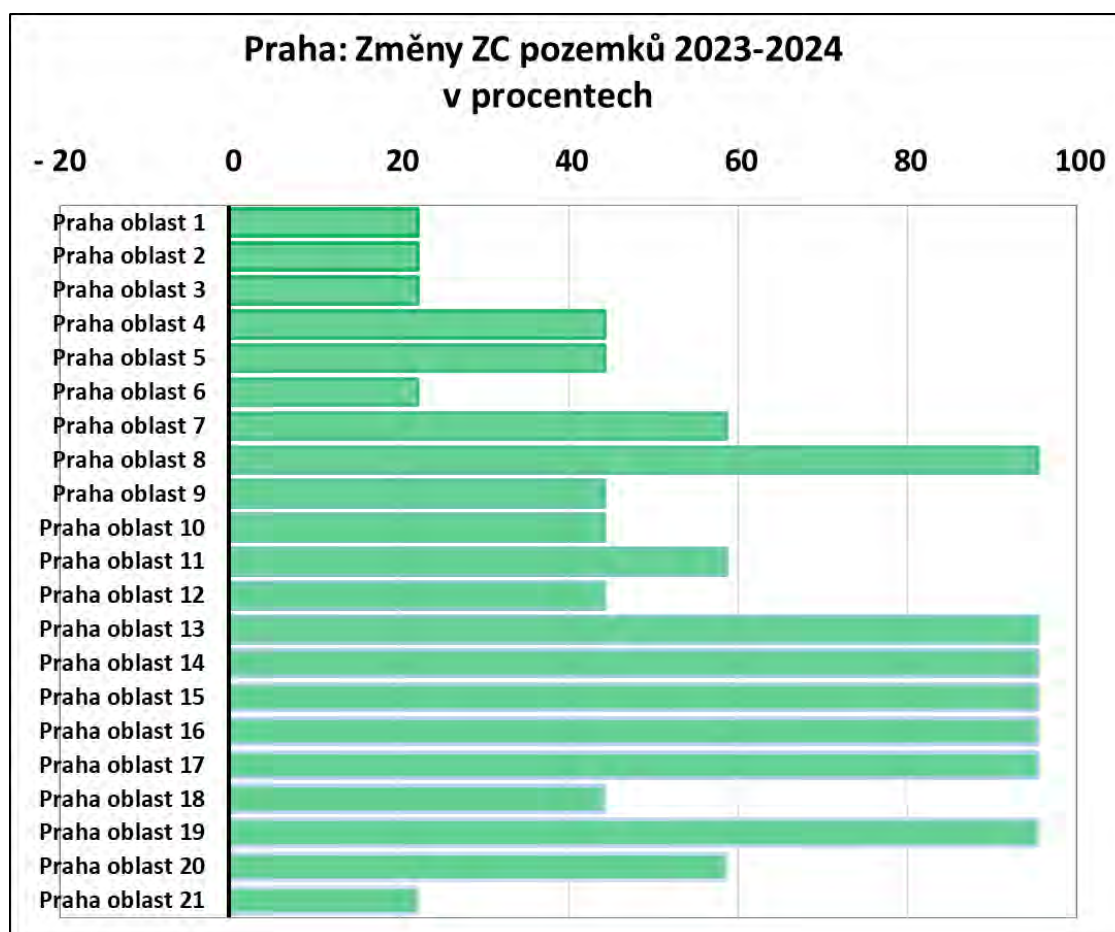
V příloze č. 2 oceňovací vyhlášky v tabulce č. 1 jsou aktualizovány základní ceny za m^2 stavebního pozemku ve vyjmenovaných obcích, jejich oblastech a okresech. Změny oproti loňské verzi oceňovací vyhlášky viz pro Prahu obrázek 1, pro zbytek ČR viz obrázek 2 a obrázek 3.

Úprava základních cen stavebních pozemků obcí nevyjmenovaných: v tabulce č. 1 přílohy č. 2 byla hodnota u znaku O_3 tabulky č. 2 přílohy č. 2 změněna v řádku V a v řádku VI tak, aby ve vazbě na polohu obce bylo u těchto položek umožněno zohlednit odlišnou úroveň cen stavebních pozemků:

Označení znaku	Název znaku	Hodnota koeficientu
...
O₃	Poloha obce	
...
V.	Nevyjmenovaná obec o velikosti nad 5000 obyvatel a obec, jejíž katastrální území sousedí s nevyjmenovanou obcí velikosti nad 5000 obyvatel	0,85 - 1,00
VI.	V ostatních případech	0,60 - 0,80

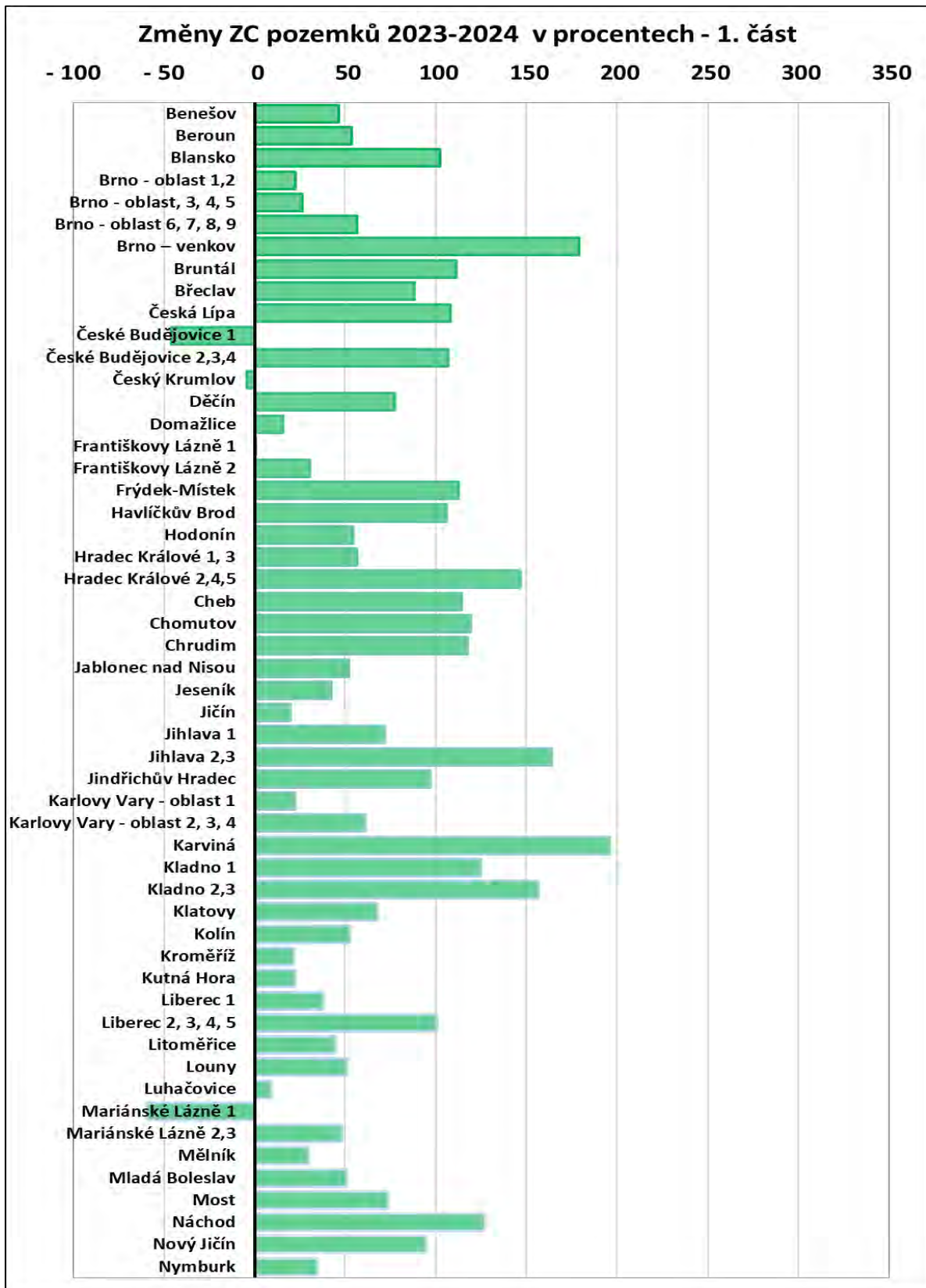
Původní znění:

V.	<i>Nevyjmenovaná obec o velikosti nad 5000 obyvatel a obec, jejíž katastrální území sousedí s nevyjmenovanou obcí velikosti nad 5000 obyvatel</i>	<i>1,00</i>
VI.	<i>V ostatních případech</i>	<i>0,80</i>



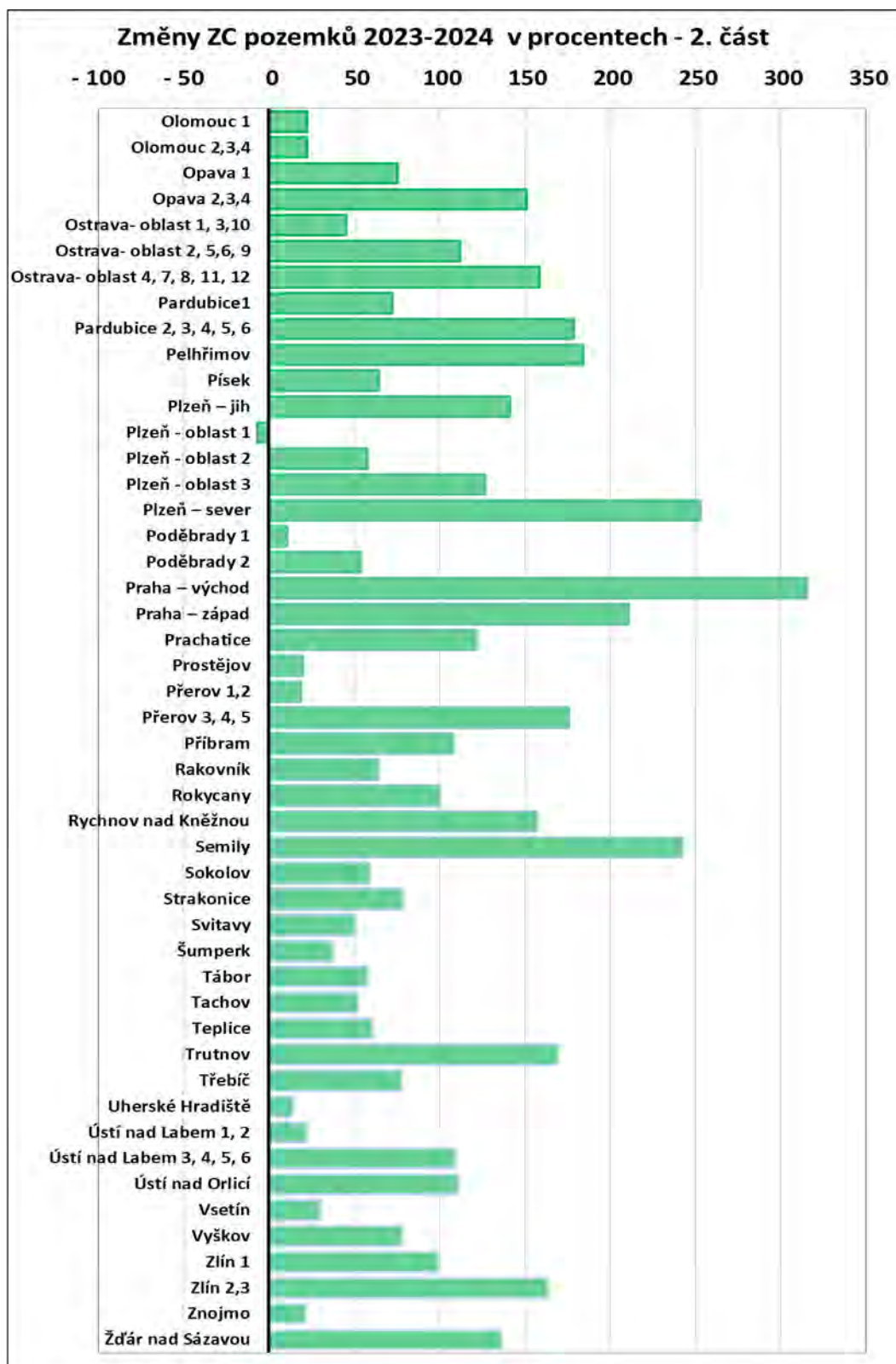
Obrázek 1 Změny základních cen stavebních pozemků 2023/2024 v tabulce č. 1 v příloze č. 2 oceňovací vyhlášky – Praha [Autor]

Figure 1 Changes in basic prices of building plots 2021/2022 in Table No. 1 in Annex No. 2 to the Valuation Decree - Prague [Author]



Obrázek 2 Změny základních cen stavebních pozemků 2023/2024 u vyjmenovaných obcí resp. jejich částí v tabulce č. 1 v příloze č. 2 oceňovací vyhlášky – část 1 [Autor]

Figure 2 Changes in basic prices of building plots 2023/2024 in the listed municipalities resp. their parts in Table No. 1 in Annex No. 2 to the Valuation Decree - Part 1 [Author]



Obrázek 3 Změny základních cen pozemků 2023/2024 u vyjmenovaných obcí resp. jejich částí v tabulce č. 1 v příloze č. 2 oceňovací vyhlášky – část 2 [Autor]

Figure 3 Changes in basic prices of building plots 2023/2024 in the listed municipalities resp. their parts in Table No. 1 in Annex No. 2 to the Valuation Decree - Part 2 [Author]

Příloha č. 3, tabulka č. 3 – Index polohy pro pozemky zastavěné nebo určené pro stavby rezidenční, pro rodinnou rekreaci, pro stavby pro obchod a administrativu ve znaku č. 7, v řádku II., byla upřesněna hodnota číselného rozpětí ve sloupci „i - Budovy pro obchod a administrativu“ tak, aby její úroveň odpovídala druhu a účelu stavby na pozemku:

Znak			Kvalitativní pásma					
P _i	Název znaku	Číslo	Popis pásma	Druh a účel stavby na pozemku				
				Rezidenční stavby v obcích do 2000 ob., včetně	Rezidenční stavby v ostatních obcích nad 2000	Stavby pro rodinnou rekreaci	Budovy pro školství a zdravotnictví	Budovy pro obchod a administrativu
a	b	c	d	e	f	g	h	i
...
7	Osobní hromadná doprava,*	I.	Zastávka ve vzdálenosti od 1001 m	-0,07	-0,07	-0,01	-0,05	-0,10
		II.	Zastávka od 201 do 1000 MHD – špatná dostupnost centra obce	-0,01 až -0,06	-0,01 až -0,06	0	-0,01 až -0,03	-0,01 až -0,06
		III.	Zastávka do 200 m včetně MHD – dobrá dostupnost centra obce,	0 až 0,02	0 až 0,02	0,00	0 až 0,01	0 až 0,02
		IV.	MHD – centrum obce	0,03	0,03	0,00	0,02	0,03

Původní znění:

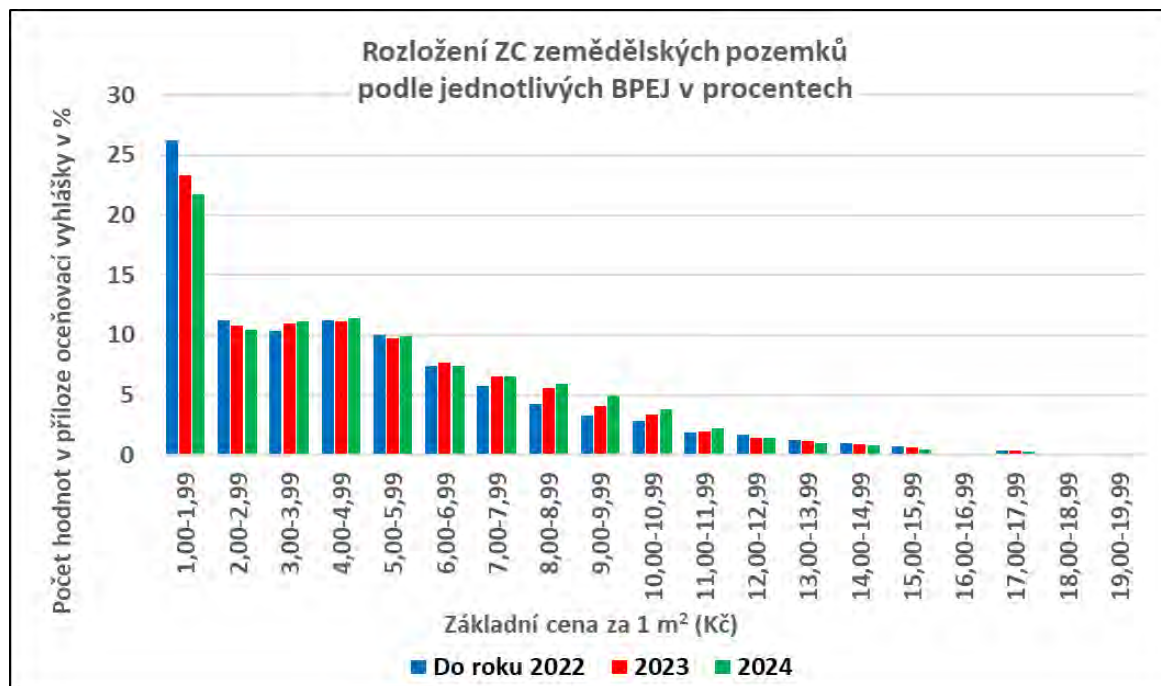
	II.	Zastávka od 201 do 1000 MHD – špatná dostupnost centra obce	-0,01 až -0,06	-0,01 až -0,06	0	-0,01 až -0,03	0,01 až -0,06
--	-----	--	----------------	----------------	---	----------------	---------------

Pozemky zemědělské (§ 11 ZOM, § 6 OV) – jak výše uvedeno, příloha č. 4, týkající se základních cen zemědělských pozemků podle bonitovaných půdně ekologických jednotek, byla rozšířena o nově zavedené bonitované půdně ekologické jednotky, které poskytlo Ministerstvo zemědělství. Obrázek 4 pro zajímavost ilustruje podíl jednotlivých BPEJ v procentech podle ceny v jednotlivých obdobích (nejedná se přitom o vážený průměr, ale o procenta z počtu položek BPEJ v příloze č. 4 – viz tabulka 1).

Tabulka 1 Statistika přehledu bonitovaných půdně-ekonomických jednotek (BPEJ) v příloze oceňovací vyhlášky v jednotlivých obdobích [Autor]

Table 1 Statistics of the overview of credit-rated land-economic units (BPEJ) in the annex to the valuation decree in individual periods [Author]

Období		Do roku 2022	2023	2024
Minimum	Kč/m ²	1,15	1,15	1,15
Průměr	Kč/m ²	5,24	5,12	5,24
Medián	Kč/m ²	4,62	4,45	4,62
Maximum	Kč/m ²	19,79	19,79	19,79
Počet tříd BPEJ		2 172	2 455	2 996



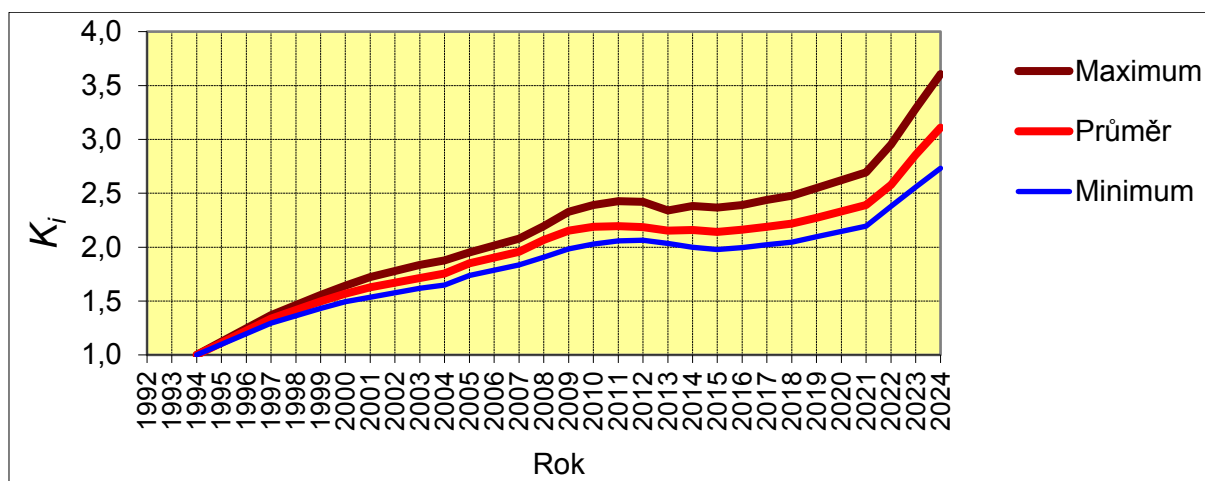
Obrázek 4 Rozložení jednotlivých BPEJ podle základní ceny [Autor]

Figure 4 Breakdown of individual BPEJs (certified soil ecological units) according to base price [Author]

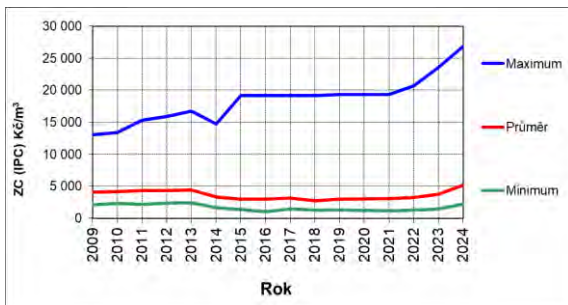
Lesní pozemek a nelesní pozemek s lesním porostem (§ 12 ZOM, § 7 OV) – beze změn, přílohy rovněž beze změn.

Pozemek vodní plochy, jiný pozemek (§ 13 ZOM, § 8 a 9 OV) – beze změn, přílohy rovněž beze změn.

U nákladového způsobu ocenění staveb (§ 10 až 30 OV) došlo opět ke každoroční aktualizaci koeficientů změny cen staveb K_i v příloze č. 41. Obrázek 5 znázorňuje průběh koeficientu od roku 1994; u průměru se zde jedná o prostý aritmetický průměr hodnot z přílohy č. 41. Úprava aktualizuje hodnoty koeficientů změny cen staveb - K_i (meziroční inflační koeficient nárůstu cen stavebních prací), které každoročně poskytuje v hodnotách za 1. pololetí aktuálního roku Český statistický úřad na základě vývoje cen ve stavebnictví.

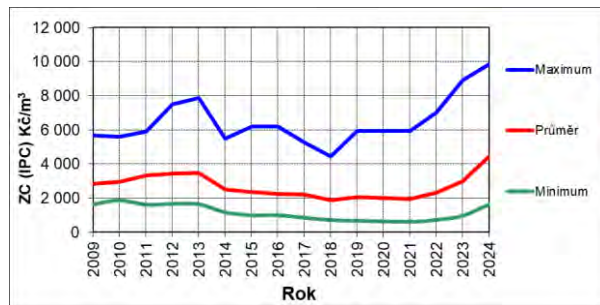
Obrázek 5 Vývoj koeficientu změny cen staveb K_i v letech 1994 – 2024 [Autor]Figure 5 Evolution of factor changes in prices of constructions K_i in the years 1994 to 2024 [Author]

Porovnávací způsob ocenění vybraných druhů staveb (§ 34-38) – text nezměněn, nové jsou hodnoty základních cen ZC v přílohách č. 24 až 27. Na grafech, viz obrázek 6 až obrázek 10 je uveden vývoj ZC od roku 2009, kdy bylo ocenění porovnávacím způsobem zavedeno, do roku 2024 (dříve tzv. IPC – indexovaná průměrná cena; s přechodem na ZC a změnou metodiky zřejmě souvisejí skoky od roku 2013). U průměru se zde opět jedná o prostý aritmetický průměr hodnot z příslušných příloh. Aktualizace byla provedena na základě analýzy údajů, které dříve poskytovala Ministerstvu financí územní pracoviště Finančních úřadů v návaznosti na ustanovení § 33 odstavec 3 zákona o oceňování majetku. Ty však po zrušení daně z nabytí nemovitých věcí tyto údaje nemají, proto byly tyto údaje nahrazeny daty a údaji o jejich převodech na trhu, získanými z katastru nemovitostí a z dalších zdrojů.



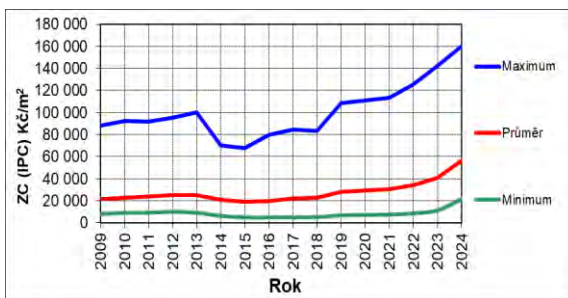
Obrázek 6 Vývoj základních cen ZC u porovnávací metody v letech 2009–2024; rodinné domy, rekreační chalupy a rekreační domky [Autor]

Figure 6 Evolution of basic prices ZC with comparative methods in the years 2009-2024; family houses, vacation cottages and recreational houses [Author]



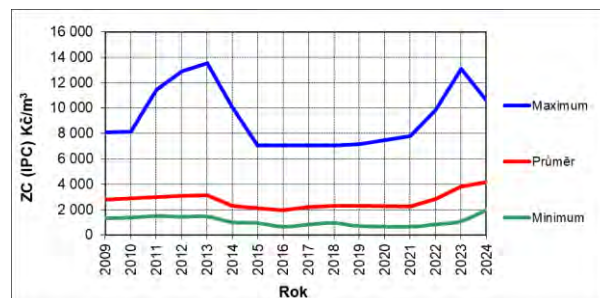
Obrázek 7 Vývoj základních cen ZC u porovnávací metody v letech 2009-2024; rekreační a zahrádkářské chaty [Autor]

Figure 7 Evolution of basic prices ZC with comparative methods in the years 2009-2024; recreational and gardening cottages [Author]



Obrázek 8 Vývoj základních cen ZC u porovnávací metody v letech 2009-2024; byty [Autor]

Figure 8 Evolution of basic prices ZC with comparative methods in the years 2009-2024; flats [Author]



Obrázek 9 Vývoj základních cen ZC u porovnávací metody v letech 2009–2024; garáže [Autor]

Figure 9 Evolution of basic prices ZC with comparative methods in the years 2009-2024; garage [Author]

V příloze č. 24, 25, 26 a 27 v textu pod tabulkou č. 2 se za slovo „došlo“ vkládají slova „ke změně“:

a) ...

* Hodnota kvalitativního pásma se násobí koeficientem s, který se vypočte podle vzorce:

$$s = 1 - 0,005 \times y,$$

kde:

y.....stáří stavby v rocích,

1 a 0,005konstanty

Přitom platí, že nejnižší hodnotou koeficientu s je 0,6.

Je-li stavba po celkové rekonstrukci, pak za stáří stavby pro stanovení hodnoty koeficientu s se považuje počet let od kolaudace této rekonstrukce plus 15 let. Za celkovou rekonstrukci se pro tento účel považuje stavba, u níž došlo **ke změně** alespoň 60 % objemových podílů prvků konstrukcí a vybavení. K celkové rekonstrukci starší 50 ti let se nepřihlíží.

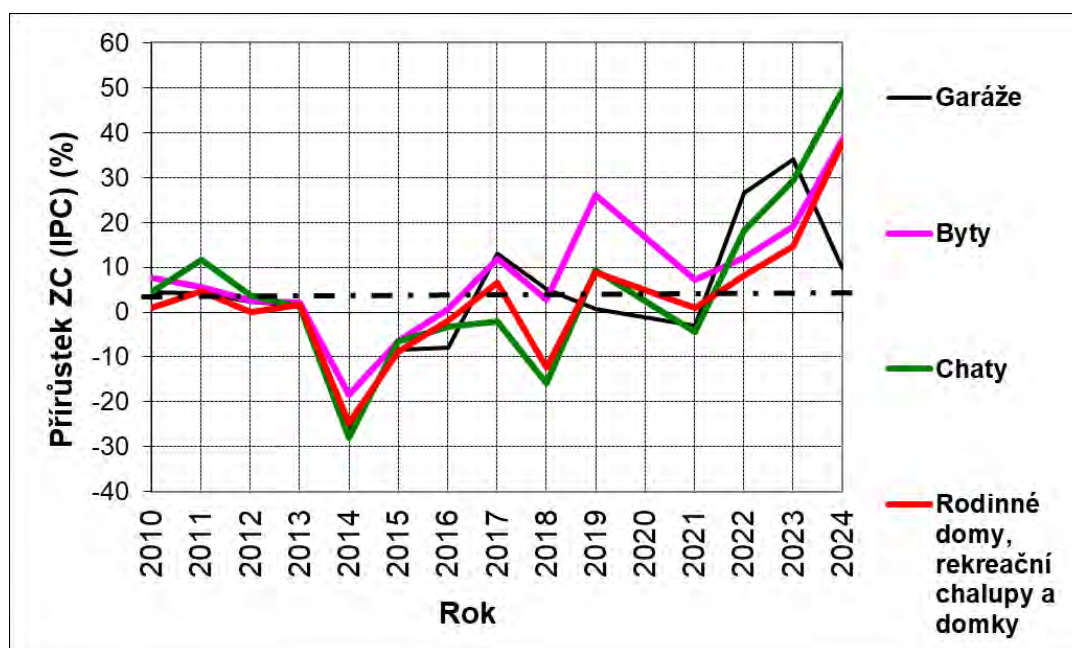
Je-li stavba s nástavbou, přístavbou, popřípadě se stavebními úpravami, jejichž objemové podíly ze stavby činí alespoň 50 % a které by se podle stáří zařadily do jiné kategorie oproti původní části stavby, lze hodnotu koeficientu s , příslušejícího původní stavbě, zvýšit o hodnotu 0,01 až 0,1.

Zařazení do kvalitativního pásma jednotlivých znaků musí vyplývat z popisu stavby. Pokud stavba nespĺňuje v hodnoceném znaku všechna kritéria jednotlivých kvalitativních pásem, zařadí se do nejbližšího porovnatelného kvalitativního pásma.

Tabulka 2 Přehled meziročních přírůstků průměru ze základních cen u porovnávacího způsobu ocenění v letech 2010-2024 [Autor]

Table 2 Overview of annual growth averages from basic prices by reference to the valuation in the years 2010-2024 [Author]

Přírůstek průměru ze ZC u porovnávacího způsobu ocenění staveb v daném roce oproti roku předchozímu (%)														
Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	2022	2023	2024
Garáže	4,45	4,23	2,26	1,46	-26,46	-8,45	-7,99	13,13	5,03	0,74	-3,1	26,6	33,99	9,76
Byty	7,68	5,54	2,67	2,19	-18,34	-6,4	0,74	11,8	2,86	26,2	7,14	12,17	19,18	38,49
Chaty	4,39	11,74	3,73	1,18	-28,0	-6,43	-3,31	-2,16	-15,75	9,39	-4,32	18,10	29,41	49,42
Rodinné domy, rekreační chalupy a domky	1,05	4,62	0,02	1,55	-24,8	-8,96	-1,93	6,58	-12,29	8,82	0,97	8,12	14,63	37,86



Obrázek 10 Vývoj meziročního přírůstku průměru základní ceny u porovnávací metody v letech 2010–2024 [Autor]

Figure 10 Evolution of annual increase in the average basic price by comparison methods in the years 2010-2024 [Author]

Lesní porosty: Beze změn, včetně příslušných příloh.

V příloze č. 44 („Výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin“) jsou následující změny:

- V tabulce č. 1 přílohy č. 44 byla provedena textová úprava ve druhém řádku pátého sloupce z důvodu sjednocení textu:

Produkční	štěpka	Produkční odrůdy/klony topolů a vrb	7-15	1,0
-----------	--------	-------------------------------------	------	-----

Původní znění:

Produkční	štěpka	Produkční odrůdy/klony topolů a vrb	7-15	1
-----------	--------	-------------------------------------	------	---

- V tabulce č. 2 přílohy č. 44 („Typy pozemků a korekční faktor pozemku (KFP) podle vhodnosti (bonity) pro pěstování výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin“) se upravil text v návaznosti na zrušení tabulky č. 5:

Pozemky podle vhodnosti (bonity) pro pěstování VP - RRD	Bonitační půdně ekologické jednotky (BPEJ) resp. hlavní půdně – klimatické jednotky (HPKJ)	Korekční faktor pozemku KFP
Optimální pozemky	HPKJ zařazené v tabulce č. 3	1,55
Vhodné pozemky	HPKJ zařazené v tabulce č. 4	1,00
Nevhodné pozemky	HPKJ zařazené v tabulce č. 5 HPKJ ostatní nezařazené v tabulkách č. 3 a č. 4	0,35

- Tabulky č. 3 a č. 4 přílohy č. 44 („Hlavní půdně-klimatické jednotky pozemků optimální pro výmladkové plantáže“ a „Hlavní půdně-klimatické jednotky pozemků vhodných pro výmladkové plantáže“) byly upraveny a doplněny o nové hlavní půdně-klimatické jednotky pozemků, které poskytlo Ministerstvo zemědělství za účelem aktualizace údajů.
- Zrušena je tabulka č. 5 přílohy č. 44 („Hlavní půdně-klimatické jednotky pozemků nevhodných pro výmladkové plantáže“), a to vzhledem k nově vznikajícím hlavním půdně-klimatickým jednotkám pozemků, které však nejsou zatím rajonizačně určeny pro pěstování rychle rostoucích dřevin.

Oceňování kombinací nákladového a výnosového způsobu (§ 31 až 33 OV) – zde nedošlo k žádným změnám.

Věcná práva k nemovitým věcem (právo stavby, věcné břemeno) – beze změn.

Společná, závěrečná a zrušovací ustanovení – beze změn.

3 DALŠÍ PŘEDPISY A PODKLADY

Výměr MF č. 01/2024 ze dne 14. prosince 2023, kterým se vydává seznam zboží s regulovanými cenami. Dostupný je v Cenovém věstníku č. 16/2023 na <https://www.mfcr.cz/cs/kontrola-a-regulace/cenova-regulace-a-kontrola/cenovy-vestnik/2023/cenovy-vestnik-16-2023-54120>

Regulováno je v oblasti nemovitostí pouze nájemné z pozemků veřejné infrastruktury, na kterých není provozována podnikatelská činnost a slouží zejména jako občanské vybavení pro veřejnou správu, soudy, státní zastupitelství, policii, vězeňskou službu, pro ochranu obyvatelstva, pro sport, školy, předškolní a školská zařízení, pro kulturu, pro zdravotnictví a sociální služby. Maximální ceny platí pouze pro pronájmy ve veřejném zájmu, kdy je nájemné hrazeno ze státního rozpočtu, státního fondu, příspěvkové organizace zřízené organizační složkou státu, státních finančních aktiv nebo z rezervního fondu organizační složky státu, z rozpočtu kraje nebo obce.

Malý lexikon obcí ČR 2023 byl vydán ČSÚ dne 15.12.2023, Podle § 53 oceňovací vyhlášky se použije ke zjištění počtu obyvatel obce při oceňování nemovitých věcí od 01.01.2024. Dostupný je na <https://www.czso.cz/csu/czso/maly-lexikon-obci-ceske-republiky-2023>.

4 REFERENCE

- [1] Zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku), ve znění pozdějších předpisů.
- [2] Vyhláška č. 441/2013 Sb., k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška), ve znění pozdějších předpisů.
- [3] Vyhláška č. 434/2023 Sb., kterou se mění vyhláška č. 441/2013 Sb., k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška), ve znění pozdějších předpisů.
- [4] Ministerstvo financí – Odůvodnění novely pro LRV – 2023.
- [5] BRADÁČ, A., POLÁK, P.: Úřední oceňování majetku 2024. 1. vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM® Brno, s.r.o., 2024. 345 s. ISBN 978-80-7623-119-1.

Nové předpisy od 1.6.2023 do 1.12.2023

New Regulations

prof. Ing. Albert Bradáč, DrSc.*

*Korespondenční adresa autora: albert@bradac.cz

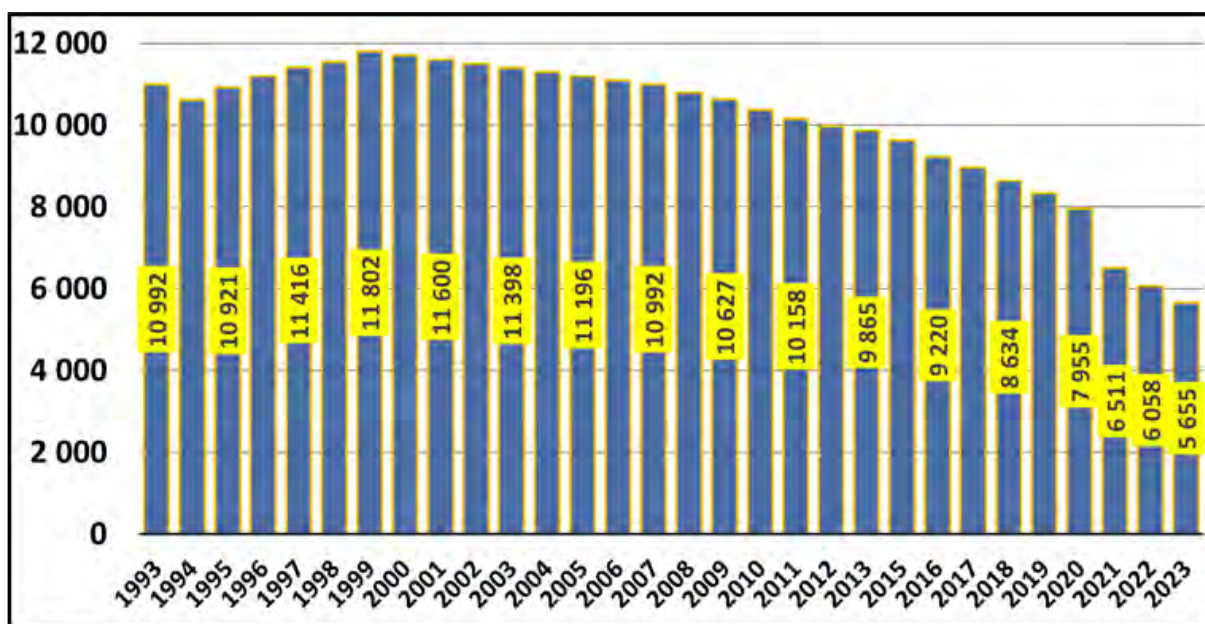
Č. ve Sb.	Předpis
341/2023	Vyhláška o stanovení výše základních sazeb zahraničního stravného pro rok 2024.
299/2023	Vyhláška o stanovení výše paušální částky náhrady nákladů při práci na dálku pro rok 2023. („Paušální částka náhrady nákladů při práci na dálku podle § 190a odst. 1 písm. b) zákoníku práce činí 4,60 Kč.“)
318/2023	Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 194/2009 Sb., o stanovení podrobností užívání a provozování informačního systému datových schránek , ve znění pozdějších předpisů. (Týká se zejména bezpečnosti a přípustných formátů.)
296/2023	Sdělení Ministerstva financí o vydání výměru MF č. 02/2023, kterým se mění seznam zboží s regulovanými cenami vydaný výměrem MF č. 01/2023. (Týká se cen a podmínek ve veřejné drážní osobní dopravě.)
271/2023	Zákon, kterým se mění zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. (Ve Sbírce 22 stran.)
257/2023	Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 355/2006 Sb., o stanovení způsobu a podmínek registrace, provozu, způsobu a podmínek testování historických a sportovních vozidel a způsobu a podmínek testování silničního vozidla , které je registrováno v registru silničních vozidel, ve znění pozdějších předpisů.
256/2023	Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů.
251/2023	Zákon, kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím zákona o veřejných dražbách .
250/2023	Zákon o veřejných dražbách. (Zahrnuje i anglický, resp. holandský způsob licitace, podmínky pro konání elektronické dražby, zvláštní pravidla pro veřejné dražby některých movitých věcí, zvláštní pravidla pro provádění nucené dražby, podmínky udělení koncese pro provádění nucených dražeb; zrušuje se 21 předpisů, resp. jejich částí.)
232/2023	Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb , ve znění vyhlášky č. 268/2011 Sb. (Týká se stavby nebo její části určené k činnosti školy, školského zařízení nebo k zajištění předškolní péče.)
191/2023	Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 467/2022 Sb., o změně sazby základní náhrady za používání silničních motorových vozidel a stravného a o stanovení průměrné ceny pohonných hmot pro účely poskytování cestovních náhrad pro rok 2023, ve znění vyhlášky č. 85/2023 Sb.
184/2023	Zákon, kterým se mění zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích , ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. (Právní forma a název státní příspěvkové organizace Ředitelství silnic a dálnic ČR se ke dni 1. ledna 2024 mění na státní podnik Ředitelství silnic a dálnic s. p.)

156/2023	Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 00/1994 Sb., o zeměměřičtví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění pozdějších předpisů.
155/2023	Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 211/2018 Sb., o technických prohlídkách vozidel, ve znění pozdějších předpisů.
154/2023	Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 343/2014 Sb., o registraci vozidel, ve znění pozdějších předpisů.
153/2023	Vyhláška o schvalování technické způsobilosti vozidel a technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.
152/2023	Zákon, kterým se mění zákon č. 283/2021 Sb., stavební zákon, ve znění zákona č. 195/2022 Sb., a některé další související zákony.
150/2023	Zákon, kterým se mění zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 220/2021 Sb., kterým se mění zákon č. 141/1961 Sb., o trestním řízení soudním (trestní řád), ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 40/2009 Sb., trestní zákoník, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 257/2000 Sb., o Probační a mediační službě a o změně zákona č. 2/1969 Sb., o zřízení ministerstev a jiných ústředních orgánů státní správy České republiky, ve znění pozdějších předpisů, zákona č. 65/1965 Sb., zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů a zákona č. 359/1999 Sb., o sociálně-právní ochraně dětí (zákon o Probační a mediační službě), ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony. (Týká se terapeutického programu při žádosti osoby, která pozbyla řidičské oprávnění podle § 94a, o jeho vrácení.)

Zákony a vyhlášky jsou dostupné na www.mvcr.cz > Legislativa > Sbírka zákonů

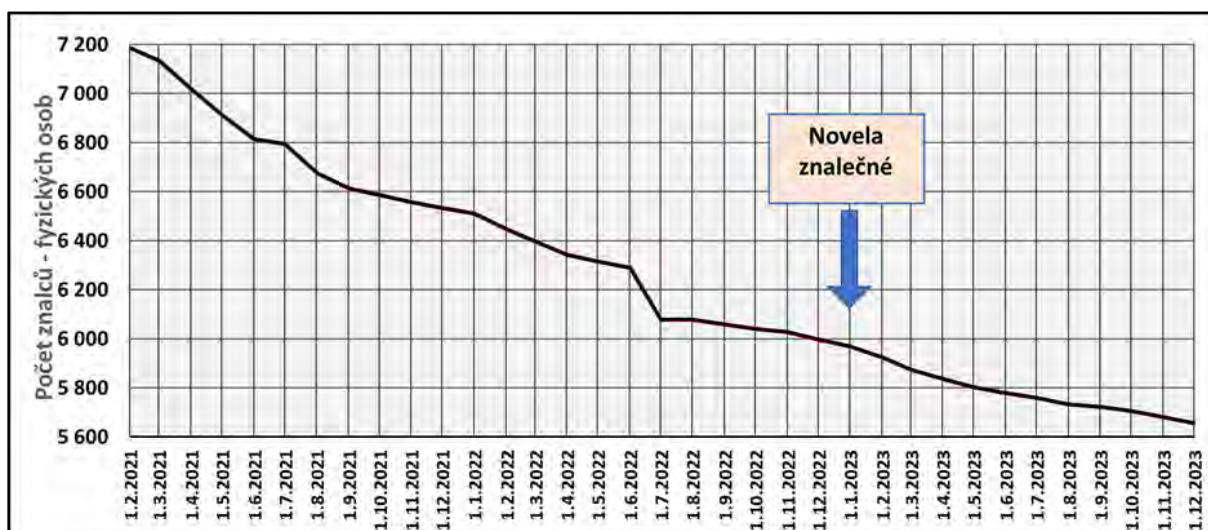
Úplné znění včetně historie aktualizací například na <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/sbirka>

Ústřední věstník s cenovými výměry na www.mfcr.cz a zadat do vyhledávání Cenový věstník nebo Cenový výměr



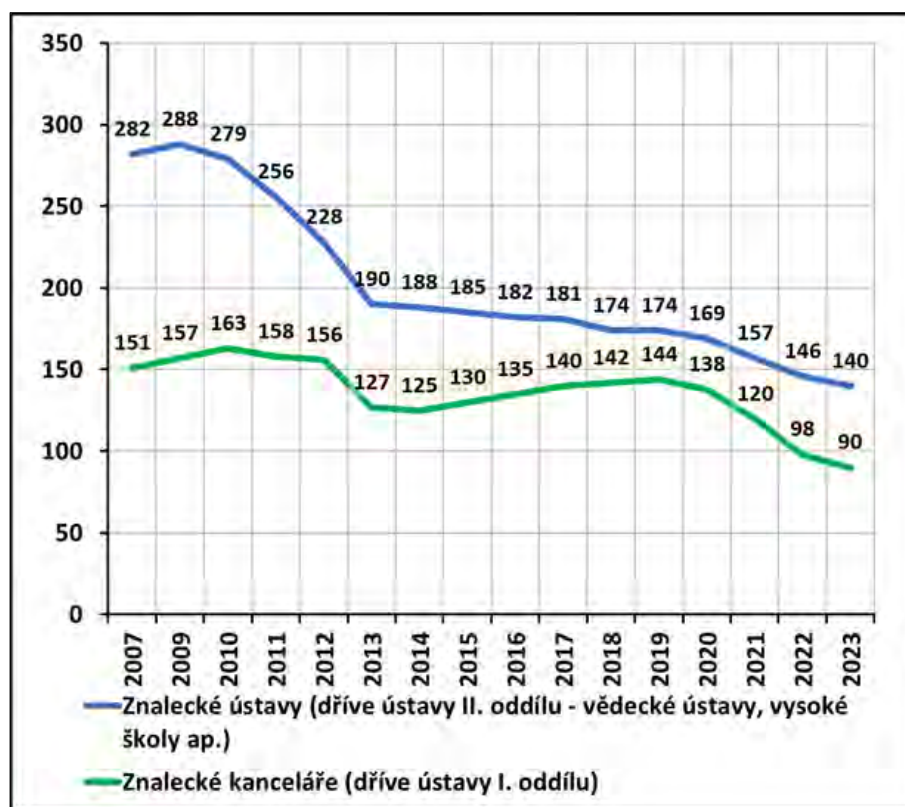
Obrázek 1 Počet znalců v ČR celkem v letech 1993–2023

Figure 1 Total number of experts in the Czech Republic in 1993–2023



Obrázek 2 Vývoj počtu soudních znalců v ČR celkem od února 2021 po měsících (1.12.2023 – celkem 5 655 fyzických osob)

Figure 2 Development of the number of forensic experts in the Czech Republic from February 2021 by months (December 1, 2023 – total 5 655 individuals)



Obrázek 3 Vývoj počtu znaleckých ústavů a znaleckých kanceláří (stav k prosinci 2023)

Figure 3 Development of the number of expert institutes and expert offices (status till December 2023)

