

JUFOS

Junior Forensic Science Brno

SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ



XIV. ROČNÍK
ODBORNÉ KONFERENCE
DOKTORSKEHO STUDIA

Ústav soudního inženýrství

Název: Sborník příspěvků konference Junior Forensic Science Brno 2022
Sestavil: Ing. Sofie Pokorná, Ing. David Jelínek
Vydalo: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství,
Purkyňova 464/118, 612 00 Brno
Vyšlo: květen 2022
Vydání: první
ISBN: 978-80-214-6063-8

Tento sborník obsahuje všechny příspěvky 14. ročníku konference JUFOS. Příspěvky byly recenzovány a neprošly jazykovou korekturou. V následujícím obsahu jsou v jednotlivých sekcích řazeny příspěvky abecedně, dle příjmení prvního autora.

OBSAH

Sekce 1. Analýza silničních nehod a oceňování motorových vozidel, strojů a zařízení

AUTOMATIZOVANÉ VOZIDLÁ A MOŽNOSTI VYHODNOCOVANIA ICH ZÁSAHOV DO RIADENIA	5
JANURA JURAJ	
PREVENCE DOPRAVNÍCH NEHOD ZA SNÍŽENÉ VIDITELNOSTI – NOČNÍ BEZPEČNOSTNÍ INSPEKCE POZEMNÍ KOMUNIKACE.....	13
KOHOUT TOMÁŠ	
ANALÝZA DODRŽOVÁNÍ STANOVENÉHO ODPSTUPU MEZI VOZIDLY PŘI JÍZDĚ NA DÁLNICI	20
KRÁL JAROSLAV	
VLIV VYBRANÝCH FAKTORŮ NA STANOVENÍ EES	28
MORAVCOVÁ PAVLÍNA	
VERIFIKACE ZÁVAŽNOSTI ZÁVAD SILNIČNÍCH ZÁCHYTNÝCH SYSTÉMŮ EVIDOVANÝCH V RÁMCI BI PK.....	35
NOVÁČEK JAKUB	
VLIV MODERNÍCH SVĚTLOMETŮ NA VIDITELNOST PŘENOSNÉHO DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ A VÝSTRAŽNÝCH TROJÚHELNÍKŮ.....	47
RAK MARTIN	
VYUŽITÍ NADOBOROVÝCH DISCIPLÍN PRO ŘEŠENÍ OCEŇOVACÍCH PROBLÉMŮ	53
ŠŮSTEK ROMAN	
POSOUZENÍ VÝVOJE VOZOVÉHO PARKU V ČR S OHLEDEM NA AKTUÁLNĚ PLATNÉ TECHNICKÉ PODMÍNKY.....	60
VRTAL PAVEL	
ŠPECIFIKÁCIE MÄKKEJ FIGURÍNY CHODCA PRI SIMULÁCIÁCH DOPRAVNÝCH NEHÔD.....	71
ZAVODJANČÍK TOMÁŠ	

Sekce 2. Stavebnictví a oceňování nemovitostí

CESTOVNÍ RUCH OVLIVŇUJE TRŽNÍ CENY BYTOVÝCH JEDNOTEK	81
BRANDEJS DAVID	
VYHODNOCENÍ NEJVÝZNAMNĚJŠÍCH CENOTVORNÝCH FAKTORŮ OVLIVŇUJÍCÍCH TRŽNÍ CENU RESIDENČNÍCH NEMOVITOSTÍ, NEMOVITÝCH KULTURNÍCH PAMÁTEK.....	87
BRANDEJS DAVID	
ANALÝZA VVÝVOJE CEN STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ	93
HÁVA KARLA	
VLIV MĚSTSKÉHO PROSTORU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	100
KLIMENT DANIEL	
DĚLNICKÉ KOLONIE MĚSTA BRNA.....	105
POKORNÁ SOFIE	
KONTROLA A VERIFIKACE ZNALECKÝCH POSUDKŮ JEDNOHO SOUDNÍHO ZNALCE	115
SADÍLEK AUGUSTIN	
PROBLEMATIKA SOUVISEJÍCÍ S ODLIŠNÝM VLASTNICTVÍM POZEMKU A STAVBY NA NĚM STOJÍCÍ.....	129
VAŘECHOVÁ MARTINA	

AUTOMATIZOVANÉ VOZIDLÁ A MOŽNOSTI VYHODNOCOVANIA ICH ZÁSAHOV DO RIADENIA

AUTOMATIZED VEHICLES AND POSSIBILITIES FOR EVALUATION OF THEIR DRIVING INTERVENTION

Juraj Janura¹, Tomáš Zavodjančík², Peter Vertal³

Abstrakt

Článok pojednáva o aktuálnej situácii v oblasti automatizovaných vozidiel. Úroveň automatizácie sa postupne zvyšuje a vozidlá sa stávajú sofistikovanejšie a náročnejšie na chápanie. Tento fakt vedie k novým a pokročilým vedomostným požiadavkám, zvlášť pre ľudí podieľajúcich sa na výskume, produkcii alebo testovaní automatizovaných systémoch alebo ich využívajú pre ďalšie analýzy. Jedna zo zainteresovaných skupín sú súdni znalci. Ich úplne chápanie automatizovaných systémov je nevyhnutné pre prípravu vysoko kvalitných znaleckých posudkov, zabezpečujúc tak objektívne a komplexné posúdenie vyšetrovanej udalosti. Pre tento účel je nevyhnutné zaobstarat' relevantné údaje ohľadne účasti automatizovaných systémov na riadení a vplyvu na reálnu dopravnú situáciu. Predmetom môjho výskumu je čiastočne naplniť tieto požiadavky a poskytnúť súdnym znalcom externé meracie zariadenie. Toto špeciálne zariadenie bude schopné merať základné charakteristiky jazdnej situácie ako vzdialenosti objektov, rýchlosť a pozíciu.

Abstract

The article deals with actual situation in field of automatized vehicles. The level of automatization is gradually increasing and vehicles are becoming more sophisticated and complicated for understanding. This fact leads to new advanced knowledge request, especially for people who are participating in automatized systems research, production, testing or using them for further analysis. One of the involved groups are forensic experts. Their full understanding of automatized systems is crucial for preparation of high-quality forensic reports and thus secure objective and complex judgement of investigated event. For this purpose, it is necessary to obtain relevant information regarding automatized system participation in driving and influence on real driving situation. My topic of research is to partially satisfy this requirement and provide to forensic experts independent, external and portable measuring device. This special device is going to be capable to measure basic characteristics of driving situation as objects distances, speed and position.

Kľúčové slová

Automatizované vozidlá, kamera, stereo videnie, zásah, zariadenie

Keywords

Automatized vehicles, camera, stereo vision, intervention, device.

1 ASISTENČNÉ SYSTÉMY VO VOZIDLÁCH

Automobilový priemysel v súčasnosti výrazne napreduje a vzhľadom na narastajúce požiadavky legislatívy a trhu je nútený dynamicky reagovať na aktuálnu situáciu. Všeobecnou snahou výrobcov je zvyšovať kvalitu, efektívnosť a bezpečnosť svojich produktov. Moderné vozidlá sa už nezaobídu bez zložitých elektronických systémov, ktoré pomáhajú konštruktérom dosahovať často protichodné požiadavky ako napr.: znižovať spotrebu a zvyšovať výkon, znižovať hmotnosť a zvyšovať tuhosť a iné. V oblasti bezpečnosti je situácia veľmi podobná a implementácia elektronických systémov a komponentov je nevyhnutná. Jednou z možností ako sa snažia výrobcovia zvyšovať úroveň bezpečnosti svojich vozidiel je vývoj a zavádzanie asistenčných systémov, ktoré pomáhajú vodičovi pri riadení vozidla, varujú ho v prípade hroziaceho nebezpečenstva a ak vodič nereaguje, aktívne zasiahnu do riadenia a zabránia tak kolíziám.

¹ Juraj Janura, Ing., Žilinská univerzita v Žiline, Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania, 1. mája 32, 010 26 Žilina, juraj.janura@gmail.com

² Tomáš Zavodjančík, Ing., Žilinská univerzita, Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania, 1. mája 32, 010 26 Žilina, t.zavodjancik@gmail.com

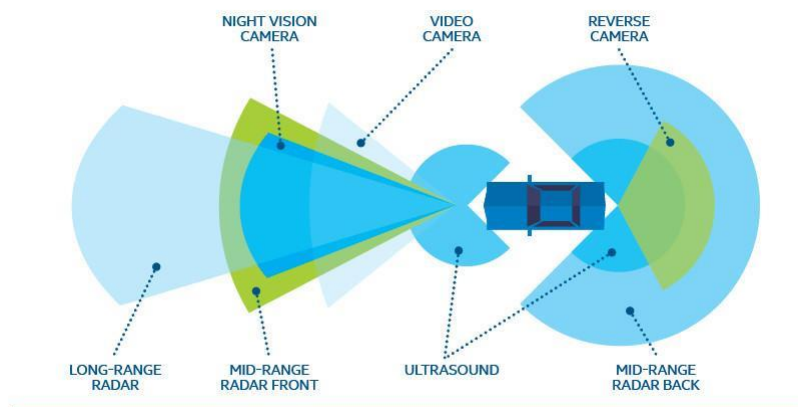
³ Peter Vertal, Ing., Ph.D., Žilinská univerzita v Žiline, Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania, 1. mája 32, 010 26 Žilina, peter.vertal@usi.sk

1.1 Pokročilé asistenčné systémy

Asistenčné systémy DAS – sú systémy, ktoré informujú, varujú pred nebezpečenstvom, poskytujú spätnú väzbu, zvyšujú komfort a redukujú pracovnú záťaž vodiča s aktívnym stabilizovaním alebo ovládaním vybraných sústav vozidla.

Pokročilé asistenčné systémy (ADAS – advanced driver assistance systems) sú pokročilé nadstavbové prvky asistenčných systémov (DAS – driver assistance systems). Používajú komplexné procesné algoritmy na detegovanie a vyhodnotenie okolia vozidla na základe údajov z viacerých senzorov. Podporné funkcie systémov a architektúra ADAS musí obsahovať moduly pre snímanie údajov, spracovanie, inteligentné vyhodnotenie a rozhodovanie. Jeden z kľúčových prvkov systému ADAS je koncept zlučovania dát tzv. „sensor fusion“. Je to proces, ktorý pre svoje výpočty používa vstupy z viacerých snímačov, zlučuje ich a následne transformuje do podstatne presnejších výstupov. Výsledok je detailnejší a presnejší prehľad o situácii okolo vozidla. Tieto systémy sú považované za východiskové prvky pre implementáciu automatizovaných vozidiel. Ako pokročilé asistenčné systémy sa považujú systémy udržovania v jazdnom pruhu (LKA – lane keeping assistance), asistent pre núdové brzdenie (AEB – automatic emergency brake) a adaptívny tempomat (ACC – adaptive cruise control) a iné. [1]

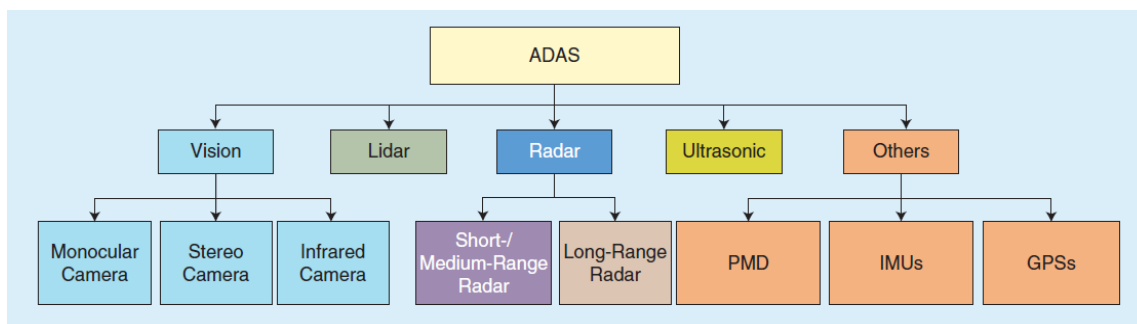
Na obrázku 1 je možné vidieť prehľadne operačný rozsah pôsobenia jednotlivých komponentov pri pokročilých asistenčných systémoch. Jednotlivé polia sa sčasti prekrývajú avšak ich vzdialenosti, v ktorých sú schopné spoľahlivo fungovať sa líšia.



Obr. 1 Prehľad pôsobenia jednotlivých systémov [1]

1.2 Základné komponenty používané v asistenčných systémoch

Automatizované vozidlá a asistenčné systémy využívajú množstvo senzorov a elektronických zariadení. Okrem základných komponentov - kamera, radar a lidar, obsahujú aj iné hardware vybavenie. Sú nimi napr. ultrazvukové snímače a iné vybavenie - PMD zariadenie (photonic mixer device), zariadenie IMUs (Inertial measurement unit) a GPS (Global positioning system). [2]



Obr. 2 Štruktúra komponentov pre pokročilé asistenčné systémy [2]

Nosná časť môjho výskumu sa zameriava na kamery, preto budem hlavný dôraz klásť na bližšie vysvetlenie základných funkčných princípov kamery.

Kamera patrí k základným komponentom architektúry pre automatizované systémy. Je radená ako staršia a pomerne rozšírená technológia, ktorá má uplatnenie vo viacerých oblastiach priemyslu. Je to pasívny systém, ktorý je niektorými svojimi výhodami nezastupiteľný. Kamera je síce podobne ako ľudské oko, náchylná na počasie (hustý dážď, sneženie) kedy je jej fungovanie obmedzené, no ako jediná dokáže zaznamenať textúru, farbu a kontrast. Schopnosť vysokého rozlíšenia, zachytenia detailov skúmaného prostredia, robí kameru technologickým lídrom pre klasifikáciu objektov. Svojou relatívne nízkou nákladovosťou, je hlavným prvkom pokročilých asistenčných systémov. Jej kľúčové diely sú : šošovka, kamerové telo , Bayerov filter, snímač a procesor ISP (Image signal processor).

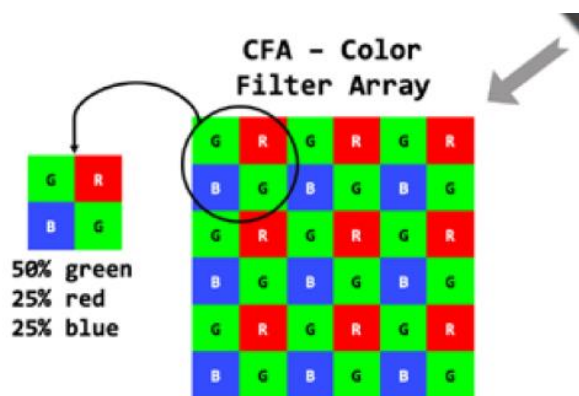
a) šošovka – kamerové a fotografické šošovky sú zariadenia schopné zachytiť a reprodukovať obraz okolia. Je to komponent, ktorý má najväčší vplyv na kvalitu zachyteného obrazu. Môže sa skladať iba z jednej samotnej šošovky alebo z kombinácie viacerých šošoviek alebo reflektorov. Základným a principiálnym faktorom, ktorým sa jednotlivé šošovky fundamentálne líšia je ohnisková vzdialenosť. Druhým dôležitým faktorom je svetelnosť šošovky. Významnou vlastnosťou šošoviek je aj schopnosť zaostrovania v rôznych vzdialenostiach, priblíženie obrazu či už manuálne alebo elektricky. Podpornou funkciou pre kvalitnejšie výstupy je aj stabilizácia obrazu vhodná pri náročných externých podmienkach. Na obrázku 3 sú znázornené jednotlivé komponenty, z ktorých sa skladá kamera.



Obr. 3 Základné komponenty kamery [3]

b) kamerové telo – je konštrukčný prvok pre elektronické komponenty kamery. Obsahuje Bayerov filter, snímač a procesor. Hlavnou úlohou kamerového tela je ochrániť jednotlivé komponenty pred vonkajšími vplyvmi ako je napr. mechanické poškodenie.

c) Bayerov filter – je používaný pre určenie farby okolitých predmetov snímaných kamerou. Fotodiódy sú prirodzene „farboslepé“. Pre dosiahnutie schopnosti determinovať farbu, majú rôzne mozaikové farebné filtre podľa modelu určenom Bayerovým filtrom. Táto mozaika pozostáva z troch základných farieb – červenej, zelenej a modrej (RGB – red, green, blue). Každý pixel je pokrytý filtrom aby zachytil iba jednu z troch základných farieb. Na určenie výsledného farebného obrazu sa používajú rôzne algoritmy, ktoré fungujú na princípe interpolácie množstva jednotlivých farieb.



Obr. 4 Bayerov filter [3]

d) snímač – je zariadenie, ktoré transformuje fyzikálne vlastnosti obrazu do elektrického signálu. Je to polovodičová súčiastka schopná zachytiť svetlo – množstvo fotónov, ktoré naň dopadajú. Povrch snímača je tvorený miniatúrnymi prijímačmi zoskupených do pravidelných štruktúr. Tieto prijímače uskutočňujú konverziu z fotónov na

elektróny. Tento elektrický signál potom proporčne reprezentuje množstvo zachytených fotónov. Na dosiahnutie použiteľnej informácie a reprodukovanie obrazu sa elektrický signál následne za pomoci analógovo-digitálneho prevodníka konvertuje na číselnú hodnotu, s ktorou sa ďalej pracuje. V súčasnosti sa na trhu používajú hlavne dva typy snímačov a to je CCD snímač (Charge Coupled Device) a CMOS snímač (Complementary Metal Oxide Semi-conductor). Oba typy majú obdobný koncept prevodu fotónov na elektrický signál cez analógovo-digitálny prevodník, rozdiel je však v spôsobe následného spracovania informácií.

e) procesor (ISP – Image Signal Processor) je vysoko špecializovaný procesor pre spracovanie obrazov v digitálnych fotoaparátoch a kamerách. Ich úlohou je spracovanie informácií a ich úprava. Obsahuje rôzne úpravy zachytených obrázkov, redukciu šumu, zlepšenie ostroty, zníženie skreslenia šošovky, kódovanie, kompresiu a iné zásahy. [3]

2 AUTONÓMNÉ SYSTÉMY

Prvé pokusy ohľadne automatizovaných systémov sa datujú už do roku 1920, veľký prelom nastal v roku 1980, kedy sa podarilo výskumníkom vyvinúť automatizovaný diaľničný systém. Prvé priekopnícke projekty sa uskutočňovali hlavne v Nemecku a v USA počas rokov 1980 až 2000.

Vo všeobecnosti sa dá povedať, že automatizované systémy fungujú na princípe troch hlavných fáz a to snímanie, plánovanie a konanie. Hlavnou výzvou pre automatizované systémy je práve fáza snímania okolitého dynamického prostredia [4]

Iné zdroje uvádzajú okrem spomenutých troch hlavných fáz aj štvrtú fázu, logicky nasledujúcu po snímaní a to vnímanie, ktoré by sa dalo charakterizovať ako spracovanie snímaných informácií a pretransformovanie ich do použiteľnej formy pre rozhodovacie a plánovacie algoritmy. Ako príklad by sa dala uviesť klasifikácia objektov. [5]

Hoci doprava a dopravná infraštruktúra sa považuje za jeden zo základných pilierov hospodárstva krajín potrebný pre ich ďalší rozvoj, prináša so sebou aj negatívne faktory akými sú dopravné nehody spojené so stratami na majetku, zdraví a životoch alebo znečistenie životného prostredia. Predpokladá sa, že postupným zavádzaním automatizovaných systémov sa dopracuje k výraznému poklesu alebo odstráneniu niektorých negatívnych faktorov. [4]

Ako hlavné benefity automatizovaných systémov by sa dalo spomenúť :

a) zníženie počtu dopravných nehôd alebo ich vážnosti :

Automatizované vozidlá budú mať vďaka viacerým snímačom lepší prehľad o situácii na ceste, dokážu súbežne vyhodnotiť viaceré vstupy, prijímať dodatočné informácie zo vzdialených serverov resp. iných vozidiel, ktoré im poskytnú komplexnejší obraz v okolí vozidla.

b) zredukovanie emisií škodlivých látok :

Vďaka optimalizácii trás dokáže systém vyhodnotiť najkratšiu trasu, na druhej strane manažmentom jazdného štýlu dokáže využiť geografické danosti trasy, prejazdy zákrutami, obmedzeniami alebo inými úsekmi, dokáže minimalizovať zbytočné brzdenie.

c) zvýšená mobilita:

Pre skupiny ľudí bez vodičského oprávnenia alebo zdravotne indisponovaných ľudí sa zvýši kvalita života z dôvodu lepšej dostupnosti a komfortu pri preprave na miesta mimo obslužného plánu hromadnej dopravy, v ľubovoľnom čase.

d) využitie cestovného času, na činnosti nesúvisiace s vedením vozidla:

Pasažieri budú môcť využiť čas cestovania na oddych alebo spánok, prípadne na iné aktivity.

e) zníženie dopravných kongescií:

Vďaka vzájomnému prepojeniu jednotlivých vozidiel a zdieľaniu informácií dokážu včasne reagovať na aktuálnu dopravnú situáciu, prípadne sa môžu vyhnúť miestami s vysokou hustotou dopravy, pri kumulácii vozidiel na križovatke, dokážu vzájomným informačným prepojením súbežný rozbeh, čo v praxi ušetrí nielen čas ale aj pohonné hmoty a emisie.

f) zníženie nákladov na samotné riadenie vozidla

Prevádzka vozidiel bude odbremenená o náklady na vodičov, keďže autonómne vozidlo ho nepotrebuje. Pre dosiahnutie spomenutých benefitov sa aktuálne značná časť výskumu zameriava na umelú inteligenciu a hlavným dôrazom na aplikáciu tzv. Hlbokého učenia (Deep learning), ktorý sa úspešne aplikuje tiež v oblasti automatizovaných vozidiel. [6]

Napriek všetkým vylepšeniam v oblasti automatizovaných systémov sa stále vyskytujú fatálne dopravné nehody. Podľa štatistických údajov organizácie WHO (World Health Organization) publikovaných vo februári roku 2020, je každoročne globálne usmrtených 1,35 milióna účastníkov cestnej premávky, z toho skoro polovica je z najzraniteľnejších skupín – motocyklisti, cyklisti a chodci. Mnoho expertov považuje rozvoj automatizovaných systémov za cestu k dramatickému zníženiu počtu fatálnych dopravných nehôd. Umelá inteligencia dokáže eliminovať niektoré ľudské nedostatky a chyby, ktoré tvoria najčastejšie príčinu fatálnych nehôd. Podľa organizácie IIHS (Insurance Institute for Highway Safety) až dve tretiny dopravných nehôd by sa dalo eliminovať automatizovanými systémami, za predpokladu, že by boli špeciálne naprogramované na predchádzanie chýb vodiča z nedostatočného alebo nepresného predvídania,

rozhodovania a samotného vykonávania riadenia vozidla. Na druhej strane, automatizované systémy sa stretávajú s problémom sociálnej akceptácie, čo je akceptácia teda prijatie týchto systémov širokou verejnosťou.

Podľa viacerých odborníkov získanie dôvery verejnosti je a bude jednou z hlavných výziev pri zavádzaní automatizovaných systémov do praxe. Dostatočná informovanosť a uvedomenie si výhod týchto systémov zo strany verejnosti, môže významným spôsobom napomôcť k rýchlejšiemu prijatiu nových technológií. [7]

3 AKTUÁLNE MOŽNOSTI VYHODNOCOVANIA AUTOMATIZOVANÝCH SYSTÉMOV

V súčasnej dobe nemá znalecká obec k dispozícii komplexné zariadenia, ktoré by sa dali použiť pre účely vyhodnocovania zásahov automatizovaných vozidiel a možnosti pre rekonštrukciu a simuláciu nehodových dejov automatizovaných vozidiel sú značne limitované. Určité dynamické parametre vozidla zachytáva zariadenie EDR (Event data recorder), avšak obsah a rozsah týchto informácií často nenapĺňa komplexné požiadavky pre objasnenie dopravných nehôd a pre určenie miery zásahu automatizovaných systémov do riadenia.

Pre vysvetlenie použijem definíciu EÚ pre EDR – zariadenie s kontinuálnym záznamom a ukladaním hodnôt viacerých vozidlových parametrov tak, že ukladaná sekvencia pokrývajúc niekoľko sekúnd pred, počas a po nehode, môže byť dostupná a vyvolateľná zo záznamu. [8]

Pre elimináciu týchto nedostatkov sa navrhovaná sústava bude zameriavať na základné dynamické parametre vozidla vo vzťahu k okoliu, k prekážke, vzhľadom ku ktorej sa budú určovať kritické fyzikálne veličiny. Z komerčného pohľadu sú etablovaní na trhu viacerí výrobcovia, ktorí by eventuálne splňali požiadavky na meraciu sústavu. Niektorí z nich ponúkajú samostatné meracie produkty ako sú radar, lidar, kamera alebo hotové zostavy, kde je zabezpečený kompletný reťazec toku informácií. Od snímania okolia po zlučovanie informácií z viacerých snímačov až po finálne vyhodnotenie a poskytnutie hotových a použiteľných výstupov. Tieto riešenia sú však pre externého doktoranda cenovo nedostupné a tak nereálne pre ďalšie použitie v akademickom prostredí. Ako príklad uvádzam americkú spoločnosť Autonomous Stuff, ktorá poskytuje rôzne riešenia od samostatných komponentov až po komplexné zostavy. Pre účely návrhu meracej sústavy by bola postačujúca základná zostava tzv. Starter Kit na obr. 5, ktorá obsahuje základné komponenty ako Lidar, radar, kameru, počítač - Stuff Nebula a Middleware ROS (Robot operating system).



Obr. 5 Starter Kit – Autonomous Stuff

3.1 Konkrétny návrh meracej sústavy

Z dôvodu vysokých finančných nárokov na hardwarové komponenty sústavy a na samotný software pre synchronizáciu nameraných údajov, ich zlučovanie a vyhodnocovanie som sa rozhodol pre software Matlab, ktorý je pomerne ľahko dostupný pre akademickú obec. Po dlhých a náročných skúmaní dostupných sústav a komponentov a po náročných vyjednávaniach a komunikáciách s dodávateľmi týchto komponentov som dospel k záveru, že software Matlab bude vhodnou alternatívou pre pokračovanie môjho výskumu. Okrem Automated driving toolbox obsahuje Matlab veľké množstvo ďalších aplikácií, ktoré dotvárajú značnú komplexnosť tohto softwaru. Ako prvú uvádzam modul pre automatizované vozidlá - Automated Driving Toolbox, ktorý bude nosným prvkom v mojom ďalšom výskume a návrhu meracej sústavy na vyhodnocovanie zásahu automatizovaného systému do riadenia. Mojim zámerom je vytvoriť Matlab aplikáciu, kde bude možné určovať z nahratých údajov vytýčené parametre a charakterizovať tak zásah automatizovaného systému do riadenia. Príklad je uvedený na obrázku 6, kde sú znázornené kóty polohy okolitých vozidiel. Tieto kóty sa budú k dispozícii počas celej jazdnej skúšky alebo simulácie konkrétnej jazdnej situácie, pri ktorej došlo k dopravnej nehode.

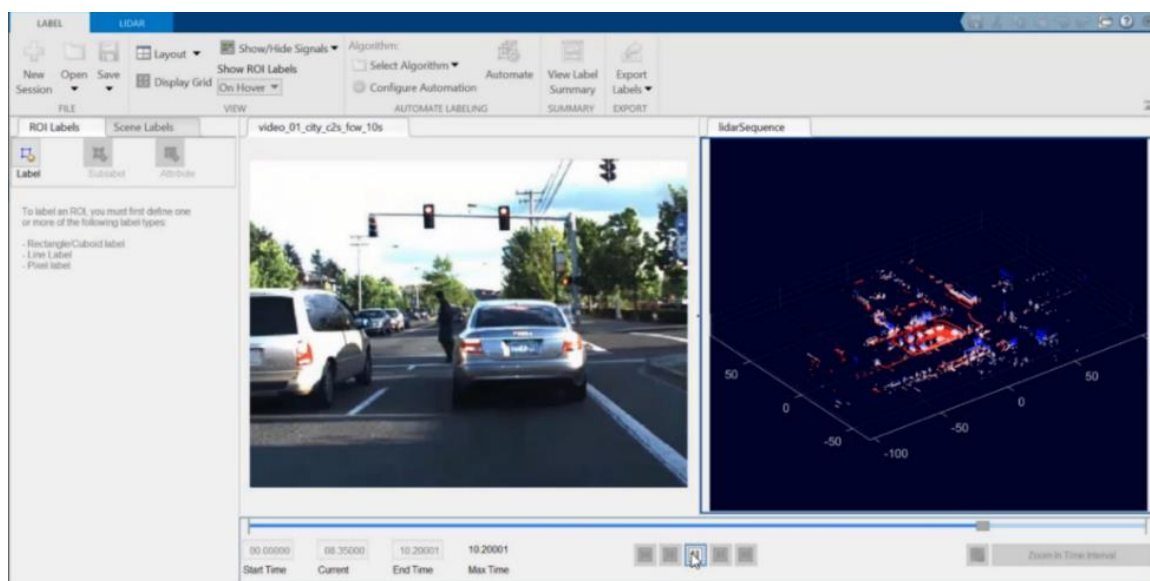


Obr. 6 Definovanie polohových kót okolitých vozidiel

Na začiatok bude cieľ vyhodnotiť jednoduchú situáciu, kedy pred vozidlo jazdiace v priamočiaram smere bude umiestnená prekážka (maketa vozidla). Úlohou sústavy bude vyhodnotiť, ako sa bude správať automatizované vozidlo pri nájazde na prekážku bez zásahu vodiča. Konkrétne budem hľadať čas a vzdialenosť od prekážky, v ktorom bude vodič upozornený (akusticky alebo vizuálne) na prekážku, kedy začne upozorňujúca fyzická intervencia do systémov (napr. krátke pribrzdenie vozidla na získanie pozornosti vodiča) a následne v okamihu nasadenia plného brzdného účinku prípadne zásahu do smerového vedenia vozidla - vyhýbacieho manévra.

Následne budem vyhodnocovať v akej vzdialenosti vozidlo zastavilo pred prekážkou, prípadne za miestom zrážky. Lidar bude umiestnený na streche testovacieho vozidla spolu s kamerou, druhá kamera bude snímať prístrojový panel vo vozidle. Sústava bude doplnená aj o akcelerometer. Všetky údaje budú navzájom zosynchronizované a vo výslednej podobe sa budú dať prehrať ako jedna simultánna sekvencia, kde bude pohľad z vonkajšej kamery doplnený mračnom bodov z lidar, vnútorná kamera bude poskytovať záznam s hláseniami na prístrojovom paneli a akcelerometer bude poskytovať priebeh zrýchlení a spomalení vozidla.

Po odskúšaní tohto jednoduchého manévra by som prešiel k zložitejším jazdným situáciám s viacerými prekážkami, rôznych veľkosti, prípadne ak to okolnosti dovoľia, s pohybujúcimi sa objektami tvoriacimi dopravnú situáciu. Ako základne rozhranie bude slúžiť Automated driving toolbox so svojou možnosťou označovania a klasifikácie objektov, následne určenie ich vzdialeností. Podľa obrázku 7 je znázornené ako funguje rozhranie so zobrazenými oboma výstupmi a to konkrétne výstup z kamery a lidar.

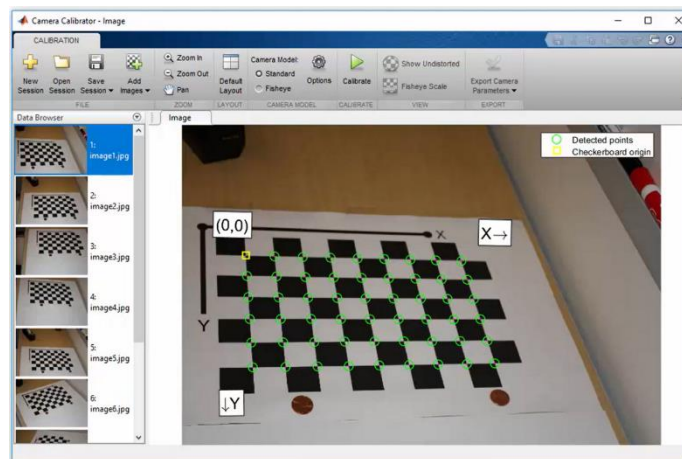


Obr. 7 Synchronizovaný záznam z kamery a Lidaru – mračno bodov vpravo

3.2 Nízko-rozpočtová alternatíva meracej sústavy

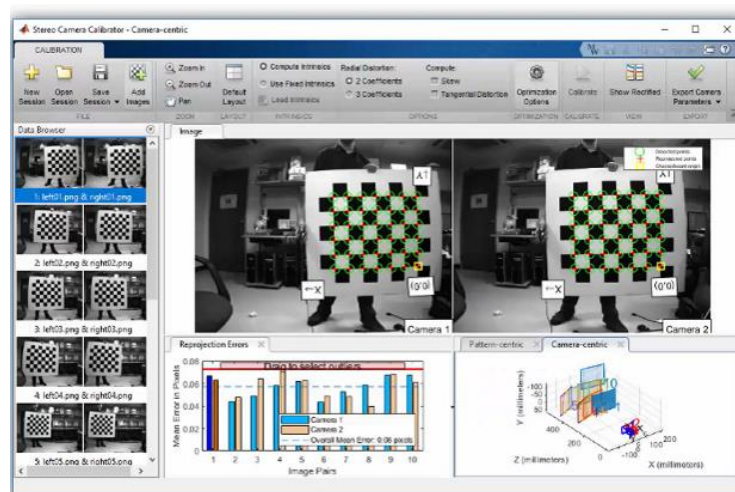
Vzhľadom na fakt, že kompatibilné zariadenie Lidar VELODYNE s MATLAB je napriek optimalizácii nákladov pri výrobe podstatne dostupnejšie ako v minulosti, stále predstavuje investíciu rádo vo tisícoch eur. Z toho dôvodu sú možnosti jeho použitia pre výskumné účely externého doktoranda značne limitované. V rámci finančných možností prichádza do úvahy alternatíva v podobe meracej sústavy, kde zariadenie Lidar na výpočet vzdialeností objektov nahradí dvojica kamier, ktoré ako vzájomne skalibrovaný systém môžeme nazvať “stereo vision system”.

Software Matlab obsahuje aplikáciu pre kalibráciu zostavy 2 kamier – stereo vision system. Pre účely kalibrácie som si vytvoril kalibračnú mriežku, kde je nutné dodržať mierku, poznať dĺžku hrany štvorca, ktorá sa zadáva ako vstupný údaj pred samotnou kalibráciou. Na obrázku 8 je znázornená kalibračná mriežka, ktorá vyhovuje požiadavkám software Matlab. Je veľmi dôležité poznať a mať pevne stanovenú vzdialenosť medzi kamerami, ktorá je ďalší vstupný údaj. Úlohou kalibrácie je odhadnúť a zohľadniť vnútorné a vonkajšie parametre kamier. Vlastná kalibrácia prebieha tak, že Matlab aplikácia spracováva nafotené obrázky kalibračnej mriežky a následne vyhodnocuje dôležité parametre ako sú chyby zobrazenia pri stereo pohľade, ktoré sa postupne odstraňujú a tak sa zvyšuje výsledná presnosť kalibrácie. [10]



Obr. 8 Kalibračná mriežka vhodná pre použitie v Matlab [9]

Na dosiahnutie kalibračných hodnôt, ktoré disponujú spoľahlivou úrovňou presnosti je vhodné opakovať kroky kalibrácie niekoľko krát, kým sa priemerná chyba neznižuje na požadovanú hodnotu. Ak je dosiahnutá úroveň presnosti akceptovateľná, kalibračné hodnoty sa ďalej môžu exportovať. Následne sa s týmito hodnotami ďalej pracuje, samozrejme za predpokladu konštantnej vzájomnej polohy kamier. Takto kalibrovaná kamera resp. dvojica kamier je schopná detegovať objekty a určovať ich vzdialenosť. Na obrázku 9 je znázornený postup viacnásobného fotenia kalibračnej mriežky. Výhodou softwaru Matlab je aj výstup v podobe strednej chyby zobrazenia, do úrovne 1 pixelu je považovaná za akceptovateľnú. [10]



Obr. 9 Postup pri viacnásobnej kalibrácii pre Matlab [10]

4 ZÁVER

Téma automatizovaných vozidiel je vysoko aktuálna a prudký technický i technologický rozmach zaručuje, že implementácia do reálnej premávky sa stáva postupne realitou. Výrobcovia automobilov ponúkajú s novými modelmi sofistikovanejšie asistenčné systémy, ktoré do značnej miery zvyšujú bezpečnosť, zlepšujú hospodárnosť prevádzky a v neposlednom rade zvyšujú vedomostné nároky pre tých, ktorí chcú pochopiť hlbšie princípy ich fungovania. Tento trend vyžaduje neustále vzdelávanie zainteresovaných skupín, aby sa tak naplno mohli využiť všetky možnosti nových technológií aj v prípade znaleckých expertíz. Práve hlboké vedomosti zabezpečia kvalitné, objektívne a presné výstupy znaleckých alebo iných expertných skupín.

Mojou ambíciou je zostrojiť jednoduchú ale zároveň užitočnú zostavu, ktorá bude schopná určiť základne parametre pri zásahu automatizovaných systémov. Samozrejme v budúcnosti sa môže sústava doplniť o finančne náročnejšie komponenty, ktoré vo výsledku zvýšia celkovú presnosť. Každopádne som presvedčený, že navrhovaná sústava splní základné požiadavky na vyhodnotenie zásahu automatizovaných systémov do riadenia a stane sa tak nástrojom s pridanou hodnotou.

Literatura

- [1] Nikhil Ingale, ADAS system - Advancement of Driver Assistant System (DAS) [online]. Poslední aktualizácia 19.8.2017 [cit. 2022-04-10].
- [2] Dostupné z WWW: <https://www.linkedin.com/pulse/adas-system-advancement-driver-assistant-das-nikhil-ingale>
- [3] Kukkala, Tunnell, Pasricha, Bradley, Advanced Driver-Assistance Systems: A Path Toward Autonomous Vehicles. 2018. IEEE Consumer Electronics Magazine. 7. 18-25. 10.1109/MCE.2018. Dostupné z WWW: https://www.researchgate.net/publication/327253343_Advanced_Driver_Assistance_Systems_A_Path_Toward_Autonomous_Vehicles
- [4] Secci, Ceccarelli, On failures of RGB cameras and their effects in autonomous driving applications, 2020 IEEE 31st International Symposium on Software Reliability Engineering (ISSRE), 2020, pp. 13-24, doi:10.1109/ISSRE5003.2020.00011.
- [5] Bagloee, Taviana, Asadi, et al. Autonomous vehicles: challenges, opportunities, and future implications for transportation policies. 2016. J. Mod. Transport. 24, 284-303. <https://doi.org/10.1007/s40534-016-0117-3>
- [6] Kolektív autorov. White paper of MathWorks, Sensor Fusion and Tracking for Autonomous Systems, 2019. MathWorks Internal documents
- [7] Talavera, Díaz-Álvarez. Naranjo, Olaverri-Monreal. Autonomous Vehicles Technological Trends.2021 Electronics 2021, 10, 1207. <https://doi.org/10.3390/electronics10101207>
- [8] Willis, A. Human interest, Autonomous vehicle International, 2020. 25 s. ISSN 2516-0850.
- [9] Kolektív autorov. Technical development and implementation of event data recording in road safety policy. Brussels : European Parliament - Policy Department Structural and Cohesion Policies. 2014. 77 s.
- [10] ISBN 978-92-823-5943-3. Dostupné z WWW: <https://www.europarl.europa.eu>
- [11] MathWorks, Camera calibration, 2022,
- [12] Dostupné z WWW: <https://uk.mathworks.com/videos/camera-calibration-with-matlab-81233.html>
- [13] MathWorks, Using the stereo camera calibrator app, 2022,
- [14] Dostupné z WWW: <https://uk.mathworks.com/help/vision/ug/using-the-stereo-camera-calibrator-app.html>

Recenzoval

doc. Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D., ÚSI VUT v Brně, vedoucí, Purkyňova 118/464, 612 00 Brno, +420 541 148 912, Marek.Semela@vut.cz

PREVENCE DOPRAVNÍCH NEHOD ZA SNÍŽENÉ VIDITELNOSTI – NOČNÍ BEZPEČNOSTNÍ INSPEKCE POZEMNÍ KOMUNIKACE

PREVENTION OF TRAFFIC ACCIDENTS IN LOW VISIBILITY – NIGHT ROAD SAFETY INSPECTIONS

Tomáš Kohout¹, Gabriela Zikánová², Pavel Vrtal³, Jakub Nováček⁴

Abstrakt

Pohyb účastníků provozu na pozemních komunikacích v dopravním prostoru za snížené viditelnosti, především v noci, je odlišný především v délce rozhledu. Obecně schopnost rozlišovat objekty, ale i rychlost jejich vnímání závisí na míře osvětlení a taktéž na kontrastu vnímaných prvků. Viditelnost pro účastníky v dopravním prostoru v noci je zajišťována primárně reflektory vozidla, resp. v intravilánu významně i pomocí svítidel veřejného osvětlení. Z dlouhodobých výsledků šetření dopravních nehod evidovaných v obdobích snížené viditelnosti vyplývá, že na vznik noční nehodové události má vliv nejen technický stav silnic, technický stav vozidla, chování řidičů, povětrnostní podmínky, ale z významné části i viditelnost v nočním silničním prostoru. Následující článek pojednává o definování sledovaných dopravně bezpečnostních závad pro provádění liniové noční bezpečnostní inspekce a současně přináší statistické výsledky pilotního projektu.

Abstract

The principle of traffic flow on roads in reduced visibility, especially at night, is different, especially in the length of the visibility. In general, the detection of objects and the speed at which they are perceived depend on the level of lighting and the contrast of the perceived elements. The visibility for road users at night is primarily provided by vehicle headlights, or in the inner city significantly also by public lighting. Long-term results of investigations of traffic accidents registered during periods of reduced visibility show that the occurrence of night accidents is influenced not only by the technical condition of roads, the technical condition of vehicles, driver behaviour, weather conditions, but also, to a significant extent, by visibility in the night road area. The following article discusses the definition of the observed road safety defects for the implementation of the linear night road safety inspection and at the same time presents the statistical results of the pilot project.

Klíčová slova

Bezpečnostní inspekce pozemní komunikace; noční bezpečnostní inspekce pozemní komunikace; metodika noční bezpečnostní inspekce pozemních komunikací; bezpečnostní deficit; osvětlení dopravního prostoru.

Keywords

Road Safety inspection; Night Road Safety Inspection; Methodology of Night Road Safety Inspection; Safety Defects; Road lighting.

1 ÚVOD

Problematika pasivní bezpečnosti na pozemních komunikacích (dále jen „PK“) je v současné době velmi časté téma, neboť s rozvojem dopravy a zvyšujícím se počtem silničních motorových vozidel roste také nutnost řešit problematiku bezpečnosti v dopravě. Pro zamezení růstu počtu dopravních nehod, pro snižování jejich následků a zároveň pro zvyšování bezpečnosti na pozemních komunikacích vznikly rozdílné sady nástrojů, jejichž cílem je po jejich aplikaci hodnocení a zvyšování bezpečnosti silničního provozu. Jedním z těchto nástrojů je i Bezpečnostní inspekce pozemní komunikace (dále jen „BI PK“). Vzhledem k tomu, že se nástroj BI PK zabývá silničním provozem za denních podmínek, nebyla doposud výrazněji akcentována problematika pasivní bezpečnosti PK za snížené viditelnosti, resp. v noci [1][2][3][4].

Noční bezpečnostní inspekce pozemní komunikace (dále jen „noční BI PK“) je systematická, pravidelná a formální prohlídka stávajících PK za snížené viditelnosti. Cílem zhotovitelského týmu je u noční BI PK vyhodnocení rizikových faktorů na posuzovaném úseku, ověření viditelnosti na komunikacích v intravilánu a v extravilánu spolu s výskytem veřejného osvětlení či bez veřejného osvětlení (dále jen „VO“). Noční BI PK navazuje ve všech aspektech na

¹ Tomáš Kohout, Ing., ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav soudního znaleství v dopravě, Konviktská 20, 110 00 Praha 1, kohout@fd.cvut.cz

² Gabriela Zikánová, Bc., ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav soudního znaleství v dopravě, Konviktská 20, 110 00 Praha 1, zikangab@fd.cvut.cz

³ Pavel Vrtal, Ing., ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav soudního znaleství v dopravě, Konviktská 20, 110 00 Praha 1, vrtal@fd.cvut.cz

⁴ Jakub Nováček, Ing., ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav soudního znaleství v dopravě, Konviktská 20, 110 00 Praha 1, novacek@fd.cvut.cz

všechny požadavky směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/96/EC o řízení bezpečnosti silniční infrastruktury implementovaných do právního řádu České republiky zákonem č. 152/2011 Sb., kterým se mění zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů a vyhláškou č. 317/2011 Sb. kterou se mění vyhláška č. 104/1997 Sb., a směrnici pro dokumentaci staveb PK (zavedené povinnosti provádět 1. hodnocení dopadů na bezpečnost silničního provozu u vyhledávacích studií, 2. auditu bezpečnosti silničního provozu, 3. klasifikace vybraných úseků silniční sítě a navazujících prohlídek na místě a 4. provádění bezpečnostních inspekci) [3].

Na základě rešerše této problematiky bylo konstatováno, že současný stav poznání v předmětné bezpečnostní problematice nabízí pouze metodiku zaměřenou na lokální, resp. bodové prohlídky PK za snížené viditelnosti. Z tohoto důvodu, byla stanovena na Ústavu soudního znaleství v dopravě na ČVUT FD metodika provádění noční BI PK na základě definování a validování navržených parametrů zhotovitelským týmem.

2 TEORIE

Koncepce noční BI PK primárně vychází z identifikace dopravně – bezpečnostních deficitů v období snížené viditelnosti. Sběr dat je proveden v období snížené viditelnosti formou průjezdu sledované sítě inspekčním vozidlem. Takto získaný videozáznam je následně expertně vyhodnocen. Rozbor aktuální úrovně bezpečnosti provozu je proveden v návaznosti na charakter území z pohledu jednotlivých účastníků silničního provozu. V místě sledované silniční sítě je kladen důraz jak na bezpečnost motorizovaných účastníků provozu, tak i na bezpečnost nejzranitelnějších účastníků silničního provozu (chodci, cyklisté), a to zejména v intravilánových úsecích. Cílem je identifikovat problematická místa a rizikové faktory, které se na úseku vyskytují a setkávají se s nimi všichni účastníci v době snížené viditelnosti. Rovněž je nutné noční BI PK provádět za typicky nočních podmínek, kdy je zhoršená viditelnost, resp. postřehnutelnost dopravního prostoru, chodců, vedení trasy apod. Je důležité podotknout, že viditelnost se může měnit v závislosti na zhoršených meteorologických podmínkách, ale také i vlivem např. mokré vozovky. Z důvodu potřeby zajištění opakovatelnosti měření a možnosti vzájemného objektivního porovnání jednotlivých PK, je doporučeno provádět BI PK při nezhoršených meteorologických podmínkách a na suché vozovce. Noční BI PK je specificky cílena na rozbor světelných podmínek (osvětlenost, jasové poměry) v dopravním prostoru a jeho bezprostředním okolí. Dále je sledována viditelnost chodců a obecně dopravního značení (SDZ, VDZ a dopravní zařízení). Úroveň rozpoznatelnosti je hodnocena sémanticky, a to zrakem auditora bezpečnosti PK za pomoci tzv. okometrie. V rámci zvoleného postupu jsou použity metody, resp. je převzata koncepce metriky, která je definována odbornou literaturou [1][2][3][4] [5].

3 PRAKTICKÁ ČÁST

V rámci činnosti na řešení noční BI PK proběhlo definování jednotlivých parametrů, které byly nejprve navrženy na základě rešeršní činnosti a empirické báze zhotovitelského týmu. Následně byl tento soubor navržených dopravně – bezpečnostních deficitů validován na komunikacích silniční sítě Plzeňského kraje, konkrétně se jedná o komunikace I/19, I/20, I/26 a I/27. Tento soubor závad byl dále doplňován a upravován v rámci postupného vyhodnocení noční BI PK. Jak bylo zmíněno výše, na základě definování jednotlivých parametrů byly identifikovány dopravně – bezpečnostní deficity, jejichž přítomnost ovlivňuje chování účastníků silničního provozu v nočním dopravním prostoru. Na základě rozdílného charakteru těchto parametrů, byly definovány ve vztahu k poloze a četnosti výskytu následující 4 kategorie, které jsou v rámci následujících podkapitol dále rozčleněny na konkrétní závady:

- Dopravní značení (SDZ a VDZ)
- Ověření světelných podmínek v intravilánu (osvětlení dopravního prostoru)
- Naplnění principu samovysvětlitelnosti PK (směrové oblouky, dopravní ostrůvky)
- Reklamní zařízení

3.1 Dopravní značení a zařízení

Na základě dodržování principu samovysvětlitelnosti PK je nutná postřehnutelnost dopravního značení nejen v období standardní viditelnosti, ale i v období snížené. Nejčastěji řešeným dopravně – bezpečnostním deficitem jsou v této kategorii neadekvátní světelné vlastnosti dopravního značení vzniklé především nezachováním reflexních, resp. odrazivých vlastností plochy DZ. Do této kategorie náleží následující závady.

3.1.1 Neadekvátní světelné vlastnosti SDZ

Tato závada vystihuje stav, kdy dopravní značení není prosvětlené, resp. nedisponuje požadovanou odrazivostí vzhledem k vnějším světelným zdrojům, tedy světlometům automobilu. V denní BI PK není auditorský tým schopen tuto závadu identifikovat, a proto je vhodné v závislosti na dosažení celospolečensky přijatelné úrovně bezpečnosti silničního provozu provádět i noční BI PK. Za snížené viditelnosti hrozí, že účastník provozu SDZ nepostřehne včas, resp.

nezaznamenaná ho vůbec, čímž může v konečném důsledku dojít např. ke kolizi či k havárii. Míra rizikovost je zohledněna ve vztahu k významnosti SDZ.



Obr. 1 Neodrazivé SDZ IS 9a za snížené viditelnosti.



Obr. 2 Ilustrativní fotografie závady za denních podmínek.

3.1.2 Neadekvátní světelné vlastnosti VDZ

Dalším sledovaným dopravně – bezpečnostním deficitem v této kategorii jsou „Neadekvátní světelné vlastnosti VDZ“, kdy VDZ nedisponuje požadovanou odrazivostí k vnějším světelným zdrojům (např. ke světlometům automobilu). Důsledkem této závady může být nedostatečná orientace účastníků provozu na PK. Předmětná skutečnost je zcela v rozporu se zachováním principu samovysvětlitelnosti PK.

3.1.3 Absence dopravního zařízení

Posledním sledovaným dopravně – bezpečnostním deficitem v této kategorii je „Absence dopravního zařízení“. V této podkategorii jsou sledovány dvě konkrétní závady, a to absence DZ Z 11a/b „Směrové sloupky“ a absence DZ Z 3 „Vodící tabule“.

Prvně uvedená absence DZ Z 11a/b „Směrové sloupky“ v době snížené viditelnosti slouží k orientaci řidičů na PK, resp. k vymezení šířky PK a k jejímu trasování. Na tento dopravně – bezpečnostní deficit je primárně brán zřetel v extravilánových úsecích, kde předmětná informace o směrovém vedení PK je pro motorové účastníky provozu velmi důležitá. Současně lze konstatovat, že v období standardní viditelnosti existují další faktory, díky kterým dostávají řidiči informaci o směrovém vedení PK (VDZ, liniové záchytné systémy) a samotný fakt nesnížené viditelnosti. V období snížené viditelnosti však rizikovost absence dopravního zařízení výrazně vzrůstá, neboť se jedná o sěžejní faktor zajišťující adekvátní samovysvětlitelnost exponovaných míst na PK.

Druhou sledovanou podkategorii reprezentuje absence DZ Z 3 „Vodící tabule“. Tento dopravně – bezpečnostní deficit je akcentován zejména u okružních křižovatek / směrových oblouků, kdy absence DZ může negativně ovlivňovat postřehnutelnost okružní křižovatky / směrového oblouku.

3.2 Ověření světelných podmínek v intravilánu

Tato kategorie se zabývá osvětlením intravilánových úseků, které by měly být náležitě osvětleny v celé délce vzhledem k bezpečnosti pohybu pěších účastníků provozu v dopravním prostoru. Pod parametrem neadekvátních světelných podmínek intravilánu si lze představit následující závady. Jedná se o vznik kontrastních stínů v závislosti na neadekvátní frekvenci rozmístění sloupů VO. Současně lze neadekvátní světelné podmínky chápat i jako absenci VO v určité části tohoto úseku, anebo případně se jedná o neadekvátní osvětlení v důsledku nefunkčního světelného zdroje. Důraz na náležité osvětlení dopravního prostoru je kladen především na přechodech pro chodce a na místech pro přecházení přes hlavní PK. Obdobný význam lze přikládat rovněž i osvětlení pěší infrastruktury (tzn. chodníkových ploch). Současně je nezbytné konstatovat, že při sanaci identifikovaných závad v této kategorii je nutné realizovat detailní měření viditelnosti v dané lokalitě, tzv. jasovou analýzu, na základě které by měla být následně navržena optimalizace světelných podmínek, tak aby byly zajištěn princip samovysvětlitelnosti PK.

3.2.1 Neadekvátní osvětlení dopravního prostoru

Dopravně – bezpečnostní deficit „Neadekvátní osvětlení dopravního prostoru“ je sledován liniově v mezikřižovatkových úsecích intravilánu. Tato závada může mít dvě různé příčiny. První příčinou je nedodržení požadované vzájemné vzdálenosti sloupů VO, jejichž vyzářující světlo následně vytváří kontrastní stíny, resp. tmavá místa na PK. Druhou příčinou mohou být nefunkční světelné zdroje. „Neadekvátní osvětlení dopravního prostoru“ primárně generuje riziko možnosti přehlédnutí pěšího pohybujícího se v místě vozovky, a tím i vznik následné kolize s nejzranitelnějším účastníkem v silničním provozu.



Obr. 3 Kontrastní stíny za snížené viditelnosti.



Obr. 4 Ilustrativní fotografie závady za denních podmínek.

3.2.2 Absence osvětlení dopravního prostoru

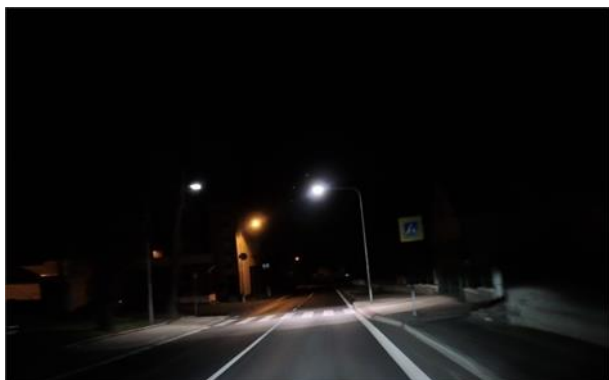
V rámci metodiky zpracování je deficit „Absence osvětlení dopravního prostoru“ zařazen mezi liniové závady nacházející se v mezikřižovatkovém intravilánovém úseku. Důsledek této závady je stejný jako u výše zmíněného dopravně – bezpečnostního deficitu „Neadektivní osvětlení dopravního prostoru“ – riziko možnosti střetu s peším pohybujícím se v místě neosvětlené vozovky.

3.2.3 Absence přisvětlení v místech přecházení pěších

Důležitou sledovanou závadou je absence přisvětlení v místech přecházení pěších. Tyto místa se nacházejí primárně v intravilánu, tedy v místě, kde se ve většině případech nachází VO. Aby byl přechod pro chodce dobře postřehnutelný i v době snížené viditelnosti, je nutné změnit intenzitu osvětlení v tomto místě, tak aby byla adekvátní vzhledem k osvětlení celého dopravního prostoru. Ve většině případů se to řeší speciálním přisvětlením, tedy lampou s vyšší intenzitou světla nad přechodem. Primární nebezpečí, je v nedostatečném nasvícení nástupních ploch těchto míst, kde lze odůvodněně očekávat výskyt pěších. Zásadní rizikovost spočívá v nepozorovaném vstupu pešího účastníka provozu do prostoru vozovky a vznik následné kolize s motorovým vozidlem.

3.2.4 Okolní zdroj světla vytváří významné kontrastní stíny

Situace, kdy „Okolní zdroj světla vytváří významné kontrastní stíny“, je sledována na přechodu pro chodce, resp. v místě pro přecházení. Tento dopravně – bezpečnostní deficit nejčastěji vzniká jako důsledek intenzivního přisvětlení v místech očekávaného vstupu pěších do vozovky a zároveň se v blízkém okolí nachází již výše zmíněná závada v podobě „Absence osvětlení dopravního prostoru“, resp. „Neadektivní osvětlení dopravního prostoru“. V těchto případech totiž obvykle dochází k rizikovým situacím, kdy chodec splyne s neosvětleným okolím dopravního prostoru. Nebezpečí u tohoto dopravně – bezpečnostního deficitu primárně spočívá ve skutečnosti, že chodec vlivem kontrastních stínů není v těchto z pohledu pěších dopravně exponovaných místech, při přecházení vozovky za snížené viditelnosti, adekvátně postřehnutelný. Současně kontrastní stíny představují velký problém pro řidiče, jejichž oko se nedokáže dostatečně rychle přizpůsobovat změnám intenzity světla.



Obr. 5 Kontrastní stín na přechodu pro chodce za snížené viditelnosti.



Obr. 6 Ilustrativní fotografie závady za denních podmínek.

3.3 Naplnění principu samovysvětlitelnosti PK

Kategorie „Naplnění principu samovysvětlitelnosti PK“ obsahuje dopravně – bezpečnostní deficity, které ovlivňují jeden ze základních parametrů bezpečné komunikace srozumitelnost vedení trasy. Konkrétně se jedná o závady v podobě neadekvátní postřehnutelnosti směrových oblouků a dopravních staveb, kterými převážně jsou křižovatky, resp. dopravní ostrůvky.

3.3.1 Neadekvátní postřehnutelnost dopravního ostrůvku

„Neadekvátní postřehnutelnost dopravního ostrůvku“ za snížené viditelnosti je sledována jak v extravilánových, tak i v intravilánových úsecích. Tato závada se může vyskytovat v důsledku neadekvátního osvětlení dopravního prostoru, resp. při kompletní absenci osvětlení dopravního prostoru.

3.3.2 Neadekvátní postřehnutelnost křižovatky

„Neadekvátní postřehnutelnost křižovatky“ je sledována zejména v extravilánu. V rámci BI PK za standardních viditelnostních podmínek je fakticky tento deficit velmi těžko rozpoznatelný. Naopak při snížené viditelnosti, kdy motoroví účastníci provozu nedisponují dostatečným přehledem o směrovém a výškovém vedení PK před a v prostoru křižovatky, je tato závada zcela jednoznačně rozpoznatelná. Modelovou situací uvádí, následující obrázky, které ukazují na čtyřramennou křižovatku, kde není zřejmé zaústění vedlejších ramen do křižovatky.



Obr. 7 Nepostřehnutelná křižovatka za snížené viditelnosti.



Obr. 8 Ilustrativní fotografie závady za denních podmínek.

3.3.3 Nedostatečná postřehnutelnost směrového oblouku

Deficit poukazující na problematiku „Nedostatečné postřehnutelnosti směrového oblouku“ bývá standardně lokalizovaný zejména v extravilánu v mezikřižovatkových úsecích, kde se dopravní proud pohybuje mimo osvětlené území, ale také vyšší rychlostí. Úroveň rizika závisí na konkrétním trasování směrového oblouku a současně i na křivolakosti trasy předcházejícího úseku. Závada obecně spočívá v absenci DZ Z 3 „Vodící tabule“ nebo DZ Z 11a/b „Směrový sloupek bílý levý/pravý“, které není instalováno ve správné frekvenci vzhledem k poloměru směrového oblouku. Důsledkem tohoto dopravně – bezpečnostního deficitu může být např. vybočení vozidla z vozovky s případnou havárií.



Obr. 9 Nepostřehnutelný směrový oblouk za snížené viditelnosti.



Obr. 10 Ilustrativní fotografie závady za denních podmínek.

3.4 Reklamní zařízení

Primární rizikovost reklamních zařízení lze spatřovat v rušivém vlivu na účastníky silničního provozu, kdy z pravidla vlivem jejich umístění, dochází k odvádění pozornosti řidičů od sledování silničního provozu. V návaznosti na typ reklamního zařízení (led panely, s přísviscivním, bez přísviscivní) je evidováno negativní ovlivnění úrovně bezpečnosti provozu v průběhu celého dne, resp. pouze v určitém časovém období.

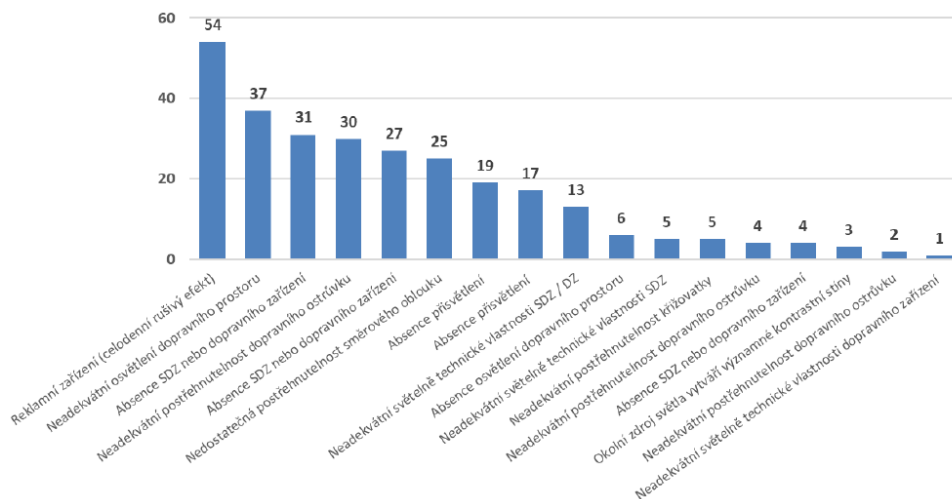
4 VYHODNOCENÍ INSPEKCE

Na základě provedené BI PK za snížené viditelnosti bylo na sledované silniční síti v délce 214 km celkově identifikováno 283 dopravně – bezpečnostních deficitů. Následující tabulkový přehled a graf uvádí statistické vyhodnocení četnosti výskytu sledovaných základních skupin dopravně – bezpečnostních deficitů v rámci celého datového souboru identifikovaných závad. Nejčastěji 82x je zastoupena kategorie „Ověření světelných podmínek v intravilánu“. Tato zjištěná skutečnost potvrzuje opodstatněnost provádění noční BI PK, neboť právě identifikované závady v této kategorii mají přímý vliv na bezpečnost nejzranitelnějších účastníků provozu, tedy pěších. Nejnižší četnost výskytu pak reprezentuje skupina „Reklamní zařízení“. Nejčastěji jsou zastoupeny deficity s nízkým rizikem (75 %), deficit se středním rizikem se vyskytovaly v 25 % případů. Naopak závady s vysokou úrovní rizikovosti nebyly na sledované síti identifikovány. Tuto skutečnost je nutno hodnotit jednoznačně pozitivně, nicméně počty identifikovaných závad v kategoriích nízkého a středního rizika jednoznačně nabádají, že je potřeba se problematikou BI PK zabývat a měla by být nedílnou součástí bezpečnostních analýz tuzemské silniční sítě.

Tab. 1 Výčet identifikovaných závad v rámci hlavních kategorií za snížené viditelnosti

Základní skupiny nočních deficitů	Nově založené deficity	Stav řešení		
		Vysoká	Střední	Nízká
Dopravní značení a zařízení	81	0	8	73
Ověření světelných podmínek v intravilánu	82	0	43	39
Naplnění principu samovysvětlitelnosti PK	66	0	12	54
Reklamní zařízení	54	0	7	47
Σ	283	0	70	213

Následující graf uvádí výčet identifikovaných deficitů, které byly na sledovaných PK zaznamenány dle četnosti. Nejvíce zástupců v průměrném negativním hodnocení má kategorie „Reklamní zařízení“. Druhý nejčastěji identifikovaný deficit představuje „Neadekvátní osvětlení dopravního prostoru“. Třetí příčka, resp. pátá náleží „Absenci SDZ nebo dopravního zařízení“ v křižovatce, resp. v mezikřižovatkovém úseku. Čtvrtou nejčastěji se vyskytující závadou je „Neadekvátní postřehnutelnost dopravního ostrůvku“ v křižovatce.



Graf 1 Výčet konkrétních identifikovaných závad za snížené viditelnosti

5 ZÁVĚR

V zájmu bezpečnosti dopravního proudu je žádoucí kombinovat veškeré nástroje pro hodnocení dopravy a bezpečnosti silničního provozu, a to jak proaktivní, tak i reaktivní. V případě bezpečnostních inspekcí PK (proaktivní nástroj) je potřebné realizovat prohlídky jak ve dne, tak i v noci (noční dopravní prostor je významně rozdílný – řidič vnímá jen cca 40 % prostoru oproti 100 % ve dne). V současné době se vyžadují bezpečnostní inspekce PK ze zákona

pouze na síti TEN-T v časovém horizontu jednou za pět let. Obecně lze říct, že denní i noční bezpečnostní inspekce je vhodné a doporučované provádět i mimo silniční síť TEN-T, neboť to je vyznaný a účinný nástroj pro zvyšování úrovně bezpečnosti provozu na PK. Z výsledku realizovaného výzkumu vyplývá, že velká část dopravních nehod, která je evidována v nočních hodinách, je způsobena, resp. lze považovat za jeden z faktorů vzniku DN, špatnými jasovými poměry a viditelností dopravního prostoru. Ani sebelepší řidič, s mnohaletou zkušeností, rychlými reakcemi a vozidlem v bezvadném technickém stavu nemůže reagovat, pokud neví, na co reagovat. V momentě, kdy pohled řidiče nespočine na podnětu, nemůže dojít ke vnímání a nemůže započít proces odezvy a reakce. Tyto skutečnosti představují hlavní argument, aby byla na významné české silniční síti realizována i noční bezpečnostní inspekce PK, neboť jen takto bude dosaženo celospolečensky přijatelné úrovně bezpečnosti silničního provozu a naplnění cíle postupného snižování nehodovosti, ke kterému se ČR zavázala v rámci dokumentu tzv. „Bílé knihy“ [3] [6].

Tato práce bylo podpořena v rámci Studentské grantové soutěže ČVUT, grant č. SGS21/137/OHK2/2T/16, č. SGS21/138/OHK2/2T/16, č. SGS20/199/OHK2/3T/16.

Literatura

- [1] ELVIK R., VAA T.: The Handbook of Road Safety Measures: Elsevier, 2004, ISBN 0–08–044091–6.
- [2] Road Safety Manual, [Online]. Přístupné z: <https://roadsafety.piarc.org/en>. [Přístup získán 16. 3. 2021].
- [3] Bezpečnostní inspekce pozemních komunikací – metodika provádění, Brno, CDV, v.v.i., 2013. ČSN 73 0540-1.
- [4] ŠACHL, J. – ŠACHL, J.(ml.) – SCHMIDT, D. – MIČUNEK, T. – FRYDRÝN, M.: Analýza nehod v silničním provozu 2, Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2010, ISBN 978-80-01-04638-8.
- [5] Noční bezpečnostní inspekce pozemních komunikací – metodika provádění, Ostrava, VŠB – TU Ostrava, 2020, ISBN: 978-80-248-4377-3.
- [6] Bílá kniha. Plán jednotného evropského dopravního prostoru – vytvoření konkurenceschopného dopravního systému účinně využívajícího zdroje. Brusel, 2014.

Recenzoval

doc. Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D., ÚSI VUT v Brně, vedoucí, Purkyňova 118/464, 612 00 Brno, +420 541 148 912, Marek.Semela@vut.cz

ANALÝZA DODRŽOVÁNÍ STANOVENÉHO Odstupu MEZI VOZIDLY PŘI JÍZDĚ NA DÁLNICI

ANALYSIS OF COMPLIANCE WITH THE DETERMINED DISTANCE BETWEEN VEHICLES WHEN DRIVING ON THE HIGHWAY

Jaroslav Král¹

Abstrakt

Vyspělé státy světa stanovují pravidla silničního provozu ve svých právních předpisech za účelem předcházení vzniku dopravní nehody. Častou příčinou dopravních nehod je kolize vozidel z důvodu nedodržení bezpečné vzdálenosti za vpředu jedoucím vozidlem. Právní úpravy jednotlivých států vymezují pojem bezpečná vzdálenost různě, od všeobecné definice až po konkrétní určení její hodnoty. Mezi státy, ve kterých je zákonem stanoven konkrétní časový odstup mezi vozidly při jízdě na dálnici, náleží Slovenská republika. Důležitým předpokladem pro účinnost takto stanoveného pravidla je jeho respektování při řízení motorového vozidla. Reálný stav v oblasti dodržování bezpečné vzdálenosti mezi vozidly při jízdě na slovenské dálnici byl zjišťován metodou pořízení, zpracování a vyhodnocení videozáznamů jízdy vozidel s využitím speciálního počítačového programu.

Abstract

The developed countries of the world lay down road traffic rules in their legislations to prevent the occurrence of traffic accident. A common cause of traffic accidents is a collision of vehicles due to failure to keep a safe distance behind the vehicle in front. National legislations of countries define the concept of safety distance differently, ranging from a general definition to a specific determination of its value. The Slovak Republic is one of the countries in which the law stipulates a specific time interval between vehicles when driving on the highway. An important prerequisite for the effectiveness of the set rule is its respect when driving a motor vehicle. The real situation in the issue of keeping a safe distance between vehicles when driving on the Slovak highway was ascertained by the method of obtaining, processing, and evaluating video recordings of driving vehicles using a special computer program.

Klíčová slova

Právní předpis; časový odstup; dopravní nehoda; bezpečná vzdálenost; dopravní průzkum; videozáznam.

Keywords

Legislation; headway; traffic accident; safe distance; traffic survey; video recording.

1 SOUČASNÝ STAV V PROBLEMATICE DODRŽOVÁNÍ BEZPEČNÉ VZDÁLENOSTI ZA JÍZDY VOZIDEL

Na základě statistiky dopravní nehodovosti Policie ČR je hlavní příčinou každoročního nárůstu dopravních nehod opakovaně nesprávný způsob jízdy, jehož součástí je nevěnování se řízení vozidla, nesprávné otáčení, couvání a vyhýbání, nezvládnutí řízení vozidla, náhlé snížení rychlosti jízdy, náhlé zastavení vozidla, vjetí do protisměru a nedodržení bezpečné vzdálenosti při jízdě vozidel, které je zde druhou nejčastější příčinou nehod řidičů motorových vozidel. [1]

Právní úprava pro autoškoly stanovuje zaměření teoretické výuky pouze na nejdůležitější zásady týkající se sledování bezpečné vzdálenosti mezi vozidly, přilnavosti pneumatik a brzdné dráhy v závislosti na adhezních podmínkách. Pro výcvik na cvičišti stanovuje pouze základní úkony řidiče před zahájením jízdy a zvládnutí základních řidičských dovedností nutných pro ovládnutí vozidla. Praktický výcvik na silnici pro identifikaci a udržování bezpečného odstupů za vpředu jedoucím vozidlem na různém povrchu vozovky a při různých rychlostech jízdy není při výcviku v autoškolách stanoven. [2]

Vzhledem k tomu, že pojem bezpečná vzdálenost není v právní normě [3] konkrétně vymezen, každý řidič si bezpečnou vzdálenost určuje subjektivně bez ohledu na skutečnou bezpečnost jízdy. Policie ČR z tohoto důvodu dodržování bezpečných odstupů nekontroluje, preventivně jejich nedodržení nepostihuje a uděluje sankce až v případě vzniku dopravní nehody.

Výrobci automobilů vybavují vozidla bezpečnostními prvky, které umožňují udržovat bezpečnou vzdálenost za vpředu jedoucím vozidlem (adaptivní tempomat) nebo automaticky brzdit vozidlo při náhlém zastavení vpředu jedoucího vozidla (systém nouzového brzdění). Výrobu automobilů omezuje nestálý dodavatelský řetězec, zasažený

¹ Jaroslav Král, Ing, VUT v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 464/118, jaroslav.kral@usi.vutbr.cz

globálním nedostatkem polovodičů, pandemií Covid-19 a válečným konfliktem na Ukrajině. Důsledkem toho ceny nových automobilů rostou, dodací lhůty se prodlužují a zvyšuje se poptávka po ojetých vozidlech ze zahraničí. Vzhledem k horšící se ekonomické situaci je většina řidičů nucena odložit nákup moderního automobilu, protože nový nepotřebuje nebo si ho nemůže finančně dovolit.

Ministerstvo dopravy ČR a organizace zabývající se bezpečností silničního provozu průběžně organizují a provádějí finančně nákladné mediální a dopravně-bezpečnostní kampaně se zaměřením na seznamování řidičů s problematikou dodržování bezpečné vzdálenosti. Všechny tyto aktivity zaměřené na preventivní působení, jsou doposud neúčinné, nepřinesli očekávaný přínos pro snížení dopravní nehodovosti a pozitivní změnu v chování řidičů.

Odborná komunita dlouhodobě diskutuje, hledá řešení a připravuje návrh legislativních změn současné právní úpravy ve vztahu k problematice bezpečné vzdálenosti. Při řešení této problémové situace přetrvává dilema o způsobu stanovení konkrétní bezpečné vzdálenosti při jízdě vozidel. Předmětem diskuse je výběr možnosti stanovit délkové určení odstupu v metrech nebo časové určení odstupu v sekundách od vpředu jedoucího vozidla.

Jedním z návrhů je převzetí znění právního předpisu Slovenské republiky [4], který v § 17 stanovuje povinnost pro řidiče dodržovat takovou vzdálenost za vozidlem jedoucím před ním, aby mohl včas snížit rychlost jízdy, případně zastavit vozidlo, jestliže řidič vozidla jedoucího před ním sníží rychlost jízdy nebo zastaví. Řidič motorového vozidla je povinen dodržovat za vozidlem jedoucím před ním takovou vzdálenost, aby se předjíždějící vozidlo mohlo před něho bezpečně zařadit. Řidič, který nehodlá nebo nemůže projet podél tramvaje vpravo, musí za ní jet v takové vzdálenosti, aby umožnil projet podél tramvaje ostatním řidičům.

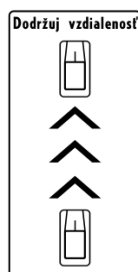
Řidič motorového vozidla je podle § 35 na dálnici povinen za vozidlem jedoucím před ním dodržovat bezpečnou vzdálenost. Bezpečná vzdálenost je minimálně taková vzdálenost, kterou vozidlo projede za dvě sekundy. Jestliže se jedná o motorové vozidlo kategorie M₃ (autobus), N₂ (nákladní vozidlo do 12 t) a N₃ (nákladní vozidlo nad 12 t) je to vzdálenost, kterou vozidlo projede za tři sekundy.

V prováděcí vyhlášce zákona o silničním provozu [5] byla uvedena příloha č. 1, ve které byly popsány dva způsoby, podle kterých je řidiči stanoveno dodržování bezpečné vzdálenosti. První byl vyjádřen svislou dopravní značkou č. B 19, která zakazuje řidiči motorového vozidla jízdu za motorovým vozidlem jedoucím před ním ve vzdálenosti kratší, než je vyznačené na značce (obrázek 1). Na dodatkové tabulce lze zakázat jízdu vozidlům s největší přípustnou celkovou hmotností převyšující 3 500 kg za sebou ve vzdálenosti menší, než je vyznačeno na této značce.



Obr. 1 Dopravní značka číslo B 19 [5]

Druhý způsob pro dodržování bezpečné vzdálenosti byl ve vyhlášce vyjádřen formou svislé dopravní značky č. IP 32 (obrázek 2), ve spojení s vodorovnou dopravní značkou č. V 15. Značka č. IP 32 vyjadřovala při příznivých dopravních a povětrnostních podmínkách doporučenou vzdálenost pro vozidla jedoucí za sebou, která je zobrazena mezi dvěma vozidly na této značce.



Obr. 2 Dopravní značka číslo IP 32 [5]

Značka č. V 15 (obrázek 3) vyznačovala na silnici pozorovací body, které ve spojení se značkou č. IP 32 doporučují vzdálenost pro vozidla jedoucí za sebou při příznivých dopravních a povětrnostních podmínkách. Bezpečná vzdálenost byla zobrazena na značce č. IP 32.



Obr. 3 Dopravní značka číslo V 15 [5]

Příloha č. 1 této vyhlášky byla v roce 2020 zrušena a byla nahrazena jinou vyhláškou [6], která ponechala v platnosti pouze regulační značku č. 256 „Minimální vzdálenost mezi vozidly“ (obrázek 4).



Obr. 4 Dopravní značka číslo 256 [6]

Značka zakazuje jízdu vozidly s největší přípustnou celkovou hmotností převyšující 3,5 t jedoucimi za sebou ve vzdálenosti kratší, než je vyznačené na značce.

Nedostatečné působení uvedené právní úpravy na dodržování stanovené bezpečné vzdálenosti za jízdy vozidel a vliv souvisejících dopravních značek na organizování, regulování a usměrňování silničního provozu je zřejmý ze statistiky Policie Slovenské republiky (tabulka 1).

Vzhledem k novelizaci zákona o silničním provozu, je pro účely porovnávání počtu dopravních nehod v rámci statistiky nehodovosti vhodné vycházet teprve z roku 2009. Od tohoto roku byl zaveden institut škodové události a povinnost ohlásit dopravní nehodu policistovi, když na některém ze zúčastněných vozidel, včetně přepravovaných věcí nebo na jiném majetku vznikne hmotná škoda zřejmě převyšující jeden a půl násobek větší škody podle Trestního zákona. [4]

Tab. 1 Vývoj dopravní nehodovosti ve Slovenské republice [7]

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Celkový počet nehod	25989	21611	15001	13945	13586	13307	13547	13522	14013	13902	13741	11875	11886
Nedodržení vzdálenosti mezi vozidly	1937	1257	655	594	563	633	625	646	621	630	582	476	536
Nedodržení odstupu na dálnici	128	55	14	24	42	59	60	41	39	47	38	24	32

Ze statistiky vyplývá, že novelizace zákona o silničním provozu v roce 2011, která stanovila pro řidiče motorových vozidel konkrétní bezpečnou vzdálenost při jízdě na dálnici, přispěla k poklesu těchto nehod na dálnici pouze v roce novelizace zákona a v dalších letech dochází k nárstu této příčiny dopravních nehod.

Jednou z možností pro hledání původu tohoto nepříznivého stavu je provedení dopravního průzkumu na dálniční síti Slovenské republiky.

2 ZJIŠTĚNÍ DODRŽOVÁNÍ STANOVENÉ BEZPEČNÉ VZDÁLENOSTI V SILNIČNÍM PROVOZU

Metodiku pro měření rychlosti a vzdálenosti mezi vozidly videokamerou popsal ve své disertační práci Zemánek, který s jejím využitím provedl měření dodržování bezpečné vzdálenosti na dálnicích v České republice, Německu a Rakousku. [8]

K provedení měření je nejdříve potřebné nalézt a vybrat úsek pozemní komunikace vhodný pro monitorování a zaznamenávání dopravní situace. Místo pro pořízení videozáznamu je potřebné zvolit na mostě nad měřeným úsekem, aby se jeho začátek a konec nacházel v zorném poli objektivu a zaměřené body byly co nejbližší vozovce a projíždějícím vozidlům. Před započítáním videozáznamu je nutné zaměřit vzdálenosti mezi výchozími body, které budou následně vloženy do videozáznamu k provedení analýzy. Aby nedocházelo k systematickému zkreslování hodnot vlivem výšky vozidla, v případě slunečního počasí, jednotlivé vzdálenosti od příslušné části vozidla se odečítají od hranice stínu vozidla.

Po pořízení videozáznamu a zaměření předmětného úseku je možné přistoupit ke zpracování samotného videozáznamu za pomoci speciálního počítačového programu, který umožňuje video krokovat po jednotlivých snímcích a zobrazovat čísla jednotlivých snímků. Při analýze videozáznamu je potřebné zaznamenávat následující data:

- druh jízdního pruhu jedoucího vozidla v koloně (hodnoty: levý, střední, pravý),
- druh vozidla jedoucího v koloně (hodnoty: osobní, dodávkové, nákladní),
- snímkovací frekvence pořizovaného videozáznamu f_s [počet snímků za sekundu],
- čas přední části vozidla na začátku úseku (hodnoty: pořadové číslo snímku),
- čas zadní části vozidla na začátku úseku (hodnoty: pořadové číslo snímku),
- čas zadní části vozidla na konci úseku (hodnoty: pořadové číslo snímku),
- délka měřeného úseku (hodnoty: příslušná vzdálenost v metrech).

Z těchto proměnných hodnot je možné následně vypočítat průměrnou rychlost vozidla a vzdálenost mezi vozidly na měřeném úseku. V případě analýzy silničního provozu, např. vzdálenosti mezi vozidly na dálnici, je třeba pečlivě určit vstupní podmínky pro zpracování dat, aby byly vyloučeny situace, kdy je vzdálenost mezi vozidly zkrácena po předjetí druhého vozidla třetím vozidlem nebo kdy je vzdálenost mezi vozidly příliš dlouhá a neodpovídá jízdě v koloně.

Vzorec pro výpočet průměrné rychlosti vozidla na měřeném úseku:

$$v_0 = s / \frac{k_z - k_k}{f_s} \quad (1)$$

kde:

v_0 průměrná rychlost vozidla na měřeném úseku [m/s],

s délka měřeného úseku [m],

k_z číslo snímku videozáznamu s počátkem zadní části vozidla na začátku úseku,

k_k číslo snímku videozáznamu s počátkem zadní části vozidla na konci úseku,

f_s snímkovací frekvence videozáznamu [počet snímků/s].

Vzorec pro výpočet časového odstavu mezi dvěma vozidly jedoucími za sebou konstantní rychlostí:

$$d_{t2} = \frac{k_{pz2} - k_{zz1}}{f_s} \quad (2)$$

kde:

d_{t2} časový odstav druhého vozidla za vředu jedoucím vozidlem v místě počátku měřeného úseku [s],

k_{pz2} číslo snímku videozáznamu s počátkem přední části druhého vozidla na začátku úseku,

k_{zz1} číslo snímku videozáznamu s počátkem zadní části prvního vozidla na začátku úseku,

f_s snímkovací frekvence videozáznamu [počet snímků/s].

Mezi faktory, které ovlivňují přesnost výsledných hodnot lze zařadit délku měřeného úseku, která pokud je příliš krátká, je značně ovlivněna zaokrouhlením odečítaného snímku s vozidlem na začátku a konci měřeného úseku a pokud je příliš dlouhá, může se projevit změna rychlosti vozidla na měřeném úseku, tedy je třeba zvolit přiměřenou

délku úseku k měření. Dále přesnost ovlivňuje rychlost vozidla nebo snímkovací frekvence videozáznamu f_s , jež s nárůstem počtu snímků za sekundu zpřesňuje odečítání snímků vozidla na začátku a na konci měřeného úseku a celkově přesnost měření. [8]

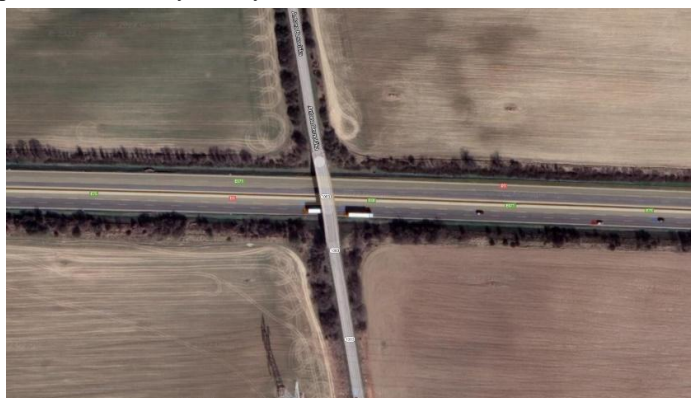
Další metodu pro měření odstupů mezi vozidly na vybraném úseku dálnice navrhl Smilek jako měřicí zařízení se soustavou reflexních optických závor, jejichž vysílané, resp. přijímané signály byly zpracovány a ukládány do zařízení navrženého konkrétně k tomuto účelu. Snímače, které byly upevněny na konstrukci mostovky nacházející se nad měřeným úsekem komunikace, vysílaly signál ke speciální odrazce, která byla umístěna uprostřed jízdního pruhu a odrážela signál zpět do snímače. V případě, že se pod snímačem nacházelo vozidlo, tak byla odrazka projíždějícím vozidlem zastíněna a signál se nemohl vrátit do snímače. Tímto způsobem byla zajištěna detekce vozidel. Vyhodnocovací zařízení připojené za snímači zpracovávalo změny jednotlivých stavů snímačů podle navrženého algoritmu. [9]

Měření parametrů rychlosti a odstupů vozidel na dálnici a vztahu mezi nimi bylo provedeno Centrem dopravního výzkumu, s využitím na povrchu vozovky položených indukčních smyček. [10]

Metoda pořízení, zpracování a vyhodnocení videozáznamů jízdy vozidel s využitím speciálního počítačového programu nevyžaduje používání složitějšího technického vybavení, umožňuje rozlišování jednotlivých druhů vozidel a provádění všech fází měřicího procesu jednou osobou. Nevýhodou metody při analýze videozáznamů je značná časová náročnost při ručním vyhodnocování videozáznamu v tabulkovém procesoru Microsoft Excel a možné zkreslení posuzované rychlosti a vzdálenosti, způsobené nepřesností při odečítání jednotlivých snímků.

2.1 Dopravní průzkum k dodržování bezpečné vzdálenosti na dálnici

K realizaci měření bylo vybráno místo na slovenské dálnici D1 ve směru od Bratislavy na Trnavu, kde je trvale stanovena maximální dovolená rychlost 110 km/h pro osobní vozidla a 90 km/h pro nákladní vozidla. Pro umístění videokamery byl zvolen most nad dálnicí, který je součástí silnice č. 1083 mezi obcemi Bernolákovo a Chorvátsky Grob (obrázek 5). Měření bylo provedeno v pátek 29.10.2021, kdy byla v dané oblasti venkovní teplota 15 °C, slunečno, vlhkost 45 %, rychlost větru 16 km/h a povrch dálnice byl suchý.



Obr. 5 Půdorys místa měření [Google Maps]

Videozáznamy byly pořizovány digitální videokamerou GARMIN VIRB ULTRA 30 v rozlišení 1920 x 1080 pixelů a frekvenci snímání f_s 100 snímků za sekundu. Před zahájením videozáznamu byly zaměřeny vzdálenosti 0 m, 20 m, 30 m, 40 m, 60 m, 80 m na krajnici pravého jízdního pruhu a označeny dopravními kužely (obrázek 6).



Obr. 6 Stanice videokamery nad místem měření [autor]

Při analýze videozáznamů bylo nejdříve do počítačového programu VirtualDub2 vloženo zaměření vzdáleností v místě měření (obrázek 7). Následně byl prováděn výpočet v tabulkovém procesoru Microsoft Excel, do kterého byl zadán u každého vozidla koeficient snímkování 0,01, číslo snímku při průjezdu přední a zadní části vozidla na začátku úseku, číslo snímku při průjezdu zadní části vozidla na konci úseku a délka měřeného úseku 40 m. Z těchto proměnných hodnot byla, s využitím vzorců (1) a (2), vypočítána průměrná rychlost vozidla a průměrná vzdálenost mezi vozidly na měřeném úseku. Jako vozidla jedoucí v koloně byla posuzována osobní vozidla s odstupem menším než 2,5 s (76 m) a nákladní vozidla s odstupem menším než 3,5 s (88 m).



Obr. 7 Zaměření vzdáleností v místě měření [autor]

Výsledky analýzy dat z měření bezpečné podélné vzdálenosti na dálnici ukázaly, že řidiči překračují stanovenou maximální dovolenou rychlost a nedodržují stanovený časový odstup od vpředu jedoucího vozidla (tabulka 2).

Tab. 2 Naměřené hodnoty v jednotlivých jízdních pruzích [autor]

Kategorie vozidla	Jízdní pruh	Počet vozidel	Průměrná rychlost [km/h]	Průměrný odstup [s]
Osobní	všechny	1610	127,5	1,05
Osobní	pravý	231	109,8	1,4
Osobní	střední	822	124,4	1,1
Osobní	levý	557	139,0	0,9
Nákladní	pravý	96	93,6	2,1

Z provedených měření vyplývá, že řidiči jedoucí v pravém jízdním pruhu udržují v průměru větší vzdálenost za vozidlem než v ostatních jízdních pruzích. Směrem k levému jízdnímu pruhu udržovaný odstup od vozidla jedoucího vpředu v průměru zkracují a zvyšují maximální dovolenou rychlost.

Řidiči osobních vozidel nedodrželi stanovený odstup dvě sekundy v 1 433 případech, což je 89,0 % a nedodrželi odstup jedné sekundy, odpovídající průměrné reakční době řidiče, v 663 případech, což je 41,2 %. Dokonce 98 řidičů (6 %) nedodrželo odstup půl sekundy. Z uvedeného vyplývá, že pouze 11 % řidičů osobních vozidel respektovalo ustanovení zákona o silničním provozu.

Řidiči nákladních vozidel nedodrželi stanovený odstup tři sekundy v 81 případech, což je 84,4 %, dále nedodrželi odstup dvě sekundy v 47 případech, což je 49,0 % a dokonce nedodrželi odstup jedné sekundy, odpovídající průměrné reakční době řidiče, v 11 případech, což je 11,5 %. Z uvedeného vyplývá, že pouze 15,6 % řidičů nákladních vozidel respektovalo ustanovení zákona o silničním provozu.

Z výsledků provedeného měření na vybraném úseku slovenské dálnice lze dovodit, že ustanovení právního předpisu [4] nejsou účinná pro dodržování bezpečné vzdálenosti při jízdě vozidel na dálnici a uvedenou problematiku je nezbytné posoudit komplexně. Pro řešení této problémové situace je potřebné analyzovat aplikovatelnost příslušných ustanovení právního předpisu, způsoblost řidičů k dodržování stanovených pravidel, technické možnosti vozidel a kompetence policie ke kontrole dodržování bezpečné vzdálenosti.

3 VYHODNOCENÍ VLIVU VYMEZENÉ PRÁVNÍ ÚPRAVY NA DODRŽOVÁNÍ BEZPEČNÉ VZDÁLENOSTI

Vzhledem k intenzitě současného silničního provozu, různým vlivům na činnost řidiče, psychické náročnosti jízdního manévru, rozdílného technického stavu vozidel, nesprávnému vyhodnocování dopravní situace v závislosti na rychlosti vozidla, aroganci a agresivitě řidičů a nedostatečné úrovni prevence je zřejmé, že pro řešení problematiky dopravních nehod z důvodu nedodržení bezpečné vzdálenosti za jízdou vozidel je nedostatečné provést pouze dílčí modifikaci právního předpisu pro jízdu na dálnici.

Ze statistiky dopravní nehodovosti Policie Slovenské republiky vyplývá, že pouze 6 % dopravních nehod z důvodu nedostatečného odstupu za vpředu jedoucím vozidlem se uskuteční na dálnici. K ostatním dopravním nehodám dochází na jiné kategorii pozemní komunikace. Podobně jako český tak i slovenský zákon o silničním provozu přesto obsahuje nejednoznačné ustanovení o bezpečné vzdálenosti mezi vozidly pro nižší kategorie pozemní komunikace a definuje konkrétní časový odstup mezi vozidly pouze při jízdě na dálnici.

Stanovení časového určení odstupu v sekundách od vpředu jedoucího vozidla na dálnici vyžaduje používání metody „21-22“, kdy je za dostatečnou bezpečnou vzdálenost ve dne a na suché vozovce považována vzdálenost při vyřčení číselných symbolů 21-22, kterou vlastní vozidlo za tuto dobu ujede k bodu (strom, dopravní značka, sloup), který minulo vpředu jedoucí vozidlo. Tato metoda pro udržování bezpečné vzdálenosti je založena na odhadu, tedy vědomé činnosti řidiče, řízené trvalou a soustředěnou pozorností.

Řidič se při řízení vozidla orientuje v rámci svého dohledu a sleduje dopravní situaci v rámci svého rozhledu. Dále kontroluje přístroje a zpětná zrcátka, poslouchá rádio, telefonuje, sleduje navigaci, odpovídá spolucestujícím nebo myslí na osobní prožitky (co bylo v práci, co bude doma) apod. Vliv přemýšlení a další zátěže nejde nijak odbourat, protože nelze zabránit, aby řidič na něco myslel nebo se za jízdy rozptyloval jinými činnostmi.

Všeobecně platí, že je velmi obtížné až nemožné kvalitně vykonávat současně několik činností, jestliže každá z nich vyžaduje soustředěnou pozornost. Úmyslná, záměrná, aktivní pozornost je uvědomělá činnost, která je spojena s předem určeným záměrem, potřebou nebo povinností a vynaložením úsilí při její orientaci, udržování a potlačování rušivých vlivů. Záměrné udržování pozornosti na dlouhou dobu je náročný a vyčerpávající psychický úkon. Jestliže mají být vykonávány současně úspěšně dvě činnosti, musí být alespoň jedna zvládnutá natolik, aby byl její výkon téměř automatický, jen s občasnou vědomou kontrolou a regulací. [11]

Na základě tohoto hlediska lze posuzovat i chování řidičů v průběhu dopravního průzkumu, kdy většina řidičů se neztotožnila s dodržáním dvou sekundového odstupu a „metodu 21-22“ neumí nebo odmítá používat. Řidiči osobních vozidel odhadovali a považovali za bezpečný odstup přibližně jednu sekundu a řidiči nákladních vozidel odhadovali jako bezpečný odstup přibližně dvě sekundy. Pokud některý řidič udržoval odstup dvě sekundy za jiným vozidlem, pravidelně docházelo k předjetí tohoto vozidla a porušení takto vytvořené vzdálenosti mezi vozidly (obrázek 8).



Obr. 8 Příjezd kolony vozidel k místu měření [autor]

Podle Bradáče [12] v případě, že obě za sebou jedoucí vozidla mají stejné dosažitelné zpomalení a stejnou rychlost, je pro bezpečnou vzdálenost rozhodující dráha ujetá za reakční dobu řidiče zadního vozidla. Jako průměrnou délku reakční doby řidičů lze uvažovat hodnotu jedné sekundy.

Na základě uvedených skutečností je potřebné se při legislativní změně českého právního předpisu zaměřit na stanovení minimální bezpečné vzdálenosti pro všechny pozemní komunikace, neurčitou definici bezpečné vzdálenosti v právním předpisu změnit na konkrétní hodnoty v metrech tak, aby nově stanovené pravidlo bylo srozumitelné pro řidiče, respektované a aplikovatelné v silničním provozu. Následně je nezbytné vytvořit efektivní metodu pro udržování bezpečné vzdálenosti za jízdy vozidel, založenou na vkládání pomyslných aut do mezery od vpředu jedoucího vozidla pro vybrané rychlosti a zavést její používání do výuky a výcviku autoškol.

Společně s konkrétní definicí bezpečné vzdálenosti je nutné stanovit příslušné sankce za její nedodržování. Na vybraná místa pozemních komunikací je potřebné současně instalovat stacionární technické prostředky a policejní vozidla vybavit systémy k měření odstupu mezi vozidly. Při existenci měřitelné vymezené vzdálenosti od vpředu jedoucího vozidla bude dopravní policie dodržování této povinnosti kontrolovat, prokazovat a sankcionovat, ještě před srážkou vozidel a vznikem dopravní nehody.

Pouze souborem promyšlených a účinných opatření, lze nepříznivý stav v oblasti dodržování bezpečné vzdálenosti za jízdy vozidel zlepšit. Klíčovými faktory jsou odpovídající právní normy, řidič a jeho chování, výuka a výcvik v autoškolách, vybavení vozidel bezpečnostními systémy, úroveň dopravních zařízení a kontrolní činnost policie v oblasti dodržování pravidel silničního provozu.

Literatura

- [1] Informace o nehodovosti na pozemních komunikacích České republiky za roky 2009-2021 [databáze online]. Praha: Policejní prezidium České republiky, [cit. 2022-04-08]. Dostupné z WWW: <<https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx>>.
- [2] Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 167/2002 Sb. ze dne 19. dubna 2002, kterou se provádí zákon č. 247/2000 Sb., o získávání a zdokonalování odborné způsobilosti k řízení motorových vozidel.
- [3] Zákon č. 361/2000 Sb. ze dne 14. září 2000 o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu).
- [4] Zákon č. 8/2009 Z. z. ze dne 1. februára 2009 o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov. Slovenská republika.
- [5] Vyhláška Ministerstva vnútra Slovenskej republiky č. 9/2009 Z. z. ze dne 20. decembra 2008, ktorou sa vykonáva zákon o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- [6] Vyhláška Ministerstva vnútra Slovenskej republiky č. 30/2020 Z. z. ze dne 13. februára 2020 o dopravnom značení.
- [7] Dopravná nehodovosť v Slovenskej republike za roky 2009-2021 [databáze online]. Bratislava: Prezídium Policajného zboru Slovenskej republiky, [cit. 2022-04-11]. Dostupné z WWW: <https://www.minv.sk/?statisticke-ukazovatele-sluzby-dopravnej-policie>
- [8] ZEMÁNEK, Lukáš. Analýza soustavy faktorů ovlivňujících bezpečnou podélnou vzdálenost mezi vozidly. Brno, 2017, 132 s. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství. Vedoucí disertační práce doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
- [9] SMILEK, Petr. Problematika dodržování bezpečných vzdáleností mezi vozidly na pozemních komunikacích. Praha, 2010. 82 s. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, Ústav soudního znalectví v dopravě. Vedoucí diplomové práce Ing. Tomáš Mičunek.
- [10] Observatoř bezpečnosti silničního provozu. Průzkum rychlosti a vzdálenosti mezi vozidly na dálnici za snížené viditelnosti [online]. Brno: Centrum dopravního výzkumu, ©2007 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <https://www.czrso.cz/clanek/pruzkum-rychlost-a-vzdalenosti-mezi-vozidly-na-dalnici-za-snizen/?id=1277>
- [11] ŠTIKAR, J. – HOSKOVEC, J. – ŠTIKAROVÁ, J. Psychologie v dopravě. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2003. 275 s. ISBN 80-246-0606-2.
- [12] BRADÁČ, Albert a kol. Soudní inženýrství. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 1999. 725 s. ISBN 80-7204-133-9.

Recenzoval

Ing. Michal Křížák, ÚSI VUT v Brně, asistent, Purkyňova 118/464, 612 00 Brno, +420 541 148 922, michal.krizak@usi.vutbr.cz

VLIV VYBRANÝCH FAKTORŮ NA STANOVENÍ EES

INFLUENCE OF SELECTED FACTORS ON THE EES DETERMINATION

Pavína Moravcová¹²

Abstrakt

Článek se zabývá analýzou vlivu proměnných (jako je šířka deformace vozidla, počet měřících bodů či stanovení hodnoty rychlosti, při které nevznikají trvalé deformace b_0), na výpočet deformační energie, resp. EES. Pro účely této studie byl pro výpočet EES použit výpočtový algoritmus CRASH3 v programu PC-Crash. EES bude vypočteno pro rozdílnou šířku deformace. Dále budou stanoveny měřící body dle výpočtového algoritmu CRASH3 (2 až 12 měřících bodů), kde budou při změně parametru b_0 uvažovány hodnoty od 6 do 12 km/h.

Abstract

The paper deals with the influence of the selected variables (such as the number of measurement points, vehicle deformation width, and speed at which do not occur permanent deformations - b_0) on the determination of deformation energy, respectively EES. For the purpose of this study, the CRASH3 calculation algorithm in the PC-Crash program was used to calculate EES. EES parameter was calculated for two different deformation widths. The measurement points varied from 2 up to 12 points, and the b_0 parameter was varied (from 6 up to 12 km/h).

Klíčová slova

Deformační energie, EES, profil deformace, měřící body, CRASH3

Keywords

Deformation energy, EES, profile deformation, measurement points, CRASH3

1 ÚVOD

Mezi hlavní předpoklady pro spolehlivou rekonstrukci dopravních nehod je kvalitní dokumentace a následné zpracování dopravní nehody (Papić, 2018). Komplexní analýza nehodového děje vyžaduje ve většině případů inverzní přístup, od stop na místě dopravní nehody k příčinám dopravní nehody. V případně inverzního přístupu může docházet k mnoha scénářům, proto je velmi důležitá přesnost vstupních dat, jelikož každá nepřesnost ovlivňuje konečný výsledek (Vangi, 2020). Během střetu se část kinetická energie mění na deformační práci, která se zjistí z rozdílu kinetické energie před střetem a po střetu. U reálné dopravní nehody je to už obtížnější a deformační energie lze zjistit pouze na základě zaměřené hloubky deformace vozidla (Vangi, 2020).

Pro stanovení deformační energie, resp. hodnoty EES v soudně inženýrské praxi se mj. využívá výpočtový algoritmus CRASH3 (Mrowicki, 2020), který je založený na Campbellově metodě a který je součástí dalších mnoha softwarových programů (Daily, 2006; Vangi, 2014; Mrowicki, 2020). Jednou z možných výpočtových metod pro stanovení hodnoty EES je pomocí výpočtového algoritmu CRASH3 v programu PC-Crash. EES je založeno na vztahu mezi silou $F(x)$ a hloubkou deformace vozidla během kompresní fáze, viz obr. 1, a předpokladu lineární závislosti mezi nimi (Coufal, 2014, Vangi, 2020).

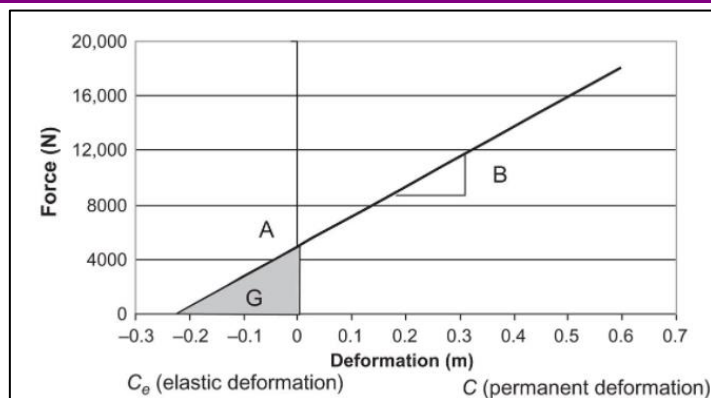
Výpočet EES v CRASH3 má řadu proměnných jako je šířka vozidla L , rychlost, při které nevznikají trvalé deformace b_0 či počet měřících bodů (2 až 12). Cílem tohoto článku je tyto proměnné variovat a zjistit tak možný vliv na změnu EES.

2 STANOVENÍ HODNOTY V CRASH3

K výpočtu deformační energie je zapotřebí znát koeficienty tuhosti A , B a G , které jsou, jak Vangi (2020) uvádí, charakteristické pro každé vozidlo a danou oblast nárazu. Parametry A a B jsou vztaženy na šířku deformace. Jako konstanta A (viz obr. 1) se udává hodnota, při které nevznikají trvalé deformace, jedná se o tzv. elastickou deformaci. Plocha pod křivkou označená jako G značí absorbovanou energii před vznikem plastické deformace a B je síla potřebná k vytvoření plastické deformace (Coufal, 2014, Vangi, 2020):

¹ Pavlína Moravcová, Ing., Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, pavlina.moravcova@vutbr.cz

² Pavlína Moravcová, Ing., CDV, Lišeňská 33a, 636 00 Brno, pavlina.moravcova@cdv.cz



Obr. 1 Lineární tuhostní charakteristika

Program PC-Crash sice disponuje tuhostní databankou z reálných nárazových zkoušek, ale slouží pouze pro informativní účely a nelze jej převzít pro stanovení EES pomocí programu CRASH3 (Coufal, 2014). Limitace a úskalí využívání CRASH3 ve stanovení deformační energie podrobně popsal Coufal (2014) ve své disertační práci.

Každé vozidlo (každá kategorie vozidla) má odlišné strukturální chování a odlišný rozptyl deformační energie (Bare, 2013). Například vozidlo Mercedes W 124 má odlišnou tuhost na levé a pravé straně, jelikož v zadní části má vozidlo asymetrickou strukturu. Existují ale i některé třídy vozidel, které mají téměř identickou konstrukci podvozkové části vozidla, např. Seat a VW (Becke, 2006). Při práci v CRASH3 je proto v první řadě nutné nalézt v databázi NHTSA stejné či porovnatelné vozidlo, které odpovídá svými vlastnostmi zkoumanému vozidlu.

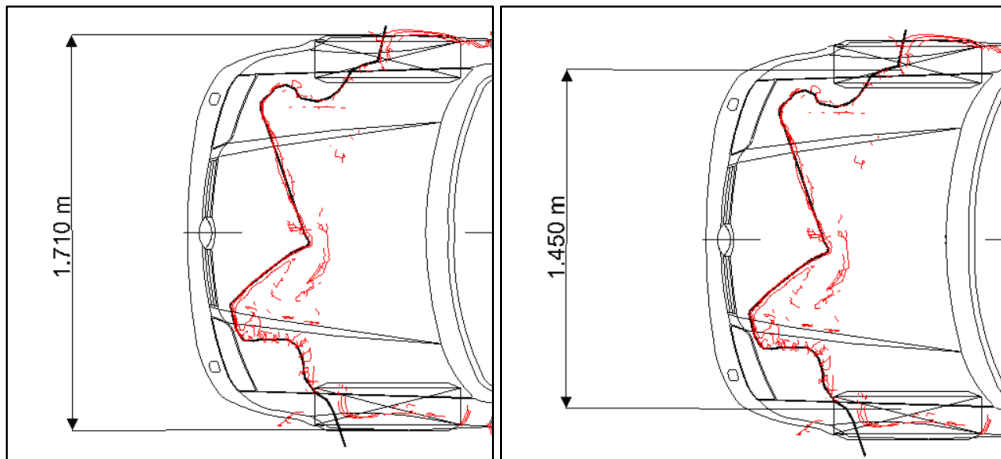
Dále je zapotřebí pro vybrané vozidlo stanovit rychlost, při které nevznikají trvalé deformace (b_0). Hodnoty této proměnné udávají předchozí výzkumy různé, např. Rose (2014) a Brach (2012) udávají rozmezí od 4 do 7 mph (6,3 až 11,2 km/h), Daily (2006) u čelních nárazů uvádí 8 km/h a u bočních 3,2 km/h. A např. Vangi (2020) uvádí, že b_0 je v zásadě pro všechna vozidla konstantní, a to okolo 8 km/h u čelních i zadních nárazů. Tak jak je potřeba přistupovat ke stanovení porovnatelného vozidla z databáze NHTSA, tak je nutné nahlížet i na stanovení hodnoty b_0 .

Následně je potřeba stanovit profil deformace, šířku deformace a počet měřících bodů. CRASH3 umožňuje zadat dva až dvanáct měřících bodů, které by měly být rovnoměrně rozděleny. Např. Morales (2017) uvádí, že počet měřících bodů je závislý na šířce poškození a v případě poškození celé šířky vozidla je zapotřebí stanovit šest a více měření, kdy první a poslední měření musí být v souladu s boční částí vozidla (Morales, 2017). Po zadání naměřených hodnot a směru působící síly (-45° až $+45^\circ$) je možné získat deformační energii, hodnotu EBS a po zohlednění koeficientu restituice i hodnotu EES (Coufal, 2014).

3 MĚŘENÍ

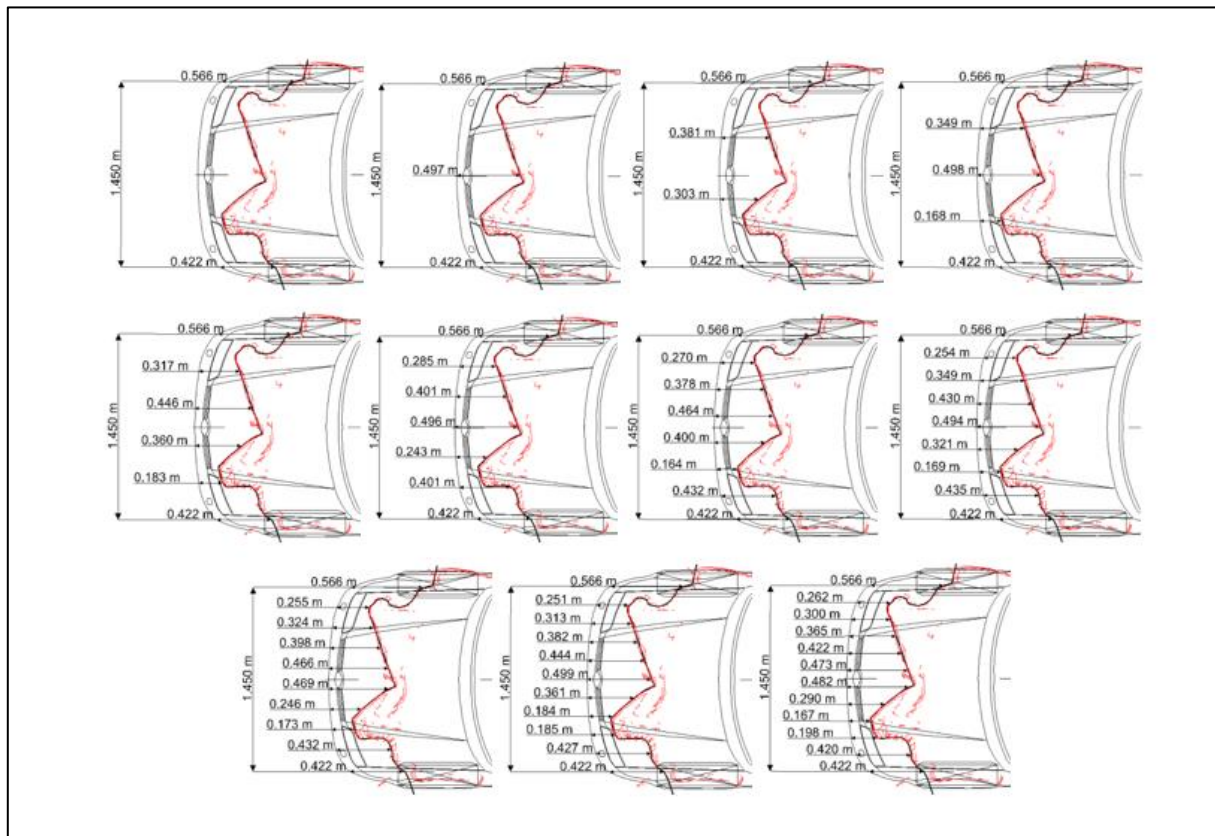
Pro účely této studie bylo provýpočet EES využito výpočtového algoritmu CRASH3 v programu PC-Crash, který umožňuje stanovit dva až dvanáct měřících bodů pro měřený profil deformace. Dále proběhlo měření se dvěma odlišnými šířkami deformace s cílem analyzovat rozdíl, resp. vliv na výsledný výpočet EES. Měření šířky deformace se dle autorů různí. V prvním případě byla měřena šířka deformace od kraje do kraje vozidla, resp. celá šířka vozidla. Ve druhém případě proběhlo měření dle šířky nárazníku (Daily, 2006; Vangi, 2020). Následně proběhla variace parametru b_0 , kde byly uvažovány hodnoty od 6 do 12 km/h.

Profil deformace byl zdokumentován za použití laserového 3D skenování. Řez byl proveden v oblasti středu nárazníku a následné odměření hloubek deformace proběhlo v programu Virtual Crash 4.0 za použití 2D modelu nepoškozeného vozidla z AutoView.

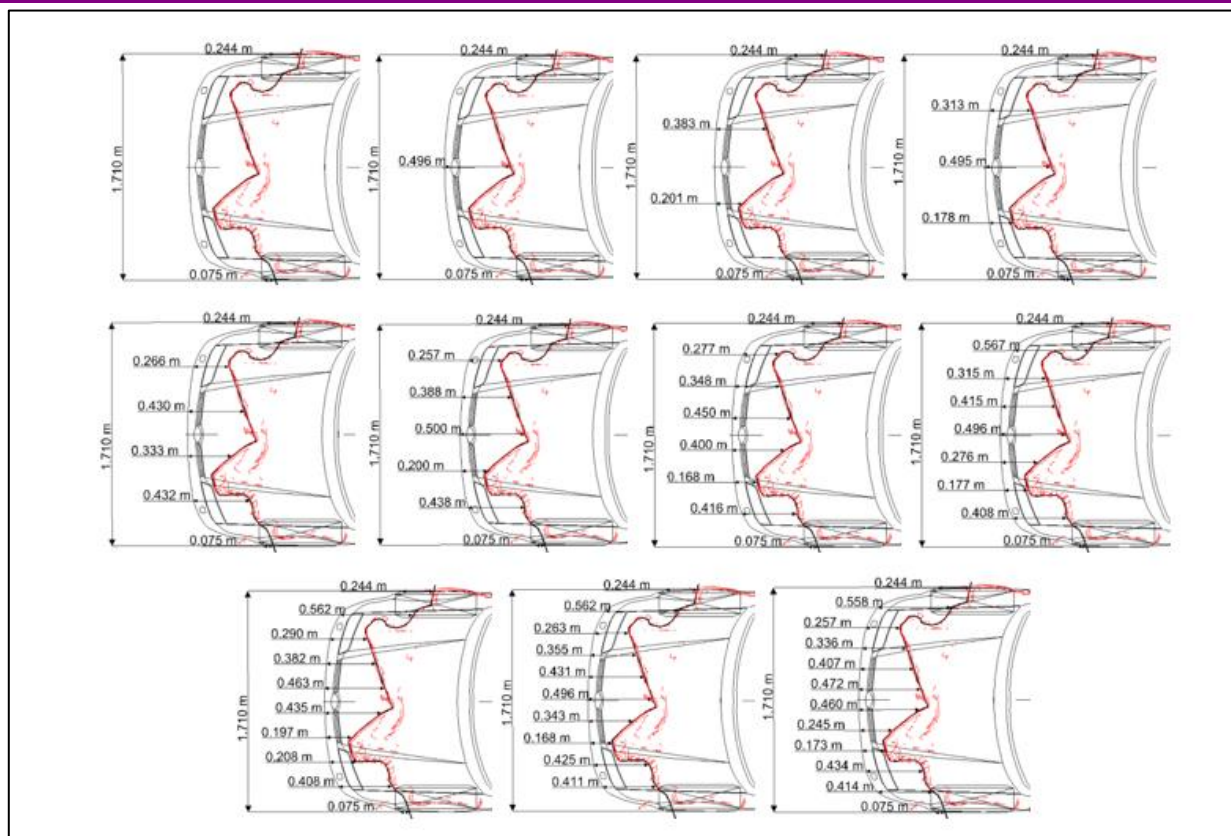


Obr. 2 Zaměřena šířka deformace: a) šířka vozidla, b) šířka nárazníku

Šířka deformace byla rozdělena na příslušné měřicí body (od 2 do 12 bodů) a následně byla změřena hloubka deformace viz obr. 2 a 3.



Obr. 3 Zaměření hloubky deformace podél celé šířky vozidla



Obr. 4 Zaměření hloubky deformace podél šířky nárazníku

4 VYHODNOCENÍ

V tabulce 1 je uvedena průměrná hloubka deformace pro zvolený počet měřících bodů (2 až 12) a šířku deformace vozidla 1,45 m a 1,71 m. Průměrná deformace při šířce 1,45 m se pohybovala v rozmezí od 0,354 m do 0,496 m. Při šířce 1,71 m se průměrná deformace pohybovala od 0,160 m do 0,361 m. Z výsledků je patrné že hodnoty od 6 měřících bodů nevykazují tak markantní skoky v průměrné deformaci.

Tab. 1 Průměrná deformace

počet měřících bodů	průměrná deformace pro šířku deformace [m]	
	1,45 m	1,71 m
2	0,494	0,16
3	0,496	0,328
4	0,393	0,248
5	0,377	0,286
6	0,360	0,324
7	0,387	0,324
8	0,372	0,317
9	0,368	0,352
10	0,362	0,345
11	0,354	0,361
12	0,361	0,356

V tabulce 2 a 3 jsou vypočteny hodnoty EES pro šířku poškození 1,45 m a 1,71 m. Pro každou šířku jsou stanoveny dva až dvanáct měřících bodů. Při výpočtu bylo dále uvažováno i s odlišným parametrem b_0 v rozmezí 6 až 12 km/h.

Hodnoty EES se pro šířku deformace 1,45 m výrazně odchylovaly u 2 a 3 měřících bodů. EES se pohybovalo v rozmezí od 36,6 km/h do 52 km/h. Pro šířku 1,71 m se EES pohybovalo od 21 km/h do 41,5 km/h a od 6 měřících bodů nedocházelo k výrazným odchýlkám.

Tab. 2 Výpočet EES pro šířku poškození 1,45 m

počet měřících bodů	EES [km/h]						
	b_0 [km/h]						
	6	7	8	9	10	11	12
2	51,9	51,9	51,9	52	52	52	52
3	47,9	47,9	47,9	47,9	48	48	48
4	39,4	39,6	39,8	40	40,2	40,4	40,6
5	38,6	38,8	38,9	39,1	39,3	39,5	39,7
6	36,9	37	37,3	37,5	37,8	38	38,2
7	38,9	39,1	39,3	39,5	39,7	39,9	40,1
8	37,8	38	38,2	38,5	38,7	38,9	39
9	37,6	37,8	38	38,2	38,5	38,7	38,9
10	37,1	37,3	37,5	37,8	38	38,2	38,5
11	36,6	36,8	37	37,2	37,5	37,7	38
12	36,9	37,2	37,4	37,7	37,9	38,1	38,4

Tab. 3 Výpočet EES pro šířku poškození 1710 mm

počet měřících bodů	EES [km/h]						
	b_0 [km/h]						
	6	7	8	9	10	11	12
2	21,0	21,7	22,3	22,9	23,6	24,2	24,9
3	37,6	37,9	38,2	38,5	38,8	39	39,3
4	29,9	30,4	30,8	31,2	31,7	32,1	32,6
5	34,2	34,5	34,9	35,1	35,5	35,8	36,2
6	36,7	36,9	37,3	37,6	37,9	38,3	38,6
7	36,9	37,1	37,5	37,8	38,1	38,4	38,8
8	36,1	36,4	36,8	37	37,3	37,7	38
9	39,7	40	40,2	40,5	40,7	40,9	41,2
10	39,0	39,3	39,5	39,8	40,1	40,3	40,6
11	38,6	38,8	39	39,2	39,5	39,7	39,9
12	40,0	40,3	40,5	40,8	40,9	41,2	41,5

5 DISKUSE A ZÁVĚR

Tento článek si kládí za cíl analyzovat vliv počtu měřících bodů, šířku zaměřené deformace a stanovení hodnoty parametru b_0 , na výsledný výpočet deformační energie, resp. EES za použití výpočetního algoritmu CRASH3. Na velmi různorodém profilu deformace, byly stanoveny měřící body v rozmezí od 2 do 12 pro šířku poškození 1,450 m a 1,710 m, za použití parametru b_0 od 6 do 12 km/h. EES lze stanovit ve velkém rozmezí a značná nepřesnost by mohla ovlivnit výsledný výpočet střetové rychlosti vozidla (Moravcová, 2021). Z výsledků měření je patrné, že průměrná deformace je pro každou sérii měření odlišná a byl splněn předpoklad dle Moralesse (2017), který uvádí, že měření hloubky deformace by mělo být od 60 cm šířky poškození, zaměřeno minimálně na šesti místech.

Šířka deformace má vliv na výsledný výpočet hodnoty EES. Od 6 měřících bodů, mezi šířkou deformace 1,71 m a 1,45 m, nedocházelo takřka k žádné odchylce. S přibývajícím počtem měřících bodů a zpřesnění profilu deformace, docházelo maximálně k odchylce cca 3 km/h.

Tab. 4 Odchylka EES pro šířku poškození 1,71 m a 1,45 m

počet měřících bodů	odchylka EES [km/h]						
	b ₀ [km/h]						
	6	7	8	9	10	11	12
2	30,9	30,2	29,6	29,0	28,4	27,8	27,1
3	10,3	10,0	9,7	9,4	9,2	9,0	8,7
4	9,5	9,2	9,0	8,8	8,5	8,3	8,0
5	4,4	4,3	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5
6	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,3	-0,4
7	2,1	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3
8	1,7	1,6	1,4	1,4	1,3	1,1	1,0
9	-2,1	-2,2	-2,2	-2,3	-2,2	-2,3	-2,4
10	-1,9	-2,0	-2,0	-2,0	-2,1	-2,1	-2,1
11	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-1,9
12	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,1	-3,1

Každý model vozidla a jeho konstrukce má své specifické strukturální chování a vlastnosti. I když mají vozidla obdobné parametry, jako je hmotnost či rozměry, tak jejich chování během střetu může být odlišné (Abellán-López, 2018; Vangi, 2020). Struktura karoserie musí být odolná proti nárazu, statickému a dynamickému namáhání, a to jak při samotné jízdě, tak především při zajištění bezpečnosti cestujících v případě dopravní nehody. Jak uvádí autoři Newstead a kol. (2001) vozidla s vyšší hmotností mají obecně lepší odolnost proti nárazu a naopak, ale důležitou roli hrají i ostatní aspekty, jako je konstrukční a bezpečnostní řešení vozidla. Z tohoto důvodu se dá říct, že hmotnost, tuhost a geometrie vozidla patří mezi nejdůležitější parametry při střetu (Nusholtz, 2004) a je zapotřebí pečlivě analyzovat tyto parametry (Berg, 1998).

Stanovení EES v CRASH3 má mnoho úskalí a výpočet je ovlivněn mnoha faktory, např. dostupností zkoumaných či porovnatelných vozidel, tuhostí apod. (Coufal, 2014; Moravcová, 2021). Americká vozidla mají odlišnou tuhost ve srovnání s evropskými vozidly, a to i když se jedná o stejný model vozidla (Coufal, 2014; Macurová, 2019; Görtz, 2018).

Navazující výzkumné aktivity si kladou za cíl kvantifikovat vliv odchylky měření vybranými metodami na výsledné stanovení střetové rychlosti vozidla.

Poděkování

Tento článek byl vytvořen za finanční podpory Ministerstva dopravy v rámci programu dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných organizací a v rámci projektu specifického výzkumu ÚSI-J-20-6378.

Literatura

- [1] ABELLÁN-LÓPEZ, D., SÁNCHEZ-LOZANO, M., & MARTÍNEZ-SÁEZ, L. (2018). *Frontal crashworthiness characterisation of a vehicle segment using curve comparison metrics*. *Crash Analysis & Prevention*, 117, 136–144.
- [2] BECKE, M.: *Probleme, Fehler und Besonderheiten bei der EES-Einstufung, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik*, Heft 09/2006.
- [3] BERG, F. A., WALZ, F., BÜRKLE, H., & EPPEL, J. (1998). *Implications of velocity change Δv and energy equivalent speed ees for injury mechanism assessment in various collision configurations*. In Proc. IRCOBI Conf. on Biomechanics, Göteborg.
- [4] BRACH, R. M., BRACH, R. M.; LOUDERBACK, A. *Uncertainty of CRASH3 ΔV and Energy Loss for Frontal Collisions*. SAE Technical Paper, 2012.
- [5] CAMERON, M., NARAYAN, S., NEWSTEAD, S., ERNVALL, T., LAINE, V., LANGWIEDER, K. *Comparative analysis of several vehicle safety rating systems*, 2001.
- [6] COUFAL, T. 2014. *Analýza tuhosti přední části vozidel*: dizertačná práca. Brno: VUT v Brně, 2014.
- [7] VANGI, D, CIALDAI, D. *Evaluation of energy loss in motorcycle-to-car collisions*. *International Journal of Crashworthiness* 19:4, pages 361-370, 2014.
- [8] DAILY, J., STRICKLAND R. and DAILY J. J. *Crush Analysis with Under-rides and the Coefficient of Restitution*: Institute of Police Technology and Management's. 2006, 1-77.
- [9] GÖRTZ, M. 2018. *Model určovania deformačných energií na vozidlách po dopravných nehodách*: Dizertačná práca. Žilina: UZVV UNIZA, 2018.
- [10] MORALES, A., SÁNCHEZ-APARICIO, L., GONZÁLEZ-AGUILERA, D., GUTIÉRREZ, M. A., LÓPEZ, I., HERNANDEZ, D., RODRÍGUEZ-GONZÁLVEZ, P. *A New Approach to Energy Calculation of Road Accidents against Fixed Small Section Elements Based on Close-Range Photogrammetry*. *Remote Sensing*. 2017. 9. 1219. 10.3390/rs9121219.
- [11] MORAVCOVÁ, P., BUCSUHÁZY, K., BILÍK, M., BELÁK, M. AND BRADÁČ, A. *Let It Crash! Energy Equivalent Speed Determination*. DOI: 10.5220/0010449005210528 In Proceedings of the 7th International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems (VEHITS 2021), pages 521-528 ISBN: 978-989-758-513-5.
- [12] MROWICKI A, KRUKOWSKI M, TUROBOŚ F, KUBIAK P. *Determining vehicle pre-crash speed in frontal barrier crashes using artificial neural network for intermediate car class*. *Forensic Sci Int*. 2020 Mar; 308:110179. doi: 10.1016/j.forsciint.2020.110179.
- [13] NUSHOLTZ, Guy S., et al. *Vehicle mass and stiffness: Search for a relationship*. *SAE transactions*, 2004, 748-754.
- [14] PAPIĆ, Z., BOGDANOVIĆ, V., ŠTETIN, G., SAULIĆ, N. *ESTIMATION OF EES VALUES BY VEHICLE 3-D MODELLING*. *Mobility and Vehicle Mechanics*. 44. 29-41. 2018. 10.24874/mvm.2018.44.01.03.
- [15] ROSE, N. AND CARTER, N., "Further Assessment of the Uncertainty of CRASH3 ΔV and Energy Loss Calculations," SAE Technical Paper 2014-01-0477, 2014, doi:10.4271/2014-01-0477.
- [16] VANGI, D. *Vehicle Collision Dynamics: Analysis and Reconstruction*. Butterworth-Heinemann, 2020.

Recenzoval

Ing. Albert Bradáč, Ph.D., ÚSI VUT v Brně, odborný asistent, Purkyňova 118/464, 612 00 Brno, +420 541 148 911, Albert.Bradac@vut.cz

VERIFIKACE ZÁVAŽNOSTI ZÁVAD SILNIČNÍCH ZÁCHYTNÝCH SYSTÉMŮ EVIDOVANÝCH V RÁMCI BI PK

VERIFICATION OF THE SEVERITY OF ROAD RESTRAINT SYSTEMS DEFECTS IDENTIFIED DURING ROAD SAFETY INSPECTIONS

Jakub Nováček¹, Tomáš Kohout², Pavel Vrtal³

Abstrakt

Cílem článku je představit výstupy vědeckého úkolu, v rámci kterého je vyvíjen metodický postup pro zajištění stejného hodnocení dopravně-bezpečnostních deficitů týkajících se silničních záchytných systémů. V současné době je míra závažnosti pro tyto závady hodnocena různými týmy auditorů bezpečnosti nejednotně. To ve výsledku značně ztěžuje práci správcům pozemních komunikací, kterým to neumožňuje se zaměřit na eliminaci nejrizikovějších závad, a tak efektivně využít ekonomické a lidské zdroje. Pro stanovení a následné ověření míry rizikivosti jednotlivých závad bezpečnostních systémů byl vytvořen matematický model. Funguje na principu klasifikace dat diskretním modelem a jeho predikci. Silniční záchytné systémy jsou určeny k tomu, aby zachytily automobil, který z určitých příčin opustí vyhrazený prostor pozemní komunikace v místě, kde by mohlo dojít k vážným následkům na zdraví osob. Proto jsou na tyto prvky kladeny zvýšené nároky na správnou funkci a jejich vhodné umístění. Současně tato skutečnost znamená, že nelze míru rizikivosti kalkulovat pouze na základě evidovaných dopravních nehod. Stanovení závažnosti bylo realizováno na základě porovnání výsledků matematického modelu pro dva datové soubory. V prvním případě model vycházel z dat dopravních nehod korelovaných s evidovanými deficitem silničních záchytných systémů. V druhém případě se pak jednalo o nehodové události se svodidly, kde v rámci bezpečnostní inspekce nebyla lokalizována žádná závada. Na základě porovnání výsledků matematického modelu, resp. stanovených pravděpodobností pro jednotlivé expozice deficitů došlo k ověření a upřesnění stanovených rizik.

Abstract

The main objective of this paper is to present the results of a scientific work, which aims to develop a methodological procedure that will achieve the same assessment of the defects related to road restraint systems. Currently, the level of severity for these defects is rated inconsistently by different teams of road safety auditors. As a result, this makes it very complicated for road managers, who are unable to focus on eliminating the riskiest defects and thus make efficient use of economic and human resources. A mathematical model was created to determine and subsequently verify the level of severity of individual safety system defects. It works on the principle of data classification by a discrete model and its prediction. Increased demands are placed on road restraint systems to ensure that they operate correctly and that they are positioned appropriately. As these safety devices are designed to be crashed into, the level of severity cannot be calculated solely based on recorded road accidents. The determination of severity was carried out by comparing the results of the mathematical model for the two different datasets. In the first case, the model was based on accident data correlated with recorded defects in road restraint systems. In the second case, the model was based on traffic accidents with road restraint systems where no defects were located within the road safety inspection. Based on the comparison of the results of the mathematical model and the established probabilities for each exposure of defects the individual risks were confirmed.

Klíčová slova

Bezpečnostní inspekce pozemních komunikací, dopravně-bezpečnostní deficit, dopravní nehody, silniční záchytné systémy, Bayesovská statistika, diskretní modelování

Keywords

Road Safety Inspection; Safety Defects; Traffic Accidents; Road Restraint Systems; Bayesian Statistics; Discrete modelling.

1 ÚVOD

Pro zajištění udržitelného rozvoje a konkurenceschopnosti Evropy a Evropské Unie (dále jen „EU“) v rámci celého světa, je nutný vývoj ve všech klíčových oblastech, mezi které bezesporu patří i silniční doprava. Za účelem

¹Jakub Nováček, Ing., ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav soudního znaleství v dopravně, Horská 2040/3, Praha, 128 00, jakub.novacek@fd.cvut.cz

²Tomáš Kohout, Ing., ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav soudního znaleství v dopravně, Horská 2040/3, Praha, 128 00, kohout@fd.cvut.cz

³Pavel Vrtal, Ing., ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav soudního znaleství v dopravně, Horská 2040/3, Praha, 128 00, vrtal@fd.cvut.cz

zvýšení bezpečnosti na silniční síti státy EU zavedli politiku postupného snižování závažných dopravních nehod a začlenily do svých strategických plánů různé projekty (např. Vize Nula). [1] Plnění této politiky vyžaduje komplexní vývoj všech částí dopravního proudu, který se skládá ze tří pilířů (člověk, vozidlo, infrastruktura). [2]

Poslední uvedený pilíř reprezentuje samotná pozemní komunikace (dále jen „PK“), která má nezanedbatelný vliv na vznik dopravních nehod a na samotné chování jednotlivých účastníků silničního provozu. Abychom mohli mluvit o bezpečné silniční komunikaci, musíme zajistit, aby tato silnice splňovala dvě základní pravidla, kterými jsou právě samovysvětlitelnost a promíjivost. [3] Jedním z nástrojů pro hodnocení úrovně bezpečnosti silniční sítě je Bezpečnostní inspekce pozemních komunikací (dále jen „BI PK“). V ČR se jedná o nejčastěji využívaný nástroj pro hodnocení bezpečnosti na již existující silniční síti. V současné době je taktéž tento nástroj integrován legislativou v mnoha evropských zemích a většina správců PK s tímto nástrojem již běžně pracuje. [4]

V metodice pro provádění BI PK je identifikovaným dopravně-bezpečnostním deficitům přiřazována závažnost na třístupňové stupnici (nízké / střední / vysoké riziko). [4] Popis této stupnice je velmi obecný. Dle zkušeností auditorů bezpečnosti pozemních komunikací (dále jen „ABPK“) i správců komunikace dochází k rozdílnému stanovení závažnosti u shodných typů závad, a to v případě posouzení jednotlivými ABPK. Zde je však nutné podotknout, že rozdílné ohodnocení závažnosti evidovaných závad není, resp. nemusí být chyba hodnotitele (ABPK), který BI PK provádí. Samotné ohodnocení je z velké části subjektivní a významný vliv na něj má i kvalifikace auditora a jeho zkušenosti. To je také jeden z důvodů, proč je dána povinnost provádět inspekci v počtu minimálně dvou osob, přičemž jedna z nich musí být auditor bezpečnosti PK, který má platné povolení k činnosti. [4] V rámci BI PK je auditory sledován a hodnocen celkový dopravní prostor, který má vliv na bezpečnost účastníků silničního provozu a současně ovlivňuje jejich chování. Tento prostor, resp. části PK v něm hodnocené jsou různorodého charakteru. Jednotlivé části dopravního prostoru vyžadují specifický postup hodnocení a kontroly, který bude zohledňovat jejich požadavky na zajištění požadované úrovně bezpečnosti.

Z důvodu značné obsáhlosti jednotlivých kategorií byla vědecká práce zaměřena pouze na jednu z kategorií, a to konkrétně na silniční záchytné systémy, mezi které patří např. svodidla, tlumiče nárazů a další bezpečnostní prvky a vybavení PK. Správné stanovení, resp. ohodnocení rizika v této oblasti se dle zkušeností z praxe jeví jako značně problematické. V případě různého hodnocení stejných typů závad pak nebude jejich odstraňování správcem konzistentní a systematické. Současně to bude mít za následek pomalejší růst úrovně bezpečnosti a neefektivní hospodaření týkající se lidských a finančních zdrojů správce komunikace. [2][5] Současně tyto bezpečnostní prvky patří mezi kritickou infrastrukturu. Funkce velké části těchto prvků je určena k tomu, aby do ní bylo automobily naráženo (jednou či opakovaně). Aby zvládly tyto prvky kolidující vozidlo zachytit, je vyžadována jejich absolutní funkčnost. A to lze docílit pouze v případě, že jsou silniční záchytné systémy vhodným způsobem navrženy a řádně realizovány.

2 SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ

Pro dosažení bezpečné PK (splňující principy samovysvětlitelnosti a promíjivosti) má správce komunikace několik nástrojů a jedním z nich je BI PK. BI PK je definována vyhláškou č. 317/2011 Sb., která definuje inspekci jako „*Posouzení dopadů stavebních, technických a provozních vlastností komunikace na bezpečnost silničního provozu při jejím užívání a vyhodnocení rizik, která plynou z vlastností komunikace pro účastníky silničního provozu*“. [5] Cílem inspekce je nejen identifikovat bezpečnostní deficity, ale také doporučit vhodné opatření k sanaci zjištěného rizika. Jedná se však pouze o doporučení a pro správce není závazné. Vyhláška č. 317/2011 Sb. dále stanovuje pravidla pro realizaci BI PK na síti TEN – T (Transevropská dopravní síť), na komunikacích mimo transevropské dopravní síti není tato procedura povinná, je však výrazně doporučována a v současnosti i aplikována. [4][6][7][8]

Tématem bezpečnosti PK, konkrétně BI PK, ale i jiných přístupů hodnocení úrovně bezpečnosti dopravního prostoru, se zabývá taktéž celá řada tuzemských i zahraničních výzkumů. Tuto problematiku ale většinou řeší z obecného pohledu, avšak v žádném projektu není řešeno standardizované hodnocení rizik spojených se záchytnými systémy.

Vždy se jedná o výzkumy, jejichž výsledkem jsou např. příručky, směrnice a jiná doporučení pro správce komunikací, které nabádají k výstavbě, resp. rekonstrukci silniční sítě s ohledem na zvyšování bezpečnosti jejich uživatelů (např. SAFESIDE [9]). Dále lze mluvit o projektech (např. SAVeRS [10]), které pojednávají o vhodnosti použití různých druhů záchytných systémů (svodidlo s náběhem / s terminálem x tlumič nárazu). V neposlední řadě je zde také plno výzkumných úkolů zabývajících se výběrem vhodných opatření zvyšujících bezpečnost provozu (tedy eliminujících identifikované dopravně-bezpečnostní deficity) na základě ekonomického hodnocení efektivnosti (např. IRDES [11]). Závěrem je nutné zmínit obdobný projekt, jako je BI PK. Jedná se o Mezinárodní program pro hodnocení bezpečnosti silnic iRAP [12], který ovšem nikterak neumožňuje stanovení a názorné ověření rizikovosti konkrétní dopravně-bezpečnostní závady na PK. Výstupem z tohoto programu je vždy celková nebezpečnost úseku o délce 100 m a nikoliv konkrétní závažnost závady. Zároveň celospolečenská rizikovost je uvedena na pětistupňové stupnici, která se svojí definicí odlišuje od tříúrovňové stupnice uvedené v metodice pro BI PK [4] používané v ČR.

Jak bylo v úvodní kapitole naznačeno, závažnost dopravně-bezpečnostních závad je kalkulována z obecně definované tříškálové stupnice, kdy konkrétní riziko je primárně přiřazeno na základě zkušenostní bázi řešitelského týmu. Dle těchto předpokladů je zřejmé a lze i očekávat rozdílné hodnocení stejných typů závad. ABPK mohou mít různou

zkušenost s jednotlivými prvky dopravního prostoru a z toho důvodu jim, resp. jejich závadám přiřadí rozdílnou celospolečenskou závažnost. Současně v přesnosti hodnocení představuje významnou roli i typ deficitu. Lze předpokládat menší rozdíl v případě hodnocení extrémních situací (např. strom 1 m vzdálený od zpevněné krajnice dálnice), kdy bude vždy správně stanoveno vysoké riziko. Zároveň poškozené, nebo špatně postřehnutelné vyznačení parkoviště bude ohodnoceno nízkým rizikem. V případě záchytných systémů lze tyto případy najít také. Avšak budou zde převažovat opačné situace, kdy z charakteru závady nebude zcela jasné, jaké riziko přiřadit. Ne vždy tento stav musí být způsoben rozdílnou zkušeností auditorů, ale samotnou absencí výzkumu v této oblasti. Jako modelový příklad lze uvést chybně realizovaný přechod mezi dvěma různými typy svodidel, resp. nedostatečné propojení dvou ocelových pásnic svodidla (absence spojovacího materiálu – chybějící šrouby). U těchto dvou příkladů je na základě zkušenostní báze ABPK obecně obtížné stanovit závažnost těchto deficitů.

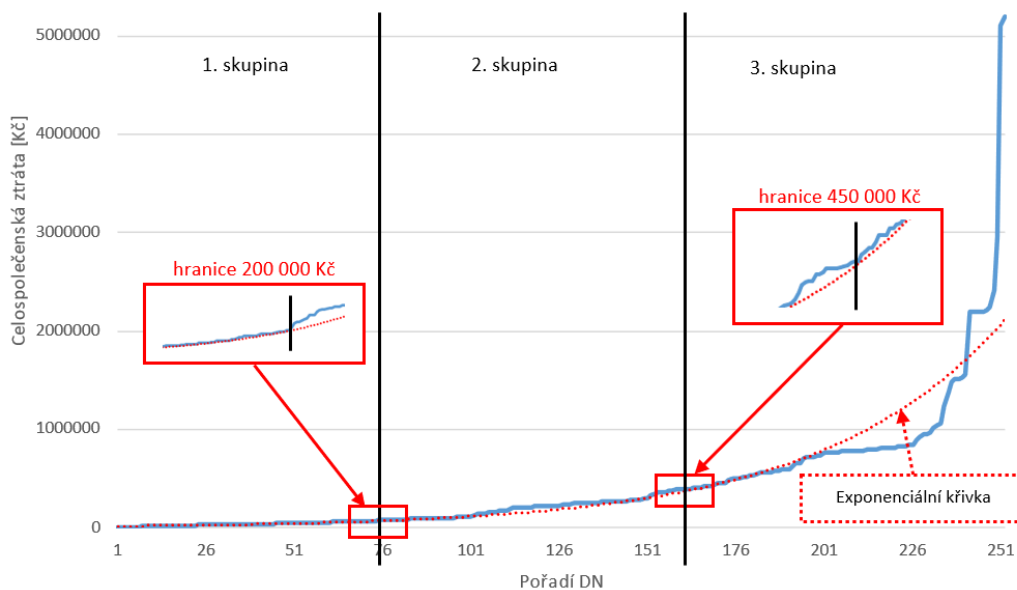
3 MATEMATICKÝ MODEL

Primárním cílem vědecké práce bylo správně stanovení a následné ověření rizikovitosti identifikovaných dopravně-bezpečnostních deficitů v rámci záchytných systémů, a to primárně v extravilánových úsecích na primární silniční síti ČR. Rizikovitost byla vztažena pro posádku průměrného osobního automobilu. Toho bylo docíleno pomocí matematického modelu, který funguje na principu klasifikace a predikce dat diskrétního modelu. Model využívá jako vstupní data databázi dopravní nehodovosti evidované Policií ČR (za ucelené období 2016 – 2019), konkrétně jejich celospolečenskou ztrátu a dopravně-bezpečnostní deficity z realizovaných BI PK Ústavem soudního znalectví v dopravě z Fakulty dopravní, ČVUT v Praze.

Jedna z funkcí silničních záchytných systémů je vytvoření bezpečného okolí komunikace a v případě vzniku nehodové události mírnit její následky. Konkrétně svodidla jsou určena k tomu, aby zachytila automobil, který z určitých příčin (např. neovládání řízení, mikrospánek, vyhýbaní se jinému vozidlu) opouští vyhrazený prostor PK v místě, kde by mohlo dojít k vážným následkům na zdraví osob. Fakticky je tedy svodidlo určeno k tomu, aby do něj automobily v případě nouze narazily. Tato skutečnost v důsledku znamená, že nelze míru rizikovitosti kalkulovat pouze na základě evidovaných dopravních nehod v místě identifikovaných deficitů záchytných zařízení. Zjištění míry rizikovitosti je proto realizováno na základě porovnání výsledků dvou matematických modelů. V prvním případě bude model vycházet z dopravních nehod, které se staly v místě zaznamenaných deficitů. V druhém případě pak půjde o dopravní nehody se svodidly, kde v rámci BI PK nebyla lokalizována žádná závada.

3.1 Vstupní data matematického modelu

Jak bylo v předchozí kapitole nastíněno, matematický model vychází z celospolečenské ztráty, která představuje závažnost dopravní nehody. Podle tohoto parametru byla modelována, resp. ověřována výsledná míra rizikovitosti. Z tohoto důvodu bylo nutné pro matematický model jednotlivé dopravní nehody rozčlenit na základě celospolečenské ztráty do skupin. Pro tento případ připadá jako nejvhodnější varianta rozčlenění dopravních nehod (dále jen „DN“) do celkem tří skupin. Tím bude počet odpovídat stupnici závažnosti, kterým je možné ohodnotit případné dopravně-bezpečnostní deficity. Výsledná podoba rozdělení skupin dle celospolečenské ztráty dopravních nehod vychází z datového souboru nehodových událostí korelovaných záznamů. A to z důvodu, že celospolečenská ztráta nehod v tomto datovém souboru je právě deficity ovlivněna.



Graf 1 Rozložení celospolečenské ztráty v Kč pro korelované záznamy dopravních nehod.

Graf 1 znázorňuje rozložení celospolečenské ztráty dopravních nehod, kde jeho značná část opisuje exponenciální křivku. Přibližně 25 % dat (nehody s velmi vysokou ztrátou) pak přestává tomuto rozložení odpovídat a dochází k výraznějšímu nárůstu ztráty. To je způsobeno především evidovanými vážnými následky (těžké zranění, více lehkých zranění) na zdraví osob u těchto DN.

Současně velká část nehod (téměř 40 %) má evidovanou celospolečenskou ztrátu do 200 tisíc. V případě těchto nehod lze pozorovat velmi pozvolný, z počátku téměř lineární vzrůstající trend. Tuto hodnotu lze tedy považovat za hranici pro první skupinu dopravních nehod.

Přibližně kolem hodnoty 760 tisíc dochází k dalšímu oddělení od exponenciálního průběhu. Do výše této hodnoty lze zařadit přes 80 % všech evidovaných nehodových událostí. Při případném rozdělení nehod v této hodnotě by však třetí skupina DN obsahovala pouze necelých 20 % případů. Proto byla stanovena hranice oddělující druhou a třetí skupiny na hodně celospolečenské ztráty na 450 tisíc, čímž do poslední skupiny bude spadat přibližně jedna třetina všech záznamů. Hodnota 450 tisíc byla vybrána, jelikož zde dochází k dalšímu odchýlení od exponenciálního trendu. Tab. 1 zobrazuje výsledný rozsah skupin, do kterých jsou dopravní nehody dle celospolečenské ztráty rozděleny.

Tab. 1 Rozdělení dopravních nehod do vybraných skupin v závislosti na celospolečenské ztráty

ID skupiny	Odpovídající riziko	Rozsah celospolečenské ztráty
1	Nízké riziko	(0 – 200 000)
2	Střední riziko	(200 000 – 450 000)
3	Vysoké riziko	(450 a více)

Pro první typ matematického modelu byla vyfiltrována vstupní data na základě vzájemné korelace dopravních nehod a závad silničních záchytných zařízení, a to pomocí polohové informace v programu QGIS. Druhý typ datového souboru byl vytvořen na podobném principu. Na základě polohové informace byly vybrány dopravní nehody, které se nacházeli mimo zaznamenané deficity.

Na základě korelovaných záznamů byly vybrány konkrétní typy deficitů z kategorie silničních záchytných systémů, pro které se bude dále stanovovat závažnost. Pro statistické zpracování naměřených dat bylo zapotřebí dostatečné množství vzorků pro každý typ deficitu. Dle výsledných počtů korelovaných záznamů byly pro bližší šetření vybrány následující deficity s dostatečným počtem evidovaných případů:

- Krátký výškový náběh svodidla
- Neadekvátně realizovaný začátek / konec svodidla
- Nedodržení minimální vzdálenosti za svodidlem

Aby bylo možné stanovit riziko pro konkrétní závady silničního záchytného systému a následně porovnat datové soubory, je nutné definovat charakteristické prvky jeho okolí a vlastnosti svodidla, které ovlivňují výslednou rizikovitost – tzv. parametry. Řešené dopravně-bezpečnostní deficity, pro které se definují parametry, mají rozdílný vliv na dopravní nehody. Proto vybrané parametry nejsou u všech závad totožné, ale mohou se lišit. Na základě odborné diskuse týmu ABPK na pracovišti autorů, ale i v rámci diskuse s odbornou veřejností, která se zabývá obdobnou problematikou bezpečnosti provozu na PK vyplynulo, že tři řešené závady záchytného systému jsou dostatečně definovány následujícími parametry:

- Úroveň zadržení svodidla
- Směrové vychýlení začátku svodidla
- Vzdálenost svodidla od pevné překážky
- Nejvyšší dovolená rychlost
- Prostorové vedení PK
- Poloha deficitu vůči směru jízdy

Jak bylo výše řečeno, ne pro všechny typy deficitů je možné, resp. vhodné použít uvedené parametry. Tab. 2 níže uvádí pro každý typ řešeného deficitu parametry, které nejlépe charakterizují danou expozici.

Z tabulky je patrné, že první dvě závady (Krátký výškový náběh, Neadekvátně realizovaný začátek / konec svodidla) jsou definovány stejnými parametry. To je dané především stejným charakterem závady, kdy v obou případech se deficit týká přímo počátku svodidla. Oproti tomu deficit „Nedodržení minimální vzdálenosti za svodidlem“ bývá zaznamenán mimo začátek svodidla, proto nejsou využity parametry definující provedení svodidla na jeho počátku. Naopak se zde uplatňuje úroveň zadržení svodidla, která má významný vliv v případě pevné překážky v pracovní šířce záchytného systému. Zbývající parametry (Nejvyšší dovolená rychlost, Prostorové vedení PK) jsou uplatněny u všech typů deficitů.

Tab. 2 Přirazené parametry dle typu deficitu

	Úroveň zadržení svodidla	Směrové vychýlení začátku svodidla	Vzdálenost svodidla od pevné překážky	Nejvyšší dovolená rychlost	Prostorové vedení PK	Poloha deficitu vůči směru jízdy
Krátký výškový náběh svodidla		x		x	x	x
Neadekvátně realizovaný začátek / konec svodidla		x		x	x	x
Nedodržení minimální vzdálenosti za svodidlem	x		x	x	x	

3.1.1 Úroveň zadržení svodidla

Úroveň zadržení je dle TP 114 definována jako: „Ověřená velikost bočního nárazu vozidlem, kterému je schopno svodidlo vzdorovat, aniž by došlo k jeho překonání vozidlem, při zajištění požadované hodnoty prudkosti nárazu a přijatelnosti chování svodidla“. [13] V případě nárazu vozidla do svodidla dochází k jeho vychýlení, kdy svodidlo pohlcuje nárazovou energii kolidujícího automobilu a následně vozidlo plynule navrací zpět. Pokud se v pracovní šířce svodidla bude nacházet pevná překážka, může se s ní vozidlo střetnout, a to právě v případě vychýlení svodidla.

Případné vychýlení svodidla ovlivňuje nejvíce tuhost konkrétního svodidla. Svodidlo s vyšší úrovní zadržení je dimenzováno na zachycení i těžkých nákladních automobilů, resp. osobních vozidel s vyšší rychlostí. V rámci vědecké práce se rizikovitost stanovuje a ověřuje na základě dopravních nehod osobních vozidel. Proto lze předpokládat, že při nárazu OA do svodidla s vyšší úrovní zadržení dochází k menšímu vychýlení svodidla, resp. svodidlo nevyužívá svou plnou pracovní šířku. Dochází tedy ke snížení pravděpodobnosti střetu s pevnou překážkou, která je umístěna v pracovní šířce svodidla. V datovém souboru korelovaných záznamů se dle úrovně zadržení vyskytují dohromady tři typy svodidel, které blíže specifikuje Tab. 3.

Tab. 3 Úrovně zadržení svodidla a jejich parametry. [13]

Úroveň zadržení svodidla	Označení nárazu	Nárazová rychlost [km/h]	Úhel nárazu [°]	Hmotnost vozidla [kg]	Kinetická energie E_k [J]
N2	TB 32	110	20	1 500	81,9
H1	TB 42	70	15	10 000	126,6
H2	TB 51	70	20	13 000	287,5

3.1.2 Směrové vychýlení svodidla

Míra rizikovitosti daného deficitu je částečně ovlivněna způsobem provedení začátku ocelového svodidla. V rámci identifikovaných korelovaných nehodových událostí s dopravně-bezpečnostními deficity byly zjištěny dohromady dva způsoby, jakým je tento začátek, resp. konec zachytného systému realizován. Konkrétně se jedná o míru vychýlení svodidla vůči směru jízdy ovlivněného dopravního proudu, kterou lze rozdělit následovně:

- **Bez vychýlení svodidla** – začátek / konec svodidla je realizován rovnoběžně se směrem jízdy dopravního proudu, resp. s vychýlením do 15°
- **Částečné vychýlení svodidla** – začátek / konec svodidla je vychýlen o 15° – 45° (výjimečně i více)

První případ, tedy bez vychýlení svodidla, resp. jen s velmi malým vychýlením (do 15°), lze považovat za rizikovější variantu. U závad s tímto parametrem lze očekávat vyšší celospolečenské ztráty.

Druhou variantu, kdy je začátek svodidla částečně vychýlen mimo jízdní směr, lze považovat za mírně příznivější. Začátek svodidla je v tomto případě vychýlen pod úhlem mezi 15° – 45°. V případě závažnějších deficitů (např. Neadekvátně realizovaný začátek / konec svodidla – byla identifikována absence výškového náběhu), je možné považovat za rizikové i svodidlo s vyšším směrovým vychýlením.

Ve skutečnosti je zde ještě třetí, poslední možný stupeň, který tento parametr může nabývat. Jedná se o zcela směrově vychýlené svodidlo, které je vychýleno o více než 45°, resp. 60°. V takové případě však ve většině případů není absence výškového náběhu, resp. krátký výškový náběh rizikový.

3.1.3 Vzdálenost svodidla od pevné překážky

Maximální velikost vychýlení souvisí primárně s úrovní zadržení svodidla. Pro upřesnění je však třeba znát vzdálenost pevné překážky (např. stromu, pilíře mostu, sloupu el. vedení) od líce svodidla. Pracovní šířka svodidla závisí na typu silničního zachytného systému. Výrobce svodidel dané zařízení zařadí do třídy pracovních šířek, které svodidlo musí dodržet (může být menší – jedná se pouze o maximální hodnoty pro danou třídu). Proto jako výsledné hodnoty tohoto parametru nejsou stanoveny absolutní hodnoty, ale odvíjí se od reálné pracovní šířky (dále jen „PŠ“) konkrétního svodidla. Bylo stanoveno následující rozdělení na dvě skupiny, kdy se pevné překážky vůči svodidlu nacházejí:

- Mezi pevnou překážkou a lícem svodidla je vzdálenost v intervalu (0; ½ PŠ)
- Mezi pevnou překážkou a lícem svodidla je vzdálenost v intervalu (½ PŠ; konec PŠ)

3.1.4 Nejvyšší dovolené rychlost

Parametr, který výrazným způsobem ovlivňuje výslednou závažnost nehodové události, je nejvyšší dovolená rychlost. Z podstaty věci vyplývá, že právě rychlost jízdy, v jaké dojde ke střetu automobilu se svodidlem, má významný vliv na následky dopravní nehody. Nicméně konkrétně nárazovou rychlost nelze u dopravní nehody vždy s přesností určit. Ve většině případů DN ani není předmětem zkoumání Policie ČR. Za tímto účelem je pro parametrizování korelovaných záznamů použita nejvyšší dovolená rychlost, která více vypovídá o chování dopravního proudu. Na silnicích I. třídy v extravilánu je legislativně stanovena nejvyšší dovolená rychlost na 90 km/h, resp. v intravilánu na 50 km/h. To může být např. pomocí svislého dopravního značení (dále jen „SDZ“) B 20a „Nejvyšší dovolená rychlost“ upraveno na jiné hodnoty. V rámci datového souboru korelovaných záznamů byli evidovány následující hodnoty nejvyšších dovolených rychlostí: 50, 70 a 90 km/h.

V rámci vstupních dat na základě BI PK byly evidovány i jiné nejvyšší dovolené rychlosti, avšak po korelaci dopravních nehod s deficitem zůstaly jen tyto tři nejčastěji se vyskytující nejvyšší dovolené rychlosti na silniční síti. Na základě toho parametr nabývá následujících hodnot:

- 50 km/h
- 70 km/h
- 90 km/h

Deficity Krátký výškový náběh svodidla a Nedodržení minimální vzdálenosti za svodidlem jsou v rámci BI PK evidovány pouze v místě s nejvyšší dovolenou rychlostí vyšší než 60 km/h. Proto pro tyto dvě závady nejsou uvažovány kombinace s rychlostí 50 km/h.

3.1.5 Poloha deficitu vůči směru jízdy

Významný vliv na plynulost a bezpečnost provozu má prostorové uspořádání vedení trasy v terénu, konkrétně kombinace směrových a výškových oblouků, ale i dalších významných prvků (např. mosty, tunely, křižovatky). Tento parametr je aplikován na všechny sledované typy deficitů. Rozdělení prostorové vedení PK vychází z ČSN 73 6101 [14], konkrétně z přílohy H a v rámci této práce bylo rozděleno do dvou skupin.

Vhodné směrové vedení PK – Jedná se o přímé úseky, nebo úseky s velkým poloměrem, kde je pro řidiče jasně čitelné vedení PK. Do této kategorie jsou primárně zařazeny kombinace směrového a výškového vedení PK, které vycházejí z přílohy H.1 a H.2 z ČSN 73 6101. [14]

Nevhodné směrové vedení PK – Jde o různé kombinace směrového a výškového vedení, které řidič nemusí vždy správně předvídat. Trasa je hůře čitelná a její jednotlivé části nemusí být pro řidiče v dostatečné předstihu postřehnutelné. Zde jsou zařazeny nevhodné kombinace vedení trasy, které vycházejí z přílohy H.3.1 – H.3.1.3 obsažené v ČSN 73 6101. [14]

3.2 Teoretický základ matematického modelu [15][16][17][18][19][20]

Jak bylo výše nastíněno, matematický model funguje na principu klasifikace a predikce diskretním modelem. Použitý matematický aparát vychází primárně z Bayesovské statistiky. Bayesovský přístup je vůči klasické statistice odlišný. V případě klasické statistiky při hledání výsledného parametru se vychází z náhodného výběru dat z předem dané množiny. Bayesovský přístup nám dovoluje uvažovat celou množinu dat považovat za náhodné veličiny a využití předem známé apriorní informace. Bayesův vzorec lze vyjádřit následovně:

$$f(B|A, C) = \frac{f(A|B, C)f(B|C)}{f(A|C)} \quad (1)$$

Hlavní význam Bayesova vzorce spočívá především v přepočítání apriorní hustoty pravděpodobnosti $f(B|C)$ na aposteriorní hustotu pravděpodobnosti $f(B|A, C)$. Apriorní hustota pravděpodobnosti popisuje pouze náhodnou veličinu B v závislosti na náhodné veličině C . Oproti tomu aposteriorní hustota pravděpodobnosti využívá taktéž informaci z náhodné veličiny A , a to pomocí hustoty pravděpodobnosti $f(A|B, C)$.

Obecně nejrozšířenější regresní model je lineární regresní model. Pokud jej rozšíříme o dynamický regresní model a regresní vektor parametrů, lze je pak zapsat následovně:

$$y_t = b_0 u_t + a_1 y_{t-1} + b_1 u_{t-1} + \dots + a_n y_{t-n} + b_n u_{t-n} + k + e_t \quad (2)$$

Aplikovaný diskretní model obsahuje všechny vstupující veličiny o konečném počtu hodnot. Pokud seřadíme tyto veličiny do vektoru, získáme rozšířený regresní vektor $\psi_t = [y_t, \psi_t']'$. Při výběru náhodných veličin dostáváme vždy kombinaci těchto vybraných hodnot. Popis diskretního systému vychází z přiřazení pravděpodobnosti každé možné konfiguraci pro celý rozšířený regresní vektor:

$$f(y_t | \psi_t, \Theta) = \Theta_{y_t | \psi_t} \quad (3)$$

Diskretní model obsahuje parametry $\Theta_{y|\psi}$, které neznáme a je třeba je odhadnout z měřených dat. Pravděpodobnosti jednotlivých konfigurací jsou v tomto případě vyjádřeny rozšířeným regresním vektorem $\psi_t = [y_t, \psi_t']'$. Pro odhad těchto stavů je použit Bayesův vzorec (1) upravený pro čas T , diskretní model (3) a adekvátně zvolený apriorní model (tedy s předchozí nebo exportní znalostí) $f(d(0)) = f(\Theta)$. Pro další operace se vzorec pro diskretní model přepíše do tzv. součinnového tvaru. Po úpravě pak pro čas $t = 1$ platí následující vzorec:

$$f(\Theta | d(1)) \propto \underbrace{\prod_{y|\psi \in \Psi^*} \Theta_{y|\psi}^{\delta(y|\psi, y_1|\psi_1)}}_{\text{model}} \underbrace{\prod_{y|\psi \in \Psi^*} \Theta_{y|\psi}^{v_{y|\psi;0}}}_{\text{apriorní}} = \underbrace{\prod_{y|\psi \in \Psi^*} \Theta_{y|\psi}^{\delta(y|\psi, y_1|\psi_1) + v_{y|\psi;0}}}_{\text{aposteriorní}} = \prod_{y|\psi \in \Psi^*} \Theta_{y|\psi}^{\overbrace{v_{y|\psi;1}}^{\text{nová statistika}}} \quad (4)$$

Při sledování modelované veličiny v čase (popsané dynamickým modelem), lze v čase t sledovat její předpověď v čase $t + k$, resp. odhadovat (predikovat) její hodnotu y_{t+k} . Na základě podmíněné hustoty pravděpodobnosti lze vyjádřit popis předpovědi:

$$f(y_{t+k} | y(t)) \quad (5)$$

Bodový odhad předpovědi (tedy částečný popis), určuje podmíněná střední hodnota:

$$E[y_{t+k} | y(t)] = \int_{y^*} y_{t+k} f(y_{t+k} | y(t)) dy_{t+k} \quad (6)$$

3.3 Výstup matematického modelu

Aplikování matematického modelu je realizováno programem Scilab. Syntaxe Scilabu vychází, resp. je velmi podobná konkurenčnímu Matlab jazyku. Výstup matematického modelu udával pravděpodobnost pro jednotlivé expozice svodidla, a to na základě celospolečenské škody z dopravních nehod. Tento výstup je totožný pro oba typy datových souborů (korelované záznam a DN mimo identifikované deficiency) v rámci tří řešených dopravně-bezpečnostních deficitů. Na základě verifikace výstupu modelu, kdy došlo k porovnání a k zhodnocení pravděpodobností pro jednotlivé expozice svodidla, byla stanovena výsledná rizikovitost pro jednotlivé kombinace. Napříč všemi řešenými dopravně-bezpečnostními deficiency bylo celkem stanoveno 64 kombinací. Z toho bylo na základě matematického modelu verifikováno 26 kombinací, tedy přibližně 41 %. Pro zbylých 38 případů nebyl lokalizován dostatečně vypovídající datový vzorek. Níže uvedené tabulky obsahují potvrzenou rizikovitost pro jednotlivé kombinace.

Tab. 4 Verifikované rizikovitost – Krátký výškový náběh svodidla

Kombinace	Směrové vychýlení za čátku svodidla	Poloha deficitu vůči směru jízdy	Prostorové vedení PK	Závažnost	
				70 km/h	90 km/h
1., 2., 3.	Bez vychýlení svodidla	Vpravo	Nevhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Vysoké riziko
4., 5., 6.	Bez vychýlení svodidla	Vpravo	Vhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Střední riziko
7., 8., 9.	Bez vychýlení svodidla	Vlevo	Nevhodné směrové vedení PK	Nízké riziko	Střední riziko
10., 11., 12.	Bez vychýlení svodidla	Vlevo	Vhodné směrové vedení PK	Nízké riziko	Střední riziko
13., 14., 15.	Částečné vychýlení svodidla	Vpravo	Nevhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Nepotvrzeno
16., 17., 18.	Částečné vychýlení svodidla	Vpravo	Vhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Nízké riziko
19., 20., 21.	Částečné vychýlení svodidla	Vlevo	Nevhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Nepotvrzeno
22., 23., 24.	Částečné vychýlení svodidla	Vlevo	Vhodné směrové vedení PK	Nízké riziko	Nepotvrzeno

Tab. 5 Verifikované rizikovost – Neadekvátně realizovaný začátek / konec svodidla

Kombinace	Směrové vychýlení za čátku svodidla	Poloha deficitu vůči směru jízdy	Prostorové vedení PK	Závažnost		
				50 km/h	70 km/h	90 km/h
1., 2., 3.	Bez vychýlení svodidla	Vpravo	Nevhodné směrové vedení PK	Střední riziko	Vysoké riziko	Vysoké riziko
4., 5., 6.	Bez vychýlení svodidla	Vpravo	Vhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Vysoké riziko	Vysoké riziko
7., 8., 9.	Bez vychýlení svodidla	Vlevo	Nevhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Nepotvrzeno	Vysoké riziko
10., 11., 12.	Bez vychýlení svodidla	Vlevo	Vhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Střední riziko	Vysoké riziko
13., 14., 15.	Částečné vychýlení svodidla	Vpravo	Nevhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Nepotvrzeno	Nepotvrzeno
16., 17., 18.	Částečné vychýlení svodidla	Vpravo	Vhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Nepotvrzeno	Nepotvrzeno
19., 20., 21.	Částečné vychýlení svodidla	Vlevo	Nevhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Nepotvrzeno	Nepotvrzeno
22., 23., 24.	Částečné vychýlení svodidla	Vlevo	Vhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Nepotvrzeno	Nepotvrzeno

Tab. 6 Verifikované rizikovost – Nedodržení minimální vzdálenosti za svodidlem

Kombinace	Úroveň zadržení svodidla	Vzdálenost svodidla od pevné překážky	Prostorové vedení PK	Závažnost	
				70 km/h	90 km/h
1., 2., 3.	N2	(0; ½ pracovní šířky)	Nevhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Vysoké riziko
4., 5., 6.	N2	(0; ½ pracovní šířky)	Vhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Vysoké riziko
7., 8., 9.	N2	(½ pracovní šířky; konec pracovní šířky)	Nevhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Vysoké riziko
10., 11., 12.	N2	(½ pracovní šířky; konec pracovní šířky)	Vhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Vysoké riziko
13., 14., 15.	H1	(0; ½ pracovní šířky)	Nevhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Nepotvrzeno
16., 17., 18.	H1	(0; ½ pracovní šířky)	Vhodné směrové vedení PK	Střední riziko	Vysoké riziko
19., 20., 21.	H1	(½ pracovní šířky; konec pracovní šířky)	Nevhodné směrové vedení PK	Nízké riziko	Nepotvrzeno
22., 23., 24.	H1	(½ pracovní šířky; konec pracovní šířky)	Vhodné směrové vedení PK	Nízké riziko	Střední riziko
25., 26., 27.	H2	(0; ½ pracovní šířky)	Nevhodné směrové vedení PK	Nízké riziko	Nepotvrzeno
28., 29., 30.	H2	(0; ½ pracovní šířky)	Vhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Nepotvrzeno
31., 32., 33.	H2	(½ pracovní šířky; konec pracovní šířky)	Nevhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Nepotvrzeno
34., 35., 36.	H2	(½ pracovní šířky; konec pracovní šířky)	Vhodné směrové vedení PK	Nepotvrzeno	Nepotvrzeno

Přestože se nejedná ani o polovinu potvrzených kombinací, v těchto expozicích s modelem potvrzenou závažností se nachází více než 90 % všech korelovaných záznamů. Jedná se tedy o nejčastěji se vyskytující expozice dopravně-bezpečnostních deficitů, které se na silniční síti vyskytují.

4 DISKUSE

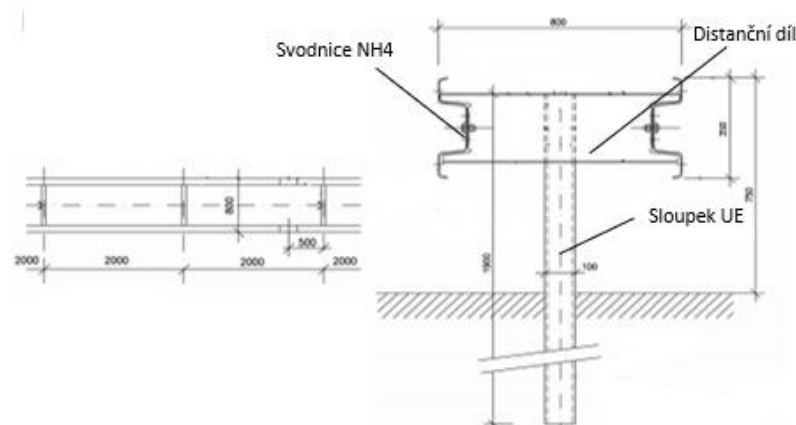
Ověření správného konstrukčního provedení záchytných systémů (svodidel) je z důvodu velkého počtu jednotlivých druhů problematické. Pokud se nejedná o viditelnou obecnou závadu (např. absence výškového náběhu, mechanicky poškozené svodidlo po dopravní nehodě), je nutné kontrolovat provedení podle příslušného TPV. Jedná se například o pracovní šířku svodidla, kdy je nejdříve nutné určit typ svodidla a na základě toho zjistit jeho třídu a úroveň pracovní šířky. Obdobná situace je u dalších částí svodidla, kdy je nutná znalost jeho typu (např. typ použitého spojovacího materiálu, rozestup sloupků apod.).

Pro snazší určení typu svodidla, a tedy i přesnější identifikaci dopravně-bezpečnostního deficitu byly v rámci této práce vytvořeny katalogové listy svodidel (viz Obr. 1). Tyto listy obsahují nejčastěji se vyskytující ocelová svodidla na primární silniční síti. Aktuálně katalogové listy obsahují 47 typů svodidel. Jsou obsažena svodidla od úrovně zadržení N2 až do úrovně H4.

Důležitou součástí katalogových listů je i úvodní přehled veškerých technických a legislativních požadavků pro realizaci a umístění svodidel. Jsou zde zahrnuty veškeré obecné parametry svodidel, které jsou vyžadovány dle typu PK. Na základě tohoto obecného shrnutí je možné určit, jakou úroveň zadržení má dané svodidlo v konkrétním úseku silnice dosahovat, jak má být před pevnou překážkou dlouhé apod.

Katalogové listy jsou koncipovány tak, aby šlo rychle a jednoduše doplnit např. nový typ svodidla, který byl schválen a uveden do provozu. Mimo doplnění dalších aktuálně používaných typů ocelových svodidel a přidání i jiných typů (např. mostní, zábradelní, betonová), probíhá dokončení rozšíření katalogových listů o tlumičů nárazu. Kromě uplatnění katalogových listů v rámci tohoto výzkumného úkolu se předpokládá jejich zpřístupnění odborné veřejnosti a jejich prezentace v rámci pravidelného školení ABPK, které je každoročně organizováno panem doc. Ing. Josefem Kocourkem, Ph.D. na pracovišti ČVUT v Praze, Fakultě dopravní.

OSNH4/H1



Parametry svodidla

Úroveň zadržení	H1	
Pracovní šířka [m]	2,06 (W6)	
Vzdálenost líce svodidla od pevné překážky [m]	2	
Výška svodidla [m]	0,750	
Minimální délka svodidla [m]	≤ 80 [km/h]	44
	> 80 [km/h]	60

Obr. 1 Ukázka katalogového listu svodidel typu OSNH4/H1

V případě statistického přístupu k řešení problematice je vždy nutné zahrnout vliv nejistot na výstupy matematického modelu. Ve výzkumném úkolu lze uvažovat celkově o třech typech nejistot (dopravní nehody, velikost datových souborů, aplikované parametry definující expozici svodidla).

Vstupní data dopravní nehodovosti pocházejí z databáze „Formuláře evidence nehod v silničním provozu“. Jedná se o základní informace o dopravní nehodě, které obsahují pouze data primárně pro statistické účely. Nejsou zde obsaženy bližší informace o průběhu dopravní nehody, fotodokumentace z místa nehodové události ani výpověď svědků. Výsledná průměrná celospolečenská škoda u evidovaných dopravních nehod není vysoká a z velké části se jedná pouze o hmotnou škodu. Ta je nicméně určována na místě příslušníky Policie ČR na základě odborného odhadu, který nemusí být ve výsledku vždy přesný, resp. může být zkrácen skrytým poškozením dalších částí vozidla nebo okolní infrastruktury, které se při prvotním ohledání DN neprojeví.

Dále je třeba zohlednit stáří vozidla a jeho značku. Celková cena automobilu ovlivňuje výslednou celospolečenskou škodu. Pro jednotlivé nehody nelze určit, zda došlo ke srážce levného, resp. drahého vozidla – lze očekávat rozdílnou hmotnou škodu pro základní verzi automobilu Škoda Fabia a pro nejvyšší verzi automobilu Škoda Kodiaq, a to při totožné dopravní nehodě. Obdobná situace nastává v případě stáří vozidla, kdy lze odůvodněně očekávat vyšší hmotnou škodu u nově vyrobených vozidel.

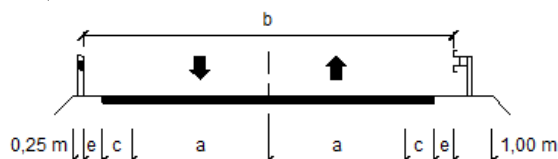
Díky statistickému přístupu k řešení dané problematiky je možné tento jev částečně zohlednit. Oba datové soubory obsahují stovky záznamů dopravních nehod, kde se vyskytují jak levné i drahé automobily od různých výrobců, tak i nové a staré automobily. Průměrné stáří vozidel v době vzniku nehodové události je pro datový soubor nehod evidovaných mimo deficitu 10,8 let, resp. 11,5 let pro korelované záznamy. Kromě této podobnosti je v rámci verifikace výstupu modelu ověřováno, zda pro jednotlivé kombinace nedochází mezi porovnávanými datovými soubory k výraznému rozdílu stáří automobilu. Pokud taková situace nastala, bylo to zahrnuto do kalkulace výsledné závažnosti.

Významný vliv na přesnost výsledků a jejich správnou interpretaci má i celkový počet záznamů pro oba typy datových souborů. Jak bylo několikrát naznačeno v textu výše, pro správné ověření hypotézy je nutné mít pro každou kombinaci deficitu dostatečný počet dat, a to jak pro datový soubor dopravních nehod mimo evidované deficity, tak i pro korelované záznamy. Obecně lze říct, že minimální počet případů, který zajistí přijatelnou vypovídající hodnotu, je pět záznamů. [16] Nicméně je žádoucí identifikovat pro každou expozici svodidla více záznamů, čímž bude docíleno vyšší přesnosti a zároveň tím budou eliminovány různé excesy řidičů, které mohou negativně ovlivňovat výstupy modelu.

Jedná se o závažné nehodové události, které v důsledku hrubého porušení předpisů, resp. fatální chyby řidiče, vedly k velmi závažným zraněním, resp. k usmrcení. Pokud bude obdobná nehoda zaznamenána v případě kombinace deficitu, kde je očekávána nízká rizikovitost, dojde k výraznému zkresení. Proto bylo v případě verifikace hypotézy nutné přihlížet taktéž k počtu evidovaných případů pro každou expozici svodidla

Poslední, nicméně neméně důležitá nejistota je tvořena samotným definováním jednotlivých parametrů charakterizující vlastnosti předmětného svodidla a jeho okolí. Jen samotné definování těchto parametrů je zatíženo určitou nejistotou. Mohlo dojít k opomenutí důležité veličiny, které výrazně ovlivňuje výslednou rizikovitost. Obdobnou problematiku lze spatřovat v případě stanovení veličin, jakých může každý parametr nabývat. Během definování parametrů (viz podkapitola 3.1) vyplynuly další možné parametry, které se ovšem nakonec neaplikovaly. Jednalo se např. o umístění svodidla (vpravo, resp. vlevo ve středním dělicím pásu (dále jen „SDP“) – z pohledu směru jízdy) u směrově rozdělených PK. Tento parametr nebyl uplatněn, jelikož se v datovém souboru korelovaných záznamů nevyskytují případy na směrově dělené PK.

Druhým diskutovaným parametrem byla vzdálenost mezi jízdním pruhem (dále jen „JP“) a svodidlem. Dle normy ČSN 73 6101 [14] se vzdálenost skládá ze zpevněné (c) a nezpevněné (e) části krajnice (viz Obr. 2). Šířka nezpevněné části krajnice je neměnná ($e = 0,5 \text{ m}$).



Obr. 2 Schematické uspořádání dvoupruhové komunikace [14]

Tento parametr byl aplikován pro všechny typy deficitů. Na základě testování modelu však vyplynulo, že tento parametr nemá na výsledné hodnoty vliv, a proto od jeho uplatnění bylo upuštěno.

Proto bude další výzkum v této oblasti pokračovat rozšířením datového souboru o další záznamy. V případě zajištění dostatečného množství dat bude obdobný postup aplikován i na ostatní typy deficitů silničních záhytných systémů, pro které budou definovány adekvátní parametry. Současné parametry budou na rozšířeném datovém souboru ověřeny a v případě nových parametrů pro jiné typy deficitů bude jejich stanovení (a ověření matematickým modelem) probíhat obdobným způsobem.

Kromě navazující práce na ověření zbývajících závad lze očekávat i možnou aplikaci katalogových listů svodidel v oblasti BIM projektování silničních staveb. BIM neboli Informační model budovy je způsob, jak přidat a zachovat informace ve stavebním projektu od jeho zrodu, přes dokončení a jeho následnou správu, až do konce jeho životnosti. Je to proces vytváření a správy dat o stavebním objektu během celého jeho životního cyklu, ke kterému mohou mít přístup rozdílné složky odborné veřejnosti podílející se na výstavbě či dozoru nad danou stavbou. [21]

Vytvořená databáze nejčastěji se vyskytujícími svodidly by mohla vhodně posloužit jako podpůrný nástroj, a to při modelování jednotlivých prvků záhytných systémů do BIM prostředí. Grafické modely je možné podle této databáze zkonstruovat, nicméně je třeba realizovat rozšíření databáze o podrobné parametry související např. se značkou výrobce, cenou, hmotností apod. [22]

5 ZÁVĚR

Cílem tohoto článku bylo představit aktuální výsledky výstupu disertační práce hlavního autora příspěvku (Ing. Jakub Nováček). Hlavní myšlenkou disertační práce bylo vytvoření metodického postupu, který bude zpřesňovat výstupy z BI PK, konkrétně závad týkajících se silničních záhytných systémů. Pomocí matematického modelu fungujícím na principu klasifikace a predikce diskretním modelem, bylo stanoveno a ověřeno dohromady 26 z 64 kombinací deficitů silničních záhytných systémů. V těchto ověřených expozicích se nachází více než 90 % všech

korelovaných záznamů – tedy většina běžně evidovaných dopravně-bezpečnostních deficitů (třech řešených typů) z kategorie silničních záchytných systémů, které se v BI PK běžně vyskytují.

Celospolečenský přínos ze zavedení ověřené standardizované metriky lze spatřovat v tom, že správcům PK bude umožněno se zaměřit na eliminaci skutečně těch nejrizikovějších závad, a tak efektivněji využít omezené ekonomické a lidské zdroje, kterými disponují, ve prospěch bezpečnosti silničního provozu. Současné sjednocení a standardizování výsledků v oblasti BI PK přinese možnost celkového porovnání výsledků jednotlivých inspekcí, z čehož bude možné vyčíslit například vývoj bezpečnosti daného úseku v čase apod.

V rámci činnosti na Ústavu soudního znalectví v dopravě (ČVUT v Praze, Fakulta dopravní) budou pokračovat práce na ověření zbývajících expozic, které v průběhu výzkumného úkolu nebyly prokázány. Dále, po zpracování dalších BI PK a na základě silniční nehodovosti z novějšího období, bude obdobný postup aplikován na zbývajících deficitech z kategorie silničních záchytných systémů. Bude tak pokračovat snaha na vytvoření ucelené a ověřené metodiky pro stanovování míry závažnosti pro dopravně-bezpečnostní deficity bezpečnostních zařízení, kterou budou využívat ABPK.

Současně s tím bude pokračovat intenzivní práce na rozšíření katalogových listů nejen o další typy svodidel, ale současně budou doplněny o jiné bezpečnostní prvky (např. tlumiče nárazu). Kromě výše uvedeného je možné uvažovat s transformováním databáze svodidel do oblasti BIM. Vytvořená databáze nejčastěji se vyskytujících svodidel by mohla vhodně posloužit jako podpůrný nástroj, a to při modelování jednotlivých prvků záchytných systémů v BIM prostředí. [21]

Tato práce byla podpořena grantem Studentské grantové soutěže ČVUT č. SGS20/199/OHK2/3T/16, SGS21/137/OHK2/2T/16 a SGS21/138/OHK2/2T/16.

Literatura

- [1] Vision Zero Network 2018 – 2021. *What is Vision Zero [online]*. [cit. 2022-01-02]. Dostupné z WWW: <<https://visionzeronetWORK.org/about/what-is-vision-zero/>>
- [2] PIARC. *Road Safety Manual [online]*. [cit. 2021-03-04]. Dostupné z WWW: <<https://roadsafety.piarc.org/en>>
- [3] ELVIK R., VAA T. *The Handbook of Road Safety Measures*. Elsevier. 2004. ISBN 0-08-044091-6
- [4] Metodika provádění. *Bezpečnostní inspekce pozemních komunikací*. Brno, CDV, v.v.i., 2013. ISBN 978-80-86502-49-6
- [5] Vyhláška č. 317/2011 Sb., kterou se mění vyhláška č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů. *Sbírka zákonů*. 2011. ISSN 1211 - 1244.
- [6] Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů. *Sbírka zákonů*. 1997. ISSN 1211 – 1244.
- [7] Vyhláška č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o PK, ve znění pozdějších předpisů. *Sbírka zákonů*. 1997. ISSN 1211 – 1244.
- [8] Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů. *Sbírka zákonů*. 2000. ISSN 1211 – 1244.
- [9] SAFESIDE. *A Computer-Aided Procedure For Integrating Benefits And Costs In Roadside Safety Intervention Decision Making. Safety Science [online]*. Elsevier. 2015(74). ISSN 0925-7535. [cit. 2022-02-01]. Dostupné z WWW: <www.elsevier.com/locate/ssci>
- [10] SAVeRS – Selection of Appropriate Vehicle Restraint Systems. *Guideline for the selection of the most appropriate Roadside Vehicle Restraint System [online]*. červen 2015. [cit. 2022-04-03]. Dostupné z WWW: <https://www.cedr.eu/download/other_public_files/research_programme/call_2012/safety/savers/SAVeRS_Guideline.pdf>
- [11] IRDES – Improving Roadside Design to Forgive Human Errors. *Forgiving Roadside Design Guide [online]*. listopad 2011. [cit. 2022-01-03]. Dostupné z WWW: <<https://www.cedr.eu/strategic-plan-tasks/research/era-net-road/call-2009-safety/irdes-project-results/>>
- [12] EuroRAP. *European Road Assessment Programme [online]*. 2021. [cit. 2022-02-04]. Dostupné z WWW: <<https://www.eurorap.org>>
- [13] TP 114 *Svodidla na pozemních komunikacích*. 2015.
- [14] ČSN 73 6101 *Projektování silnic a dálnic*. Praha. Český normalizační institut. 2018.
- [15] NAGY, I. *Pravděpodobnost a matematická statistika*. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT. 2002. ISBN 80-01-02454-7
- [16] NOVOVIČOVÁ, J. *Pravděpodobnost a matematická statistika*. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT. 2002. ISBN 80-01-01980-2
- [17] NAGY, I. *Stochastické Systémy*. Katedra Aplikované matematiky, ČVUT v Praze Fakulta dopravní. Praha. 2013.

- [18] NAGY, I. *Základy bayesovského odhadování a řízení*. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT. 2003. ISBN 80-01-02748-1
- [19] KÁRNÝ, M. - BOHM, J. - GUY, T.V. - JIRSA, L. - NAGY, I. - NEDOMA, P., - TESAŘ, L. *Optimized Bayesian Dynamic Advising: Theory and Algorithms*. London: Springer. 2005. ISBN 1-85233-928-4
- [20] Scholarpedia. *Bayesian statistics*. [online]. [cit. 2022-01-04]. Dostupné z WWW: <http://www.scholarpedia.org/article/Bayesian_statistics>
- [21] NOVÁČEK, J., KOHOUT, T., VRTAL, P., SVATÝ, Z., KOCIÁN, K. *Application Of RSA Principles To Improve The BIM In The Road Design Process With Focus On The Road Restraint Systems* [online]. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. 2022. [cit. 2022-02-03]. Dostupné z WWW: <<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVI-5-W1-2022-159-2022>, 2022>
- [22] MORENO BAZÁN, Á., ALBERTI, M., G., ARCOS ÁLVAREZ A., TRIGUEROS, J., A. *New Perspectives for BIM Usage in Transportation Infrastructure Projects* [online]. Applied Sciences. 2020. 10(20):7072. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z WWW: <<https://doi.org/10.3390/app10207072>>

Recenzoval

doc. Ing. Aleš Vémola Ph.D., ÚSI VUT v Brně, docent, Purkyňova 118/464, 612 00 Brno, +420 541 148 904, ales.vemola@usi.vutbr.cz

VLIV MODERNÍCH SVĚTLOMETŮ NA VIDITELNOST PŘENOSNÉHO DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ A VÝSTRAŽNÝCH TROJÚHELNÍKŮ

THE INFLUENCE OF MODERN HEADLAMPS ON THE RECOGNITION OF PORTABLE TRAFFIC SIGNS AND WARNING TRIANGLES

Martin Rak¹, Tereza Tmejová², Tomáš Bilík³, David Jelínek⁴

Abstrakt

Tento článek se zabývá problematikou přenosného dopravního značení a jeho viditelnosti v rámci různých zdrojů světla jako halogen, xenon nebo LED. Pro rozlišení jednotlivých výsledků slouží naměřené hodnoty jasů a retroreflexe u jednotlivých objektů. Z výsledků jsou patrné rozdíly mezi jednotlivými zdroji světla na viditelnosti měřených objektů. Dále je možné z těchto výsledků hodnotit přenosné dopravní značky z hlediska degradace vlivem mechanického opotřebení nebo stárí.

Abstract

This article focuses on the issue of portable traffic signs and their visibility using different light sources such as halogen, Xenon, or LED. The measured values of luminance and retroreflection for each object are used to distinguish the individual results. The results show the differences between the various light sources on the visibility of the measured objects. Furthermore, from these results it is possible to evaluate portable traffic signs regarding degradation due to mechanical wear or aging.

Klíčová slova

Retroreflexe. Přenosné dopravní značení, zdroje světla, jas, mechanické opotřebení, stárnutí

Keywords

Retroreflection; portable traffic signs; light sources; luminance; mechanical wear; aging

1 ÚVOD

Přenosné dopravní značení má značný vliv na bezpečnost silničního provozu v nestandardních situacích, jako jsou různé opravy komunikací, objížďky, nebo dopravní nehody. Ze statistik nehodovosti plyne, že na území České republiky vznikne v souvislosti s dopravním značením přibližně 300 až 400 dopravních nehod každý rok. Pro účely tohoto výzkumu je pod pojmem přenosné dopravní značení zahrnuto dopravní zařízení a výstražné trojúhelníky, vzhledem k tomu, že se používají v obdobných nestandardních situacích. Jedním z podnětů tohoto výzkumu byla existence několika variant světelných zdrojů u automobilů jako Halogen, Xenon, LED dioda nebo Laser dioda, o kterých se zmiňují např. [16,17,22].

Naší snahou bylo rozlišit viditelnost přenosného dopravního značení z hlediska různých zdrojů světla při statickém měření na různé vzdálenosti, při zohlednění vlivů, jako správné umístění značky či její degradace vlivem mechanického opotřebení, nebo stárí. Za tímto účelem bylo provedeno měření retroreflexe a jasu na vybraných vzorcích přenosných dopravních značek, konkrétně se jednalo o 20 dvojic přenosných dopravních značek a 5 druhů výstražných trojúhelníků. V rámci tohoto projektu jsme se nezabývali dopady adaptivních technologií moderních světlometů jako jsou AFL, nebo ADB, jejichž vlivy na viditelnost se zabýval např. [4].

1.1 Rešerše

Pro umístění dopravního značení existuje v ČR obecně platná metodika, která sestává z technických norem [18,19]. Na základě těchto norem rozlišujeme následující přenosná dopravní značení a dopravní zařízení. Přenosné dopravní značení, svislá dopravní značka umístěná na červenobíle pruhovaném sloupku (stojánku), musí být podle EN 12899-1 retroreflexní [19]. Dopravní zařízení jsou zejména zařízení pro usměrňování provozu. Patří sem například dopravní kužely, směrové desky či vodící desky. Směrové desky a vodící desky musí být dle EN 12899-1 provedeny jako retroreflexní. Bílé pruhy dopravního kuželu musí být dle EN 13422 retroreflexní.

¹ Ing. Martin Rak, VUT, ÚSI, Purkyňova 464/118, Medlánky, 61200, Brno, Česká republika, 153083@usi.vutbr.cz

² Ing. Tereza Tmejová, VUT, ÚSI, Purkyňova 464/118, Medlánky, 61200, Brno, Česká republika, 170375@vutbr.cz

³ Ing. Tomáš Bilík, VUT, ÚSI, Purkyňova 464/118, Medlánky, 61200, Brno, Česká republika, 214017@vutbr.cz

⁴ Ing. David Jelínek, VUT, ÚSI, Purkyňova 464/118, Medlánky, 61200, Brno, Česká republika, 171904@vutbr.cz

Retroleflexe je vlastnost, která umožňuje vrácení světla vrženého světlomety vozidla zpět k řidiči. Tato vlastnost umožňuje řidiči včas vidět dopravní značku a reagovat na ní za dne i za tmy [15]. Podle EN 12899-1 se rozeznávají tři třídy retroreflexe – třída RA1, RA2, RA3. Čím je vyšší třída folie, tím je značka případně zařízení, v noci lépe vidět. Metodika měření retroreflexe, dle zmíněných norem, se zabývá pouze laboratorní metodou měření a nezohledňuje tak skutečnou viditelnost člověkem v reálném prostředí.

2 METODY MĚŘENÍ

2.1 Metodika měření retroreflexe

Měření retroreflexe bylo provedeno na celém souboru přenosných dopravních značek, dopravních zařízení a výstražných trojúhelníků. Pro tento účel byly vybrány značky a zařízení, které byly běžně používány na pozemních komunikacích. Cílem měření bylo ověřit, zda vybrané značky a zařízení odpovídají požadavkům dle EN 12899-1 a dle EN 13422 v případě dopravních kuželů. Pro měření byl použit retroreflektometr Zehntner ZRS 6060.EN. Jedná se o přístroj určený k měření součinitele retroreflexe RA svislých dopravních značek nebo jiných obdobných materiálů. Tento přístroj určen pro měření součinitele retroreflexe v terénu. Před samotným měření bylo nutné každou značku očistit a měřicí přístroj nechat alespoň 5 minut před vlastním měřením ustálit mimo přepravní obal v podmínkách odpovídajících měření. Měření svislých dopravních značek (i dopravních zařízení) se provádí na třech namátkově zvolených měřicích bodech téže barevné plochy. Samotný přístroj si pak tyto hodnoty sám zprůměruje a zobrazí výsledné hodnoty součinitele retroreflexe, které je možné porovnat s hodnotami stanovenými v příslušných normách.



Obr. 1 Měření retroreflexe zařízením Zehntner ZRS 6060 EN.

2.2 Metodika měření jasu

Měření přenosného dopravního značení bylo provedeno na místě, kde bylo minimální světelné znečištění. Měření probíhalo v období, kdy byl měsíc v novu, bylo jasno až polojasno. Pro měření byly použity tři typy světlometů – halogen, Bixenon a LED, všechny na vozidlech značky Škoda. Pro každý typ světlometu bylo provedeno měření s tlumenými a dálkovými světlomety. Celé měření bylo realizováno na dlouhé rovné ploše s minimálním podélným sklonem. Tato plocha měla asfaltový povrch. Měření bylo provedeno zařízením LumiDISP. Jedná se o jasový analyzátor, který využívá analýzu jasových poměrů za pomoci digitální fotografie k fotometrickému měření jasu a jeho distribuci. Výstupem z tohoto měřicího zařízení jsou jasové mapy, z kterých je možné určit množství jasu, který jednotlivé dopravní značky odráží zpět. Toto zařízení bylo umístěno před vozidlem, aby nedocházelo k ovlivnění měření čelními skly jednotlivých vozidel. Měřené zařízení bylo umístěno vždy 0,5 m od pravého kraje této plochy. Osa vozidla s příslušnými světlomety se nacházela 1,75 m od pravého okraje plochy. Měření přenosného dopravního značení probíhalo ve dvou vzdálenostech. První vzdálenost bylo 80 m, která odpovídá přibližně vzdálenosti k zastavení vozidla bezpečně z rychlosti 90 km/h vč. reakce řidiče za 1,0 sekundy, a vzdálenost 350 m, které odpovídá maximální možné vzdálenosti, která mohla být na dané ploše dosažena.



Obr. 2 Umístění měřicího zařízení LumiDISP před vozidlem

2.3 Kontrolní měření

Pro určení vlivu okolí, natočení, nebo změny polohy (v řádu cm) měřené značky bylo provedeno kontrolní měření. Kontrolním měřením bylo zjištěno, že odchylka naměřených hodnot z důvodu ovlivnění z okolí, které mohlo být způsobeno povětrnostními podmínkami byla do 10 %. Mírná změna polohy (do 10 cm) a mírné natočení značky kolem svislé osy (do 5°) nemělo výraznější vliv na naměřené výsledky a v porovnání s ovlivněním z okolí byly zanedbatelné. Natočení značky o cca 30° způsobilo odchylku naměřených hodnot cca 20 %, a proto bylo při průběhu měření dbáno na eliminaci výrazného natočení značek.

2.4 Výběr dopravních značek

U měření retroreflexe byly změřeny jak nové značky, tak dvojice značek, které již byly použity v provozu. Naměřené hodnoty sloužily k určení stavu degradace značek a byly porovnány s příslušnou normou. Z tohoto měření vyplynulo, že z hodnot retroreflexe lze do jisté míry určit opotřebením dopravních značek, které není možno určit jinak (např. chybí výrobní štítek, či údaje o případné renovaci).

3 VÝSLEDKY

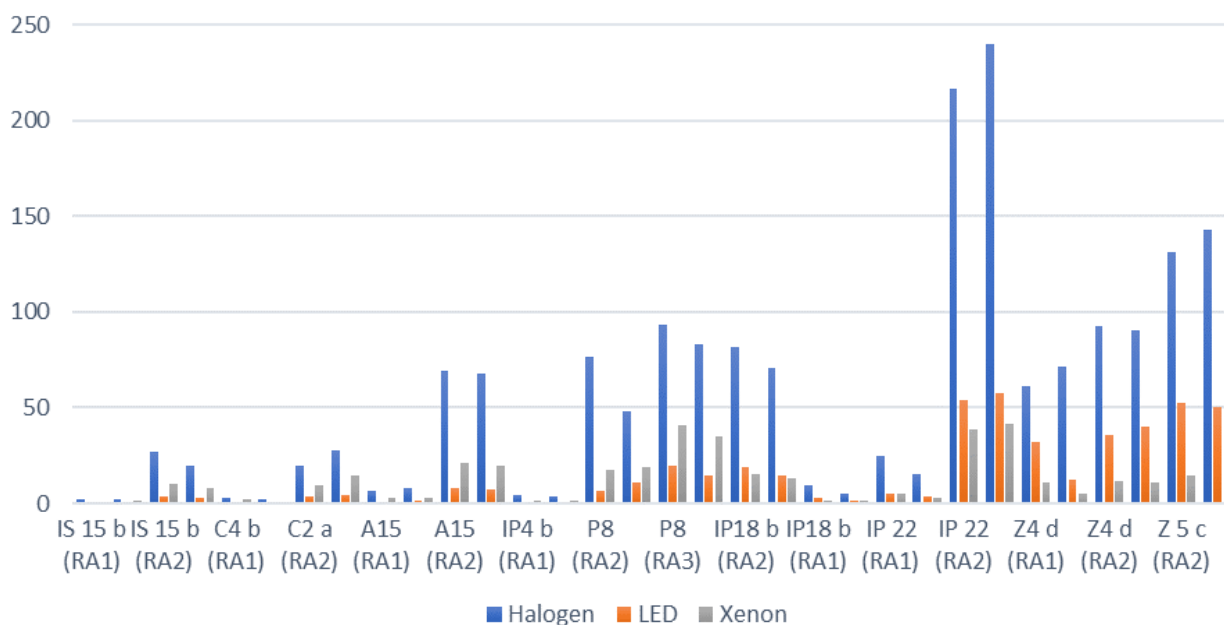
3.1 Vzdálenost 80 m

3.1.1 Potkávací světlomety

Z měření přístrojem LumiDISP na vzdálenost 80 m v režimu potkávacích světlometů vycházely u všech měřených objektů nejvyšší hodnoty u světlometů halogenových. U zbylých světlometů bylo možné vypočítat tyto zákonitosti:

- objekty, které se nacházely z větší části ve výšce do 150 cm od povrchu vozovky, vykazovaly vyšší hodnoty jasů u LED světlometů oproti světlometům Xenonovým;
- zbylé objekty, které měly spodní okraj ve výšce 150 cm, vykazovaly vyšší hodnoty při využití Xenonových světlometů oproti světlometům LED.

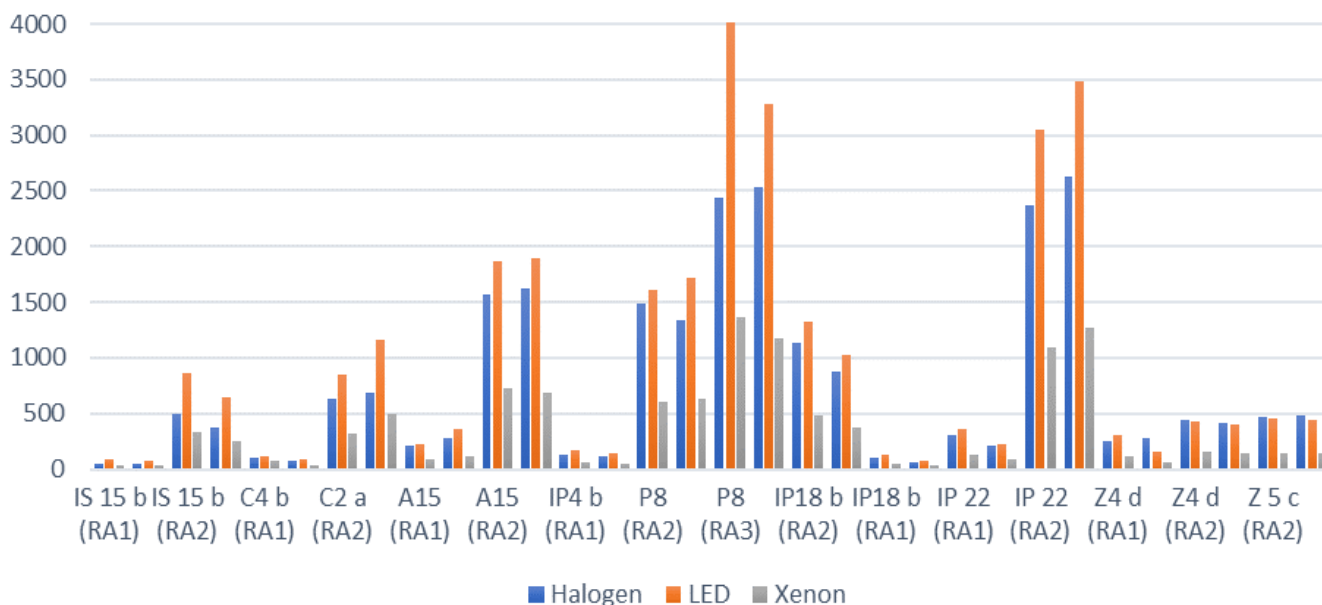
Tyto výsledky by mohly být způsobeny ořezem světelného kuželu u LED světlometů, který je na vzdálenost 80 m oříznut na/pod spodní hranu dopravních značek, zatímco u velkoplošných značek a značení umístěných na vozovku je využit celý světelný kužel, nebo alespoň jeho podstatná část. Nejlepší výsledky z hlediska halogenových světlometů mohly být dány jejich konstrukčním řešením, kdy měřené vozidlo mělo světlomety s volnou odraznou plochou, které produkují velké množství parazitního světla. Takové konstrukční řešení je v běžném silničním provozu nejčastější, a proto bylo pro účely měření vybráno. Z hlediska dalšího výzkumu bude třeba ověřit tyto výsledky i vzhledem k halogenovým světlometům s projektorem. Překvapivý výsledek vzešel z porovnání značek RA2 a RA3 z hlediska odrazivosti. Dopravní značky RA2 na bílém podkladu měly lepší průměrné hodnoty jasů než dopravní značky typu RA3, který vykazuje výrazně lepší reflexní vlastnosti. Hodnoty jasů jsou uvedeny v grafu č. 1.



Graf 1: Hodnoty jasů (cd/m²) na vzdálenost 80 m při použití potkávacích světel

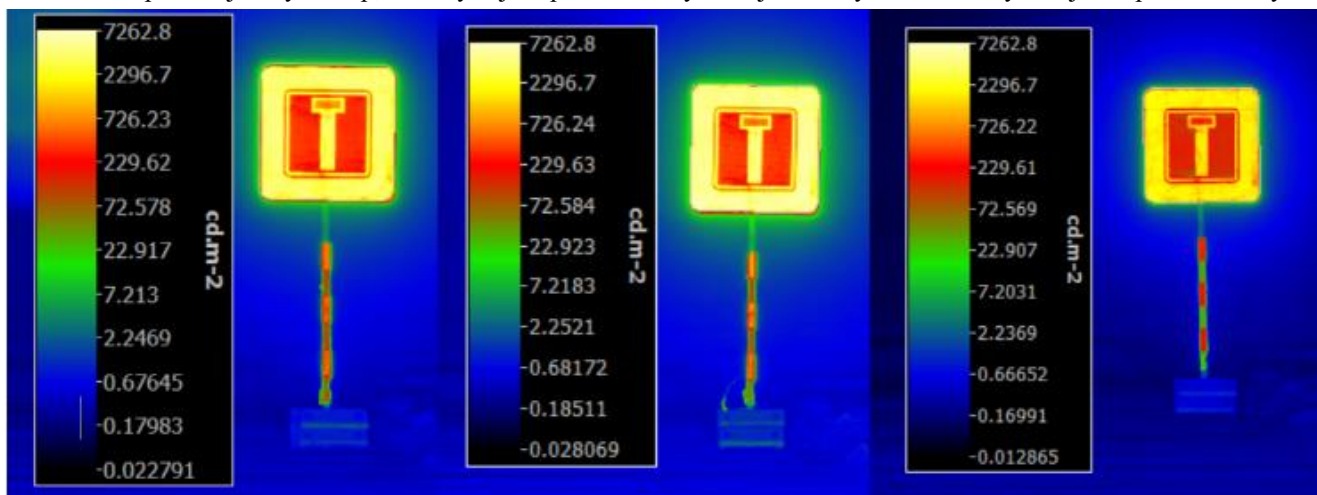
3.1.2 Dálkové světlomety

Ve vzdálenosti 80 m při režimu dálkových světlometů vycházely nejvyšší hodnoty jasů při použití LED světlometů. Ve všech případech vycházely halogenové světlomety lépe než Xenonové. Zajímavostí bylo, že pro výstražné trojúhelníky vycházely v režimu dálkových světel lépe halogenové světlomety, ačkoli u kuželů a směrových desek byly lepší LED světlomety. Při využití LED světlometů byla patrná nejvyšší naměřená hodnota pro značky s okrajem využívající podklad RA3, dle předpokladu. Pro halogenové a Xenonové světlomety tyto značky vykazovaly obdobné hodnoty, jako značky bílé barvy s podkladem RA2.



Graf 2: Hodnoty jasů (cd/m^2) na vzdálenost 80 m při použití dálkových světel

Na grafu č. 2 je znázornění naměřených průměrných hodnot jasů jednotlivých přenosných dopravních značek. U jednotlivých dvojic jsou patrné rozdíly vlivem degradace. Na obrázku č. 3 je zobrazena série výstupů z přístroje LumiDISP v podobě jasových map, ze kterých jsou patrné rozdíly mezi jednotlivými světlomety u stejné dopravní značky.



Obr. 3 Porovnání značek z hlediska jasů, zleva v pořadí Halogen, LED, Xenon.

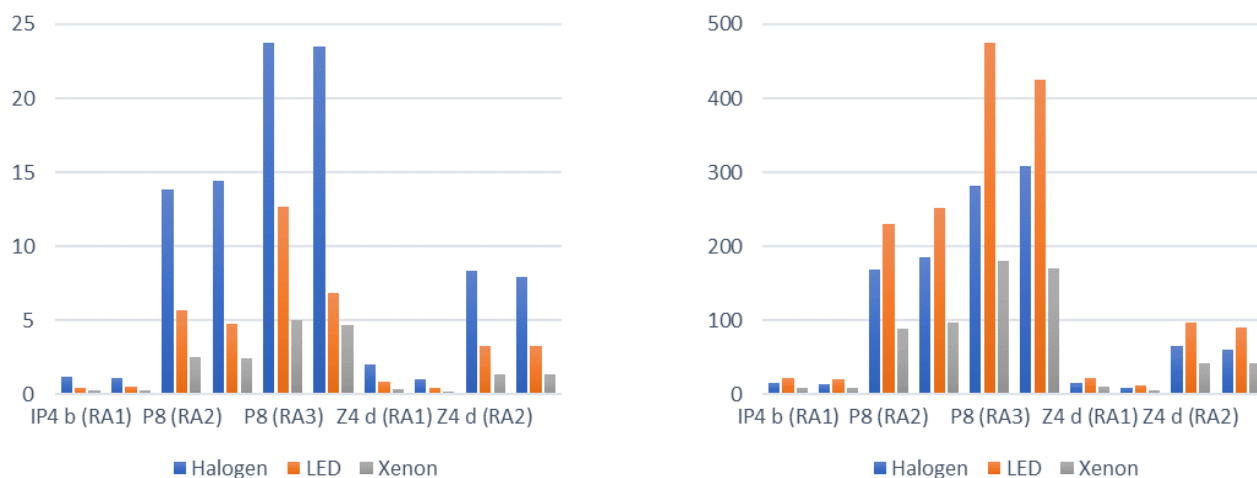
3.2 Vzdálenost 350 m

3.2.1 Potkávací světlomety

Pro měření ve vzdálenosti 350 m bylo zvoleno 5 dvojic značek, které byly rozměrově obdobné a současně obsahovaly totožné barvy na různých podkladech, a jeden výstražný trojúhelník. V režimu potkávacích světlometů opět vycházely pro všechny měřené objekty nejlepší hodnoty pro halogenové světlomety, zatímco světlomety Xenonové vykazovaly nejhorší hodnoty. Ve stejném pořadí vycházely výsledky i pro výstražný trojúhelník.

3.2.2 Dálkové světlomety

Pro měření ve vzdálenosti 350 m v režimu dálkových světlometů vycházely nejlepší hodnoty pro LED světlomety a Xenonové světlomety opět vycházely nejhorší. Stejně, jako tomu bylo i na vzdálenost 80 m, vycházely nejvyšší hodnoty výstražného trojúhelníku v režimu dálkových světlometů pro halogenové světlomety. Na grafu č. 3 je zobrazeno porovnání hodnot jasu pro měření ve vzdálenosti 350 m.



Graf 3: Srovnání hodnot jasu (cd/m^2) na vzdálenost 350 m při využití režimů světlometů (potkávací vlevo, dálkový vpravo)

4 POROVNÁNÍ S JINÝMI AUTORY

Minimální luminiscence pro rozlišitelnost dopravní značky v noci mimo obec je dle [2] v rozmezí 35 až 340 cd/m^2 . Dle [1] v rozmezí 20 až 180 cd/m^2 . Dle [10] v rozmezí 35 až 70 cd/m^2 . Dle [3] v rozmezí do 280 cd/m^2 . Dle [12] v rozmezí od 20 cd/m^2 . Dle [13] v rozmezí od 40 cd/m^2 . Z našich naměřených hodnot tyto podmínky rozlišitelnosti (minimum 20 cd/m^2) byly ve vzdálenosti 80 m splněny ve všech případech v režimu dálkových světel, u všech typů světlometů. Při použití potkávacích světlometů, nebylo těchto hodnot dosaženo u značek s podkladem RA1, s převážující oranžovou nebo modrou barvou.

5 ZÁVĚR

V rámci tohoto výzkumu, byly změřeny průměrné hodnoty jasů pro jednotlivé přenosné dopravní značky jako celek, případně pro jejich části (např. jednotlivé barvy). Tyto hodnoty byly určeny pro různé typy světlometů (halogen, LED, Xenon) v režimech potkávacích a dálkových světlometů ve vzdálenostech 80 a 350 m od měřeného objektu. Dále byly naměřeny hodnoty retroreflexe, které byly porovnány s hodnotami, které stanovují normy a s hodnotami naměřenými přístrojem LumiDISP. Vzájemným porovnáním naměřených hodnot z obou přístrojů bylo zjištěno, že ve 2/3 případů vykazují hodnoty obdobné zákonitosti, na základě kterých by bylo možné určit úbytek jasu, retroreflexe u degradovaných značek. Uvedené měření sloužilo především jako podklad pro realizaci měření v běžném provozu, kde bude ověřována reakce řidičů na přenosné dopravní značení s využitím eye-trackingu.

6 PODĚKOVÁNÍ

LumiDISP (www.lumidisp.eu), Signex, spol. s r.o. (www.signex.cz), Vysoké učení technické v Brně (www.vut.cz), Albert Bradáč, Michal Křížák za odbornou pomoc při realizaci měření.

Grant Rozpoznávání dočasných dopravních značek za snížené viditelnosti je realizován v rámci projektu Kvalitní interní granty VUT (KInG VUT), reg. č. CZ.02.2.69/0.0/0.0/19_073/0016948, který je financován z OP VVV.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Literatura

- [1] AASHTO, 2005. *Roadway Lighting Design Guide*. Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- [2] ALLEN, T.W., F.N. DYER, G.M. SMITH a M.H. JANSON. Luminance requirements for illuminated signs. *Highway Research Record*. (167), 16-37.
- [3] BULLOUGH, J.D. a N.P. SKINNER, 2011. Luminance criteria and measurement considerations for light-emitting billboards. *Transportation Research Board Annual Meeting*.
- [4] BULLOUGH, J. D., SKINNER, N. P., & PLUMMER, T. T., 2016. Adaptive driving beam headlights: Visibility, glare and measurement considerations. In: *Technical Report No. TLA2016-01*. [online]. Troy, NY: Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute [cit. 2022-03-25].
- [5] BULLOUGH, John, 2017. Factors Affecting Sign Visibility, Conspicuity, and Legibility: Review and Annotated Bibliography. In: *Interdisciplinary Journal of Signage and Wayfinding* [online]. [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: doi:10.15763/issn.2470-9670.2017.v1.i2.a9.
- [6] BULLOUGH, J.D. a N.P. SKINNER, 2018. High visibility reflective sign sheeting materials: field and computational evaluations of visual performance. In: *Transport* [online]. Volume 33. 1-9. s. 344-352 [cit. 2022-03-25].
- [7] ČSN EN 12899-3, 2008. *Stále svíslé dopravní značení – Část 3: Směrové sloupky a odrazky*. Praha: Český normalizační institut.
- [8] ČSN EN 13422, 2021. *Svíslé dopravní značení - Přenosná deformovatelná varovná zařízení - Kužely a válce*. Praha: Český normalizační institut.
- [9] ECE 27-04, 2014. *Uniform Provisions Concerning the Approval of Advance-warning Triangles*.
- [10] ELSTAD, J.O., J.T. FITZPATRICK a H.L. WOLTMAN, 1962. Requisite luminance characteristics for reflective signs. *Highway Research Bulletin*. (336), 51-60.
- [11] FAZEKAS, Zoltan, Gábor BALÁZS, László GERENCSÉR a Péter GÁSPÁR, 2017. Locating roadworks sites via detecting change in lateral positions of traffic signs measured relative to the ego-car. In: *Transportation Research Procedia* [online]. 27. s. 341-348 [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: doi:10.1016/j.trpro.2017.12.004
- [12] FLETCHER, K., S. SUTHERLAND a K. NUGENT. *Identification of Text and Symbols on a Liquid Crystal Display, PartII: Contrast and Luminance Settings to Optimise Legibility*. Edinburgh: Australia: Defence Science and Technology Organisation.
- [13] FREYSSINIER, J.P., N. NARENDHAN a J.D. BULLOUGH, 2006. *Luminance requirements for lighted signage*. Proceedings of the SPIE. 6337 (63371M).
- [14] LIPL, Martin. Metodika zjišťování optických vlastností dopravního značení v optické laboratoři – Retroreflexe [online]. Brno: Centrum dopravního výzkumu [cit. 2022-03-25].
- [15] PPK-FOL, 2015. *Identifikace a možnosti použití retroreflexní folie pro svíslé dopravní značky, dopravní zařízení a signalizační vozíky na dálnicích a silnicích ve správě Ředitelství silnic a dálnic*. Praha: Ředitelství silnic a dálnic.
- [16] REHAN, M. H., 2020. Analysis of BMW and Audi Headlights' Technology: International Standards and Road-Safety in Pakistan [online]. In: Ghulam Ishaq Khan Institute of Engineering Sciences and Technology [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: doi:10.13140/RG.2.2.28133.63208
- [17] SOKANSKÝ, Karel, 2011. *Světelná technika*. Praha: České vysoké učení technické v Praze. ISBN ISBN 978-80-01-04941-9.
- [18] TP 65, 2013. *Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích*. Ministerstvo dopravy ČR.
- [19] TP 66, 2015. *Zásady pro označování pracovních míst na pozemních komunikacích*. Ministerstvo dopravy ČR.
- [20] TP 143, 2013. *Systém hodnocení přenosných svíclých dopravních značek*. Ministerstvo dopravy ČR.
- [21] TP 165, 2004. *Proměnné svíslé dopravní značky a zařízení pro provozní informace*. Ministerstvo dopravy ČR.
- [22] VLK, František, 2005. *Elektrická zařízení motorových vozidel*. Brno: F. Vlk. ISBN ISBN 80-239-3718-9.
- [23] YONG, Bai, Kris FINGER a Yue LI, 2020. Analyzing motorists' responses to temporary signage in highway work zones. In: *Safety Science - SAF SCI* [online]. 48. s. 215-221 [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: doi:10.1016/j.ssci.2009.08.005

Recenzoval

Ing. et Ing. Bc. Martin Bilík, Ph.D., ÚSI VUT v Brně, odborný asistent, Purkyňova 118/464, 612 00 Brno, +420 541 148 908, Martin.Bilik@vut.cz

VYUŽITÍ NADOBOROVÝCH DISCIPLÍN PRO ŘEŠENÍ OCEŇOVACÍCH PROBLÉMŮ

USE OF CROSS DISCIPLINES TO SOLVE VALUATION PROBLEMS

Roman Šústek¹

Abstrakt

Příspěvek řeší způsob výběru cenotvorných parametrů pro oceňování tvářecích strojů. Problematika je řešena na tvářecím stroji ohraňovací lis. Ohraňovací lis je popsán parametry, které popisují jeho vlastnosti. Některé z jeho parametrů ovlivňují cenu ohraňovacího lisu. Případová studie řeší vymezení cenotvorných parametrů aplikací multikriteriální metody hodnocení variant nominální stupnicí. Provedením analýzy podstatnosti byly zjištěny významné parametry lisovací síla a ohraňovací délka. Na základě zjištěných skutečností lze lépe analyzovat a rozhodnout o cenotvorných parametrech, a to bez znalostí cenových údajů.

Abstract

The paper solves the way of selecting pricing parameters for valuation of forming machines. The problem is solved on the forming machine press brake. The press brake is described by parameters that define its properties. Some of the parameters affect the price of the press brake. A multicriteria method is used to define pricing parameters. Significant parameters of pressing force and bending length were found by performing a substantial analysis. Based on the facts established, pricing parameters can be better analysed without knowledge of price data. The review of the proposed approach was carried out by implementing a regression model. Verification of results is an important activity of the expert. It is therefore necessary to pro-pose procedures that are based on objective evidence.

Klíčová slova

Multikriteriální metoda; Ohraňovací lis; Cena; Parametr; Regresní analýza.

Keywords

Multicriteria method; Press brake; Price; Parameter; Simple regression.

1 ÚVOD

V současné oceňovací praxi je výběr cenotvorných parametrů závislý na subjektivním pohledu znalce. To často vede k nepřesným závěrům ocenění. To může být velký problém, protože s těmito závěry pracují další instituce jako je policie, soudy, advokáti apod.

Mezi základní výrobní prostředky každé strojírenské firmy patří obráběcí stroje, tvářecí stroje, slévárenské stroje a zařízení a montážní stroje. Obor obráběcích a tvářecích strojů je vůbec základním kamenem celého strojírenství a vyznačuje se vysokou technickou a technologickou úrovní. Podle výroční Zprávy o stavu oboru obráběcích a tvářecích strojů 2020 [1], jsou nejvýznamnější skupinou obráběcí stroje (OS), poté následuje skupina s tvářecími stroji (TS). Z hodnoceného období za rok 2019 a 2020 (**Tab. 1**) je patrné, že dovoz tvářecích strojů převyšuje vývoz (dovoz celkem 7 072 479 tis. Kč a vývoz celkem 2 538 696 tis. Kč). Ve srovnání s obráběcími stroji se sice jedná o nižší hodnoty (dovoz celkem 14 336 420 tis. Kč a vývoz celkem 22 218 422 tis. Kč), nicméně i tento objem je z ekonomického hlediska významný. Z hlediska velikosti trhu je nutné brát v úvahu i skutečnost, že české tvářecí stroje zůstávají českým zákazníkům. Tuzemský trh je tak tvořen nejen z dovozu tvářecích strojů, ale je tvořen i tuzemskými výrobci tvářecích strojů, které jsou určeny českým zákazníkům.

Tab. 1 Vývoz a dovoz OS a TS v České republice za rok 2020 a 2019 v tis. Kč (Zpráva o stavu oboru obráběcích a tvářecích strojů 2020, 2021)

	Vývoz 2020	Vývoz 2019	Celkem vývoz	Dovoz 2020	Dovoz 2019	Celkem dovoz
OS	9 229 445	12 988 977	22 218 422	5 327 974	9 008 446	14 336 420
TS	940 852	1 597 844	2 538 696	2 949 253	4 123 226	7 072 479

V případě prodejí, reklamací, převodů majetku, insolvenčních řízení nebo navýšení kapitálu strojírenské firmy, tak bývají tvářecí stroje často předmětem ocenění.

¹ Roman Šústek, Ing., Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 464/118, Brno 612 00, roman.sustek@usi.vutbr.cz

Hodnota tvářecího stroje stejně tak jako jiného movitého majetku se odvíjí od jeho užitečnosti. Při oceňování obecně platí: „Čím vyšší je užitečnost oceňovaného objektu, tím vyšší je i možný užitek subjektu s právem k objektu, tím vyšší hodnotu má objekt pro oprávněný subjekt, a tím vyšší je i dosažitelná cena při jeho případném prodeji.“ [2].

Nejběžnější způsob ocenění tvářecích strojů je na základě tržního přístupu. Hodnota tvářecího stroje se stanovuje porovnáním se shodnými nebo srovnatelnými stroji, pro která jsou k dispozici cenové informace. Jak uvádí International Valuation Standards [3], tržní přístup je aplikován v případě dostatečně velkého trhu a provedených transakcí. Předmětem transakce by měli být podstatně podobná aktiva (tj. tvářecí stroje). V případě, že tomu tak není, je nutné provést srovnávací analýzu kvalitativních a kvantitativních podobností a rozdílů mezi srovnatelnými tvářecími stroji a oceňovaným tvářecím strojem a provést nezbytné úpravy.

Pro řešení praktických oceňovacích problémů, se tak jeví jako účelné, aby porovnávání mezi tvářecím strojem oceňovaným a strojem použitým pro porovnání, bylo vždy založeno pouze na porovnání těch parametrů, které mají určující vliv na cenu stroje. Je zřejmé, že změna každého z parametrů ovlivňuje cenu stroje. Lze však dovodit, že vliv každého z uvedených parametrů na cenu stroje bude jinak významný.

Řešení oceňovacích problémů není jednoduché. Vždy se jedná o složité problémy, kde úroveň řešení je velmi významně ovlivněna odbornou úrovní znalce, tedy subjektivně. Uvážíme-li rozsah strojírenské produkce v oblasti tvářecích strojů, je velmi obtížné zajistit, aby všichni znalci měli na stejné úrovni znalosti o všech typech strojů, a proto je vhodné zabývat se výzkumem zaměřeným na konkretizaci oceňovacích postupů pro konkrétní skupiny typů majetku tak, aby se v dané oblasti využívalo více možností, které nabízí metody pro řešení složitých problémů založené na aplikaci zobecněného systémového přístupu.

2 CÍL PŘÍSPĚVKU

Příspěvek řeší zobecnění oceňovacích přístupů, a to z hlediska znalostí struktury předmětu ocenění. Cílem příspěvku je navrhnout objektivní postup hodnocení parametrů, a to především z hlediska jejich vlivu na cenotvorbu.

3 METODA ŘEŠENÍ PROBLÉMU

Teorie multikriteriálního rozhodování je založena na matematickém modelování. Rozhodnutím se rozumí volba jedné varianty ze seznamu v dané situaci potenciálně realizovatelných variant na základě většího množství kritérií. Vedle seznamu kritérií nepřímo formulujících cíl rozhodovací analýzy je nutné mít k dispozici i množinu variant, z nichž rozhodnutí vybíráme.

Multikriteriální analýza je metoda, která se používá při rozhodování mezi několika alternativami, přičemž se nepřipouští současně více výsledných alternativ, a závěrem analýzy by měla být vždy pouze alternativa jediná. Předpokladem použití multikriteriální analýzy je větší počet kvantifikovatelných kritérií, která jsou zahrnuta do rozhodování. Pokud není splněn tento předpoklad, jedná se o případ jednovariantního multikriteriálního hodnocení.

Hodnocení variant $A = \{a_1, a_2, \dots, a_p\}$ podle jednotlivých kritérií $F = \{f_1, f_2, \dots, f_k\}$ je zvykem zobrazovat ve formě tzv. kritériální matice:

$$Y = (y_{11} \ \dots \ y_{1k} \ \vdots \ \vdots \ y_{p1} \ \dots \ y_{pk}) \quad (1)$$

Kde:

prvky kritériální matice y_{ij} ($i=1, 2, \dots, p$ a $j=1, 2, \dots, k$) představují informace o hodnocení variant podle jednotlivých kritérií [4].

Při výběru metody multikriteriálního hodnocení variant je nutno znát:

- (i) o čem se má rozhodovat,
- (ii) jakých cílů má být dosaženo a za jakých podmínek,
- (iii) jaká hlediska má rozhodovatel respektovat,
- (iv) k jakému časovému horizontu bude výsledek rozhodování působit.

4 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Vlastnosti tvářecího stroje jsou popsány mnoha parametry a vzhledem k technickému pokroku a vývoji nových technologií a funkcí, se jedná o dynamickou soustavu parametrů. O jejich podstatnosti ve vztahu k dosažitelné ceně stroje znalec zpravidla nemá dostatek informací. Některé informace významně ovlivňují výrobní náklady, jiné méně, některé významně ovlivňují užitek uživatele, jiné méně. Vždy se jedná o vícekritériální posuzování, které je obtížné realizovatelné a významně je ovlivňováno expertními znalostmi znalce, jejichž dostatečnou úroveň s ohledem na rozsah produkce jednotlivých výrobců nelze dost dobře zajistit pro všechny typy strojů, se kterými se znalci setkávají.

Závislost vybraných provozních parametrů na tržní hodnotě dopravních letadel sledovali též letečtí inženýři [5], kteří provedli srovnávací analýzy dopravních letadel, u kterých sledovali jejich vlastnosti, a to doletovou vzdálenost,

letovou rychlost, počet instalovaných sedadel určených pro přepravu osob, prostor kabiny, vzletovou délku, spotřebu paliva a na základě těchto parametrů stanovili parametrickou nákladovou funkci vyjadřující tržní hodnotu letadla.

Další autoři [6 a 7]. ukazují na možnosti využití metod multikriteriálního hodnocení. Ve svých pracích srovnávají větší počet technických parametrů stroje, které různou měrou ovlivňují jeho technickou úroveň a tím i výchozí hodnotu stroje, přičemž zdůrazňují, že s výhodou lze využívat především bodovací bazické metody, založené na porovnání vlastností hodnoceného objektu s vlastnostmi bazického provedení.

Jak uvádí Krhánek, kvantitativní určení technické úrovně stroje je možno provádět také kolektivním odborným oceňováním významnosti jednotlivých číselných parametrů a anketním vyhodnocením seřazené posloupnosti číselných parametrů hodnoceného stroje [8].

Nejlépeších výsledků lze dosahovat pomocí cenových a parametrických porovnání, ve kterých se též odráží cenová úroveň nových strojů v době ocenění. U složitých strojů, jejichž výroba již byla ukončena se však jedná o posouzení velmi náročná a je proto potřebné se zabývat i rozvojem metod vhodných pro provádění těchto srovnávacích analýz. Z provedené analýzy současného stavu je patrné, že přístupy k oceňování strojů jsou ustálené a obecně známé. Řešení těchto problémů však není jednoduché. Vždy se jedná o složité problémy, kde úroveň řešení je velmi významně ovlivněna odbornou úrovní znalce, tedy subjektivně. Z hlediska potřeb znalců je vhodné se zabývat konkrétními přístupy odhadu vstupních veličin a vytvořit podmínky k oceňování strojů na základě ujasněných a zobecněných postupů.

5 FORMULACE PROBLÉMU

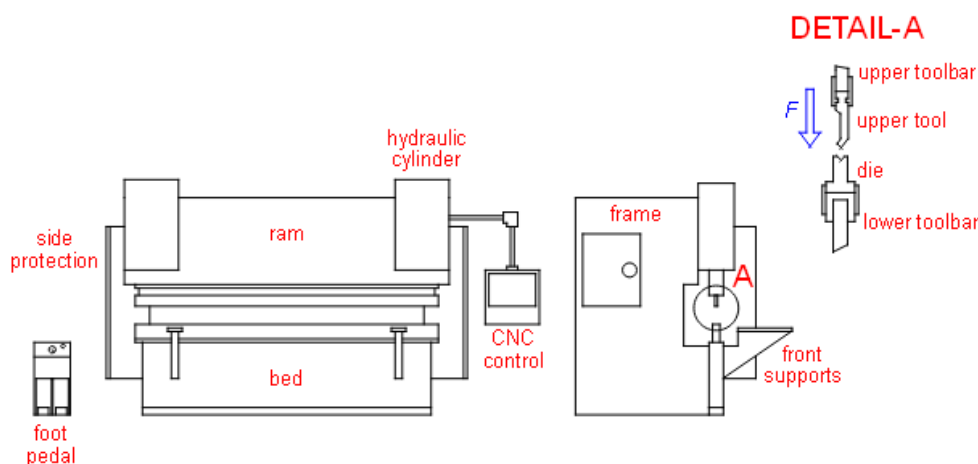
Při oceňování tvářecího stroje je nezbytné zjistit jeho výchozí hodnotu. V některých případech je nutné použít cenového a parametrického porovnání, které je složité, protože pro stanovení výchozí hodnoty tvářecího stroje se musí zohlednit jeho základní cena, vybavení, konstrukční úpravy, případně koeficient technické úrovně. Výchozí hodnota je ovlivněna parametry, které jsou při výrobě tvářecího stroje určující. Objektivní posouzení určujících cenotvorných parametrů, je důležitým krokem při postupu stanovení hodnoty předmětu ocenění. Na základě tohoto ocenění, jsou poté učiněny další rozhodnutí, které zásadně ovlivňují pozici a jednání zúčastněných subjektů.

6 ŘEŠENÍ PROBLÉMU

Tvářecí stroj je soustavou technickou (má schopnost realizovat výrobu). Je soustavou otevřenou (cílové chování je ovlivněno vlastnostmi okolí), plně strukturovanou (strukturovanost lze analyzovat z hlediska konstrukčních skupin), dynamickou (vlastnosti jsou s časem proměnné) a stochastickou (veličiny popisující jakost tvářecího stroje mají náhodný charakter).

6.1 Případová studie

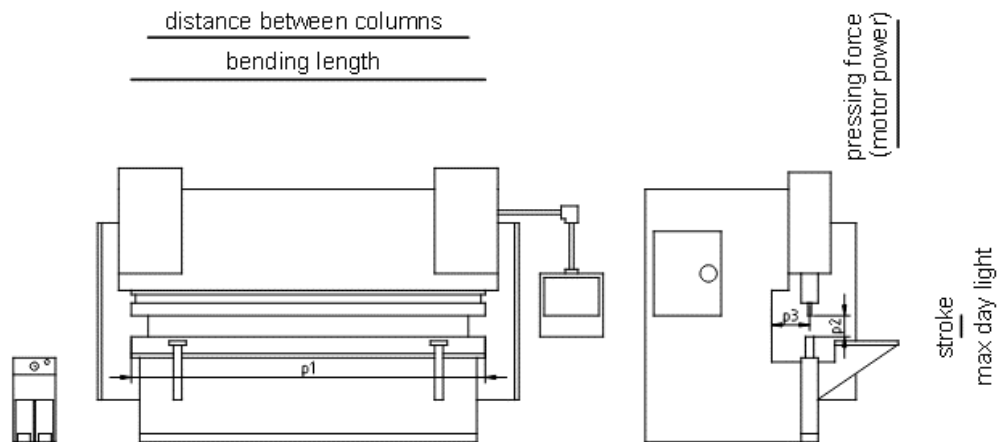
Případovou studii je nutné řešit na konkrétním tvářecím stroji. Případová studie je aplikována na ohraňovací lis. Strukturovanost ohraňovacího lisu z hlediska konstrukčních skupin znázorňuje **Obr. 1**.



Obr. 1 Základní části CNC hydraulického ohraňovacího lisu and upínání nástrojů

Ohraňovací lisy jsou schopny ohraňovat plechy o tloušťce až několik mm v různých délkách. Při ohraňování, se plech ohýbá kontrolovaným pohybem horního příčnicku směrem dolů. Přitom se plech stlačí z horního nástroje do dolního nástroje ve tvaru V (matrice) a přetvoří se. Zadní dorazy zajišťují přesnou polohu dílu. Ohraňovací lis je popsán parametry lisovací síla, ohraňovací délka, zdvih, využitelná vestavěná výška, výška stolu, volný průchod mezi stojany, vyložení, rychlost dorazů, rychlost posuvů, rychlost, přesnost, výkon, váha a celkové rozměry. Tyto parametry lze obecně kategorizovat do skupin, které charakterizují pracovní prostor, výkon, kvalitu a velikost. Z hlediska posouzení užítku

vlastníka (uživatele) tvářecího stroje je důležitým fakto-rem pestrost dílců, které lze na stroji vyrábět. Jako účelné se tak jeví pro porovnávání využívat skupiny parametrů, které charakterizují pracovní prostor a výkon (je nutné posoudit parametry z důvodu jejich vzájemné korelace). Za významné tak lze považovat lisovací sílu, ohraňovací délku, zdvih a vyložení (Obr. 2.).



Obr. 2 Parametry ohraňovací délka (p_1), zdvih (p_2) a vyložení (p_3). Parameter lisovací síla vyjadřuje sílu, kterou způsobuje pohyb horního příčnicku ve svislém směru, znázornění korelujících parametrů

Z pohledu výrobce tvářecího stroje jsou vždy důležité náklady na jeho výrobu. Zjednodušeně lze tyto náklady rozdělit na náklady vynaložené na vlastní výrobu (náklady vzniklé přímo u výrobce), náklady vynaložené na dodávky od subdodavatele (nákup komponent) a náklady na montáž tvářecího stroje. Náklady na výrobu tvářecího stroje je možné vyjádřit:

$$C_T = C_{OP} + C_S + C_A \text{ [€, \$]} \quad (2)$$

kde C_T jsou celkové náklady, C_{OP} jsou náklady na vlastní výrobu, C_S jsou náklady od subdodavatele a C_A jsou náklady na montáž. Tuto úvahu lze s výhodou využít při určení hodnotících kritérií.

Vzhledem k posuzovanému problému, se nejlépe jeví použití nominální (binární) stupnice. Metoda hodnocení variant nominální stupnicí [9] je založena na aplikaci shody či neshody (rozdílu), která je vymezena binární logickou hodnotou 1 (shoda) a 0 (neshoda). Hodnocené varianty jsou nezaujaté vůči hodnocenému kritériu. Tato metoda nebere v potaz preference jednotlivých kritérií, nejsou uvažovány váhy jednotlivých kritérií. Pořadí variant je stanoveno na základě součtu hodnot uvedených v kritériální matici.

Podstatnost každého z parametru (lisovací síla, ohraňovací délka, zdvih a vyložení) bude posuzována a vyhodnocena podle jeho vlivu na kritéria – náklady na vlastní výrobu, náklady od subdodavatele a náklady na montáž.

(a) Vliv parametrů na náklady na vlastní výrobu (včetně kooperace)

Ohraňovací lis je sestaven z různých dílů a součástí. Díly a součásti jsou poté uspořádány do konstrukčních skupin (Obr. 1). Parametry lisovací síla, ohraňovací délka, zdvih a vyložení jsou určující pro výrobu příčnicků a konstrukce rámu, tj. velikost parametru určuje rozměry uvedených konstrukčních skupin (Obr. 2). Z pohledu spotřeby materiálu, provedení technologických operací lze usoudit, že podstatným parametrem je lisovací síla (tj. robustní konstrukce s rostoucím rozsahem) a ohraňovací délka (tj. délka příčnicků s rostoucím rozsahem). Parametry zdvih a vyložení nejsou z tohoto hlediska významné.

(b) Vliv parametrů na náklady subdodavatele

Nakupované komponenty mají důležité zastoupení při stavbě tvářecích strojů. Významnou skupinu tvoří motor, rozvaděč elektrické energie, hydraulika včetně příslušenství, mechanismy dorazů a posuvů, lineární vedení, CNC, zařízení pro horní a spodní upínání nástrojů, čidla, senzory a bezpečnostní prvky. Zvýšením hodnoty parametru lisovací síla se zvýší náklady na nákup motoru, rozvaděčů elektrické energie, hydrauliky včetně příslušenství. Zvýšením hodnoty parametru ohraňovací délka se zvýší náklady na nákup mechanismů dorazů a posuvů, lineárního vedení, zařízení pro horní a spodní upínání nástrojů. Parametr vyložení ovlivňuje rozsah mechanismů dorazů a posuvů (ve směru osy X). Parametr zdvih není z hlediska posouzení tohoto významu podstatný.

(c) Vliv parametrů na montážní náklady

Důležitějším faktorem, který ovlivňuje tyto náklady je montáž ohraňovacího lisu. K těmto nákladům je možné zařadit také zapojení a ladění ohraňovacího lisu. U montážních časů je rozhodující velikost ohraňovacího lisu. Rozhodujícím parametrem v tomto směru je ohraňovací délka. Čím větší je tento parametr, tím větší je i montážní čas (např. montáž mechanismů dorazů a posuvů). Významným parametrem je také lisovací síla. Tento parametr souvisí s

montáží hnacího ústrojí (motor a rozvaděč elektrické energie), hydraulického zařízení (čerpadla a nádrže). Časová náročnost je se vzrůstající hodnotou tohoto parametru úměrná. Parametry zdvih a vyložení nejsou z hlediska posouzení tohoto významu podstatné.

6.2 Vyhodnocení kritériální matice

Kritériální matici je možné znázornit i ve formě tabulky:

Tab. 2 Vyhodnocení kritériální matice

	Kritérium- náklady na vlastní výrobu	Kritérium- náklady na subdodavatele	Kritérium- montážní náklady	Výsledek
Lisovací síla	1	1	1	3
Ohraňovací délka	1	1	1	3
Zdvih	0	0	0	0
Vyložení	0	1	0	1

Změna každého z parametrů lisovací síla, ohraňovací délka, zdvih a vyložení ovlivňuje výši nákladů na výrobu ohraňovacího lisu. Zvýšení hodnoty jednoho z uvedených parametrů se projeví i ve výši nákladů na výrobu ohraňovacího lisu. Provedením analýzy podstatnosti uvedeným způsobem, byly vymezeny cenotvorné parametry lisovací síla a ohraňovací délka (**Tab. 2**).

6.3 Ověření výsledků

Ověření výsledků je provedeno pomocí regresní analýzy. Cílem regresní analýzy je zkoumání závislosti mezi jednotlivými veličinami. Základní model regresní závislosti lze jednoduše zapsat jako:

$$Y = a + b \cdot X \quad (3)$$

kde X je nezávisle proměnná a Y je závisle proměnná. Koeficienty a a b jsou regresními koeficienty.

Průzkumem trhu byly zjištěny cenové a technické specifikace ohraňovacího lisu [10] (**Tab. 3**).

Tab. 3 Technické a cenové údaje ohraňovacího lisu

Model	Lisovací síla (ton)	Ohraňovací délka (mm)	Zdvih (mm)	Vyložení (mm)	Cena (\$)
PBNC-30x1600	30	1 600	100	250	23 000.00
PBNC-40x2500	40	2 500	120	260	28 000.00
PBNC-63x2500	63	2 500	100	250	28 000.00
PBNC-70x3200	70	3 200	100	250	32 700.00
PBNC-80x3200	100	3 200	100	250	37 000.00

Regresní analýza sleduje vztah mezi závisle proměnnou (cena) a nezávisle proměnnou (lisovací síla, ohraňovací délka, zdvih a vyložení). Níže jsou uvedeny typické příklady a výsledky lineární regresní analýzy.

Tab. 4 Lineární regresní analýza (parametr lisovací síla)

R-squared=89.64 %		R-squared (adjusted)=86.18 %		
Variable	Coefficient	SE (Coeff.)	t-ratio	P-value
Intercept	18 620.730	2 355.078	7.907	0.004
Pressing force	183.486	36.025	5.093	0.015

Tab. 5 Lineární regresní analýza (parametr ohraňovací délka)

R-squared=88.92 %		R-squared (adjusted)=85.23 %		
Variable	Coefficient	SE (Coeff.)	t-ratio	P-value
Intercept	9 985.977	4 127.375	2.420	0.094
Bending length	7.598	1.548	4.908	0.016

Tab. 6 Lineární regresní analýza (parametr zdvih)

R-squared=3.35 %		R-squared (adjusted)=n/a		
Variable	Coefficient	SE (Coeff.)	t-ratio	P-value
Intercept	41 050.000	35 174.304	1.167	0.328
Stroke	-108.750	337.218	0.323	0.768

Tab. 7 Lineární regresní analýza (vyložení)

R-squared=3.35 %		R-squared (adjusted)=n/a		
Variable	Coefficient	SE (Coeff.)	t-ratio	P-value
Intercept	84 550.000	169 979.406	0.497	0.633
Throat depth	-217.500	674.437	-0.323	0.768

Výsledky multikriteriální analýzy a lineární regrese byly prezentovány v odborné publikaci [11].

Regresní tabulky znázorňují hodnoty ukazatelů R-squared, respectively R-squared (adjusted). Tyto hodnoty vypovídají o významnosti modelu. V posuzovaném případě je nejvýznamnější model pro parametry lisovací síla (89.64 %) a ohraňovací délka (88.92 %).

7 ZÁVĚR

Tato studie se zaměřuje na vymezení podstatných parametrů ohraňovacího lisu. Provedením analýzy podstatnosti a aplikací multikriteriální metody je možné dosáhnout přijatelných výsledků. Pro vyřešení problému proto není nutné znát cenové údaje ohraňovacích lisů. V daném případě byla použita metoda hodnocení variant nominální stupnicí. Ta je založena na aplikaci shody a neshody ve vazbě na posuzované kritérium. Kritéria byla zvolena na základě vyhodnocení celkových nákladů na výrobu ohraňovacího lisu. Pro řešený případ byla zvolena kritéria náklady na vlastní výrobu, náklady na subdodávky a montážní náklady. Z výsledků provedené analýzy podstatnosti je zřejmé, že významnými parametry jsou lisovací síla a ohraňovací délka. Použitím regresní analýzy byla provedena kontrola dosažených výsledků. Výsledky regresní analýzy potvrdily správnost uvedeného postupu, a to vyjádřením hodnoty významnosti regresního modelu – lisovací síla (89.64 %) a ohraňovací délka (88.92 %). V dalších studiích by bylo vhodné navrženou metodiku aplikovat na další typy tvářecích strojů a vytvořit databázi významných parametrů a jejich vliv na cenu stroje.

Použití navrhované metodiky na další tvářecí stroje (v praxi nejvíce používané), je předmětem dalšího zkoumání, přičemž výsledky budou průběžně publikovány v odborných periodikách.

Literatura

- [1] Svaz strojírenské technologie. *Zpráva o stavu oboru obráběcích a tvářecích strojů [online]*. Praha: Svaz strojírenské technologie, 2021, s. 24. [cit. 2021-9-16]. Dostupné z: <https://www.sst.cz/cs/statistika/ceska-republika-rocni>.
- [2] KLEDUS, Robert a Pavel KLIKA. *Teorie oceňování nemovitých věcí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2017. 117 s. ISBN 978-80-214-.
- [3] The International Valuation Standards Council. *Mezinárodní oceňovací standardy 2017*. Jesenice: EKOPRESS, 2018. 237 s. ISBN 978-80-87865-44-6.
- [4] FIALA, Petr. *Modely a metody rozhodování*. Praha: Oeconomica, 2008. 292 s. ISBN 978-80-245-1345-4.
- [5] PLOTNER, O. et al. *Influence of Aircraft Parameters on Aircraft Market Price*. In 61. Deutscher Luft-und Raumfahrtkongress 2012. At Berlin.
- [6] KNOFLÍČEK, Radek. Porovnání multikriteriální bazické metody s ostatními způsoby určování technického stavu strojů a strojních zařízení ve strojírenství – aneb co je správně? *Soudní inženýrství*, 1997, 8, 55–59 s.
- [7] MAKOVEC, Jaroslav. Multikriteriální bodová metoda k určování vstupní ceny zařízení. *Ekonomika a management*, 2003, 5, 66–71 s.
- [8] Krhánek, P., Hájek, H., Jílek, K. and Sýkora, M. Aplikace metodiky hodnocení tvářecích strojů podle jejich číselných parametrů. *Strojírnoství*, 1977, 27, 124-131 s. ISSN 0039-2464.
- [9] SOUKOPOVÁ, Jana. *Vícekritériální metody hodnocení*. Brno: Masarykova univerzita, 2012, s. 30. [cit. 2021-9-16]. Dostupné z:

https://is.muni.cz/el/econ/jaro2012/MPV_TMHV/um/33148301/Studijni_text_metody_vicekriterialniho_rozhodovani.pdf.

- [10] CHEVPAC MACHINERY. NZ Machinery and Equipment, Chevpac Machinery [online]. Copyright © Chevpac [cit. 2020-11-11]. Dostupné z: https://www.chevpac.co.nz/catalogue/page/press-brakes_SMT_S379.
- [11] ŠŮSTEK, Roman. Využití multikriteriální metody při analýze podstatnosti. *Odhadce a oceňování majetku*, 2021, roč. 2021, č. 1-2, 20-26 s. ISSN 1213-8223.

Recenzoval

Ing. et Ing. Bc. Martin Bilík, Ph.D., ÚSI VUT v Brně, odborný asistent, Purkyňova 118/464, 612 00 Brno, +420 541 148 908, Martin.Bilik@vut.cz

POSOUZENÍ VÝVOJE VOZOVÉHO PARKU V ČR S OHLEDEM NA AKTUÁLNĚ PLATNÉ TECHNICKÉ PODMÍNKY

ASSESSMENT OF THE DEVELOPMENT OF THE VEHICLE FLEET IN THE CZECH REPUBLIC WITH REGARD TO THE CURRENTLY VALID TECHNICAL CONDITIONS

Pavel Vrtal¹, Kristýna Řepová², Tomáš Kohout³, Jakub Nováček⁴

Abstrakt

Předmětem této práce je analýza současného stavu vozového parku osobních automobilů s ohledem na vývoj jejich vnějších konstrukčních rozměrů. Byl stanoven obecný předpoklad, že vývoj velikosti jednotlivých modelů vozidel se v průběhu let značně mění, nicméně tato skutečnost není reflektována v aktuálně platných technických dokumentech, které se zabývají zejména projekčními návrhy dopravních staveb. Jedním z klíčových technických předpisů na posuzování dopravních staveb jsou technické podmínky (TP) č. 171 „Vlečné křivky pro ověřování průjezdnosti směrových prvků pozemních komunikací“. Tyto TP obsahují modely vozidel různých velikostních kategorií a definují tak jejich vlečné křivky, resp. šablony, sloužící k ověřování průjezdnosti vozidel, zejména v místech se stísněnými prostorovými nároky. Cílem práce bylo se zaměřit na skladbu vozového parku osobních automobilů v ČR a ověřit, zdali jsou rozměry směrodatného vozidla osobního automobilu, dle TP stále vyhovující, nebo si v současné době žádají tyto podmínky nutnou aktualizaci pro zachování adekvátnosti hodnocení bezpečnosti provozu i prostorových nároků těchto vozidel. Ze zjištěných poznatků je patrné, že se prostorové nároky většiny vozidel zvětšily a aktuálně používané modely jsou již nedostačující.

Abstract

The subject of this thesis is the analysis of the current state of the passenger car fleet with regard to the evolution of their external structural dimensions. The general assumption has been made that the development of the size of individual vehicle models has changed considerably over the years, but this fact is not reflected in the currently valid technical documents, which deal mainly with the design of transport structures. One of the key technical documents for the assessment of traffic structures are Technical Conditions (TC) No. 171 'Swept paths for verifying the passability of directional elements of roads'. These TCs contain models of vehicles of different size categories and thus define their swept paths, or templates, used for verifying the passability of vehicles, especially in locations with tight space requirements. The aim of this work was to focus on the composition of the passenger car fleet in the Czech Republic. To verify whether the dimensions of the passenger car reference vehicle, according to the TC, are still satisfactory or whether these conditions require necessary updating to maintain the adequacy of the traffic safety assessment and the space requirements of these vehicles. The findings show that the space requirements of most vehicles have increased and the models currently in use are no longer sufficient.

Klíčová slova

Osobní automobil, bezpečnost, referenční vozidlo, 85% kvantil, vlečné křivky, Registr motorových vozidel

Keywords

Passenger car; Model; Safety; Reference vehicle; 85% quantile; Swept paths; Registry of motor vehicles

1 ÚVOD

Vývoj vozidel je možné pozorovat neustále, nové trendy, jak v designu, tak např. v lepším aerodynamickém provedení karoserií, vyžadují neustálé úpravy, které v průběhu generací modelů mění jejich tvar i velikost. Obecně známým faktem je, že se rozměry různých generací vozidel stále více zvětšují. Větší komfort, současně i potřeba po neustále větším zavazadlovém prostoru, to všechno se projevuje snahou konstruktérů těmto požadavkům vyhovět. Jediným ze způsobů, jak efektivně plnit tyto požadavky, je optimalizace vnějších parametrů vozidla, a to především délky, šířky, výšky vozidla, a s tím souvisejícího i rozvoru vozidla.

¹ Pavel Vrtal, Ing., ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav soudního znaleství v dopravě, Horská 2040/3, Praha, 128 00, vrtal@fd.cvut.cz

² Kristýna Řepová, Ing., ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav soudního znaleství v dopravě, Horská 2040/3, Praha, 128 00, repovkri@fd.cvut.cz

³ Tomáš Kohout, Ing., ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav soudního znaleství v dopravě, Horská 2040/3, Praha, 128 00, kohout@fd.cvut.cz

⁴ Jakub Nováček, Ing., ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav soudního znaleství v dopravě, Horská 2040/3, Praha, 128 00, jakub.novacek@fd.cvut.cz

V projekční oblasti týkající se zejména řešení dopravy v klidu či v lokalitách vyžadující důkladné ověření průjezdnosti, je nezbytné klást na velikosti vozidel výrazně větší zřetel, jelikož i malé změny mohou rozhodovat o efektivní průjezdnosti a následně tak i ovlivňovat bezpečnost provozu.

Tento příspěvek má za cíl analyzovat skladbu současného stavu vozového parku se zaměřením na kategorii osobních automobilů za účelem ověření, zda došlo od dob vydání technických podmínek zabývajících se vlečnými křivkami motorových vozidel (TP 171, 2004) k významnějšímu vývoji ve smyslu výraznějších změn vnějších geometrických parametrů vozidel. Vozidla definovaná v této dokumentaci jsou určována pomocí směrodatného vozidla, které odpovídá 85% vozidlu dané skupiny, v tomto případě osobnímu automobilu. Směrodatné vozidlo je vypočítáváno na základě údajů o stavu vozového parku, jenž je v době vydání technických podmínek stanoven jako aktuální. Jelikož je platná literatura značně zastaralá je vysoký předpoklad, že se výsledné velikosti karoserií osobních automobilů změnila a jejich geometrické parametry související s průjezdností jsou odlišné od současně používaných návrhových šablon.

Pokud by nadále byly zachovány rozměry modelů, které by žádným způsobem nereflektovaly změny ve vývoji vozového parku, mohlo by docházet k neuváženému návrhu dopravních staveb, jež by s sebou mohly přinášet řadu omezení pro řidiče rozměrnějších vozidel a současně by zvyšovaly nekomfort a riziko nebezpečí při řízení.

2 ROZBOR SOUČASNÉ LITERATURY

Rozbor současné literatury definující danou problematiku je obsažen převážně v technických podmínkách (dále TP) č. 171 „Vlečné křivky pro ověřování průjezdnosti směrových prvků pozemních komunikací“ [1]. TP 171 slouží jako podklad pro dimenzování směrových prvků pozemních komunikací. Dokument obsahuje jednotlivé šablony vlečných křivek vytvořených pro různé kategorie vozidel – od osobních a nákladních, přes přívesové či návěsové soupravy, autobusy až po vozidla pro svoz komunálního odpadu.

Jedním z hlavních pojmů související s daným tématem je „směrodatné vozidlo“. Pojmem směrodatné vozidlo se rozumí takové vozidlo, jehož rozměry nepřesahuje 85 % vozidel příslušné skupiny, respektive 15 % z nich tuto hranici přesahuje. Úkolem směrodatných vozidel je reprezentovat vybranou kategorii motorových vozidel a reflektovat aktuální stav vozového parku spolu s ohledem na jeho vývoj a očekávané složení do budoucna [1].

Volba 85% hranice, nikoliv hodnot maximálních (podle největšího možného vozidla), je odůvodněna snahou o úsporu z důvodu neekonomičnosti případných návrhů díky ojedinělému výskytu vozidel překračujících stanovené hodnoty. Nicméně i ty části pozemních komunikací, jež byly dimenzovány prostřednictvím směrodatných vozidel, umožňují průjezd vozidlům s rozměry maximálními, avšak prostorové rezervy (pohybové vůle), zde nedosahují takových hodnot jako v případě, jedná-li se o vozidlo menší nebo rovno rozměrům vozidla směrodatného. V případě potřeby je potřebná sjízdnost řešena využitím ploch v protisměru či v bočních prostorech [1].

Úkolem směrodatného vozidla při dimenzování vlečných křivek je stanovit plochu, jež je pro určitou skupinu vozidel nezbytná pro průjezd směrovým obloukem. Tato znalost následně umožňuje v projektu zajistit hospodárné využití místa spolu s optimalizací geometrie návrhu, což je kýžený efekt zejména v intravilánu, kde je zpravidla z důvodu nedostatku místa snaha minimalizovat nároky dopravních staveb. [1] Použití naleznou zejména při dimenzování či kontrole průjezdnosti zaoblení nároží křižovatek a dopravních ostrůvků, parkovišť, parkovacích garáží, odpočivek, obratišť, ramp, vjezdů na pozemky či u návrhů autobusových nádraží [1].

Výše zmíněné TP 171 vychází z výsledků německého výzkumného projektu „Grundlagen für die Bemessung von fahrgeometrischen Bewegungsräumen für Nutzfahrzeuge mit mehr als 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht“ („Podklady pro dimenzování dopravního prostoru a odstavných ploch, které vyplývají z geometrie jízdy užitkových vozidel s celkovou hmotností vyšší než 3,5 t“). Projekt byl zadán Spolkovým ministrem dopravy, přičemž trval dva roky a k jeho ukončení došlo v roce 2000 [2] [3].

Pro zjišťování vlečných křivek byly v projektu použity matematické metody na základě stanovení tzv. návrhových (směrodatných) vozidel, jež vycházely ze znalostí parametrů vyráběných vozidel a aktuálního složení vozového parku v Německu. Tento dokument sloužil jako vzor pro realizaci českých TP a většina informací byla z této publikace převzata.

3 ANALÝZA VOZOVÉHO PARKU V ČR A VÝPOČET ROZMĚRŮ SMĚRODATNÉHO VOZIDLA

Metoda práce byla vytvořena dle následujícího schématu:



Obr. 1 Schematické znázornění metody práce

Data, jež byla vybrána jako základ pro posouzení aktuálnosti směrodatného vozidla reprezentujícího osobní automobil na základě stavu současného vozového parku, byla pořízena ze statistických dat Ministerstva dopravy ČR v rámci periodicky vydávaných dokumentů v každé polovině kalendářního roku. Pro tuto práci byl použit soubor dat ze statistiky vydané k první polovině roku 2020 (30.06.2020) Centrálním registrem vozidel.

Centrální registr vozidel (CRV) nebo také Registr silničních vozidel (RSV) představuje státní databázi všech silničních a zvláštních vozidel registrovaných v České republice včetně jejich vlastníků a provozovatelů. Jedná se o informační systém veřejné správy, jehož pracovní náplň neboli evidenci vozidel původně vykonávala Policie ČR prostřednictvím okresních dopravních inspektorátů. Od července roku 2012 je však v plně kompetenci Ministerstva dopravy, které ji vykonává prostřednictvím obecních úřadů obcí s rozšířenou působností. V rámci registru vozidel jsou vykonávány úkony jako změna údajů o vozidle, změna vlastníka vozidla, zápis zatím neregistrovaného vozidla, zápis ojetého vozidla ze státu EU, vyřazení silničního vozidla z provozu, zánik vozidla, ekologická likvidace autovraku nebo vývoz vozidla z ČR do jiného státu, případně jsou zde řešeny ztráty, poškození či krádeže technického průkazu nebo RZ [4] [5] [6].

První fáze zpracovávání dostupných dat spočívala v hledání četnosti jednotlivých výrobců osobních automobilů a jejich příslušných modelů. Na začátku práce byl stanoven předpoklad, a to že pro určení rozměrů směrodatného vozidla reprezentujícího 85% osobní automobil bude použito 25 nejvýznamnějších výrobců osobních automobilů co do počtu registrovaných vozidel, přičemž testovaná množina modelů OA bude představovat 85% složení vozového parku na českých silnicích.

Hranice 25 výrobců by ovšem zanedbávala dva významné výrobce specializující se převážně na produkci sportovně užitkových vozů (Land Rover a Jeep). Bylo rozhodnuto, že v práci bude zpracováno 28 nejčtenějších značek na českém trhu. Dvacátá osmá pozice tohoto výběru patří tovární značce Daewoo byla přidána proto, že v průběhu výroby došlo k odkoupení jihokorejského výrobce Daewoo značkou Chevrolet a současně k přejmenování jednotlivých, byť rozměrově totožných modelů.

Z důvodu, že se značka Chevrolet nacházela v původním výčtu 25 nejčtenějších výrobců automobilů, došlo k rozhodnutí přidat i tohoto výrobce, aby v průběhu zpracování četností jednotlivých modelů mohlo dojít k sloučení společně vyráběných modelů a stanovení jejich celkové četnosti.

Stanovisko analyzování 28 nejčtenějších výrobců mělo současně význam i v pomyslné spodní hranici 15 000 vozidel registrovaných pod příslušnou tovární značkou v CRV, kdy poslední analyzovaná tovární značka (Daewoo) disponovala celkem 16 447 vozidly vedenými v CRV. Rozhodnutí plynulo zároveň i z důvodu, že u značek, u nichž bylo zaznamenáno menší množství registrovaných vozidel, byla menší pravděpodobnost, že by některý z jejich modelů přesáhl pomyslnou spodní hranici četnosti stanovenou 85% hranicí zkoumaného vzorku, konkrétně 85,13 %.

V případě, že by došlo k rozhodnutí zapojit do analýzy současného stavu vozového parku ještě další výrobce, jejichž modely nebyly v rámci této práce zkoumány, číselná hranice výběru 85% vzorku stanovená posledním analyzovaným modelem výběru by s vzrůstajícím počtem celkově identifikovaných modelů stoupla, čímž by pravděpodobně došlo ke snížení počtu analyzovaných modelů oproti množství, s nímž bylo pracováno doposud.

Bylo rozhodnuto, že hodnota, k níž bude 85% vzorek osobních automobilů stanoven, bude korelovat s celkovou sumou identifikovaných osobních automobilů (5 847 293 vozidel). Modely, jež byly na základě své četnosti zařazeny do testovací množiny reprezentující složení 85 % vozového parku. Tab. 1 názorně vyobrazuje výčet všech prověřovaných továrních značek s údaji o celkovém počtu registrovaných vozidel v CRV, počet identifikovaných vozidel, zastoupení osobních automobilů či procentuální zastoupení, které říká, kolik bylo celkově identifikováno vozidel ku celkovému počtu vozidel registrovaných v CRV pod příslušnou tovární značkou. Hodnota celkového počtu osobních automobilů registrovaných pod jednotlivými značkami odpovídá počtu identifikovaných modelů OA. Vozidla, které nebylo možné konkrétně identifikovat z důvodu chybného zápisu dat z CRV byla z celkových statistik vyřazena [7].

Tab. 1 Souhrnná tabulka s výsledky analýzy 28 nejčastějších výrobců OA dle údajů z CRV

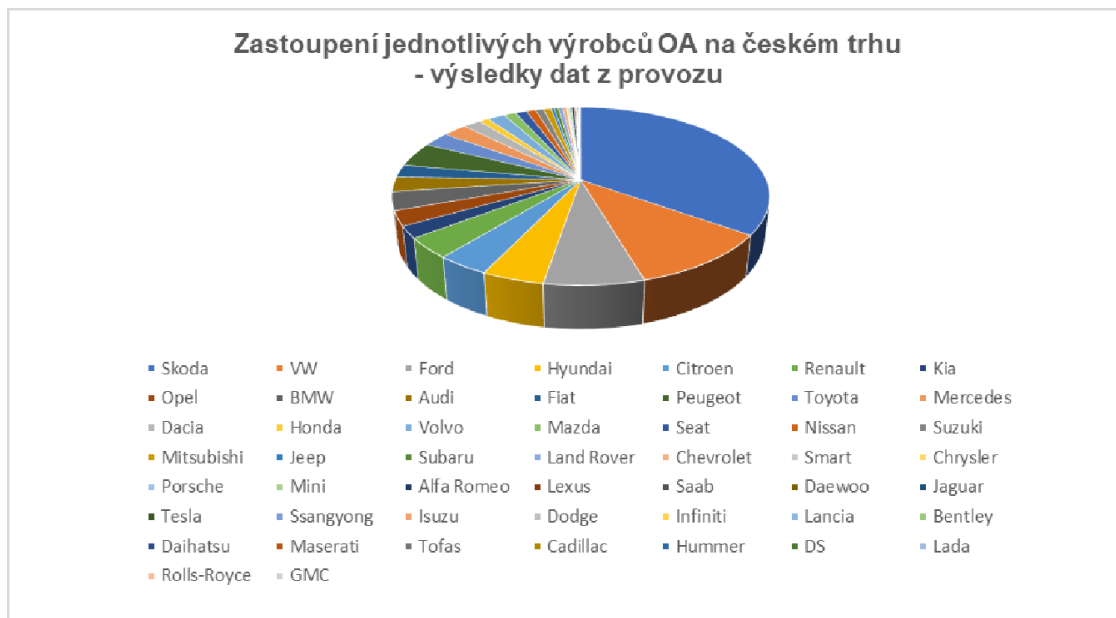
Pořadí	Značka	Celkový počet vozidel v CRV	Identifikováno	Identifikováno – z toho OA	Identifikováno [%]
1.	Škoda	2 089 801	2 085 465	2 056 590	99,79
2.	Volkswagen	669 418	658 461	565 479	98,36
3.	Ford	503 720	500 288	405 649	99,32
4.	Peugeot	364 880	363 000	313 893	99,48
5.	Renault	363 954	360 889	309 436	99,16
6.	Citroën	253 675	252 430	223 409	99,51
7.	Opel	235 616	234 435	221 879	99,50
8.	Hyundai	229 863	228 607	224 405	99,45
9.	Fiat	206 292	204 909	151 415	99,33
10.	Mercedes-Benz	188 643	174 717	105 795	92,62
11.	BMW	175 758	174 260	148 249	99,15
12.	Honda	154 417	153 886	58 836	99,66
13.	Toyota	143 468	142 353	138 125	99,22
14.	Audi	133 320	129 041	129 041	96,79
15.	Suzuki	127 521	126 984	77 587	99,58
16.	Kia	116 027	115 898	114 352	99,89
17.	Dacia	108 598	108 510	108 510	99,92
18.	Seat	98 389	98 342	98 342	99,95
19.	Nissan	79 868	77 752	75 001	97,35
20.	Mazda	79 641	79 077	77 740	99,29
21.	Volvo	78 463	76 631	62 466	97,67
22.	Mitsubishi	52 338	52 189	50 777	99,72
23.	Chevrolet	30 785	30 613	30 435	99,44
24.	Subaru	26 239	24 831	24 595	94,63
25.	Alfa Romeo	21 810	21 632	21 632	99,18
26.	Land Rover	19 565	19 411	19 411	99,21
27.	Jeep	18 220	17 856	17 856	98,00
28.	Daewoo	16 447	16 426	16 388	99,87
Σ		6 586 736	6 529 877	5 847 293	

Pro ověření výsledků vyplývajících ze zpracování dat z CRV bylo provedeno porovnání výstupů s daty získanými z dopravních průzkumů. Výhodou těchto dat je, že na rozdíl od dat z CRV mají vypovídající schopnost o tom, jaká vozidla jsou skutečně v provozu a jaká jsou pouze registrována, ale standardně nejsou využívána ke každodennímu provozu. Nevýhodou zpracování těchto dat spočívá v jejich závislosti na místě, kde byly dané dopravní průzkumy provedeny. Složení vozového parku v hlavním městě je odlišné oproti jiným, menším městům v ČR. S ohledem na to, že se nepředpokládá, že by některá vozidla mohla být zachycena během těchto průzkumů současně na vícero měřených lokalitách, bylo rozhodnuto, že data budou spárována a vyhodnocena skupinově, aby výsledné hodnoty co nejlépe vykreslily skutečný obraz stavu vozového parku v českém prostředí. Grafické znázornění podílu jednotlivých modelů OA v provozu je znázorněno v Grafu 1.



Graf 1 Nejoblíbenější modely OA na českém trhu – výsledky dat z provozu

Z výsledků četnosti jednotlivých výrobců získaných z dopravních průzkumů, jež udává Graf 2, lze konstatovat, že ve valné většině došlo ke shodě těchto výstupů s výsledky získanými analýzou CRV. Ačkoliv se pořadí jednotlivých značek může drobně lišit, výsledky vykazují, že v 26 z 28 případů došlo k souhlasnému výběru nejčtenějších výrobců v českém prostředí. Pouze výrobci na 27. a 28. místě – Smart a Chrysler nebyli do výběru zařazeni. To se sice může projevit nižším procentuálním zastoupením vybraného 85% vzorku modelů ve výsledných hodnotách dat z provozu, nicméně předpoklad nalezení 85 % nejčtenějších modelů byl tímto výstupem naplněn.



Graf 2 Zastoupení jednotlivých výrobců OA na českém trhu – výsledky dat z provozu

Porovnání a vyhodnocení výstupů získaných zpracováním průřezového vzorku osobních automobilů z dopravních průzkumů s výstupy plynoucími z CRV dokázalo, že některé modely z původního 85% vzorku nebyly v provozu vůbec zachyceny (Škoda 100/110/110 R; Škoda 1000/ 1100 MB/ MBX, Fiat 125/ 125p). Došlo k rozhodnutí zpřesnit tento vzorek nahrazením těchto modelů modely novými, jež byly v původním výčtu 85 % nejčtenějších modelů ze zpracování CRV těsně pod hranici akceptovatelnosti. Celkem tak byly 3 zcela neevidované modely (Tab. 2) v celkovém zastoupení 1,29 % nahrazeny 9 modely o celkovém podílu 1,27 % tak, aby bylo dosaženo co nejpodobnějšího podílu zkoumané množiny. Výčet nově zařazených modelů udává Tab. 3.

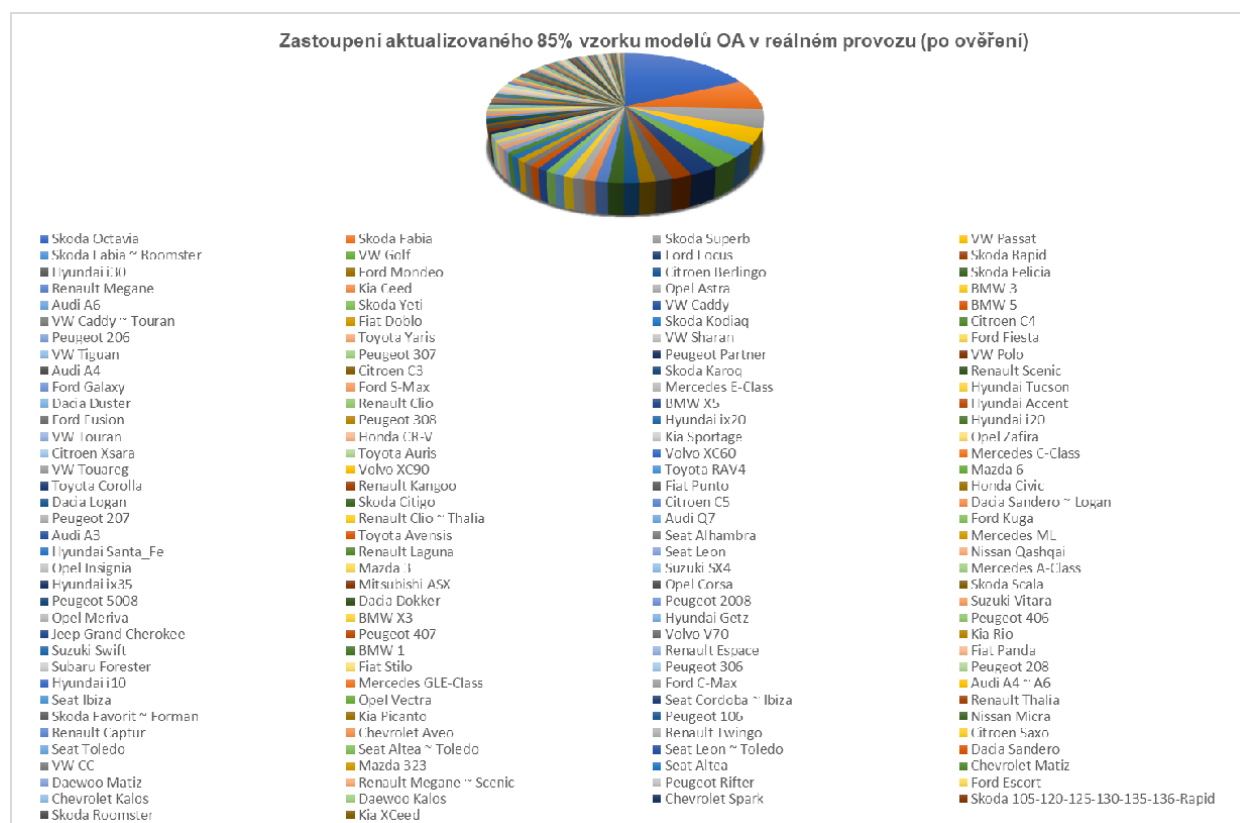
Tab. 2 Modely vyřazené z původního vzorku stanoveného na základě zpracování dat z CRV

Výrobce	Model	Počet	%	Σ %
ŠKODA	100/110/110 R	48 565	0,83 %	0,83 %
ŠKODA	1000/1100 MB/MBX	17 696	0,30 %	1,13 %
FIAT	125/125p	8 958	0,15 %	1,29 %

Tab. 3 Nově zasazené modely do původního vzorku stanoveného na základě zpracování dat z CRV

Výrobce	Model	Počet	%	Σ %
KIA	Picanto	8 531	0,15 %	0,15 %
Peugeot	208	8 447	0,14 %	0,29 %
BMW	řada 1	8 422	0,14 %	0,43 %
Volvo	V70	8 345	0,14 %	0,58 %
Renault	Captur	8 312	0,14 %	0,72 %
Audi	Q7	8 169	0,14 %	0,86 %
Opel	Insignia	8 124	0,14 %	1,00 %
SEAT	Altea	7 866	0,13 %	1,13 %
Mazda	323/Protegé	7 832	0,13 %	1,27 %

Podíl aktualizovaného vzorku 85 % nejčtetnějších modelů v reálném provozu ukazuje Graf 3:



Graf 3 Zastoupení aktualizovaného 85% vzorku modelů OA v reálném provozu (po ověření)

Pro výpočet směrodatného vozidla bylo nejprve nezbytné určit parametry, jež směrodatné vozidlo definují. Pro každý model a zároveň jeho typy karoserií příslušných generací musely být určeny vnější rozměry vozidla, a to jmenovitě délka, šířka, výška a rozvor v jednotkách mm. Přední a zadní převis a vnější obrysový poloměr zatažení nebyly z důvodu složitosti získání dat zkoumány. Údaje byly získány na základě porovnání hodnot z třech webových zdrojů [8] [9] [10], přičemž byla zapsána ta hodnota, u níž byla prokázána nejvyšší shoda napříč vybranými zdroji. Důvodem pro to byla skutečnost, že při vyhledávání jednotlivých parametrů vozidel bylo možné narazit na menší odchylky mezi jejich hodnotami.

K úloze stanovení směrodatného vozidla lze přistoupit hned několika způsoby. Zcela nejpřesnější metoda dosažení kýžených rozměrů spočívá ve stanovení četnosti jednotlivých rozměrů karoserií vybraných modelů v závislosti na generaci, v níž jsou nebo byly zkoumané modely vyráběny. Hlavním problémem pro aplikaci tohoto postupu byla komplexní neznalost roku výroby jednotlivých registrovaných vozidel. Tuto informaci však nelze dohledat u záznamů v rámci zkoumaných souhrnných statistik, kde by tato informace měla jednu z nejvýznamnějších rolí. Zmíněné údaje neposkytuje ani Svaz dovozců automobilů (SDA), jejichž statistiky vycházejí z dat CRV. Přesné údaje o roku výroby jednotlivých vozidel jsou k dispozici pouze u nově registrovaných vozidel. Zároveň registr často neudává ani informaci o typu karoserie daného vozidla. U některých vozidel, u nichž je uvedena část VIN kódu, toto lze určit, ovšem takovéto údaje netvoří ani polovinu záznamů. Obecně lze konstatovat, že aplikace tohoto postupu není pro zpracování datových souborů z veřejně dostupné databáze CRV vhodná.

Další možnou variantou je stanovení směrodatného vozidla zcela bez vlivu četnosti jednotlivých rozměrů. Tato metoda má za následek ztrátu jednak váhy dílčích rozměrů, ale i obrazu o skutečném stavu, v jakém se zkoumané rozměry jednotlivých modelů v provozu vyskytují. Znamená to, že příslušné rozměry uvedené k dílčím modelům jsou ve výpočtu zohledněny pouze jednou, popř. tolikrát, kolikrát se v rámci uvedených rozměrů napříč všemi zkoumanými modely vyskytují.

Částečným kompromisem mezi těmito dvěma metodami se zdá být třetí postup, který spočívá v rozdělení celkové četnosti jednotlivých modelů mezi příslušné generace a karoserie, a to buď za pomoci aritmetického průměru nebo rozdělením dle poměru.

Jelikož z CRV nelze zcela přesně určit četnosti jednotlivých generací a karoserií modelů, bylo pro alespoň částečné umožnění popisu vlivu četnosti při výpočtu, rozhodnuto pro rozdělení četnosti jednotlivých modelů podle toho, v jakém období byl příslušný typ karoserie či generace modelu vyráběna s ohledem na celkovou dobu výroby modelu. Na základě tohoto předpokladu byl sestrojen obecně formulovaný vzorec:

$$x = (y \cdot z) / w \quad (1)$$

x - výsledná četnost karoserie dané generace

y - celková četnost daného modelu

z - období výroby karoserie dané generace [rok]

w - celkové období výroby daného modelu [rok]

Pro zachycení rozdílů, jež předešlé dvě metody přinášejí, bylo rozhodnuto, že pro stanovení rozměrů nového směrodatného vozidla budou provedeny výpočty dva, kdy první proběhne na souboru dat, který nezohledňuje četnost dílčích rozměrů modelů osobních automobilů a druhý, jenž disponuje četnostmi přiřazenými k jednotlivým rozměrům za využití poměru zohledňujícího délku výroby příslušných karoserií a generací a celkovou dobu výroby modelu.

S přihlédnutím ke skutečnosti, že stáří vozového parku osobních automobilů v České republice se pohybuje okolo 15 let (dle SDA 15,11 let) [8], bylo rozhodnuto, že dílčí výpočet směrodatného vozidla bude proveden na výčtu dat se zohledněním této skutečnosti. Tudíž u modelů, u nichž výroba probíhala, resp. probíhá po delší časové období překračující hranici stáří 15 let k roku 2020, došlo k eliminaci generací modelů, jež tuto podmínku nespĺňují. Modely, jejichž výroba byla ukončena ještě před kritickou hranicí 15 let (před rokem 2005), nebudou do výpočtu 85% kvantilu rozměrů směrodatného vozidla v tomto případě vůbec zařazeny, ačkoliv se toto rozhodnutí plně neslučuje s tím, že byly v rámci ověření vybraného vzorku modelů OA v reálném provozu zachyceny. Toto rozhodnutí plyne z výhledu do budoucna, kdy se očekává, že tyto modely budou postupem času z provozu zcela vyřazeny. Důsledkem eliminace starších modelů či vybraných generací je skutečnost, že tento výpočet 85% kvantilu neproběhne na 85,08% vzorku OA (procento stanoveno ku celkovému počtu vyfiltrovaných OA z CRV) jako při práci se základním souborem dat, ale na 76,75% vzorku, jelikož touto podmínkou dojde k redukci 10 modelů oproti 126 původním.

Na základě výpočtu 85% kvantilu byly zjištěny jednotlivé hodnoty uvedené v Tab. 4 a 5:

Tab. 4 Výsledky empirických studií pro skupinu vozidel OA získaných na základě zpracování základního datového souboru tvořeného validovanými daty

Osobní automobily	Validovaná data			
	Délka [mm]	Šířka [mm]	Výška [mm]	Rozvor [mm]
Počet	126 modelů osobních automobilů (25 výrobců)			
Průměrná hodnota	4 320	1 744	1 500	2 612
Maximální hodnota	5 089	2 022	2 086	3 081
Minimální hodnota	3 380	1 440	1 310	2 159
85% kvantil bez vlivu četnosti	4 731	1 832	1 652	2 788
85% kvantil s četností	4 659	1 820	1 645	2 728

Tab. 5 Výsledky empirických studií pro skupinu vozidel OA získaných na základě zpracování redukovaného souboru dat, na něž bylo aplikováno průměrné stáří vozidel

Osobní automobily	Data zohledňující průměrné stáří OA (modely vyráběné od roku 2005 a dále)			
	Délka [mm]	Šířka [mm]	Výška [mm]	Rozvor [mm]
Počet	116 modelů osobních automobilů (25 výrobců)			
Průměrná hodnota	4 423	1 790	1 539	2 673
Maximální hodnota	5 089	2 022	2 086	3 081
Minimální hodnota	3 495	1 495	1 384	2 300
85% kvantil bez vlivu četnosti	4 803	1 855	1 685	2 834
85% kvantil s četností	4 745	1 840	1 646	2 770

Na první pohled je patrné, že pokud je do výpočtu 85% kvantilu dílčích rozměrů zohledněn vliv četnosti jednotlivých modelů, výsledky 85% kvantilu vycházejí nižší než v případě, pokud četnost zohledněna není. To platí u obou zpracovávaných dat. Rovněž minimální hodnoty dílčích rozměrů jsou ve všech případech nižší, dojde-li

k eliminaci modelů vyráběných před rokem 2005 či částečné redukci generací u modelů, jejichž výroba probíhala i před touto uměle stanovenou hranicí.

Pro stanovení rozměrů směrodatného vozidla reprezentujícího OA dle výchozí metodiky (Grundlagen für die Bemessung von Fahrgeometrischen Bewegungsräumen für Nutzfahrzeuge mit mehr als 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht) bylo nutné použít následující vzorec, do kterého byly dosazeny vypočítané hodnoty 85% kvantilů dílčích rozměrů a hodnoty vnějších rozměrů u všech zpracovávaných modelů. Tento vzorec stanovuje celkovou odchylku vypočítanou přes sumu dílčích odchylek vnějších rozměrů od hodnot odpovídajících 85% kvantilu [3].

Je důležité upozornit, že rozměry směrodatného vozidla neodpovídají vypočteným hodnotám 85% kvantilů dílčích rozměrů, nýbrž jsou stanoveny na základě určení minimální hodnoty odchylky Amin. Rozměry vozidla, u něhož vyšla tato odchylka nejmenší, jsou použity jako nové rozměry směrodatného vozidla reprezentujícího osobní automobile [3].

$$A_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=1} abs \left(1 - \frac{L_{ij}}{L_{i 85 \%}} \right) \quad (2)$$

n - počet dílčích délek

L_{ij} - dílčí délka i vozidla j

$L_{i 85 \%}$ - 85% kvantil dílčí délky i [5]

Za veličinu “n” byla dosazena hodnota 4 odpovídající čtyřem zkoumaným rozměrům, a to délce, šířce, výšce a rozvoru. Výsledky nových rozměrů směrodatného vozidla lze spatřit v Tab. 6 a 7. Rozměry směrodatného vozidla v případě zpracování dat odpovídají modelu Renault Grand Scénic vyráběnému od roku 2016 do současnosti. Z výsledků zpracování validovaných dat se zohledněním faktoru četnosti dílčích rozměrů byla nalezena nejmenší odchylka u modelu Citroën Grand C4 Picasso vyráběného v období mezi roky 2007 a 2013, viz Tab. 6.

Tab. 6 Výsledky nově stanovených rozměrů směrodatného vozidla v případě zpracování validovaných dat

Směrodatné vozidlo	Validovaná data		Validovaná data s četností	
	[mm]	[m]	[mm]	[m]
Délka	4 641	4,64	4 590	4,59
Šířka	1 844	1,84	1 830	1,83
Výška	1 646	1,65	1 660	1,66
Rozvor	2 840	2,84	2 728	2,73
Model	Renault Grand Scénic (2016- současnost)		Citroën Grand C4 Picasso (2007-2013)	

V případě zpracování dat z redukovaného souboru zohledňujícího průměrné stáří OA (max. 15 let), bylo zjištěno, že nové směrodatné vozidlo by mohlo odpovídat rozměrům modelu Ford S-Max, vyráběného v období mezi roky 2010 a 2015. Budeme-li na stejná data aplikovat vliv četnosti jednotlivých rozměrů, bude směrodatné vozidlo kopírovat rozměry modelu Renault Grand Scénic tentokrát ovšem z let 2012-2016, viz Tab. 7.

Tab. 7 Výsledky nově stanovených rozměrů směrodatného vozidla v případě zpracování dat zohledňujících průměrné stáří OA

Směrodatné vozidlo	Data zohledňující průměrné stáří OA		Data zohledňující průměrné stáří OA s četností	
	[mm]	[m]	[mm]	[m]
Délka	4 772	4,77	4 573	4,57
Šířka	1 884	1,88	1 845	1,85
Výška	1 658	1,66	1 645	1,65
Rozvor	2 850	2,85	2 770	2,77
Model	Ford S-Max (2010-2015)		Renault Grand Scénic (2012-2016)	

Výsledné hodnoty 85% kvantilů, nově stanovených rozměrů směrodatného vozidla, ale i stávající hodnoty aktuálně platného směrodatného vozidla uvedeného v TP 171 jsou k dispozici v následující Tabulce 7, jež vyhodnocuje skutečné změny k nimž by v návaznosti na nově získané hodnoty určující vnější rozměry směrodatného vozidla mělo v porovnání s hodnotami v TP 171 dojít.

Tab. 7 Vyhodnocení výsledných změn dílčích parametrů, k nimž by mělo aktualizací směrodatného OA dojít

Typ dat	Rozměr	85% kvantil [m]	Nové rozměry směrodat. vozidla [m]	Rozměry směrodat. vozidla v TP 171 [m]	Změna [m]	Změna [cm]	Skutečná změna [cm]
Validovaná data	délka	4,731	4,634	4,740	0,106	10,6	-10,6
	šířka	1,832	1,866	1,760	-0,106	-10,6	10,6
	výška	1,652	1,653	1,510	-0,143	-14,3	14,3
	rozvor	2,788	2,804	2,700	-0,104	-10,4	10,4
Validovaná data s četností	délka	4,659	4,590	4,740	0,150	15,0	-15,0
	šířka	1,820	1,830	1,760	-0,070	-7,0	7,0
	výška	1,645	1,660	1,510	-0,150	-15,0	15,0
	rozvor	2,728	2,728	2,700	-0,028	-2,8	2,8
Data zohled. Prům. stáří OA	délka	4,803	4,772	4,740	-0,032	-3,2	3,2
	šířka	1,855	1,884	1,760	-0,124	-12,4	12,4
	výška	1,685	1,658	1,510	-0,148	-14,8	14,8
	rozvor	2,834	2,850	2,700	-0,150	-15,0	15,0
Data zohled. prům. stáří OA s četností	délka	4,745	4,573	4,740	0,167	16,7	-16,7
	šířka	1,840	1,845	1,760	-0,085	-8,5	8,5
	výška	1,646	1,645	1,510	-0,135	-13,5	13,5
	rozvor	2,770	2,770	2,700	-0,070	-7,0	7,0

Výsledné hodnoty změn jsou patrné v posledním sloupci. Přírůstek dílčích délek je označen červeně, úbytek zeleně. Ačkoliv jsou rozměry směrodatného vozidla v TP 171 uvedeny v jednotkách metrů, pro lepší představu jsou zde změny hodnot uvedeny i v jednotkách centimetrů.

Z výsledků plyne, že ačkoliv je v technických podmínkách uvedeno, že směrodatné vozidlo je stanoveno na základě výpočtu 85% kvantilu ve smyslu četnosti výskytu, není nezbytně nutné znát přesnou četnost dílčích délek odpovídající jednotlivým modelům, a i přesto lze relativně přesně určit výsledné rozměry a změny, ke kterým aktualizací dojde, neboť rozměry směrodatného vozidla jsou udávány v jednotkách metrů s přesností na dvě desetinná místa.

Podíváme-li se na získané změny geometrických parametrů vozidla s těmi aktuálně platnými, viz Tab. 7, mělo by ve třech ze čtyřech případů dojít k jeho zmenšení. Toto zmenšení se ve všech případech projevilo shodně v desítkách centimetrů.

Nejvyšších hodnot bylo dosaženo na základě výpočtu zohledňujícího četnost jednotlivých rozměrů délky. Výsledek 15,0 cm při výpočtu na validovaných s četností a hodnota 16,7 cm zaznamenána při použití dat pro stáří vozu do 15 let s četností jednotlivých modelů. Pouze jeden z výsledků ukazuje na potřebu zvětšení tohoto rozměru, a to o hodnotu 3,2 cm, přičemž tento výsledek byl vypočten z dat zohledňující průměrné stáří OA bez ohledu na četnost dílčích rozměrů. Zdá se tedy, že hodnota délky směrodatného vozidla v TP 171 z roku 2004 z hlediska bezpečnosti dosud vyhovuje.

Ve zbytku případů týkajících se nově stanovených rozměrů šířky, výšky a rozvoru ovšem toto neplatí a je žádoucí zhodnotit nutné změny hodnot těchto rozměrů. Nové hodnoty šířky vyšly jednoznačně ve všech čtyřech případech jako nevyhovující. Z výsledků plyne, že aktuálně platná šíře směrodatného vozidla by měla být zvětšena minimálně o 7 cm (dle výsledků dat ověřených reálným měřením s přihlédnutím na četnost jednotlivých rozměrů), případně až o 10,6 cm, bude-li uvažováno průměrné stáří vozidel ovšem bez vlivu četnosti.

Aktualizované hodnoty výšky vykazují nejmarkantnějších změn. Zde bylo ve všech čtyřech případech prokázáno, ať již se jednalo o výpočet zohledňující četnost rozměrů či nikoliv, zvětšení osobních automobilů co do výšky v desítkách centimetrů. Výsledky se téměř shodují. Jednotlivé hodnoty nárůstu 14,3, 15,0, 14,8 a 13,5 cm prokazatelně vypovídají o nutnosti provedení aktualizace výpočtu hodnot směrodatného vozidla v TP 171.

Hodnoty rozvoru rovněž ukazují na rostoucí trend. Ačkoliv v případě délky bylo třemi výpočty prokázáno zmenšení, rozvor se ukázal ve všech případech jako rozměr rostoucí. Vyšší hodnoty změn vykazují výpočty nezohledňující četnost jednotlivých rozměrů. Přírůstek 10,4 cm byl zaznamenán u výpočtu provedeném na výchozím souboru ověřeném daty z provozu. Nárůst 15 cm je pak patrný z výpočtu, je-li zohledněno průměrné stáří vozidel 15 let nepřekračující období výroby rok 2005. Výstupy, kde do výpočtu výsledného rozměru vstupuje i četnost představují rozdíl 2,8 a 7,0 cm.

Nově stanovené rozměry směrodatného vozidla, za podmínky byla-li uvažována četnost dílčích hodnot, shodně přinesly větší zmenšení délky než v případě, kdy uvažována nebyla. Naopak k mnohem větší změně šířky došlo na datech, kde byla četnost z výpočtu vynechána. Jediným parametrem, u něhož došlo k téměř souhlasnému zvětšení, byla výška, kde lze konstatovat, že se ve všech případech zvětšila téměř stejnou měrou. Výsledná změna rozvoru se opět více projevila v případě výpočtu, kde nebyla brána v úvahu četnost.

Rozdíly mezi použitím vstupních dat s uvažovaným stářím vozového parku i bez něj (v obou případech bez vlivu četnosti), nebyly ve většině případů vyzorovány nikterak významné odchylky mezi výslednými změnami. Pouze u jediného parametru, a to délky, byl upozorován výraznější rozdíl mezi výstupy (13,8 cm), jež je důvodem k rozporu, zdali by na základě těchto výpočtů mělo dojít k zmenšení či zvětšení nově stanovených rozměrů délky směrodatného vozidla.

Trend zvětšování osobních automobilů lze potvrdit analýzou minimálních hodnot dílčích rozměrů, jež vyšly v případě eliminace modelů a generací, vyráběných před rokem 2005, ve všech případech vyšší. Současně je možné pozorovat, je-li do výpočtu 85% kvantilu dílčích rozměrů zohledněn vliv četnosti jednotlivých hodnot. Výsledky vycházejí nižší než v případě, kdy četnost zohledněna není.

4 ZÁVĚR

Vzhledem k dostupným údajům o aktuálním stavu vozového parku, respektive k možnostem získání těchto dat, je velice obtížné určit přesné množství osobních automobilů, jež jsou skutečně v provozu. Pro analýzu současného stavu vozového parku byl vybrán zdroj poskytující nejobsáhlejší databázi vozidel (Centrální registr vozidel), ovšem výhoda velkého množství dat jde zde na úkor kvality zápisu dílčích údajů sloužících k identifikaci jednotlivých vozidel.

Kvalitu výsledku jednoznačně určuje množství zpracovávaných dat. Čím větší počet výrobců osobních automobilů, modelů a generací bude zohledněn, tím kvalitnějšího výsledku lze dosáhnout. Pro cíl této práce, bylo analyzováno 28 nejčetnějších výrobců osobních automobilů co do počtu vozidel registrovaných v CRV s cílem zachycení složení 85 % vozového parku na českých silnicích.

Na základě prověření všech modelů vyráběných v průběhu let těmito výrobci, byla vytvořena databáze, jež dává k dispozici náhled na celkové zastoupení jednotlivých modelů v českém prostředí. Z celkového výčtu 709 modelů bylo vybráno takové množství modelů, jež bude tvořit 85 % všech identifikovaných modelů OA.

Porovnáme-li výstupy nově stanovených rozměrů směrodatného vozidla, za podmínky byla-li uvažována četnost dílčích hodnot, shodně přinesly větší zmenšení délky než v případě, kdy četnost uvažována nebyla. Naopak k mnohem větší změně šířky došlo na datech, kde byla četnost z výpočtu vynechána. Jediným parametrem, u něhož došlo k téměř souhlasnému zvětšení, byla výška, kde lze konstatovat, že se ve všech případech zvětšila téměř stejnou měrou. Výsledná změna rozvoru se opět více projevila v případě výpočtu, kde nebyla brána v úvahu četnost.

V návaznosti na výše uvedené výsledky nově stanovených rozměrů modelu osobního automobilu by bylo vhodné tuto problematiku více studovat a uvážit zavedení intervalu, s kterým by byla aktualizace parametrů definujících směrodatné vozidlo pravidelně prováděna. Co se bezpečnosti týče, výsledný model osobního automobilu, se projevuje např. ve velikosti parkovacích stání či zásadním vlivem ovlivňuje návrhy podzemních garáží a jejich ramp. Pokud by nedošlo k přihlídnutí k nově získaným výsledkům změn vnějších parametrů osobního vozidla, mohlo by to znamenat vytvoření série dopravních staveb, jež by disponovaly negativními dopady na řidiče rozměrnějších vozidel.

A ačkoliv je uvedeno, že i ty části pozemních komunikací, jež byly dimenzovány prostřednictvím směrodatných vozidel, umožňují průjezd vozidlům s rozměry maximálními, je zde předpoklad pro to, že by případná prostorová rezerva nemusela dosahovat takových hodnot, či dokonce by mohla být zcela vyčerpána. Nereflektování změn ve vývoji osobních automobilů by současně mohlo přispět k sníženému komfortu pro řidiče během jízdy a k zvětšenému podílu rizika při řízení.

Tato práce bylo podpořena v rámci Studentské grantové soutěže ČVUT, grant č. SGS21/137/OHK2/2T/16, č. SGS21/138/OHK2/2T/16, č. SGS20/199/OHK2/3T/16.

Literatura

- [1] TP 171 - Vlečné křivky pro ověřování průjezdnosti směrových prvků pozemních komunikací: schváleno Ministerstvem dopravy, Odborem pozemních komunikací pod. č.j.:MD-OPK čj. 582/04-120-RS/1 ze dne 22. prosince 2004 s účinností od 1. ledna 2005. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2004. ISBN 80-86502-14-7.
- [2] SCHNÜLL, Robert. *Bemessungsfahrzeuge und Schleppkurven zur Überprüfung der Befahrbarkeit von Verkehrsflächen*. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., 2001. FGSV-Nr. 287. ISBN 978-3-86446-285-6.
- [3] SCHNÜLL, Robert, Stephan HOFFMANN, Matthias KÖLLE a Frank ENGELMANN. *Grundlagen für die Bemessung von fahrgeometrischen Bewegungsräumen für Nutzfahrzeuge mit mehr als 3,5 t zulässigem*

- Gesamtgewicht. Bonn: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, 2001, 156 s. Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, 827. ISBN 3-934458-59-9. ISSN 0344-0788.
- [4] Zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb. In: *Sbírka zákonů*. 2001. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-56#cast2>
- [5] Registr vozidel. *Cebia* [online]. c2021, 09.02.2021 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://www.cebia.cz/pruvodce/registr-vozidel-103>
- [6] Registr vozidel. *Ministerstvo dopravy ČR* [online]. c2021 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Zivotni-situace/Registr-vozidel>
- [7] Stav vozového parku. *Svaz dovozců automobilů* [online]. 23.07.2020 [cit. 2021-2-16]. Dostupné z: <http://portal.sda-cia.cz/stat.php?v#rok=2020&mesic=6&kat=stav&vyb=&ur=&obd=m&jine=false&lang=CZ&str=vpp>
- [8] Cars-Data.com: All technical specs in one car database [online]. c2009-2021 [cit. 2021-3-26]. Dostupné z: <https://www.cars-data.com/en>
- [9] BONDE, Jonas. Car.info [online]. Sweden, c2014-2021 [cit. 2021-3-26]. Dostupné z: <https://www.car.info>
- [10] Auto-Data.net: Wiki Automotive Catalog [online]. c2010-2021 [cit. 2021-3-26]. Dostupné z: <https://www.auto-data.net/en/>

Recenzoval

Ing. Michal Belák, Ph.D., Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, odborný asistent, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, +420 541 148 913, michal.belak@vut.cz

ŠPECIFIKÁCIE MÄKKEJ FIGURÍNY CHODCA PRI SIMULÁCIÁCH DOPRAVNÝCH NEHÔD

PEDESTRIAN SOFT TARGET SPECIFICATIONS FOR TRAFFIC ACCIDENT SIMULATIONS

Tomáš Zavodjančík¹, Juraj Janura², Peter Vertal³

Abstrakt

Rýchly vývoj automatizovaných technológií so sebou prináša aj množstvo problémov a rizík. Medzi najčastejšie a najnáročnejšie patria technológie aktívnej bezpečnosti. Vzhľadom na množstvo týchto systémov v automobiloch je dôležité ich správne fungovanie a nastavenie. Úlohou aktívnej bezpečnosti je zabránenie prípadne eliminácia následkov dopravnej nehody. V tomto článku poukážeme na štatistiku dopravných nehôd s chodcami v SR. Spracujeme rešerš testovacích systémov a zariadení pre simuláciu dopravných nehôd s chodcami. Práve testovanie a simulácie dopravných nehôd s chodcami je potrebné čo najlepšie nastaviť, keďže ľudské správanie je ťažko predvídateľné až nepredvídateľné. Z toho dôvodu sú definované rôzne spôsoby, kritéria a normy, ktoré je potrebné dodržiavať pri optimálnej simulácii dopravnej nehody. Tieto požiadavky sa týkajú ako samotných testov, tak aj použitých figurín. Cena technológií aktívnej bezpečnosti a samotných vozidiel používaných na testovanie takýchto dopravných nehôd je vysoká, preto sa na elimináciu škôd používajú mäkké ciele. Práve týmto mäkkým cieľom/figurínam sa budeme detailnejšie venovať v tomto článku.

Abstract

The rapid development of automated technologies also brings a number of problems and risks with it. Active safety technologies are among the most common and demanding. Due to the number of these systems in cars, it is important that they work correctly and they are set up properly. The task of active safety is to prevent or eliminate the consequences of a traffic accident. In this article we will point out the statistics of pedestrian accidents in Slovakia. We will process a search of test systems and equipment for the simulation of pedestrian accidents. It is the testing and simulations of pedestrian accidents that need to be set up as well as possible, as human behavior is difficult to predict or unpredictable. For this reason, various methods, criteria and standards are defined that must be followed in the optimal simulation of an accident. These requirements apply to both the tests themselves and the manikins used. The cost of active safety technologies and the vehicles themselves used to test such accidents is high, so soft targets are used to eliminate damage. It is these soft targets / manikins that we will address in more detail in this article.

Kľúčová slova

Automatizácia; figurína chodca; test; dopravná nehoda; aktívna bezpečnosť.

Keywords

Autonomous; pedestrian target; test; traffic accident; active safety.

1 DOPRAVNÁ NEHODA

Dopravnú nehodu je možné definovať ako udalosť cestnej premávky, ktorá sa stane v priamej súvislosti s premávkou vozidla. V tomto prípade musia byť splnené následovné podmienky:

- zranená alebo usmrtená osoba,
- poškodená cestná komunikácia alebo všeobecne prospešné zariadenie,
- dôjde k úniku nebezpečných látok,
- vznikne škoda, ktorá prevyšuje sumu 3 990 €.

Všetky informácie ohľadom dopravných nehôd zaznamenáva a eviduje Policajný zbor Slovenskej republiky pri obhliadkach miest dopravných nehôd. Základným merateľným ukazovateľom dopravnej nehodovosti je počet dopravných nehôd.

V rámci dopravných nehôd sú najzraniteľnejšími účastníkmi chodci a cyklisti. Vzhľadom na to, že sú chodci hlavnými účastníkmi dopravného systému v mestách a stávajú sa najbezbrannejšími účastníkmi cestnej premávky z

¹ Tomáš Zavodjančík, Ing., Žilinská Univerzita, Ústav súdneho inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, Ulica 1. mája 32, 010 01, Žilina, t.zavodjancik@gmail.com

² Juraj Janura, Ing., Žilinská Univerzita, Ústav súdneho inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, Ulica 1. mája 32, 010 01, Žilina, juraj.janura@gmail.com

³ Peter Vertal, Ing., PhD. Žilinská Univerzita, Ústav súdneho inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, Ulica 1. mája 32, 010 01, Žilina, peter.vertal@usi.sk

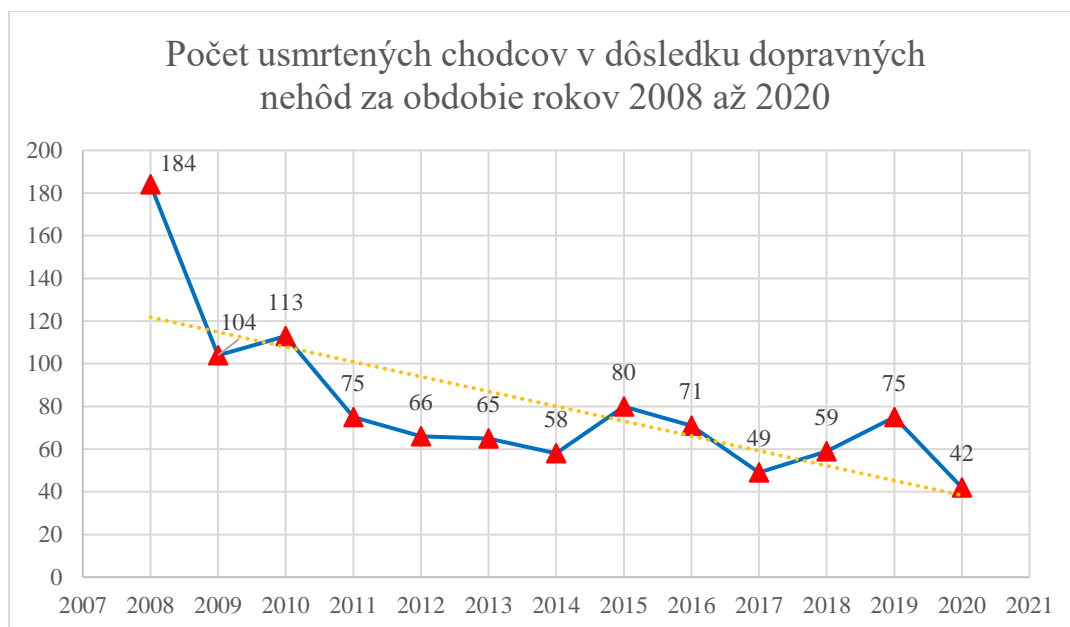
dôvodu nedostatku ochranných opatrení sú zraniteľní voči ohrozeniu života dopravnými nehodami. Práve zraniteľnosť týchto účastníkov nás motivuje skúmať a vyvíjať technológie a postupy, ktoré znížia alebo úplne eliminujú zrážky s týmito účastníkmi cestnej premávky. V súčasnosti sa neustále pracuje na detailnejšom skúmaní vzniknutých dopravných nehôd a na vývoji zariadení a spôsobov na predchádzanie dopravných nehôd prípadne na ich úplnú elimináciu. Pre správne nastavenie všetkých bezpečnostných systémov automatizovaných cestných vozidiel je potrebné získať údaje o rôznych dopravných situáciách a nehodách. [1][2][8]

1.1 Štatistika dopravných nehôd s chodcami v SR

Štatistiky dopravných nehôd s chodcami hovoria o tom, že v roku 2020 bolo zaznamenaných 42 dopravných nehôd s chodcami, ktoré mali fatálne následky.

Vývoj smrteľných dopravných nehôd s chodcami je znázornený na nasledujúcom grafe. Z grafu je zrejmé, že najvyšší počet usmrtených chodcov bol v roku 2008 (184 usmrtených chodcov), ktorý je zároveň prvým vstupným ukazovateľom grafu. Následne môžeme vidieť prudký pokles v roku 2009 na úroveň 104 usmrtených chodcov. Ak by sme použili trendovú spojnicu medzi jednotlivými rokmi, zistíme, že má graf klesajúcu tendenciu čo môže byť spôsobené viacerými aspektami vrátane zvyšovania aktívnych bezpečnostných prvkov vozidiel.

Údaje pre rok 2020 hovoria o tom, že z celkového počtu usmrtených účastníkov pri dopravných nehodách predstavujú chodci až 19% (cyklisti – 9%). Je to menej v porovnaní s rokom 2019 (31%), avšak stále je to takmer pätina. [2]



Obr. 1 Grafické znázornenie počtu usmrtených chodcov v dôsledku dopravných nehôd za obdobie rokov 2008 – 2020 [4]

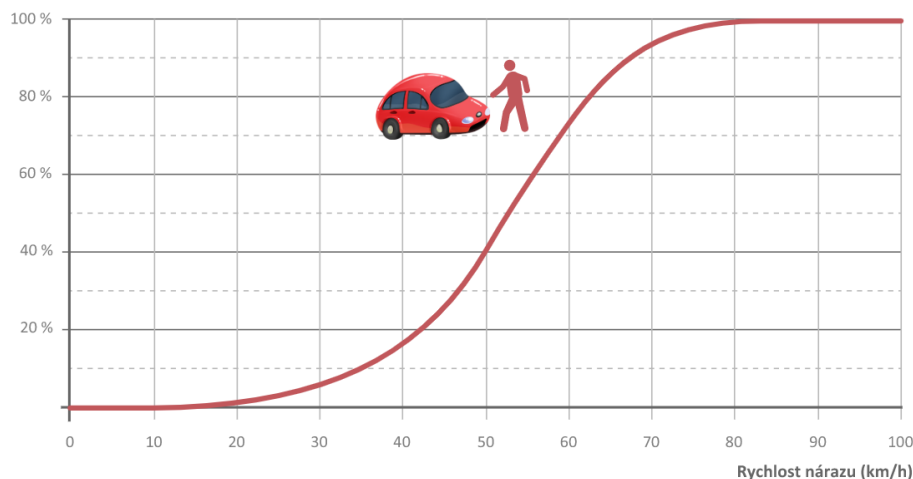
Vplyv rýchlosti na závažnosť zranení je opodstatnená z dôvodu, že práve automatizované cestné vozidlá a ich technológie, hardvér a softvér dokážu na prekážky reagovať rýchlejšie ako človek. Vďaka týmto systémom dokáže vozidlo pred zrážkou spomaliť alebo aj úplne zastaviť skôr, ako by človek vyhodnotil a správne reagoval na situáciu v premávke. Je to z toho dôvodu, že reakčný čas človeka (0,8s - 1,6s v závislosti od vplyvov a okolností) je rozdelený do troch fáz a to:

1. posúdenie situácie,
2. rozhodovanie,
3. vykonávanie akcií reakcie.

Každá z týchto fáz zaberie čas, ktorý je individuálny pri každom vodičovi, čo predlžuje vzdialenosť kým vozidlo začne brzdiť. Práve toto môže mať vplyv na vážne až smrteľné následky chodcov v prípade dopravnej nehody. Vzhľadom na rýchlosť rozpoznania a definovania prekážky na ceste dokáže automatizované cestné vozidlo reagovať takmer v milisekundách a adekvátne reagovať. Tieto systémy resp. vozidlá majú vysoký predpoklad znížiť množstvo dopravných nehôd s chodcami, prípadne aspoň znížiť ich následky.

V prípade ak už dôjde k zrážke vozidla s chodcom, tak je dôležité poukázať na rýchlosť vozidla v bode nárazu. Je známe, že pravdepodobnosť smrteľného zranenia pri takomto type dopravnej nehody stúpa so zvyšujúcou sa rýchlosťou vozidla. Rôzne zdroje udávajú rôzne údaje, vo všeobecnosti je však možné to graficky znázorniť nasledujúcim

obrázkom, kde je pravdepodobnosť smrteľných zranení uvedená na ľavej osi grafu (v %) a rýchlosťou uvedenou na spodnej osi grafu (v km/h). [9][10][11][26]



Obr. 2 Pravdepodobnosť smrteľného zranenia chodca pri zrážke s vozidlom [10]

2 AUTOMATIZOVANÉ CESTNÉ VOZIDLÁ

K zníženiu počtu dopravných nehôd s chodcami dokážu výrazne prispieť aj prvky aktívnej bezpečnosti. Tieto prvky je nutné neustále testovať, vyvíjať, analyzovať a aplikovať priamo do vozidiel. Vozidlá, ktoré sú vybavené niektorými z aktívnych bezpečnostných prvkov môžeme definovať ako automatizované cestné vozidlá. Všeobecne môžeme takéto vozidlá definovať ako vozidlá nevyžadujúce zásah človeka do riadenia. Avšak táto definícia platí až na šiestej úrovni automatizácie. Jednotlivé úrovne automatizácie/autonómnosti sú definované ako:

0. stupeň automatizácie – nulový zásah vozidla do riadenia. Vodič riadi vozidlo samostatne a je zodpovedný za rozhodovanie vo všetkých situáciách, ktoré vzniknú pri vedení motorového vozidla. Taktiež je zodpovedný za sledovanie okolia a vyhodnocovanie jednotlivých situácií.

1. stupeň automatizácie – vozidlo je vybavené základnými automatizovanými systémami. Tieto systémy čiastočne môžu zasahovať do riadenia vozidla, napríklad v prípade akcelerácie a decelerácie, natáčania volantu a podobne, (adaptívny tempomat, ACC - Autonomous cruise control), (Asistent jazdných pruhov, LKA - Lane Keeping Aid).

2. stupeň automatizácie – nazývaný aj ADAS (advanced driver assistance systems) predstavuje čiastočnú automatizáciu. Vozidlo môže zasahovať do riadenia v prípade akcelerácie a decelerácie a natáčania volantu. Rozdiel oproti 1. stupňu je v tom, že za aktivovanie a deaktivovanie týchto systémov je zodpovedný vodič.

3. stupeň automatizácie – takzvaná podmienená automatizácia vozidla. V tomto stupni riadenia sú vozidlá schopné vykonávať viacero dynamických jazdných úloh vrátane všetkých aspektov s tým spojených. Tento stupeň riadenia vrátane nasledujúcich stupňov sa výrazne líši od predchádzajúcich dvoch stupňov v tom, že vozidlá v stupňoch 3 a vyššie dokážu aktívne reagovať na okolitú dopravnú situáciu bez väčšieho zásahu vodiča do riadenia. Do tohto stupňa môžeme zahrnúť napríklad systém riadenie v dopravných zápchach (Traffic Jam Chauffeur).

4. stupeň automatizácie - je považovaný už za vysokú automatizáciu v oblasti riadenia. Systémy použité v tomto stupni už dokážu vykonávať všetky úkony aj viacerých dynamických jazdných úloh, rovnako ako v prípade 3. stupňa automatizácie. Rozdiel je v tom, že systémy vo 4. stupni riadenia dokážu zvládať riešiť aj kritické situácie bez zásahu vodiča do riadenia, samozrejme, ak vodič chce, môže zasiahnuť do riadenia a prevziať kontrolu nad vozidlom. Jedným z problémov, ktorý je zatiaľ nedoriešený je legislatíva a množstvo nezodpovedaných otázok v oblasti zodpovednosti pri rozhodovaní a podobne, hlavne pri vzniku dopravnej nehody.

5. stupeň automatizácie – sú vozidlá s plnou automatizáciou riadenia. Vozidlá dokážu kompletne riešiť a vyhodnocovať situácie v cestnej premávke vrátane tých kritických. Nie je potrebný zásah vodiča do riadenia a nie je možný vzhľadom na to, že tieto vozidlá už nedisponujú volantom či pedálmi. [13][14][15][16]

2.1 Prvky aktívnej bezpečnosti

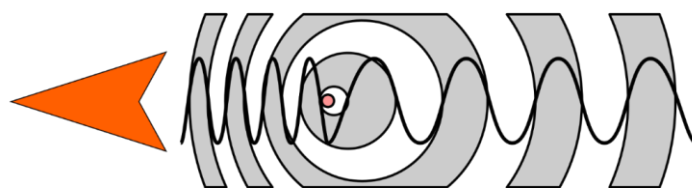
Vzhľadom na cieľ dosiahnuť čo najvyššiu mieru automatizácie v doprave je dôležité zamerať sa na prvky aktívnej bezpečnosti s ohľadom na dopravné situácie, ich riešenie, správne a rýchle vyhodnocovanie priamo v premávke. Vozidlá vysokého stupňa automatizácie disponujú veľkým množstvom senzorov a snímačov, ktoré spolu so softvérom vozidla dokážu, často efektívnejšie ako človek, analyzovať, vyhodnocovať a rýchlo reagovať na dopravné situácie. Medzi základné snímacie systémy a zariadenia patria napríklad lidar, radar a kamera.

2.1.1 Radar

Automobilový radar patří mezi najrychlejší rostoucí technologii v oblasti civilního použití. Radary sú kľúčovou podporou pri zavádzaní plnej automatizácie vozidiel. Významný pokrok v oblasti rádiových frekvencií (RF) technológie prispeli aj nároky na automatizované vozidlá. Radary pracujú na princípe tzv. Dopplerovho javu. Jedna sa o spôsob získavania údajov o rýchlosti objektov na diaľku. Aby bolo možné takéto údaje získať využívajú sa mikrovlnné lúče signálu, ktoré sa odrážajú od predmetov. Analýzou následne dokážeme určiť rýchlosť objektu pomocou zmeny frekvencie tohoto odrazeného signálu v porovnaní s tým emitovaným.

Hlavnou úlohou snímačej jednotky v automatizovaných vozidlách je náhrada za videnie ľudského oka a poskytovať tak spoľahlivé informácie o okolí vozidla. Schopnosti automatizovaného snímania sú oveľa väčšie ako schopnosti snímania ľudských očí, čím kompenzujú obmedzenú umelú inteligenciu v porovnaní s ľudským poznaním. Radary majú v porovnaní s kamerami alebo lidarom viacero výhod, ako napríklad:

- dlhý dosah,
- odolnosť voči svetlu a poveternostným vplyvom,
- schopnosť pracovať za opticky netransparentnou plochou,
- priame meranie radiálnej rýchlosti cieľov. [19]



Obr. 3 Grafické znázornenie Dopplerovho javu. [20]

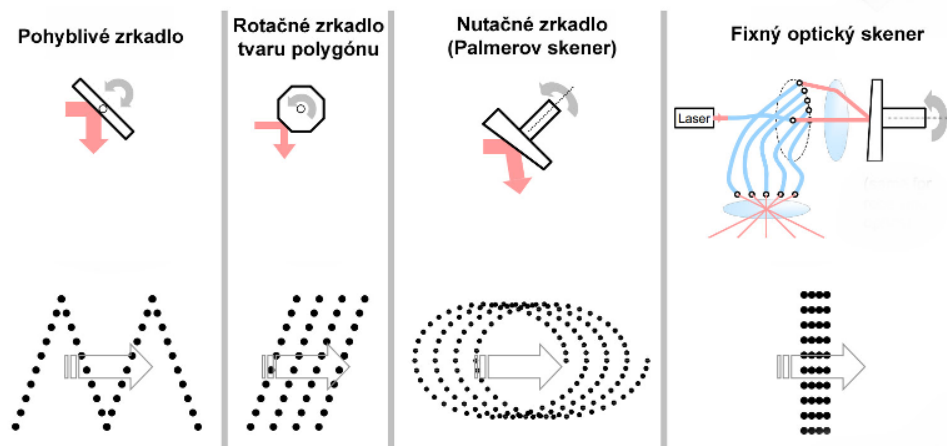
Charakteristika objektov definovaná pomocou radarových technológií patrí medzi jedne z najzložitejších, ktoré je nutné testovať. Povrch objektu, ktorý je "zasiahnutý" radarovým lúčom a odráža energiu späť do senzora je tzv. Radar Cross Section (RCS – radarový prierez). Tento prierez závisí od množstva parametrov, medzi ktoré patria napríklad vlastnosti cieľového povrchu, uhol žiarenia, vplyvy detailov objektu ako sú ostré hrany a podobne. [3][5]

2.1.2 Lidar

Systém Lidar predstavuje laserový zameriavač a patrí medzi najjednoduchšie druhy laserového radaru. Princípom fungovania je použitie jedného detektora na určenie vzdialenosti k cieľu na základe času a letu laserového impulzu z objektu do objektu. Prvé systémy tohto druhu boli používané od 60. rokov 20. storočia primárne na vojenské účely. Komerčný vývoj systému Lidar sa zrýchlil až od roku 2005, kde sa začal využívať práve v oblasti automatizovaného riadenia vozidiel.

Princíp technológie Lidar je zameraný na skenovanie svojho zorného poľa pomocou jedného prípadne viacerých laserových lúčov. Tento laserový lúč je generovaný amplitúdovo-modulárnou laserovou diódou, ktorá vyžaruje v blízkej infračervenej oblasti vlnovej dĺžky. Laserový lúč sa v prostredí odráža späť do skenera a spätný signál prijíma fotodetektor. Zabudovaná elektronika filtruje a vyhodnocuje rozdiely medzi vysielanými a prijímanými signálmi, ktoré sú úmerné vzdialenosti.

Na skenovanie je možné použiť rôzne druhy skenovacích systémov a medzi najčastejšie patria:



Obr. 4 Druhy skenovacích systémov [22]

Výstupy z lidarů sú zahrnuté v 3D mračnách bodov, ktoré zodpovedajú naskenovaným prostrediam a intenzity, ktoré zodpovedajú odrazenému laseru.[17][18]

2.1.3 Kamera

Kamery vzhľadom na spracovanie obrazu podobným spôsobom ako ľudské oko môžu byť najprirodzenejším snímačom sledovania okolia. Automatizované vozidlá sú vybavené kamerami na každej strane vozidla, ktoré dopĺňajú informácie o bezprostrednom okolí autonómneho vozidla. Vďaka množstvu kamier a ich rozmiestneniu dokážu poskytovať systému lepšie informácie o aktuálnom stave v okolí vozidla. Kamerám sa v automatizovanom priemysle zameranom na vozidlá venuje značné úsilie a zameriava sa na pokročilé asistenčné systémy (ADAS - advanced driver assistance systems).

Kamery snímajúce obrazy pred vozidlom poskytujú informácie stredného a veľkého dosahu, ako sú napríklad chodci, podmienky na ceste, dopravné značky a podobne. Hoci na snímanie v dlhom dosahu sa za hlavný snímač považuje LIDAR, tak vzhľadom na nízke náklady a potenciál na implementáciu bez akýchkoľvek pohyblivých častí, môžu byť kamery spoľahlivou alternatívou.

Bežným umiestnením kamier snímajúcich priestor pred vozidlom je vo vnútri vozidla, medzi čelným sklom a spätným zrkadlom. Taktiež sa v tomto mieste nachádza dažďový senzor.

Medzi hlavné žiaduce vlastnosti automobilových kamier patrí citlivosť na slabé svetlo, prevádzka s vysokým dynamickým rozsahom (high dynamic range – HDR), presná reprodukcia farieb, vysoká snímková frekvencia a funkčnosť v širokom rozmedzí teplôt s minimálnym poklesom výkonu. Všetky tieto vlastnosti je možné dosiahnuť architektúrou fotoaparátu vrátane objektívu, obrazového snímača a jeho poľa, procesora obrazového signálu a elektroniky rozhrania.

Ďalšou dôležitou zložkou kamier je reprodukcia farieb, ktorá je rozhodujúca pri detekcii a rozpoznávaní objektov pomocou farebných informácií, ako sú napríklad dopravné značky. [21]

3 ŠPECIFIKÁCIE FIGURÍNY

Základnou charakteristikou mäkkej testovacej figuríny (PT – Pedestrian target) je schopnosť reprezentovať ľudské vlastnosti vzhľadom k sensorom a snímačom použitých vo vozidlách. Medzi ďalšie základné vlastnosti PT je detekovateľnosť nasledujúcimi technológiami používaných v automobiloch ako napríklad: radar, kamera, laser a iné.

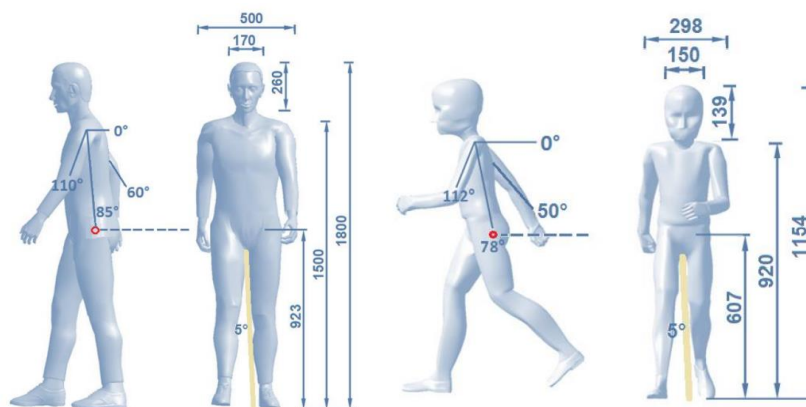
Figurína pozostáva zväčša z dvoch kĺbových nôh, dvoch statických ramien, trupu a styčnej stredovej rúrky, ktorá je umiestnená dvoma spôsobmi, buď z dolnej časti (platforma) alebo z hornej strany (skúšobné zariadenie). Robustnosť konštrukcie umožňuje testovanie aj v náročných podmienkach a modulárny systém umožňuje rýchlu a jednoduchú výmenu jednotlivých častí v prípade ich poškodenia. [3][12]

3.1 Parametre figuríny

Základnou úlohou figuríny je reprezentovať dospelú osobu, ktorá vychádza z kontúry pre 50% RAMSIS Bodybuilder a figurína reprezentujúca dieťa predstavuje kontúry RAMSIS 7YO Bodybuilder (dieťa vo veku 7 rokov). Tieto kontúry a základné parametre uvedené v tabuľkách a na obrázkoch nižšie, musia jednotlivé figuríny dosahovať toleranciu v rozmedzí ± 2 cm.

Medzi ďalšie podmienky týkajúce sa požiadaviek je implementovanosť podľa súborov CAD a tvár PT sa musí pozerat' v smere pohybu/chôdze. Podmienkou taktiež je upevnenie figuríny do vzpriamenej polohy. Rozmerovú presnosť a celkovú stabilitu PT je nutné overovať, aby bola zachovaná maximálna možná tolerancia.

Dôležitým bodom týchto figurín či už sa jedná o reprezentovanie dospeléj osoby alebo dieťaťa je tzv. HIP bod, ktorý je zobrazený červeným krúžkom na nasledujúcom obrázku.



Obr. 5 Rozmery PT reprezentujúcu dospelého človeka (vľavo) a dieťa (vpravo) [3]

Relevantné parametre pre PT sú definované aj v tabuľkovej podobe v tabuľkách 1 a 2, ktoré je potrebné dodržať počas testovacej fázy. K týmto hodnotám v tabuľkách musí byť laterálna oscilácia zabránená (bočné tolerancie $\pm 5^\circ$) [3][5][6][7]

Tab. 1 Rozmery PT reprezentujúce dospelú osobu [3]

Segment	Jednotka	Rozmer	Tolerancia
Výška tela (+topánky)	mm	1800	± 20
Výška HIP bodu	mm	923	± 20
Šírka ramien	mm	500	± 20
výška ramien	mm	1500	± 20
šírka hlavy	mm	170	± 10
výška hlavy	mm	260	± 10
hĺbka trupu	mm	235	± 10
svetlá výška	mm	20	± 5
uhol trupu	deg	85	± 2
R Uhol horného ramena	deg	60	± 2
L Uhol horného ramena	deg	110	± 2
Rúrka v hnacom smere	deg	5	± 2

Tab. 2 Rozmery PT reprezentujúce dieťa [3]

Segment	Jednotka	Rozmer	Tolerancia
Výška tela (+topánky)	mm	1154	± 20
Výška HIP bodu	mm	607	± 20
Šírka ramien	mm	298	± 20
výška ramien	mm	920	± 20
šírka hlavy	mm	150	± 10
výška hlavy	mm	250	± 10
hĺbka trupu	mm	139	± 10
svetlá výška	mm	20	± 5
uhol trupu	deg	78	± 2
R Uhol horného ramena	deg	50	± 2
L Uhol horného ramena	deg	112	± 2
Rúrka v hnacom smere	deg	5	± 2

Pri testoch s figurínami je tiež dôležité oblečenie a jeho miera odrazivosti svetla. Z dôvodu vytvorenia optimálnych svetelných a odrazivých podmienok sa pri testoch nepoužívajú žiadne reflexné prvky oblečenia ani kontrastné farby. Tieto požiadavky sa definujú hlavne pre kamerové systémy používané vo vozidlách.

Ďalším parametrom môže byť, vzhľadom na typ testu aj teplota "pokožky" figuríny, najmä na odhalených miestach ako sú ruky a tvár. Tieto požiadavky môžu byť požadované v prípade, ak je použité vozidlo na testovanie vybavené napríklad termovíznou kamerou.

Medzi parametre figuríny patrí samozrejme aj jej hmotnosť, ktorá v prípade PT reprezentujúceho dospelého človeka nesmie presiahnuť 7kg a pre PT reprezentujúce dieťa nesmie presiahnuť 4kg. [3][5]

3.1.1 Vodiaci systém

V rámci testov s figurínami je nutné používať aj vodiace systémy, ktoré sú nevyhnutné na usmernenie, stabilitu a rýchlosť simulácie chôdze chodca. Tieto systémy musia zároveň spĺňať isté požiadavky. Medzi niektoré z týchto požiadaviek patria aj nasledujúce kritéria:

- viditeľné časti montážneho a vodiaceho systému musia byť zafarbené sivou farbou, prípadne jednotnou farbou pozadia (je možné použiť iba jeden odtieň pre čo najväčšiu mieru splyvania).
- je nutné, aby montážny systém neovplyvňoval funkciu radaru a ďalších snímačov vozidla. Z toho dôvodu sa využívajú materiály pohlcujúce žiarenie emitované radarom. Prioritou je, aby táto montáž pre figurínu neposkytovala odrazivé plochy pre systémy radaru.

- nosné laná, rúrky na upevnenie polohy figurín musia byť navrhnuté tak, aby neovplyvňovali systém nůdzového brzdenia.
- vzdialenosť medzi spodným okrajom figuríny a vozovky musí byť menší ako 25 milimetrov.
- dôležité je aj reprodukovateľné umiestnenie figuríny vzhľadom na zásový bod resp. miesto (potenciálneho) stretu "chodca" a vozidla. [5]

4 SPÔSOBY TESTOVANIA

Prvé zavedenie testovacieho postupu Euro NCAP bolo v roku 2016, ktorý bol dodatočne rozšírený o ochranu cyklistov a dopravných nehôd na križovatkách.

Testovanie správania automatizovaného cestného vozidla pri simulácii dopravných nehôd je nevyhnutné pre ďalší pokrok v oblasti autonómnych technológií v doprave. Pre tieto testy sa používajú mäkké figuríny, ktoré aj v prípade zlyhania systémov a stretu vozidla s chodcom/figurínou nespôsobia žiadne poškodenie vozidla. Tiež je dôležité, aby boli umiestnené na vhodných pohonných systémoch umožňujúcich presne riadiť rýchlosť a polohu figuríny. Euro NCAP používa na testovanie predovšetkým systémy poháňané remeňom, respektíve uzavretej slučky, kvôli eliminácii nežiadúcich trhavých pohybov figuríny. Na testovanie sa však používajú aj iné diaľkovo ovládané systémy ako je Ultra-Flat Overrunable (UFO) Robot platform.

Na testovanie sa v súčasnosti používajú produkty certifikovaných dodávateľov posuvných platforiem ako sú spoločnosti:

- AB Dynamics,
- 4activeSystem.

Platformy týchto dodávateľov sa používajú napríklad pre systémy AEB (Autonomous Emergency Braking – automatické nůdzové brzdenie). [12][23][24]

4.1 Vodiace systémy

Jednou z hlavných požiadaviek na vykonávanie testu je jeho opakovateľnosť a s tým spojená aj presnosť. Je dôležité, aby podmienky, ktoré sú definované pre daný test boli pri jeho vykonávaní totožné pri každom meraní. Prioritne sa jedná o rýchlosť a polohu vozidla a chodca (figuríny).

4.1.1 Pásový mechanizmus figuríny

Medzi často používané testovacie mechanizmy pri testoch s chodcami vyrábajú spoločnosti 4Activesafety a AB Dynamics. Obidve spoločnosti využívajú pásový testovací systém poháňaný elektromotorom, ktorý je prepojený na pás s nízkou platformou, kde je umiestnená figurína chodca.

Pásový testovací systém od spoločnosti 4Activesafety umožňuje akceleráciu až $3,5\text{m/s}^2$ a dosahuje rýchlosť až 20km/h , preto je vhodný pri testoch s chodcami prípadne cyklistami. Na presnú lokalizáciu systému sa používa synchronizačný softvér, ktorý využíva D_GPS. Toto zariadenie je možné dodatočne vybaviť ďalším príslušenstvom, ktoré umožní napríklad rovnobežný pohyb s meraným vozidlom.

Pásový testovací mechanizmus od spoločnosti AB Dynamics. Tento mechanizmus je obdobný mechanizmu od spoločnosti 4Activesafety, avšak umiestnenie je zaručené pomocou presného kódovacieho zariadenia, ktoré meria uhlový motor používaný na pohyb pásu, na ktorom je umiestnená platforma. Vďaka tomu je presnosť platformy v priestore a čase $\pm 2\text{ cm}$. Platforma dosahuje výšku iba 2 cm čím nedegraduje snímané pole vozidla. Ďalej je dimenzovaná na hmotnosť 15 kg pri dosahovaní rýchlosti až 40 km/h . [23][24]



Obr. 6 Pásový mechanizmus spoločnosti AB Dynamics [23]

4.1.2 Mechanizmus UFO

Spôsob testovania pomocou tohto princípu bol prvýkrát uvedený na trh v roku 2008. Jednalo sa o systém, ktorý disponoval nenáročnou údržbou a umožňoval taktiež testovanie aktívnej bezpečnosti vozidiel. Elektricky poháňané UFO je možné ovládať pomocou operátora na diaľku a je možné ho synchronizovať s robotom, ktorý riadi testované vozidlo. Synchronizáciu je možné zabezpečiť opakovateľnosť testov bez výraznejších odchýlok medzi jednotlivými testami. Hlavným cieľom tohto mechanizmu je efektívnosť a jednoduchosť použitia.

Pre mechanizmus UFO existujú aj rôzne variácie platformí s možnosťou umiestnenia cyklistu, makety vozidla a podobne. S tým súvisia aj parametre pre dané testy, kde sa líši najmä konštrukcia a výkon danej platformy. Týmto sa tento mechanizmus stáva ľahko použiteľným a prispôsobiteľným podľa požiadaviek daného testu.



Obr. 7 Systém UFO od spoločnosti AB Dynamics [23]

Základnými vlastnosťami UFO sú napríklad:

- nízka prejazdová výška 98 mm,
- pevnosť konštrukcie umožňuje prejazd brzdeného vozidla bez poškodenia či už vozidla alebo platformy,
- jednoduchý a rýchly prístup ku všetkým vnútorným komponentom vďaka jedinej stredovej krycej doske,
- možnosť výmeny batérií pre nepretržitú prevádzku,
- odnímateľnosť jednotlivých bočných panelov zjednodušuje prepravu a skladovanie,
- odolnosť voči poveternostným vplyvom, čím je možné testovanie aj v nepriaznivých podmienkach,
- ovládanie jedným operátorom,
- certifikovaný mechanizmus pre testovanie Euro NCAP,
- možnosť prídavných modulov čím je testovanie flexibilnejšie,
- použitý materiál na výrobu platformy neodráža radar, vďaka čomu neskráľuje testovanie. [23][24][25]

4.1.3 Porovnanie zariadenia pásového mechanizmu a zariadenia UFO

Vyššie spomenuté systémy patria medzi najčastejšie používané pri simulácii dopravných nehôd s chodcami. Existuje mnoho obmien a rozšírení týchto systémov a spôsobov testovania. Vzhľadom na typ testov, finančnú náročnosť, priestorovú náročnosť, softvérovú náročnosť a podobne, sa jednotlivé druhy systémov môžu využívať na rôzne testovanie. Príkladom je testovanie simulácie odbočujúceho vozidla (mäkkej makety vozidla), kde sa používa zariadenie UFO práve kvôli možnosti oblúkového pohybu a možnosti simulácie pohybu vozidla. V prípade pásového zariadenia by takýto pohyb nebol možný. V prípade testov s chodcami je to simulácia pohybu chodca po chodníku, ktorý zabočí a chce prejsť cez cestu (simulácia prechodu pre chodcov). Opäť sa využíva systém UFO, práve kvôli možnosti zatáčania.

Na druhej strane využitie pásového mechanizmu pri simuláciách zrážky s chodcom, ktorého pohyb je priamočiary je výhodnejšie z dôvodu eliminácie možných trhavých pohybov. Všetky vyššie spomínané varianty testovania dopravných nehôd sa využívajú na testovanie systémov ADAS (Advanced Driver Assistance Systems – pokročilé asistenčné systémy vodiča). [23][24]

Tab. 3 Porovnanie parametrov jednotlivých mechanizmov [23][24]

Parametre	Pásový mechanizmus SPT20	Mechanizmus UFOmini
Maximálna rýchlosť	20 km/h	35 km/h
Maximálna akcelerácia	> 1 g s užitočným zaťažením 15 kg	3 m/s ²
Maximálna decelerácia	-	6,5 m/s ²
Výkon	3,2 kW	15 kW
Odolnosť voči poveternostným podmienkam	Áno	Áno
Celková výška platformy	25 mm	98 mm
Komunikácia s riadiacim robotom vo vozidle	Áno	Áno

5 ZÁVER

Bezpečnosť chodcov a ľudský život bude vždy prioritou nielen v oblasti dopravy. Je dôležité neustále pracovať na vývoji a pokroku technológií, ktoré sa využívajú a budú využívať na zvýšenie bezpečnosti cestnej dopravy. V článku sme poukázali na štatistiku dopravných nehôd s chodcami na Slovensku. Z dôvodu stále vysokého počtu usmertených chodcov a cyklistov je dôležité venovať pozornosť bezpečnosti na cestách. Práve preto sme sa v článku zamerali na parametre figuríny reprezentujúce ľudské telo svojim tvarom a rozmermi. Ďalej sme sa zamerali na niektoré zo spôsobov testovania prvkov aktívnej bezpečnosti voči chodcom. Popísali sme jednotlivé úrovne automatizácie cestných vozidiel a popísali niektoré zo základných prvkov aktívnej bezpečnosti.

Literatura

- [1] STEHEL, Stanislav a kol. Analýza dopravnej nehodovosti v Slovenskej republike za obdobie 2014-2018. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno. 2019. 208 s. ISBN 978-80-214-5730-0. [online] [cit. 2022-04-19]. Dostupné z WWW:<http://www.jufos.cz/wp-content/uploads/2015/11/Sborn%C3%ADk-JUFOS-2019_final.pdf>
- [2] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146521005688> [cit. 2022-04-20]
- [3] https://www.acea.auto/files/Articulated_Pedestrian_Target_Specifications_-_Version_1.0.pdf [cit. 2022-04-20]
- [4] <https://www.minv.sk/> [cit. 2022-04-19]
- [5] <https://cdn.euroncap.com/media/53815/evaluation-of-pedestrian-targets-for-use-in-aeb-testing-lemmen.pdf> [cit. 2022-04-20]
- [6] <http://www.leanautomotive.com/uploads/rht6sFRq/pedestrian-brochure-v2.pdf> [cit. 2022-04-20]
- [7] <https://www.lean.it/sites/default/files/prodotti/Soft%20Pedestrian%20Target.pdf> [cit. 2022-04-20]

- [8] <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/4/1467/html> [cit. 2022-04-21]
- [9] https://www.linkedin.com/pulse/benefit-zn%C3%AD%C5%BEenia-r%C3%BDchlosti-dopravn%C3%BDch-prostriedkov-v-jaroslav-kme%C5%A5?trk=pulse-article_more-articles_related-content-card [cit. 2022-04-19]
- [10] <https://www.bezpecnecesty.cz/cz/dopravni-vychova/dopravni-vychova-ve-skolach/chodec/statistiky> [cit. 2022-04-19]
- [11] <https://www.nts.gov/safety/safety-studies/Documents/SIR1803.pdf> [cit. 2022-04-19]
- [12] <https://www.4activesystems.at/> [cit. 2022-04-21]
- [13] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0283&from=LV> [cit. 2022-04-21]
- [14] <https://www.volvocars.com/sk/support/manuals/xc90-twin-engine/2019w46/podpora-vodica/udrziavanie-v-jazdnom-pruhu/udrziavanie-v-jazdnom-pruhu> [cit. 2022-04-21]
- [15] <https://www.groupe-psa.com/en/newsroom/automotive-innovation/traffic-jam-chauffeur/> [cit. 2022-04-21]
- [16] Society of automotive engineering. Standard J3016. Warrendale, PA, USA : Society of automotive engineering, 2020. [cit. 2022-04-21]
- [17] YOU Li, Javier Ibanez-Guzman; Lidar for autonomous Driving; IEEE Signal Processing Magazine 2020 [cit. 2022-04-21]
- [18] ČARNÝ Matúš; Systém LIDAR v automobilech; Posterus; 2014; ISSN 1338-0087,[cit. 2022-04-21]
- [19] <https://medium.com/think-autonomous/how-radars-work-1eb523893d62> [cit. 2022-04-21]
- [20] VLKOVIČ Vladimír; Měření rychlosti vozidel s použitím radaru; Vysoké Učení Technické v Brně, Fakulta Informačních Technologií; 2017 [cit. 2022-04-21]
- [21] <https://www.mdpi.com/2304-6732/6/2/73/htm> [cit. 2022-04-23]
- [22] CLAUS Brenner, George Vosselman, George Sithole; Aerial Laser Scanning; International Summer School „Digital Recording and 3D Modeling“; 2006 [cit. 2022-04-23]
- [23] <https://www.abdynamics.com/en/> [cit. 2022-04-23]
- [24] <https://www.euroamerica-im.com/4active-en> [cit. 2022-04-23]
- [25] <https://www.tecpond.at/ufo-adas-testing/> [cit. 2022-04-23]
- [26] <https://marshalinstrument.ru/sk/pokupkaprodazha/kakoe-vremya-reakcii-voditelya-sostavlyaet-vremya-reakcii-voditelya-hto/> [cit. 2022-05-01]

Recenzoval

Ing. Albert Bradáč, Ph.D., ÚSI VUT v Brně, odborný asistent, Purkyňova 118/464, 612 00 Brno, +420 541 148 911, Albert.Bradac@vut.cz

CESTOVNÍ RUCH OVLIVŇUJE TRŽNÍ CENY BYTOVÝCH JEDNOTEK

TOURISM AFFECTS MARKET PRICES OF HOUSING UNITS

David Brandejs¹

Abstrakt

V některých zemích je s významnou částí národního hospodářství spojen cestovní ruch, který bývá také označován pojmy turistika a turismus. Turismus a s ním spojené služby mají, ve většině případů, pozitivní vliv na ekonomiku a významně zvyšují hrubý domácí produkt. Zvyšující se obliba v cestování se v turisticky vyhledávané lokalitě projevuje rozvojem místního podnikání, snižuje nezaměstnanost a přináší nové pracovní možnosti, včetně ekonomického růstu dané lokality. Cestovní ruch, v některých případech, může mít i negativní následky.

Produkce odpadků, hluk v okolí, v souvislosti s přepravou turistů vzniklé znečištění ovzduší emisemi oxidu uhličitého, to je výčet některých negativních následků cestovního ruchu. To jsou vlivy, které mají dopad nejen na místní podnikání, lokalitu, ale také ovlivňují i ceny nemovitých věcí. Se zvyšující se oblibou lokality a její medializací, stoupá i počet turistů, kteří lokalitu navštíví a s tím se zvyšuje i zájem o rekreační objekty, budovy pro obchod, služby a ubytovací zařízení. Se zvyšující se poptávkou jejich cena logicky stoupá. Zde je zřejmé, že hodnota těchto nemovitých věcí bude vyšší. Již méně se sleduje tento vliv u jiných typů nemovitých věcí, kde může být vliv i opačný, zejména rezidenčních nemovitostí.

Studie vyhodnocuje tento environmentální aspekt, který může mít jak pozitivní, tak i negativní dopad. K vyhodnocení jsou použity statistické metody, zejména nástroje analýzy závislosti, korelace a regresní analýza.

Abstract

In some countries, a significant part of the national economy is associated with tourism, which is also referred to as tourism. Tourism and related services have a positive effect on the economy and significantly increase gross domestic product. The growing popularity of travel in the sought-after locality is reflected in the development of local business, reduces unemployment and brings new job opportunities, including the economic growth of the locality. Tourism, in some cases, can also have negative consequences.

Garbage production, noise in the area, air pollution caused by the transport of tourists by carbon dioxide emissions, this is a list of some negative effects of tourism. These are influences that not only affect local business and location, but also affect real estate prices. With the increasing popularity of the locality, the number of tourists who visit the locality increases, and with it the interest in recreational facilities, buildings for shops, services and accommodation facilities increases. With increasing demand, their price logically rises. Here it is clear that the value of these real estate will be higher. This effect is less monitored for other types of real estate, where the influence may be the opposite, especially residential real estate.

The study evaluates this environmental aspect, which can have both positive and negative impacts. Statistical methods are used for evaluation, especially tools of dependency analysis, correlation and regression analysis.

Klíčová slova

Cestovní ruch; tržní cena; bytová jednotka, vlivy; analýza závislosti

Keywords

Tourism; market price; housing unit, influences; dependence analysis

¹ David Brandejs, Ing., ÚSI VUT v Brně, Purkyňova 464/118, Brno; tel.: 541 148 938, e-mail: david.brandejs@usi.vutbr.cz

1 ÚVOD

Významnou, turisticky vyhledávanou lokalitou je město Vizovice, které se nachází v okrese Zlín ve Zlínském kraji. Město Vizovice leží 14 km východně od Zlína v podhůří Vizovických vrchů. Žije zde 4 857 obyvatel. Z hlediska cestovního ruchu je zde vyhledáván zejména státní zámek Vizovice, postavený v polovině 18. století, ve francouzském barokním stylu a římskokatolický kostel sv. Vavřince z roku 1792.

Město je proslulé každoročním kulturním festivalem Trnkobraní a každoročním rockovým festivalem Masters of Rock, kterých se účastní mnoho návštěvníků nejen z tuzemska, ale i ze zahraničí. Počet ubytovaných návštěvníků, nejen na těchto festivalech, eviduje Český statistický úřad. Nejen této databáze bylo využito pro vytvoření statistického modelování.

2 ZDROJE DAT A POUŽITÉ METODY

Základním a nejdůležitějším podkladem pro vyhodnocení cíle výzkumu jsou cenové údaje realizovaných prodejů bytových jednotek a statistické údaje z veřejné databáze Českého statistického úřadu o vývoji cestovního ruchu.

V rámci výzkumného projektu bylo zkoumáno 5 katastrálních území na Jižní Moravě a 5 katastrálních území ve Zlínském kraji, která byla z hlediska turistiky vyhodnocena jako nejnavštěvovanější. Okresní města, město Brno a město Zlín nebyla se svým specifickým trhem, rozlohou a počtem obyvatel, do výzkumu zahrnuta. V tomto příspěvku je představena pouze dílčí část dosažených výsledků, a to katastrální území Vizovice.

K vyhodnocení výše popsaného environmentálního aspektu byla použita moderní statistická metoda, analýza závislosti. Nejdůležitějšími nástroji této analýzy, které byly použity, jsou korelační a regresní analýza. Výstupem korelační analýzy je korelační koeficient, který mezi dvěma proměnnými označuje míru jejich vzájemné korelace, pozitivní nebo negativní. Pro vyhodnocení síly korelace byl použit Pearsonův korelační koeficient.

Regresní analýza je jednou z nejčastěji používaných statistických metod, která dokáže prozkoumat, mezi dvěma proměnnými, jejich vzájemný vztah. K verifikaci výsledků jsou použity i výsledky dalších testů, např. T – test. Tento jednoduchý T – test je používán pro stanovení statistické významnosti jednotlivých regresních parametrů a F – test, který slouží pro stanovení statistické významnosti celého regresního modelu.



Obr. 1 - Zámek Vizovice (zdroj: <https://cs.wikipedia.org/>)

Fig. 1 - Vizovice Castle (source: <https://cs.wikipedia.org/>)

3 ANALÝZA DAT

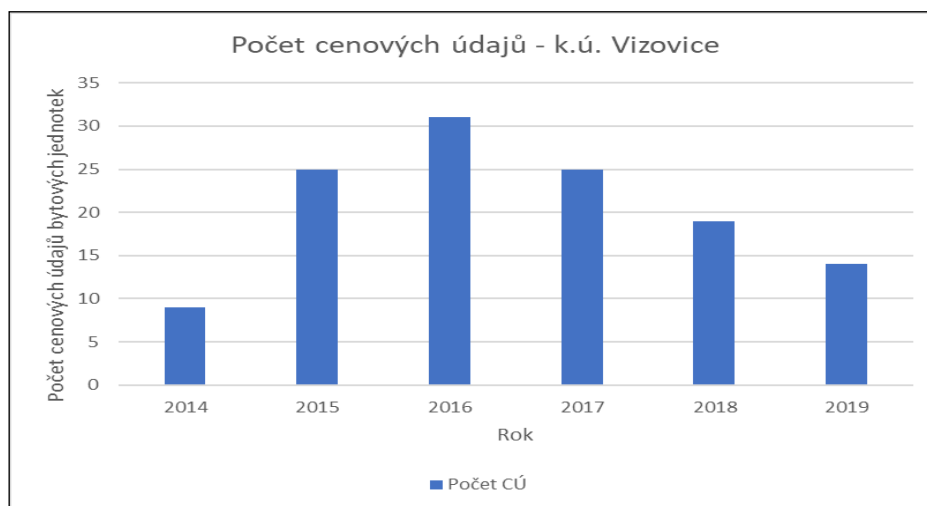
Vzhledem ke skutečnosti, že v době zpracování tohoto příspěvku ještě nebyla zveřejněna Českým statistickým úřadem data o vývoji cestovního ruchu za rok 2021, bylo provedeno vyhodnocení analyzovaných dat pouze v letech 2014 až 2020.

V každém katastrálním území byla analyzována, v období 2014–2020, data cenových údajů z uskutečněných prodejů, tedy realizované prodejní ceny, které byly v každém roce, na základě podlahové plochy bytové jednotky, vyhodnoceny průměrem za m^2 a následně otestovány společně s daty o vývoji turistiky v konkrétní lokalitě.

Statisticky významná abnormalita poklesu počtu návštěvníků (turistů) v letech 2020–2021, způsobená pandemií viru SARS-CoV-2, není z hlediska statistického posouzení do modelu vhodná a zcela by zkreslovala dosažené výsledky v regresní analýze. Z tohoto důvodu byla vyhodnocena celková data pouze v období 2014 až 2019, včetně.

4 SEBRANÁ DATA A JEJICH VYHODNOCENÍ

Z databáze cenových údajů, vedené Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním, o realizovaných prodejkách bytových jednotek, byla vytvořena vlastní databáze, která obsahovala údaje o každé bytové jednotce. Zejména: číslo vkladu, datum vkladu, cenový údaj, číslo bytové jednotky, adresa, na které se bytová jednotka nachází, velikost bytové jednotky a případný převáděný spoluvlastnický podíl. Počet získaných cenových údajů v každém roce je zachycen v následujícím grafu.



Graf. 1 – Počet cenových údajů (Zdroj: Vlastní zpracování)

Graph. 1 – Number of price data (Source: Own processing)

Z databáze Českého statistického úřadu byla následně převzata data o vývoji cestovního ruchu. Výsledky vytvořených databází zachycuje následující tabulka. Vývoj tržní ceny bytových jednotek (Kč/m²) v časové řadě, názorně vykresluje další graf.

Výsledky k testování – k.ú. Vizovice							
Hodnoty/rok	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hosté celkem	8 131	6 861	4 932	5 444	5 951	6 045	3 678
Cena Kč/m ²	18 948	21 992	27 420	28 000	26 393	29 009	-----

Tab. 1 – Výsledky analýzy dat (Zdroj: Vlastní zpracování)

Tab. 1 – Data analysis results (Source: Own processing)



Graf. 2 – Vývoj tržní ceny bytových jednotek posuzovaných letech (Zdroj: Vlastní zpracování)

Graph. 2 – Development of the market price of housing units in the assessed years (Source: Own processing)

Vývoj cestovního ruchu je taktéž zachycen v následujícím grafu. Strmý pokles počtu turistů po roce 2019 zachycuje příchozí pandemii viru SARS-CoV-2.

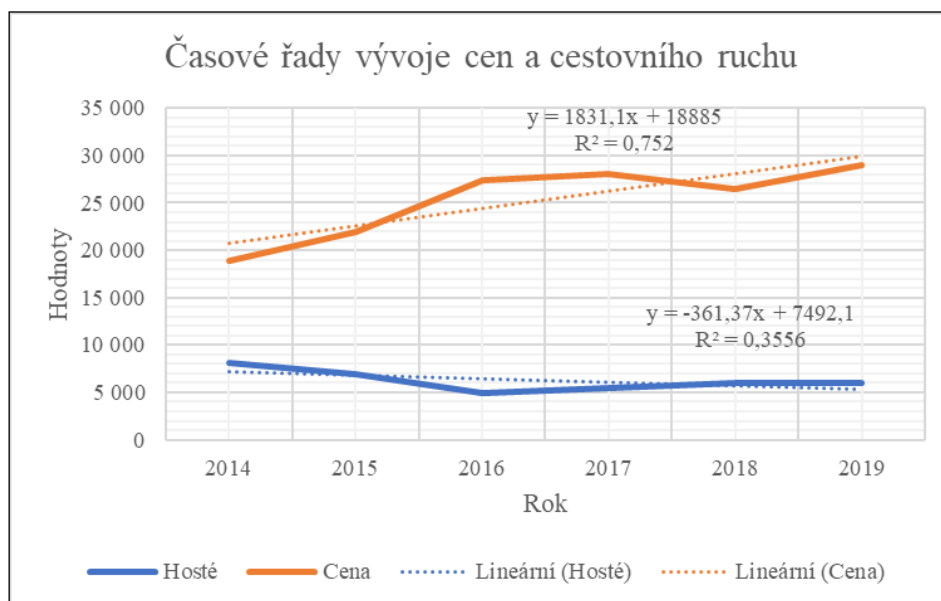


Graf. 3 – Vývoj cestovního ruchu (Zdroj: Vlastní zpracování)

Graph. 3 – Tourism development (Source: Own processing)

5 ANALÝZA ZÁVISLOSTI

Pro vyhodnocení byly použity nástroje statistické analýzy závislosti. Časové řady vývoje cestovního ruchu i tržní ceny bytových jednotek, včetně spojnice trendu, rovnice grafu a hodnot spolehlivosti R^2 , jsou znázorněny v dalším grafu.

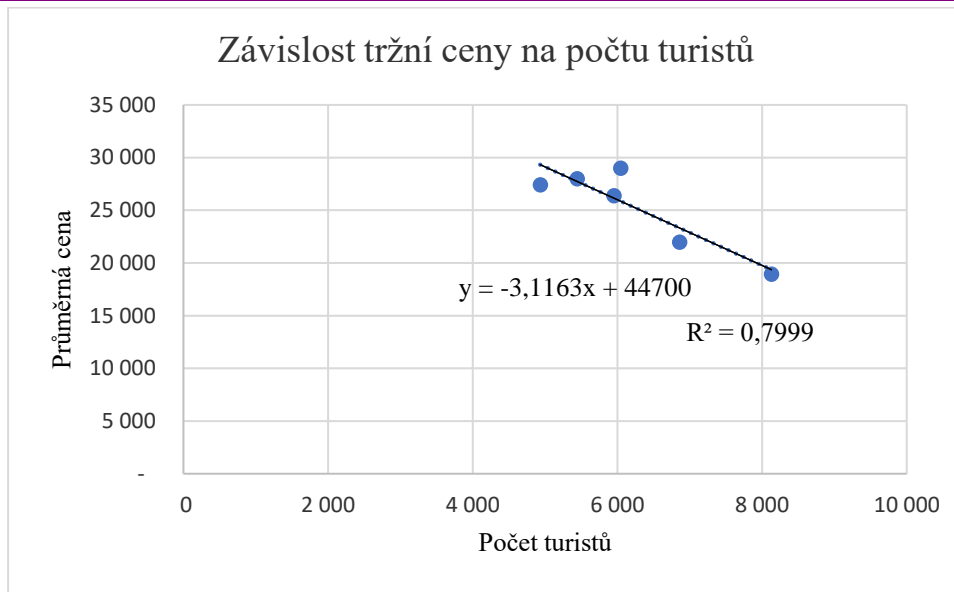


Graf. 4 – Časové řady (bez Hosté celkem v roce 2020) (Zdroj: Vlastní zpracování)

Graph. 4 – Time series (excluding guests in total in 2020) (Source: Own processing)

5.1 Korelace

Pro stanovení síly korelace (síly závislosti) je použit Pearsonův korelační koeficient. Závislost průměrné tržní ceny na počtu turistů ilustruje další graf.



Graf. 5 – Závislost průměrné ceny na počtu turistů (Zdroj: Vlastní zpracování)

Graph. 5 – The dependence of the average price on the number of tourists (Source: Own processing)

Koeficient determinace $R^2 = 0,7999$ označuje, že pomocí lineární závislosti je vliv turistiky na cenu nemovitostí vysvětlený mírou 79,99 % z celkového posuzovaného modelu. Z grafu je taktéž patrné, že se snižujícím se počtem turistů, cena bytových jednotek stoupá a naopak, pokud počet turistů stoupá, cena klesá.

Vyhodnocení (otestování) Pearsonova korelačního koeficientu:

	Hosté celkem	Průměrná cena bytových jednotek Kč/m ²	
Hosté celkem	1		
Průměrná cena bytových jednotek Kč/m ²	-0,89436		1

Tab. 2 – Parsonův korelační koeficient (Zdroj: Vlastní zpracování)

Tab. 2 – Pearson correlation coefficient (Source: Own processing)

Korelační koeficient 0,89436 označuje velmi silnou negativní korelaci, hodnota korelačního koeficientu blíží se k - 1 označuje zcela přímou negativní závislost (korelaci).

5.2 Regresní analýza

Výsledky regresní statistiky i reziduí jsou v následujících tabulkách. Nejdůležitější hodnoty jsou zvýrazněny tučně.

Regresní statistika	
Násobné R	-0,894356
Hodnota spolehlivosti R	0,799872
Nastavená hodnota spolehlivosti R	-0,74984
Chyba stř. hodnoty	1975,815
Pozorování	6

ANOVA					
	Rozdíl	SS	MS	F	Významnost F
Regrese	1	62411608	62411608	15,98722	0,016152
Rezidua	4	15615375,86	3903844		
Celkem	5	78026983,86			

	Koeficienty	Chyba stř. hodnoty	t Stat	Hodnota P	Dolní 95%	Horní 95%	Dolní 95,0%	Horní 95,0%
Hranice	44699,95	4920,106328	9,085159	0,000814	31039,54	58360,35	31039,54	58360,35
Turisté celkem	-3,11632	0,779392256	-3,9984	0,016152	-5,28026	-0,95238	-5,28026	-0,95238

REZIDUA				PRAVDĚPODOBNOST	
Pozorování	Očekávaná Cena	Rezidua	Normovaná rezidua	Percentil	Cena
1	19361,12	-413,120571	-0,23377	8,333333	18948
2	23318,85	-1327,20622	-0,75101	25	21991,65
3	29330,24	-1910,7333	-1,08121	41,66667	26393,22
4	27734,68	265,3179514	0,150133	58,33333	27419,51
5	26154,71	238,5137077	0,134965	75	28000
6	25861,77	3147,228427	1,78089	91,66667	29009

Korelační koeficient (Násobné R) = - 0,894, označuje velmi silnou, negativní lineární korelaci (závislost).

Adjustovaný (očistěný) koeficient korelace (Nastavená hodnota spolehlivosti R) = - 0,7498, označuje taktéž velmi silnou, negativní lineární korelaci (závislost). Koeficient determinace R^2 (Hodnota spolehlivosti R) = 0,7998 označuje, že pomocí lineární závislosti je vliv turistiky na cenu nemovitostí vysvětlený mírou 79,98 % z celkového modelu. Celkový F – test (Významnost F), jehož testová statistika má Fisherovo-Snedecorovo rozdělení a jeho hodnota 0,016 je nižší než hladina významnosti $\alpha = 0,05$, verifikoval výsledky. Celkový model je statisticky významný a regresní funkce je vhodně zvolená.

Hodnota $P = 0,016152$ je nižší než hodnota $tStat$, a současně je mnohem nižší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$, platí H_1 : Na hladině významnosti $\alpha = 5$ % a hladině spolehlivosti 95 % se prokázalo, že cestovní ruch má v rámci stanovené hodnoty α vliv na ceny nemovitostí. Koeficient Turisté celkem (tzv. Koeficient B_1) vyhodnocuje, že s každým turistem tržní cena klesá o 3,11 Kč/m² bytové jednotky. Tedy, se zvyšujícím se cestovním ruchem klesá cena za m². Hranice horní 95 % a dolní hranice 95 % určuje rozptyl. Cena za m² se snižuje (hladina spolehlivosti 95 %) v rozmezí 5,28 až 0,95 Kč. V katastrálním území Vizovice se prokázal negativní vliv cestovního ruchu (počtu turistů) na ceny nemovitostí, konkrétně na bytové jednotky. Cestovní ruch snižuje tržní ceny bytových jednotek.

6 ZÁVĚR

Základním podkladem pro výzkum je sestavená databáze 123 cen. údajů o prodeji bytových jednotek a časové řady o vývoji turistiky v dané lokalitě, v období 2014 až 2019. Statistické vyhodnocení sestavených databází je provedeno pomocí analýzy závislosti, tedy Pearsonovým korelačním koeficientem a následně regresní analýzou. Z konečných výsledků je patrný významný negativní vliv počtu turistů na ceny bytových jednotek, v katastrálním území Vizovice. Ostatní katastrální území, Rožnov pod Radhoštěm, Kroměříž a Luhačovice nebyla zatím vyhodnocena a jsou předmětem dalšího, hlubšího zkoumání.

7 PODĚKOVÁNÍ

Príspevek byl zpracován na základě výsledků „Specifického vysokoškolského výzkumu na VUT“, registrovaného na VUT pod číslem ÚSI-J-22-7973. Finanční prostředky použité na zpracování výzkumu i příspěvku plně financovalo VUT v Brně.

Literatura

- [1] BRADÁČ A. a kol., *Soudní inženýrství*. Brno: CERM Akademické nakladatelství, s.r.o., 1999. 725 s. ISBN 80-7204-133-9
- [2] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, Cestovní ruch – Metodika – Základní pojmy v oblasti statistiky cestovního ruchu, dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/metodika_casove_rady_cestovni_ruch
- [3] LEGIERSKÁ Y., *Statistika v cestovním ruchu*, Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha, 2007, 53 s., dostupné z: <http://www.mmr.cz/getmedia/d99c234e-7624-4a22-9638-7688dd1040e8/statistika-v-cestovnim-ruchu.pdf>
- [4] MELOUN, M., MILITKÝ, J. *Statistická analýza experimentálních dat*. 2. vydání. 2004, Academia, Praha., ISBN 80-200-1254-0

Recenzoval

Josef Čech, Ing., Ph.D., ÚSI VUT v Brně, Purkyňova 464/118, Brno; tel.: +420 54 114 8934, e-mail: josef.cech@usi.vutbr.cz

VYHODNOCENÍ NEJVÝZNAMNĚJŠÍCH CENOTVORNÝCH FAKTORŮ OVLIVŇUJÍCÍCH TRŽNÍ CENU RESIDENČNÍCH NEMOVITOSTÍ, NEMOVITÝCH KULTURNÍCH PAMÁTEK

*EVALUATION OF THE MOST SIGNIFICANT PRICE FACTORS AFFECTING THE MARKET
PRICE OF RESIDENTIAL PROPERTY, IMMOVABLE CULTURAL MONUMENTS*

David Brandejs ¹

Abstrakt

Jednou z nejvýznamnějších součástí kulturního dědictví a bohatství každého národa jsou národní kulturní památky. Národních kulturních památek v podobě nemovitých věcí je v České republice nespočet. Více než polovina objektů je využívána k residenčním účelům, tedy k bydlení. V současné době neexistují pro tento typ staveb zcela relevantní oceňovací metody a postupy, které by dokázaly památkovou hodnotu, architektonickou i historickou, plně začlenit do oceňovacího procesu a výsledné tržní hodnoty, včetně mnoha dalších faktorů, které výslednou hodnotu mohou ovlivňovat.

Studie hodnotí nejdůležitější cenotvorné faktory bytových jednotek, které jsou součástí památkově chráněných bytových domů. Pro výzkum jsou použity cenové údaje realizovaných prodejních cen, získané z Českého úřadu geodézie a katastru nemovitostí. Dále data Českého statistického úřadu a v neposlední řadě data získaná z databáze Národního památkového ústavu, konkrétně z Památkového katalogu. Článek popisuje postupy a metody vyhodnocení nejvýznamnějších cenotvorných faktorů.

Abstract

One of the most important parts of the cultural heritage and wealth of every nation are national cultural monuments. There are countless national cultural monuments in the form of real estate in the Czech Republic. More than half of the buildings are used for residential purposes, ie for housing. At present, there are no fully relevant valuation methods and procedures for this type of construction that can fully incorporate monumental value, both architectural and historical, into the valuation process and the resulting market value, including many other factors that may affect the resulting value.

The study evaluates the most important price-forming factors of housing units that are part of listed apartment buildings. Price data of realized sales prices, obtained from the Czech Office of Geodesy and the Real Estate Cadastre, are used for the research. Furthermore, the data of the Czech Statistical Office and, last but not least, the data obtained from the database of the National Monuments Institute, specifically from the Monuments Catalog. The article describes the procedures and methods of evaluating the above-described pricing factors.

Klíčová slova

Nemovitá kulturní památka; cenotvorné faktory; ocenění, tržní hodnota; bytové jednotky; regresní analýza.

Keywords

Real estate cultural monument; price-forming factors; valuation, market value; housing units; regression analysis.

1 ÚVOD

Na nemovitosti působí nespočet různých cenotvorných faktorů, materiálních i nemateriálních, které ve větší či menší míře ovlivňují jejich výslednou tržní hodnotu i konečnou tržní cenu. Vliv cenotvorných faktorů je nutné pečlivě zkoumat a výsledky adekvátním způsobem zakomponovat do oceňovacího procesu, potažmo oceňovacích metod. Jedním z řady výzkumů, které se touto problematikou zabývají, je projekt: „*The influence of significant factors that affect the value of immovable national cultural monuments with a residential function in the Czech Republic*”, který je zpracováván v rámci Kvalitních interních grantů na Vysokém učení technickém v Brně, s označením ÚSI-K-22-7738.

V rámci jednoročního projektu jsou vyhodnocovány nejvýznamnější cenotvorné faktory na ceny nemovitých kulturních památek s rezidenční funkcí.

¹ David Brandejs, Ing., ÚSI VUT v Brně, Purkyňova 464/118, Brno; tel.: 541 148 938, e-mail: david.brandejs@usi.vutbr.cz

2 ZKOUMANÉ LOKALITY

V rámci studie jsou zkoumána všechna města v ČR, s počtem obyvatel nad 100 000, tedy Plzeň, Liberec, Olomouc a Ostrava. Hlavní město Praha a město Brno nejsou do studie zařazeny, poněvadž jejich specifická rozloha, realitní trh a počet obyvatel vyžaduje konkrétní obsáhlou studii, která by se zaměřila jednotlivě na samostatné městské části. V průběhu studie bylo město Liberec, vzhledem k nedostatku cenových údajů (Národních kulturních památek) vedené v databázi Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, vyřazeno. Studie byla rozšířena i o města s nižším počtem obyvatel, a to o katastrální území měst České Budějovice, Český Krumlov, Karlovy Vary a Hradec Králové



Obr. 1 - Olomoucké náměstí Republiky (Zdroj: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Olomouc>)
Fig. 1 - Olomouc Square of the Republic (Source: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Olomouc>)

3 ZDROJE DAT A JEJICH ANALÝZA

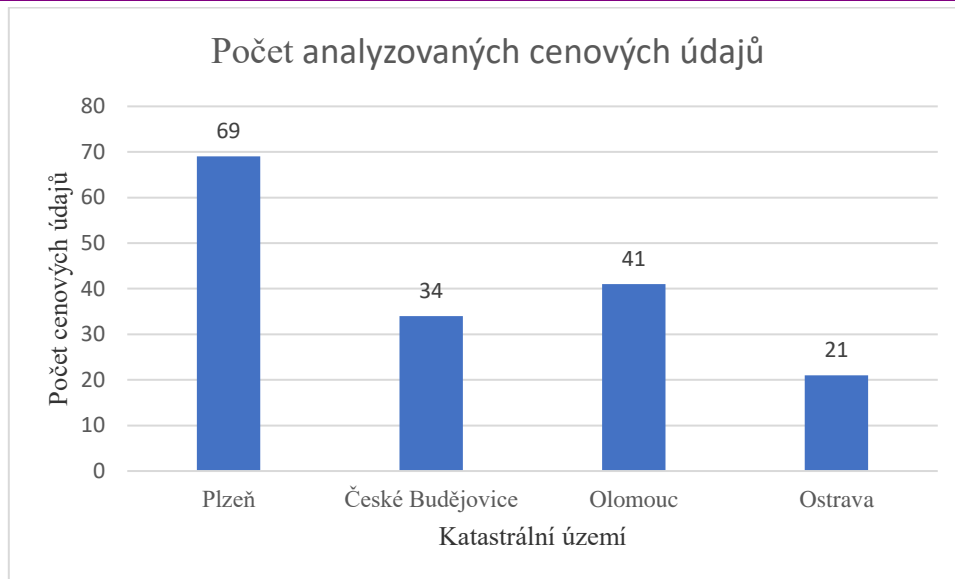
Pro výzkum a vytvoření dostatečně velké databáze, aby výsledky byly adekvátní, hodnotné a použitelné, jsou využity cenové údaje realizovaných prodejních cen, získané z Českého úřadu zeměměřického a katastrálního. Dále data Českého statistického úřadu a v neposlední řadě data získaná z databáze Ústředního seznamu kulturních památek České republiky (ÚSKP ČR), který vede Národní památkový ústav (NPÚ) jako ústřední organizace státní památkové péče na základě zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči., konkrétně z Památkového katalogu.

Do studie jsou použity pouze památkově chráněné budovy a objekty, které mají přiděleno rejstříkové číslo ÚSKP. Následně jsou získaná data, poznatky a hodnoty zpracovány do vlastních databází. Databáze mimo jiné obsahuje: Katastrální území a jeho číslo, typ nemovitosti, rejstříkové číslo ÚSKP, památkovou ochranu, její fázi a kategorii, architektonický styl ve kterém byla památka postavena, pokud je dostupné tak přibližné stáří nemovitosti, číslo vkladu, datum vkladu, cenový údaj, případný převáděný id. spoluvlastnický podíl, adresu, číslo popisné nebo evidenční, parcelní číslo, jehož součástí je stavba a výměru pozemku, zastavěnou plochu převzatou a zaměřenou v katastrální mapě, podlažnost, čísla pozemků v jednotném funkčním celku a jejich výměru.

U bytových jednotek obsahuje vlastní databáze: Katastrální území a jeho číslo, rejstříkové číslo ÚSKP, památkovou ochranu, její fázi a kategorii, architektonický styl, ve kterém byla památka postavena, pokud je dostupné tak přibližné stáří nemovitosti, číslo vkladu, datum vkladu, cenový údaj, případný převáděný id. spoluvlastnický podíl, adresu, číslo popisné nebo evidenční, parcelní číslo, jehož součástí je stavba a podlahovou plochu.

Po vytvoření dostatečně velké databáze byly zvoleny nejvhodnější parametry, které mohou ovlivňovat tržní hodnotu i konečnou cenu těchto nemovitostí a budou dále zkoumány. Těmito parametry, které byly každé nemovitosti do databáze přiřazeny podle současného, skutečného stavu zejména jsou: Architektonický styl, stáří nemovitosti, kategorie památkové ochrany, celkový stav nemovitosti, velikost (u domů zastavěná plocha a podlažnost, u bytových jednotek podlahová plocha), vzdálenost do centra, vzdálenost na nejbližší zastávku, vzdálenost k základní i mateřské škole.


Počet analyzovaných cenových údajů (památkově chráněných nemovitostí) v jednotlivých lokalitách, které budou vyhodnoceny, jsou zachyceny v následujícím grafu.



Graf. 1 – Počet analyzovaných cenových údajů (Zdroj: Vlastní zpracování)

Graph. 6 - Number of analyzed price data (Source: Own processing)

Katastrální území Karovy Vary, Český Krumlov a Hradec Králové nejsou v grafu zachyceny, poněvadž vstupní data nebyla k datu zveřejnění tohoto příspěvku dostatečně zpracována.




NÁRODNÍ
PAMÁTKOVÝ
ÚSTAV

PAMÁTKOVÝ
KATALOG

Portál IISPP Vyhrazený přístup

Měšťanský dům

◀ Předchozí
⬆ Zpět na výsledky
Následující ▶



MÁ SOUČÁSTI

objekt 1000123392_0001 - dům ●

PAMÁTKOVÁ OCHRANA

- kulturní památka rejst. č. ÚSKP 13544/8-3541 - měšťanský dům
Fáze ochrany: památkově chráněno
Chráněno: od 3. 5. 1958

PLOŠNÁ PAMÁTKOVÁ OCHRANA

- památková rezervace rejst. č. ÚSKP 1031 - Olomouc
Fáze ochrany: památkově chráněno, rozsah revidován
Chráněno: od 13. 4. 1971

NA PLOŠE KP/NKP/OP/NZ

- nárazníková zóna rejst. č. ÚSKP 7009 - Nárazníková zóna statku světového dědictví "Sloup Nejsvětější Trojice v Olomouci"
Fáze ochrany: památkově chráněno
Chráněno: od 2. 12. 2000

INFORMAČNÍ SYSTÉM O ARCHEOLOGICKÝCH DATECH (ISAD)

[ID_SAS 24226 - středověké a novověké jádro města Olomouce I](#) ↗

ZOBRAZENÍ NA MAPĚ

DB 883643, Olomouc, 102 Blažejské náměstí, Olomouc, Olomouc-město, Olomouc, Olomoucký kraj

KATALOGOVÉ ČÍSLO	1000123392
KRAJ	Olomoucký kraj
OKRES	Olomouc
OBEC	Olomouc
ČÁST OBCE	Olomouc
KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ	Olomouc-město
ADRESA	Blažejské náměstí č.p. 102/1
TYP	měšťanský dům
KATEGORIE	areál

ANOTACE
Patrový řadový dům s vysokou štítovou atikou. Ve dvoře ohradní zeď, původní hospodářská budova zbourána.

Obr. 2 – Náhled do NPÚ – Památkový katalog (Zdroj: NPÚ)
Fig. 2 – Preview of NPÚ – Monument catalog (Source: NPÚ)

4 METODY VYHODNOCENÍ A JEJICH POSTUP

K vyhodnocování nejvýznamnějších cenotvorných faktorů jsou používány různé statistické metody. Rozšířenou a nejvíce používanou je Hedonická metoda. Hédonická metoda vychází z analýzy závislosti, jejímž nástrojem jsou, mimo jiné, korelace, regresní modelování a vícerozměrné regresní analýzy.

Tsai, Wei-jue Huang and Ying Li [8] provedli ve své studii výzkum, jak cestovní ruch ovlivňuje ceny nemovitostí, na vzorku 294 cenových údajů z transakcí s nemovitostmi, v zámořské čínské městské části Shenzhen, v Číně. Na základě vícenásobné regresní analýzy byl vytvořen hédonický cenový model. Ve studii byly současně zkoumány i ostatní vlivy, jako jsou různé místní a krajinné prvky, počet autobusových stanic, vzdálenost k nejbližšímu metru, vzdálenost do zábavného parku, vzdálenost k moři atd., které mají významný vliv i na ceny nemovitostí v cestovním ruchu. Pro vyhodnocení vlivů použili hédonickou metodu, která je založena na multikriteriální regresní analýze a je schopna vyhodnotit, jakým způsobem a jak silně, jednotlivé zkoumané faktory, ceny nemovitostí ovlivňují.

Ozalp, Ayse Yavuz, and Halil Akinci [5] určují strukturální a environmentální charakteristiky, které působí na prodejní ceny rezidenčních nemovitostí v centru města Artvin, v Turecku. K výzkumu je použita taktéž hédonická metoda. Autoři doplňují a doporučují, před aplikací regresní analýzy, použít i prostorovou analýzu a tímto způsobem otestovat tzv. prostorovou závislost (prostorovou autokorelaci) dat.

Klasický lineární vícenásobný regresní model je široce popsán v literatuře (např. ISAKSON 1998; CZAJA 2001; BARAŇSKA 2002; BENJAMIN a kol. 2004; SIRMANS a kol. 2004; ADAMCZEWSKI 2006; BITNER 2007; SAWIŁOW 2010). Často se používá pro analýzu vztahů a závislostí mezi proměnnými charakterizujícími trh s nemovitostmi. Vícenásobné regresní modely však nezahrnují prostorové korelace mezi proměnnými, proto oba parametry modelu ani reziduum nejsou funkcí umístění. Řešením tohoto problému může být využití prostorových regresních modelů včetně efektu umístění na proměnné odezvy. Prostorová autokorelace je definována jako míra korelace pozorované proměnné hodnoty v daném místě s hodnotou stejné proměnné na jiném místě. [1]

Tato metoda je běžně používána i v zahraničí. Hédonická metoda, vychází z databází, kdy kromě cen je uvedeno (vymezeno) několik cenotvorných parametrů, které mohou ovlivňovat nejen ceny nemovitostí a ty se v rámci regresní analýzy zkoumají. Tato metoda byla mnohokrát použita ve světě několika autory, např. v těchto výzkumech a studiích:

- při ocenění kulturního dědictví v kontextu trhu městského bydlení v Zaanstadu v Holandsku. (Tržní hodnota seznamu dědictví: městské hospodářské využití hédonické ceny, Farook Lazrak, Petr Nijkamp, Piet Rietveld, Jan Rouwendal, 2011–2017). [3]
- při zkoumání vlivu vody na hodnotu nemovitostí, Brown and Pollakowski (1977), [3]
- vliv stromů na jednotlivých parcelách na hodnotu nemovitostí, Morales (1980), [2]
- vliv hluku z letecké dopravy na cenu nemovitostí, Nelson (1980), [4]
- vliv různé úrovně poškození ze zemětřesení na cenu nemovitostí ve vilových čtvrtích v Los Angeles a San Francisku, Brookshire (1985). [7]

4.1 Korelační analýza

Korelační analýza umožňuje zjistit vztah mezi dvěma a více proměnnými. Výzkumníci pomocí této analýzy zjišťují tendence jedné proměnné se vyskytovat společně s určitými hodnotami druhé proměnné. Tendence může mít charakter neexistence korelace (např. hodnoty proměnné X neodpovídají hodnotě druhé proměnné Y) až po tzv. absolutní korelaci, kdy s danou proměnou hodnoty X se vyskytuje určitá hodnota Y.

Koeficienty korelace většinou nabývají hodnot $<-1; 1>$. Čím se hodnota blíží $+1$ (resp. -1), tím je závislost proměnných vyšší, čím se hodnoty koeficientů blíží 0, tím je závislost proměnných menší. Pokud je koeficient roven 0, neexistuje mezi proměnnými žádná závislost. Prvotní interpretace hodnoty vypočítaného koeficientu (před testováním statistické významnosti) dává výzkumníkovi první informaci o stupni korelace a první podklad pro interpretaci výsledku. Jednotliví autoři rozdělují sílu asociace dvou proměnných od malé po velkou asociaci, avšak konkrétní hodnoty se u jednotlivých autorů odlišují. [14]

4.1.1 Pearsonův korelační koeficient

Pearsonův korelační koeficient, stejně jako ostatní korelační koeficienty, nabývá hodnot $<-1; 1>$. Hodnota menší než 0 označuje negativní korelaci (čím vyšší hodnota jedné proměnné indikuje nižší hodnotu druhé proměnné) a naopak hodnota větší než 0 označuje pozitivní korelaci (čím vyšší je hodnota jedné proměnné, tím vyšší je hodnota druhé proměnné). Vysoká hodnota korelačního koeficientu ale nemusí znamenat vysokou míru korelace. Například, pokud počítáme závislost mezi pěti dvojicemi hodnot, i vyšší hodnota korelačního koeficientu nemusí být statisticky významná. [14]

4.1.2 Mnohonásobný koeficient korelace

Mnohonásobný koeficient korelace se užívá v případech, kdy máme více jak dvě proměnné získané prostřednictvím metrického měření. Tímto koeficientem hodnotíme vliv několika proměnných na cílovou proměnnou; tzn., jaký mají vliv dvě a více proměnných na určitou proměnnou. Koeficient vypočítáme dle vztahu:

$$p_{x,yz} = \sqrt{\frac{p_{xy}^2 + p_{xz}^2 - 2p_{xz}p_{xy}p_{yz}}{1 - p_{yz}^2}}$$

4.1.3 Spearmanův koeficient korelace

Tento korelační koeficient se nazývá také koeficient pořadové korelace. Je určen zejména pro ty data, která jsou zachycena pomocí ordinálního měření. Dále tento koeficient užíváme v případech, kdy nemůžeme předpokládat linearitu vztahu dvou proměnných, či nebylo zjištěno normální rozdělení hodnot. V těchto případech místo Pearsonova korelačního koeficientu užíváme Spearmanův. [14]

4.2. Regresní analýza

Metody regresní analýzy jsou využívány v situacích, kdy nás zajímá závislost určité kvantitativní (spojité) proměnné na jedné nebo více dalších kvantitativních (spojitých) proměnných, tzv. regresorech. Předem je dáno, která proměnná je nezávislá (vysvětlující) a která je závislá (vysvětlovaná, také se jí říká odezva). Cílem regresní analýzy je popsat tuto závislost pomocí vhodného (matematického) modelu.

Podle počtu nezávisle proměnných rozlišujeme modely jednoduché regrese a vícenásobné regrese. Jednoduchá regrese popisuje závislost vysvětlované proměnné na jednom regresoru. Naproti tomu vícenásobná regrese řeší situaci, kde závisle proměnná závisí na více než jednom regresoru. Podle typu regresní funkce pak lze dále rozlišit modely lineární a nelineární. [13]

4.3 Verifikace výsledků

Veškeré dosažené výsledky musí být dostatečně verifikovány. Verifikace dosažených výsledků bude provedena vhodnou diagnostickou metodou. K verifikaci budou použity tzv. Gauss-Markovovy předpoklady. Těmi jsou zejména analýza reziduální složky regresního modelu, kde součet všech reziduí musí být roven 0, to představuje vyvrácení chybovosti dat. Následně bude testována homoskedasticita modelu, která označuje, že všechny chybové složky mají stejný rozptyl. V dalším kroku bude testována korelace, která vylučuje autokorelaci mezi různými chybovými složkami. Dalším testovaným kritériem vhodnosti použití regresní analýzy bude test normality chybových složek, tedy zda rezidua pocházejí z normálního rozdělení. Ověřením těchto předpokladů bude potvrzeno, že regresní model je správný a lze ho použít. K verifikaci výsledků budou použity i výsledky dalších testů, např. T – test. Tento jednoduchý T – test je používán pro stanovení statistické významnosti jednotlivých regresních parametrů a F – test, který slouží pro stanovení statistické významnosti celého regresního modelu.

5 ZÁVĚR

V rámci probíhajícího projektu, Kvalitního interního grantu VUT, je prováděna studie nejvýznamnějších cenotvorných faktorů (Národních kulturních památek s rezidenční funkcí), které mohou ovlivňovat tržní cenu, v šesti katastrálních územích v ČR (po vyřazení k.ú. Liberec a rozšíření studie v sedmi lokalitách). Pomocí Hédonické metody, na základě Analýzy závislosti, korelační analýzy, regresního modelování a vícenásobné regresní analýzy, budou výše popsané cenotvorné faktory vyhodnoceny a výsledky studie budou prezentovány na odborných, vědeckých, tuzemských i mezinárodních konferencích a publikovány v recenzovaných i nerecenzovaných odborných časopisech.

6 PODĚKOVÁNÍ

Grant Vliv významných faktorů, které ovlivňují hodnotu nemovitých národních kulturních památek s obytnou funkcí v ČR je realizován v rámci projektu Kvalitní interní granty VUT (KInG VUT), reg. č. CZ.02.2.69/0.0/0.0/19_073/0016948, který je financován z OP VVV.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Literatura

- [1] Cellmer R., (2013), "Use of spatial autocorrelation to build regression models of transaction prices", Real Estate Management and Valuation, vol. 21, no. 4, pp. 65-74., [on-line], (cit. 21.4.2022), dostupné z: <https://sciendo.com/pdf/10.2478/remav-2013-0038>
- [2] MORALES, D.J. The contribution of trees to residential property value. Journal of Arboriculture, 6, 1980, s. 305-308.
- [3] NAVRUD, Stále, READY, Richard C. Valuing Cultural Heritage. Cheltenham: Edward Elgar Publishing. Rok 2002. 280. ISBN 1-84064-079-0.
- [4] NELSON, J. P. Airports and property values, a survey of recent evidence. Journal of Transport Economics and Policy, 14, 1980, s. 37-52.
- [5] Ozalp, Ayse Yavuz, and Halil Akinci. „The use of hedonic pricing method to determine the parameters affecting residential real estate prices." Arabian Journal of Geosciences 10.24 (2017): 1-13. Dostupné z: <https://www.scopus.com>
- [6] STATSOFT, Úvod do regresní analýzy, Praha, [online]. [cit.2022-26-04]. Dostupné z: http://www.statsoft.cz/file1/PDF/newsletter/2014_26_03_StatSoft_Uvod_do_regresni_analyzy.pdf
- [7] The Hedonic Price Method. [online]. [cit.2022-26-04]. Dostupné z: URL:<<http://www2.bren.ucsb.edu/~kotchen/links/teaching/Hedonic.pdf>
- [8] TSAI, WEI-JUE HUANG and YING LI, The impact of tourism Resources on Tourism Real Estate, Asia Pacifik journal of tourism research, 2016 VOL. 21, NO. 10, 1114-1125

Zdroje

- [9] Český statistický úřad, dostupný z: <https://www.czso.cz/>,
- [10] Český úřad zeměměřický a katastrální, dostupné z: <https://www.cuzk.cz/>,
- [11] Národní památkový úřad, dostupný z: <https://www.npu.cz/cs>,
- [12] Památkový katalog, dostupný z: <https://www.pamatkovykatalog.cz/>.
- [13] STATSOFT, Úvod do regresní analýzy, Praha, [online]. [cit.2022-02-05]. Dostupné z: http://www.statsoft.cz/file1/PDF/newsletter/2014_26_03_StatSoft_Uvod_do_regresni_analyzy.pdf
- [14] TRAHORSCH P., CHYTRÝ V., NOVÁKOVÁ A., PAVLÁTOVÁ V., Vybrané kapitoly ze statistické analýzy empirických dat, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, 2019, Ústí nad Labem, [online]. [cit.2022-02-05]. Dostupné z: https://www.pf.ujep.cz/wp-content/uploads/2018/06/statisticka_analyza_dat_skripta_final.pdf

Recenzoval

Pavel Klika, Ing., Ph.D., ÚSI VUT v Brně, Purkyňova 464/118, Brno; tel.: +420 541 148 937, e-mail: pavel.klika@usi.vutbr.cz

ANALÝZA VÝVOJE CEN STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

ANALYSIS OF PRICE DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION MATERIALS

Karla Háva¹

Abstrakt

Média informují o zdražování stavebních materiálů, o tom, že se stavby zpomalují či prodražují. Investicím do nemovitostí neprospívala již pandemie covid-19 a neprospívá jim ani válka na Ukrajině. Vojenský konflikt odehrávající se mezi Ruskem a Ukrajinou silně ovlivňuje cenu a dostupnost některých stavebních materiálů. Jako nejvíce zasažené se v současné době jeví ocelové výrobky. Do cen stavebních materiálů se promítá také růst cen energií a pohonných hmot. Nepříznivé podmínky vnímají nejen drobní investoři, ale i obce, které vypisují veřejné zakázky. Vysoutěžená cena totiž během příprav a realizace stavby může značně narůst.

Autor článku analyzuje vývoj cen stavebních materiálů v průběhu několika let. V článku je uveden také příklad ocenění konkrétní veřejné zakázky směrnými cenami stavebních materiálů a prací v různých obdobích.

Abstract

Ukraine has a strong influence on prices and availability of some construction materials. Steel products are the most hit by the war. Rising prices of energies and fuels are influencing the prices of construction materials, too. These unfavourable conditions are seen not only by small investors, but also by municipalities when announcing public tenders. The original price that won the public tender usually rises during the project's preparation phase and subsequent construction phase. The author of this article analyses the construction materials' price developments during a period of several years. In the article you can find a pricing of a particular public tender by indicative prices of construction materials and work in different periods.

Klíčová slova

Nárůst cen; pandemie covid-19; stavební materiály; válka na Ukrajině; veřejná zakázka.

Keywords

Price increase; pandemic covid-19; construction materials; war in Ukraine; public tender.

1 ÚVOD

V jarních a letních měsících 2020 došlo k utlumení stavební produkce. Restrikce spojené s pandemií covid-19 ovlivňovaly množství pracovníků potřebných pro výrobu materiálů, pro logistiku výrobků, prodej, ale i samotnou montáž na stavbě. Od jara 2021 došlo k oživení stavebnictví a poptávka po mnoha materiálech převyšovala nabídku. Výrobci a dodavatelé stavebních materiálů se potýkali s výrazným růstem cen surovin, polotovarů a mnoha typů výrobků. Dělo se tak díky časovému souběhu mnoha nepříznivých okolností, převážně spojených s pandemií covid-19. Plasty byly v době pandemie směřovány primárně do zdravotnictví, na jednorázové obaly na jídlo či obaly na zboží, které se mnohem častěji než dříve objednávalo online. Omezení nebo ukončení výroby některých hutí v Evropě, zvyšování cen emisních povolenek, celní restrikce a nedostatek kovů z Asie napomáhal k růstu cen kovů. Vleklá kůrovcová kalamita zeslabila, těžba kůrovcového dřeva se snižovala a jeho cena se navyšovala. Cenový nárůst dřeva nebyl způsoben jen samotným utlumováním těžby kůrovcového dřeva, ale také v průběhu předešlých dvou let vytvořenými exportními kanály, kterými značné objemy českého dřeva putovaly do zahraničí.

Restrikce spojené s pandemií covid-19 se zmírňovaly na přelomu roku 2021 a 2022, když bylo stavebnictví mimo hlavní sezónu. Relativní klid ale netrval dlouho. Koncem února 2022 začal vojenský konflikt odehrávající se mezi Ruskem a Ukrajinou, který ovlivňuje cenu a dostupnost některých stavebních materiálů. Do cen stavebních materiálů se promítá také růst cen energií a pohonných hmot. Růst cen stavebních materiálů ovlivňuje nejen drobné investory, ale i zadavatele veřejných zakázek. Vysoutěžená cena totiž během přípravy a realizace stavby může značně narůst.

2 VÁLKA NA UKRAJINĚ

Vojenský konflikt odehrávající se mezi Ruskem a Ukrajinou silně ovlivňuje cenu a dostupnost některých stavebních materiálů. Jako nejvíce zasažené se v současné době jeví ocelové výrobky.

V létě 2021 trh s železem a ocelí ovlivnila pandemie covid-19, cena železné rudy se tehdy dostala přes rekordních 200 dolarů za tunu. Na podzim a v zimě 2021 sice došlo k poklesu pod 100 dolarů za tunu, ale válka na Ukrajině ceny

¹ Karla Háva, Ing. et Ing., VUT v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, 76816@usi.vutbr.cz

opět šroubuje vzhůru. Důvodem je silná závislost českých železáren a oceláren na importu železné rudy z Ukrajiny. Další parametr ovlivňující výši ceny ocelových výrobků je omezení produkce oceláren vlivem růstu nákladů na energie. V neposlední řadě stojí za razantním růstem cen panika na trhu. [1] [2]



Graf 1 Graf vývoje ceny železné rudy v USD za 1 tunu [3]

3 NÁRŮST CEN ENERGIÍ

Aktuálně se stále více řeší nárůst cen energií, který byl od podzimu 2021 skutečně dramatický.

Rok 2021 byl pro vývoj cen elektřiny velice turbulentní. V březnu 2021 stála 68,8 dolarů za megawatthodinu. V důsledku energetické krize se v prosinci 2021 vyšplhala cena na závratných 370 dolarů za megawatthodinu, počátkem roku 2022 pak klesla pod 150 dolarů a v polovině března 2022 se obchodovala za 187 dolarů. [4]



Graf 2 Graf vývoje ceny elektřiny v USD za 1 MWh [5]

Cena plynu na burze se v dubnu roku 2021 pohybovala kolem 11 dolarů za megawatthodinu. Na podzim roku 2021 se vyšplhala až ke 22 dolarům za megawatthodinu. V polovině března 2022 stála megawatthodina na burze 16 dolarů. Otázkou je, jak se bude situace vyvíjet s ohledem na tzv. Green Deal a sankce uvalené na ruskou ekonomiku. [4]



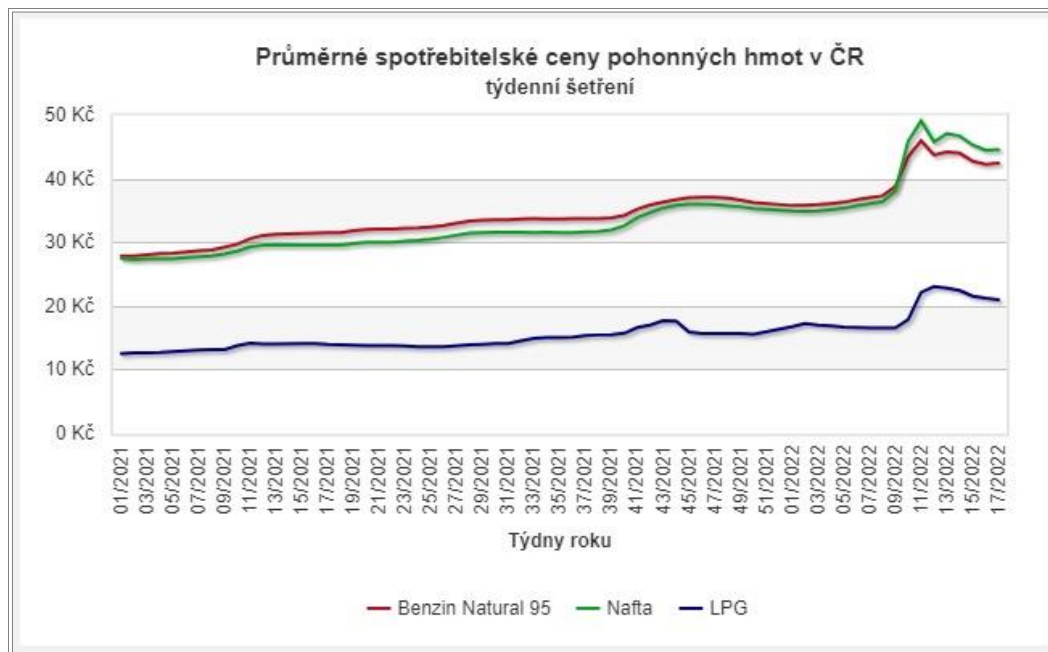
Graf 3 Graf vývoje ceny zemního plynu v USD za 1 MMBtu [5]

Cena energie tvoří podstatnou část nákladů na výrobu základních stavebních materiálů, např. cihel. Základní surovinou pro výrobu cihel je jíla a příměsi. Cena surovin však na vstupních nákladech pro výrobu cihel tvoří minoritní podíl. Hlavní složkou výrobních nákladů jsou energie. Plyn se při výrobě cihel používá pro sušení a pálení. Další energetickou složkou nutnou pro výrobu je elektrická energie, která pohání výrobní stroje a zajišťuje provoz cihelny. Spotřeba elektrické energie je oproti nákladům na plyn méně podstatná. [6]

4 NÁRŮST CEN POHONNÝCH HMOT

V reakci na vojenský konflikt odehrávající se mezi Ruskem a Ukrajinou bylo na Rusko uvaleno několik balíčků ekonomických sankcí. Jednu ze zvažovaných sankcí představuje zákaz dovozu ropy z Ruska do Evropy a Spojených států. K embargu na dovoz ruské ropy jako první přistoupily Spojené státy. Velká Británie a Polsko oznámily, že ji přestanou dovážet do konce roku 2022. Jelikož je Rusko třetím největším producentem a zároveň druhým největším vývozcem ropy, obava o její dodávky v souvislosti se sankcemi vyvolala nejistotu na trhu. Ta se na začátku března 2022 promítla do strmého nárůstu ceny ropy za barel, která dokonce atkovala extrémní hodnoty z roku 2008. [1] [4]

Dramaticky rostoucí ceny ropy se prakticky okamžitě promítly i do koncových cen pohonných hmot na čerpacích stanicích na našem území. Cena ropy začala klesat po oznámení Mezinárodní agentury pro energii o uvolnění zásob a zprávě členů OPEC o navýšení těžby. To se i v souvislosti se zrušením přimíchávání biosložky do paliva projevilo u pohonných hmot mírným poklesem cen. [1]



Graf 4 Graf vývoje ceny pohonných hmot v ČR v Kč za 1 litr [5]

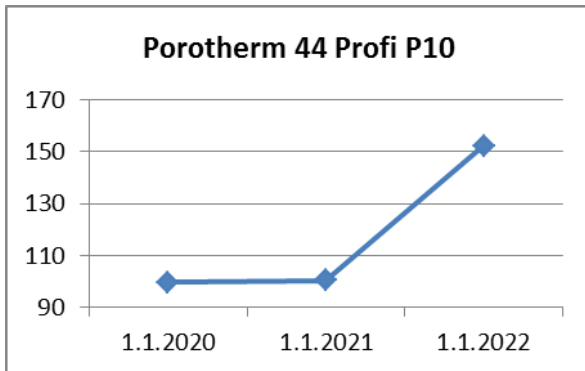
V polovině února 2022 byla cena za litr benzínu zhruba 37 korun. V březnu 2022 pak cena benzínu neustále stoupala vzhledem ke konfliktu na Ukrajině a pomalu atkovala hranici 50 korun za litr. Od dubna 2022 pak cena benzínu začala pomalu klesat. [4]

Zvýšená cena pohonných hmot by se do ceny stavby měla projevit jak v ceně za materiál, tak i ve zvýšené ceně za práci stojící přímo na stavbě.

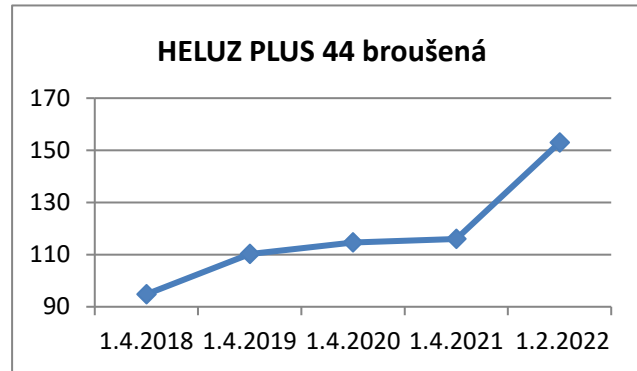
5 VÝVOJ CEN STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

Ceny stavebních materiálů se v průběhu posledních let měnily. V této kapitole je znázorněn vývoj cen vybraných stavebních materiálů.

Od roku 2021 došlo především díky zdražení plynu k výraznému růstu cen cihel. Na grafech je znázorněn nárůst ceníkových cen konkrétních typů cihel Porotherm a Heluz. V roce 2021 se ceny těchto cihel pohybovaly kolem 90 až 100 korun za kus, kdežto začátkem roku 2022 dosáhly 150 korun za kus. Realizaci zděných staveb ovlivňují také několikaměsíční výpadky dodávek některých typů cihel. Cihly budou pravděpodobně i nadále zdražovat v souvislosti s ekonomickými sankcemi uvalenými na ruskou ekonomiku.

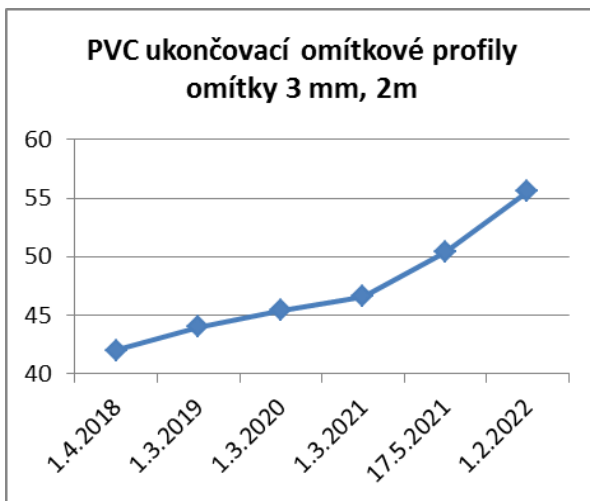


Graf 5 Graf vývoje ceníkové ceny cihly Porotherm v Kč za 1ks [8]



Graf 6 Graf vývoje ceníkové ceny cihly HELUZ v Kč za 1ks [7]

Výrobky z plastů i hliníku zaznamenávají výraznější nárůst cen od jara 2021. Materiály uvedené v grafu 7 a 8 jsou užívány například při revitalizacích bytových domů.

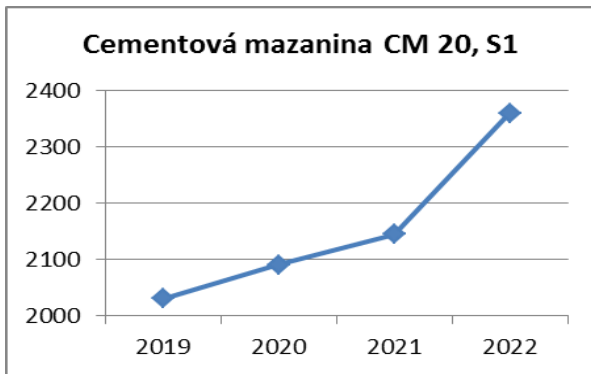


Graf 7 Graf vývoje ceníkové ceny profilu z PVC od Weber v Kč za 1ks [9]

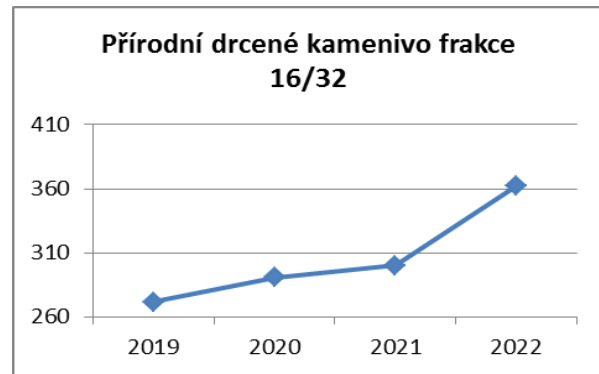


Graf 8 Graf vývoje ceníkové ceny profilu z hliníku od Weber v Kč za 1ks [9]

Výše uvedené grafy jsou dle ceníkových cen materiálů. Pro ukázkou, zda se dlouhodobým odebíráním materiálů od stálých dodavatelů a případným uzavíráním rámcových dohod stavební firma může vyvarovat navyšování cen, je níže uveden i vývoj cen stavebních materiálů z obdržených faktur menší stavební společnosti.



Graf 9 Graf vývoje fakturované ceny cementové mazaniny v Kč za 1 m³[10]



Graf 10 Graf vývoje drceného kameniva v Kč za 1 tunu [10]

Z grafů je patrné, že ani dlouhodobým odebíráním materiálů od stejných dodavatelů se zvýšení cen stavební společnosti nevyhnu.

6 VLIV NÁRŮSTU CEN STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ NA VEŘEJNÉ ZAKÁZKY

Vyšší ceny materiálů nedělají starosti jen obyčejným lidem, ale i obcím, které vypisují veřejné zakázky. Vysoutěžená cena během přípravy a realizace stavby může značně narůst.

Od poloviny roku 2021 se zadavatelé dostávají do situací, kdy vybraní dodavatelé buď nechtějí uzavřít smlouvu o dílo, nebo požadují po zadavatelích navýšení cen ve smlouvě z důvodu rychle rostoucích cen materiálů a výrobků. Pro předcházení těmto problémům lze zadavatelům u nově vypisovaných zakázek doporučit již v zadávací dokumentaci využití možnosti zákona č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek, konkrétně možné výhrady změny závazku podle § 100 odst. 1. Existuje možnost realizovat výhradu po určitých časových úsecích (např. čtvrtletí, půlrok, rok), kdy je dosaženo určité výše zdražení, a aktualizovat cenu položek, u kterých dochází k výraznému nárůstu ceny. Je nutné popsat mechanismus fungování, např. podle inflace či indexu růstu spotřebitelských cen Českého statistického úřadu. Mechanismus musí být popsán dopředu v zadávací dokumentaci a následně musí být obsažen ve smlouvě. [11]

6.1 Příklad ocenění veřejné zakázky v různých cenových úrovních

Nabídky do veřejných zakázek se podávají pomocí položkových rozpočtů, kde se ve velké míře využívají směrné ceny stavebních materiálů a prací vytvářené odbornými společnostmi. Pro zjištění, jak se vyvíjí směrné ceny stavebních materiálů a prací v průběhu několika let, je níže uveden příklad ocenění reálné veřejné zakázky v různých obdobích. Příklad je demonstrován u rozpočtu na novostavbu budovy mateřské školy.

Rozpočet je oceněn pomocí směrných cen společnosti ÚRS CZ a.s. (SW program KROS 4) vždy do cenové úrovně prvního pololetí daného roku. Rozpočet novostavby je na základě požadavku zadavatele rozdělen do čtyř částí. V porovnání jsou uvedeny dvě části položkového rozpočtu z veřejné zakázky po dílech. Položkový rozpočet byl oceněn směrnými cenami do cenové úrovně prvního pololetí roku 2019 až prvního pololetí roku 2022. Z rozpočtu byly vypuštěny položky, které byly oceněny jako tzv. R-položky či subdodávky a položky, které není možné porovnat ve všech cenových úrovních.

Tab. 1 Rekapitulace rozpočtu veřejné zakázky v cenových úrovních 2019/I až 2022/I – část 1 [12]

Ozn.	Díl	C.ú. 2019/I	C.ú. 2020/I	C.ú. 2021/I	C.ú. 2022/I
1	Zemní práce	130 955,89	170 820,36	172 776,84	236 366,92
2	Základy a zvláštní zakládání	604 083,02	626 284,78	647 159,77	759 366,00
99	Staveništní přesun hmot	121 715,46	139 368,85	132 400,40	156 557,67
711	Izolace proti vodě	116 700,88	123 793,45	128 277,76	142 351,15
713	Izolace tepelné	18 639,58	19 776,67	19 945,33	20 697,12
Celkem		992 094,83	1 080 044,11	1 100 560,10	1 315 338,86
Rozdíl oproti předchozí c.ú. v Kč			87 949,28	20 515,99	214 778,76
Rozdíl oproti předchozí c.ú. v %			8,87%	1,90%	19,52%

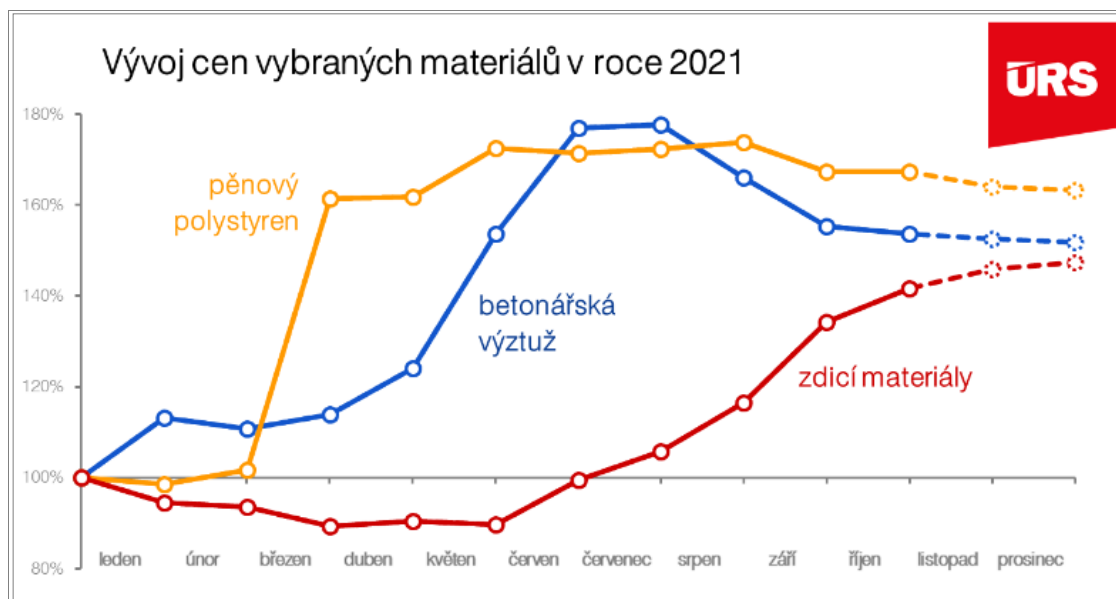
Tab. 2 Rekapitulace rozpočtu veřejné zakázky v cenových úrovních 2019/I až 2022/I – část 2 [12]

Ozn.	Díl	C.ú. 2019/I	C.ú. 2020/I	C.ú. 2021/I	C.ú. 2022/I
3	Svislé a kompletní konstrukce	824 969,00	933 669,78	939 793,20	1 335 781,03
4	Vodorovné konstrukce	476 392,48	539 517,66	535 785,27	749 964,25
64	Výplně otvorů	15 325,00	18 560,00	20 030,00	28 020,00
99	Staveništní přesun hmot	57 415,15	65 742,54	62 455,41	73 850,78
713	Izolace tepelné	148 388,66	149 259,34	109 989,75	213 467,93
765	Krytiny tvrdé	142 710,45	154 971,76	154 988,24	189 442,93
M12	Elektromontáže	3 314,08	3 427,28	3 588,64	3 871,64
Celkem		1 668 514,82	1 865 148,36	1 826 630,51	2 594 398,56
Rozdíl oproti předchozí c.ú. v Kč			196 633,54	-38 517,85	767 768,05
Rozdíl oproti předchozí c.ú. v %			11,78%	-2,07%	42,03%

Z rozpočtů v jednotlivých cenových úrovních je patrný mírný nárůst ceny rozpočtu z cenové úrovně 2019/I na 2020/I. Z cenové úrovně 2020/I na cenovou úroveň 2021/I je nárůst ceny minimální či mírně záporný. Nárůst ceny rozpočtu z cenové úrovně 2021/I na 2022/I je výrazný.

Oceňování rozpočtu je provedeno pouze do cenové úrovně prvního pololetí daného roku. Některé menší stavební společnosti v rámci úspor nechávají aktualizovat databázi pouze jednou ročně. Jak je patrné z níže uvedeného grafu společnosti ÚRS CZ a.s., ceny se v průběhu roku mohou výrazně měnit a aktualizace databáze dvakrát ročně je v současné době nezbytností. Zastaralá databáze směrných cen může výrazně ovlivnit nabídkovou cenu veřejné zakázky.

Některé společnosti, které veřejné zakázky v poslední době vyhrály, od realizace staveb ustupují. Sankce za odstoupení od smlouvy jsou pro ně bolestné, realizace zakázky za pevnou cenu by pro ně v dnešní situaci mohla být likvidační.



Graf 11 Graf vývoje vybraných materiálů v roce 2021 [1]

7 ZÁVĚR

Rostoucí ceny materiálů spolu s rostoucími cenami energií a pohonných hmot neumožňují nyní stavebním společnostem převzít zvýšené náklady pouze na sebe. Stavební společnosti jsou nuceny přenést náklady na koncové zákazníky.

Komplikace nastávají u veřejných zakázek, kde je cena ve většině případů pevná. Vysoutěžená cena totiž během přípravy a realizace stavby může značně narůst. Některé společnosti, které veřejné zakázky v poslední době vyhrály, od realizace staveb ustupují. Sankce za odstoupení od smlouvy jsou pro ně bolestné, realizace zakázky za pevnou cenu by pro ně v dnešní situaci mohla být likvidační.

Literatura

- [1] ÚRS CZ a.s. *Sledování vývoje cen stavebních materiálů [online]*. c 2021, [cit. 30.4.2022]. Dostupné z WWW: <<https://www.cs-urs.cz/tag/vyvoj-cen>>.
- [2] FERRUM s.r.o. *Ceny železa a oceli 2022: proč pořád rostou a kdy dojde ke kulminaci? [online]*, [cit. 2022-04-30]. Dostupné z WWW: <<https://www.ferrum-mb.cz>>.
- [3] TRADING ECONOMICS. *Iron ore [online]*. c 2022, [cit. 30.4.2022]. Dostupné z WWW: <tradingeconomics.com>.
- [4] MONETA Money Bank, a.s. *Komodity – ceny a investice [online]*. c 2022, [cit. 30.4.2022]. Dostupné z WWW: <<https://www.moneta.cz/komodity>>.
- [5] Kurzy.cz, spol. s r.o. *Energie [online]*. c 2000 – 2022, [cit. 29.4.2022]. Dostupné z WWW: <<http://www.kurzy.cz>>.
- [6] Onk. *Na zdražování stavebního materiálu má vliv cena energií i vysoká poptávka [online]*. c 2001 – 2022, [cit. 30.4.2022]. Dostupné z WWW: <<https://www.e15.cz>>
- [7] Ceníky HELUZ cihlařsky průmysl v. o. s.
- [8] Ceníky cihelných výrobků a služeb Porotherm, Wienerberger s.r.o.
- [9] Ceníky Saint-Gobain Construction Products CZ a.s., divize WEBER.
- [10] Fakturace stavební společnosti TERNI s.r.o.
- [11] Redakce. *Jak reagovat na dramatický růst cen stavebního materiálu? Z+i ČKAIT 4/2021*. Praha: Informační centrum ČKAIT, s.r.o. 2021. ISSN 1804-7025. Dostupné z WWW: <<http://zpravy.ckait.cz/vydani/2021-04/>>.
- [12] Vlastní databáze.

Recenzoval

Ing. Vítězslava Hlavinková, Ph.D., VUT v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, vitezslava.hlavinkova@usi.vutbr.cz

VLIV MĚSTSKÉHO PROSTORU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

IMPACT OF URBAN SPACE ON THE ENVIRONMENT

Daniel Kliment¹, Monika Doležalová², Sofie Pokorná³

Abstrakt

Článek se zaměřuje na zkoumání závislosti konkrétních prvků městského prostoru na vybrané vlivy životního prostředí. K základním funkcím městského prostoru patří nejen uspokojování fyziologických potřeb, ale i potřeb psychologických. Městský prostor obvykle úzce souvisí s urbanismem, který v sobě obsahuje části krajiny, na které navazuje uspořádání sídel. Sledovanými indikátory v tomto výzkumu byly veřejná zeleň a vodní plochy. Do databáze bylo zařazeno 518 bodů, ve kterých byla výše uvedená závislost prozkoumávána. Body představovaly fyzická místa na mapě, která se nacházela v centru města Brna a navazujících městských částech. Uvažovaná závislost je zjišťována pomocí neparametrického testu, který umožňuje porovnávat dvě skupiny nebo podmínky, aniž by se předpokládalo, že data jsou normálně rozdělena. Výsledky výzkumu definující zkoumané závislosti mohou napomoci osobám zabývajícím se plánováním v městském prostoru více porozumět významu veřejné zeleně a vodních ploch.

Abstract

The article focuses on the investigation of the dependence of specific elements of urban space on selected environmental influences. The basic functions of urban space include not only the satisfaction of physiological needs, but also psychological needs. Urban space is usually closely related to urban planning, which includes parts of the landscape, which are followed by the layout of settlements. Public green spaces and water areas were chosen as the elements to be monitored in this research. The database included 518 points in which the above dependence was investigated. The points represented physical locations on the map, which were located in the city centre of Brno and the adjacent urban districts. The dependence under consideration is investigated using a non-parametric test that allows comparing two groups or conditions without assuming that the data are normally distributed. The results of the research defining the examined dependencies can help those involved in urban planning to understand more about the importance of public green spaces and water areas.

Klíčová slova

Životní prostředí; závislost; dopad; neparametrický test; městský prostor

Keywords

Environment; dependence; impact; nonparametric test; urban space

1 ÚVOD

Města svou rozlohou zabírají 2 % zemského povrchu, avšak spotřebovávají 60 až 80 % energie a vytvářejí cca 75 % emisí. [2, 3, 5] Snahou moderního urbanismu je v současnosti zásadněji zohlednit faktor životního prostředí v rámci plánování rozvoje měst. Environmentální a ekologický urbanismus je městský architektonický krajinný styl, který se zaměřuje na ekologické stránky města. K těmto záměrům patří množství a typ zeleně a také množství, velikost a typ vodních ploch. [1, 8]

1.1 Literární přehled

Vlny veder se prodlužují, jsou intenzivnější a také častější, což má negativní vliv na fyzické i psychické zdraví obyvatel měst. Zároveň jde tyto nepříznivé vlivy zmírňovat. [2, 3] Jedním z ukazatelů městského klimatu je vyšší noční teplota ve městech ve srovnání s venkovským okolím. Tento jev je známý jako městský tepelný ostrov. [14] Zvýšený výpar může snížit teplotu vzduchu a tím zmírnit tepelný ostrov a zvýšit tepelný komfort obyvatel. Z publikovaných studií vyplývá, že zastíněné oblasti města mohou dosahovat až poloviční teploty oproti oblastem nezastíněným. Problém s přehříváním ploch ve městě je obecně tam, kde právě není dostatek zeleně. Mimo to publikace poukazují i na fakt, že zelené plochy hrají důležitou roli v celkové regulaci klimatu, ochraně před hlukem, prachem a výfukovými plyny. [2, 3] Z tohoto důvodu se navrhuje začlenění zeleně do kompaktního funkčního městského prostředí. Jedná se o městské parky, pouliční zeleň, zelené koridory, komunitní zahrady, ozelenění vodních cest, nádvorí, střešní zahrady i vertikální zahrady. Městská zeleň dokáže stínit budovy, regulovat tak městské mikroklima, zmírnit efekt tepelného ostrova a podporovat

¹ Daniel Kliment, Ing. et Ing., VUT v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 464, 612 00 Brno-Medlánky, daniel.kliment@usi.vutbr.cz

² Monika Doležalová, Ing., VUT v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 464, 612 00 Brno-Medlánky, monika.dolezalova@usi.vutbr.cz

³ Sofie Pokorná, Ing., VUT v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 464, 612 00 Brno-Medlánky, sofie.pokorna@usi.vutbr.cz

biodiverzitu. Snižuje také spotřebu energie klimatizovat budovy. Schopnost zeleně snižovat množství oxidu uhličitého prostřednictvím fotosyntézy přispívá ke snížení uhlíkové stopy. [12, 13]

Vzestupem a renovací zelených ploch ve městech vzrostla také dostupnost a využívání těchto míst pro rekreační aktivity. Fyzické cvičení je možno pozorovat v parcích o velmi rozdílných velikostech. Stejně je to s odpočinkovými aktivitami, jako je čtení, opalování či třeba hraní šachů. Rozvoj biodiverzity pak rozšiřuje tyto aktivity o zážitky z ptáčího zpěvu, pozorování motýlů apod. Mimo to městská zeleň působí jako tažný faktor pro cestovní ruch. Cestovní ruch může být podporován ekologickým a kulturním přínosem, jelikož spolu s funkcí kulturní či historickou, může přilákat více turistů i prostředí ekoturistiky. [12]

Z hlediska psychologie a medicíny napomáhá přítomnost zeleně ve městě při regeneraci člověka při únavě, podpoře zraku, trávení, udržování tělesné teploty. [7] Profesor Franěk z Univerzity Hradec Králové uvádí, že pohled na přírodní scenérii vede ke zlepšení paměti a soustředění. Pacienti v nemocnicích se uzdravovali rychleji, když měli z lůžka výhled na stromy. Děti s poruchami pozornosti měly méně symptomů při pobytu v přírodě. Další sociologický výzkum poukázal na to, že ženy žijících v bytových domech obklopených zelení se lépe soustředily než ženy, které žily v bytech bez zeleného okolí. [10]

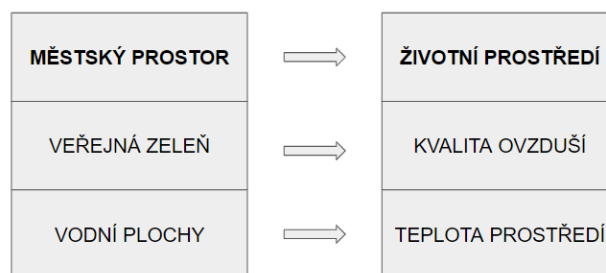
V odborných publikacích se však dají dohledat i opačné názory. Někteří architekti a projektanti tvrdí, že zeleň do města nepatří a to zejména kvůli rozvolňování města právě zelenými a dalšími prvky urbanismu. Rozvoji zeleně v centrech měst se vyčítá, že má za následek snižování hustoty zástavby, poklesu služeb a pracovních příležitostí a zvyšování kriminality v nepřehledných oblastech. [9, 11, 4]

Naopak jiní autoři začleňují do zelených lokalit i vodní plochy (tzv. blue space). Většina vodních ploch totiž vegetaci obsahuje, a tak v rámci ekosystému plní funkci zeleně, přestože je skryta pod vodou. [6] Voda je běžně v urbanismu užívána i jako dekorativní prvek veřejných míst. [16] Její chladivé účinky jsou studovány dlouhodobě. Například čínský vědec Xu v roce 2009 sledoval vliv vodního útvaru na tepelnou pohodu pro tropické dny s teplotou vzduchu nad 35 °C a jeho výsledky naznačují, že vodní plochy s povrchem větším než 2 104 m² výrazně ochlazují pobřežní zóny. [17] Polská modelová studie v roce 2004 poukázala na fakt, že malá jezírka (4 m²) ochlazují i své okolí. [18] Další vědecká práce upozorňuje na chladicí účinek jezera s teplotou 15 °C, kdy může dosáhnout snížení teploty vzduchu o 1,5 °C až 2 °C v oblastech blízko jezera. Zároveň tato studie dospěla k závěru, že velikost vodní plochy má nelineární vliv na teplotu vzduchu. To znamená, že několik menších jezer má dopad na větší plochu města než jedno velké. Vodní plochy mohou teplotně ovlivňovat i vzdálenější oblasti, kdy chladnější vzduch pocházející z jezera je větrem hnán a vytváří tak proud vzduchu v dosahu několika kilometrů. [15]

Ochlazující účinek úzce souvisí s teplotou vody a denní dobou. Zatímco na jaře, kdy je vodní plocha studená má ochlazující vliv na teplotu vzduchu, na podzim, kdy je voda vyhřátá a v nočních hodinách teplota vody vyšší, než teplota vzduchu má tato plocha oteplovací efekt. Zde je patrné, že jezera v rámci města mohou být ochlazujícím prvkem během dne, ale mohou také být zodpovědná za oteplování vzduchu v nočních hodinách. Tímto způsobem jezero funguje jako vyrovnávací paměť denního cyklu teploty. [15]

2 METODA A DATA

Práce se zabývá zkoumáním a zjišťováním závislosti konkrétních indikátorů městského prostoru na vybraných faktorech prostředí. Jako indikátory městského prostoru jsou vybrány plochy veřejné zeleně a vodní plochy. Jako faktory prostředí, u nichž byl zkoumán vliv, byly zvoleny imise a teplota povrchu. Schéma zkoumaného vztahu a jednotlivých vazeb je znázorněno na obrázku 1.



Obr. 1 Schéma zkoumaných indikátorů městského prostoru na faktory životního prostředí

2.1 Použitá metoda

Testování a statistická analýza byly provedeny pomocí neparametrického Mann-Whitney testu, který umožňuje srovnání dvou skupin nebo podmínek bez předpokladu, že hodnoty jsou normálně rozděleny, což odpovídá Gaussovu normálnímu rozdělení. Mann-Whitney test určuje, zda existuje statisticky významný rozdíl mezi dvěma nesouvisejícími, nezávislými skupinami v závislé proměnné. Požadavkem jsou dva náhodné nezávislé vzorky, údaje jsou kontinuální a nulová hypotéza tvrdí, že mediány obou vzorků jsou totožné. Proměnná, na které nám záleží a chceme zjistit, jestli se

mezi oběma skupinami liší, musí být spojitá. Spojitá znamená, že proměnná může nabývat jakékoli rozumné hodnoty. Tento test byl zvolen na základě ověření a následného zamítnutí normality sesbíraných dat k analýze. Normalita dat byla ověřována pomocí testu Anderson-Darling, Ryan-Joiner (Shapiro-Wilk) a Kolmogorov-Smirnov. Všechny testy shodně předpoklad normálního rozdělení sesbíraných dat zamítly.

2.2 Vlastní postup

Nejprve bylo provedeno vyhledávání, výběr a hodnocení zvolených lokalit v oblasti. V těchto lokalitách bylo identifikováno 518 bodů, ke kterým byly shromážděny potřebné údaje týkající se předmětu šetření. Konkrétní body představovaly místa na mapě, které se nacházely v blízkosti centra města Brna a přilehlých městských částech, viz obrázek 2. Následně byly ke zvoleným faktorům shromážděny potřebné údaje.



Obr. 2 Mapa s vyznačením lokalit zkoumaného území města Brna

Konkrétní údaje o imisích byly získány ze studie proveditelnosti pro území města Brna, která je veřejně dostupná na adrese <https://www.brnsnekeovzdusi.cz/dokumenty/>. Jednalo se o celkovou imisní zátěž NO₂ (oxidu dusičného) v průměrné roční koncentraci. Škodlivina NO₂ vzniká relativně rychle reakcí NO (oxidu dusnatého) s přízemním ozonem. Pozornost je věnována NO₂ z důvodu jeho negativního vlivu na lidské zdraví. Dle autorů studie proveditelnosti je nejvýznamnějším zdrojem imisního zatížení automobilová zástavba, stacionární zdroje pro tuto škodlivinu nepředstavují výrazný problém.

Údaje o teplotě byly získány z GIS aplikace, která byla vytvořena ve spolupráci s Ústavem výzkumu globální změny Akademie věd ČR. Snímek teplot povrchů byl pořízen pomocí hyperspektrálního snímkování území města Brna hyperspektrálním senzorem TASI-600 poslední srpnový den roku 2019. Při skenování byla bezoblačná obloha. GIS aplikace dostupná na adrese <https://gis.brno.cz/mapa/teplotni-mapa>.

3 VÝSLEDKY

Neparametrický Mann-Whitney test byl proveden na hladině významnosti 0.05, interval spolehlivosti 95 %. Odděleně pro indikátor městského prostoru veřejné zeleně a vodních ploch. Zvolená mezní hodnota pro vzdálenost veřejné zeleně a vodních ploch vychází ze zkušeností z předchozích výzkumů. Konkrétně pro veřejnou zeleň byla zvolena mezní vzdálenost 300 m, pro vodní plochu byla tato vzdálenost posunuta na 1000 m.

Tab. 1 Souhrnná popisná statistika Mann-Whitney testu pro zkoumané indikátory a proměnné

INDIKÁTOR	PROMĚNNÁ	BODOVÝ ODHAD	95 % INTERVAL SPOLEHLIVOSTI	W	P-HODNOTA	UPRAVENÁ P-HODNOTA
VEŘEJNÁ ZELEŇ	IMISE	0,600	0,000;1,130	66469,0	0,0253	0,0243
	TEPLOTA	2,000	1,000;3,000	79133,0	<0,0001	<0,0001
VODNÍ PLOCHA	IMISE	0,990	0,710;2,120	66833,0	0,0002	0,0002
	TEPLOTA	2,000	1,000;3,000	67795,0	<0,0001	<0,0001

Tabulka 1 shrnuje užitečné popisné statistiky pro obě srovnávané nezávislé skupiny jak veřejné zeleně, tak vodní plochy. První skupina zahrnuje plochy veřejné zeleně v těsné blízkosti (nacházející se do 300 m od vybraného bodu). Druhá skupina nezahrnuje veřejnou zeleň v těsné blízkosti (nacházející se dále než 300 m od vybraného bodu). Na základě

statistického testu byl zjištěn významný mediánový rozdíl u obou zkoumaných vlivů na životní prostředí způsobených veřejnou zelení v těsné blízkosti vybraného zkoumaného fyzického bodu. Stejně tak u vodních ploch, kdy první skupina zahrnuje vodní plochy v těsné blízkosti (nacházející se do 1 km od vybraného bodu). Druhá skupina nezahrnuje vodní plochy v těsné blízkosti (nacházející se dále než 1 km od vybraného bodu). Na základě statistického testu byl zjištěn významný mediánový rozdíl shodně u obou zkoumaných vlivů na životní prostředí způsobených vodními plochami v těsné blízkosti zkoumaného vybraného fyzického bodu.

4 DISKUZE

Z výzkumu a publikací zaměřených na problematiku zkoumání dopadů na životní prostředí v městském prostředí je ověřeno, že při plánování měst nebo nové výstavby ve městech bude třeba zohlednit zelené a vodní plochy, které pomáhají regulovat klima. Autoři tohoto článku se těmito výzkumy a publikacemi inspirovali a ve své případové studii zkoumali vztah mezi plochami zeleně, resp. vodními plochami a hodnotami imisí a teplotami povrchů, které byly získány z dostupných veřejných zdrojů. Ukázalo se, že vytváření, respektive obnova veřejné zeleně a vodních ploch ve městech, má potenciál zlepšit celkové klima.

5 ZÁVĚR

Cílem tohoto výzkumu bylo prozkoumat vybrané indikátory městského prostoru ve vztahu k vybraným environmentálním závislostem. Jednalo se o veřejnou zeleň a vodní plochy. Závislost byla prokázána na konkrétních faktorech imise a teploty. Údaje o konkrétních hodnotách byly získány z veřejně dostupných zdrojů. Za tímto účelem autoři sestavili databázi, ve které byla výše uvedená závislost zkoumána. Statisticky významný vliv na imisí a teploty povrchu byl prokázán v případě veřejné zeleně do 300 m od zkoumané lokality a v případě vodních ploch do 1 000 m od zkoumané lokality. Autoři článku se zabývají obdobnou problematikou v rámci svých doktorských studií, průběžně poznatky pak publikují v odborných časopisech nebo na konferencích.

Poděkování

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

Literatura

- [1] Ostarek M., (2021). Environmental urbanism and sustainable cities. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 900 012031.
- [2] Casanelles-Abella, J. Chauvier, Y. Zellweger, F. Villiger, P. Frey, D. Ginzler, C. Pellissier, L. (2021). Applying predictive models to study the ecological properties of urban ecosystems: A case study in Zürich, Switzerland Landscape and Urban Planning 214 104137.
- [3] Yang Z., Chen Y., Wu Z., (2021). How urban expansion affects the thermal environment? A study of the impact of natural cities on the thermal field value and footprint of thermal environment Ecological Indicators 126 107632.
- [4] Jacobs, J., (2013). Smrt a život amerických velkoměst 2., aktualiz. a dopl. vyd., Dolní Kounice: MOX NOX.
- [5] Bibri S., Krogstie J., Karroholm M., (2020). Compact city planning and development: Emerging practices and strategies for achieving the goals of sustainability Developments in the built environment 4 100021.
- [6] Gaston K. J., (2010). Urban ecology. Cambridge University Press, Cambridge.
- [7] Trstenjak A., (1984). Ekološka psihologija, TOZD Gospodarski vestnik v ČGP Delo, Kočevje.
- [8] Garreau, J., (1991). Edge City. Life on the New Frontier, Anchor Books, New York.
- [9] Jesuele, J., (2011). Saving Green Space Bad For The Environment? in Article Dashboard. Dostupné na <http://www.articledashboard.com>
- [10] Franek M., Silhankova V., (2002). Vliv městské zeleně na chování lidí. Veřejné prostory a život města: sborník příspěvků konference. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta architektury, Ústav teorie urbanismu, 63 s. ISBN 80-214-2339-0.
- [11] Pondělíček, M., (2010). Zeleň v urbánním prostoru jako indikátor kvality života města. In Regionální rozvoj mezi teorií a praxí. Pardubice, pp. 19-32.
- [12] Fok K., Law W., (2018). City re-imagined: Multi-stakeholder study on branding Hong Kong as a city of greenery. Journal of Environmental Management, p.1039-1051.
- [13] Bösch Ch. Hartel P. Jonker W. Peter A. (2014). A Survey of Provably Secure Searchable Encryption. ACM Comput. Surv. 47, 2, Article 18, p.51 <https://doi.org/10.1145/2636328>
- [14] Vescovi L., Rebetez M., Rong F., (2005). Assessing public health risk due to extremely high temperature events: Climate and social parameters. Climate Research, p.71-78.
- [15] Theeuwes N.E., Solcerova A., Steeneveld G.J., (2013). Modeling the influence of open water surfaces on the summertime temperature and thermal comfort in the city. JGR Atmospheres, p.8881–8896.

- [16] Kleerekoper L., van Esch M., Salcedo T.B., (2012). How to make a city climate-proof, addressing the urban heat island effect. *Resources, Conservation and Recycling*, p.30-38.
- [17] Mei D., XiuLing Z., XU X., XiangYe K., XingYi L., Gang G., Feng L., Xia Z., Yu Q., Zhiyong Q., (2009). Chitosan-Alginate Sponge: Preparation and Application in Curcumin Delivery for Dermal Wound Healing in Rat, *BioMed Research International*, Article ID 595126. <https://doi.org/10.1155/2009/595126>
- [18] Robitu M., (2003). Thermal radiative modelling of water pond and its influences on microclimate. In ICUC'5 Fifth International conference on urban climate. Lodž, Poland, p. 5.

Internetové zdroje

<https://www.brnenskeovzdusi.cz/dokumenty/>

<https://gis.brno.cz/mapa/teplotni-mapa>

Recenzoval

doc. Ing. et Ing. Martin Cupal, Ph.D. et. PhD., Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 464/118, 541 148 936, martin.cupal@usi.vutbr.cz

DĚLNICKÉ KOLONIE MĚSTA BRNA

WORKERS' COLONIES OF BRNO

Sofie Pokorná¹

Abstrakt

Článek souhrnně popisuje historické pozadí bytové krize vzniklé jako důsledek průmyslového rozvoje města Brna. Dále popisuje řešení této bytové krize představiteli města. Další vývoj byl poznamenán hospodářskou krizí. Průzkum shrnuje a dává do souvislostí důvody, proč ve 20. a 30. letech 20. století vznikalo v Brně velké množství dělnických (nouzových) kolonií. Brněnské nouzové kolonie dále lokalizuje do aktuální mapy města a ty, u kterých se podařilo autorce dohledat informace, dále rozebírá. V práci je zaznamenán hlavně popis jejich vzniku, stavební nuance každé z kolonií, zajímavosti a jejich případný zánik či vývoj. Mezi nejznámější dělnické kolonie v Brně patří někdejší Divišova kolonie, Kamenná kolonie, Písečnická nebo třeba Podstránská kolonie.

Abstract

The article summarizes the historical background of the housing crisis that arose as a consequence of the industrial development of Brno. It also describes the solution of this housing crisis by the city representatives. Further development was marked by the economic crisis. The research summarises and puts into context the reasons why a large number of workers' colonies (shanty town) were established in Brno in the 1920s and 1930s. It further locates Brno's shanty town on an up-to-date map of the city and discusses those for which the author was able to find information. The work mainly records the description of their origins, the construction nuances of each colony, interesting features and their eventual demise or development. Among the most famous workers' colonies in Brno are the former Divišova Colony, Kamenná Colony, Písečnická or the Podstránská Colony.

Klíčová slova

Brno, dělnická kolonie, nouzová kolonie, Divišova kolonie, Kamenná kolonie, Písečnická kolonie, Podstránská kolonie.

Keywords

Brno, workers' colony, shanty town, Divišova colony, Kamenná colony, Písečnická colony, Podstránská colony.

1 HISTORICKÉ POZADÍ VZNIKU DĚLNICKÝCH KOLONIÍ V BRNĚ

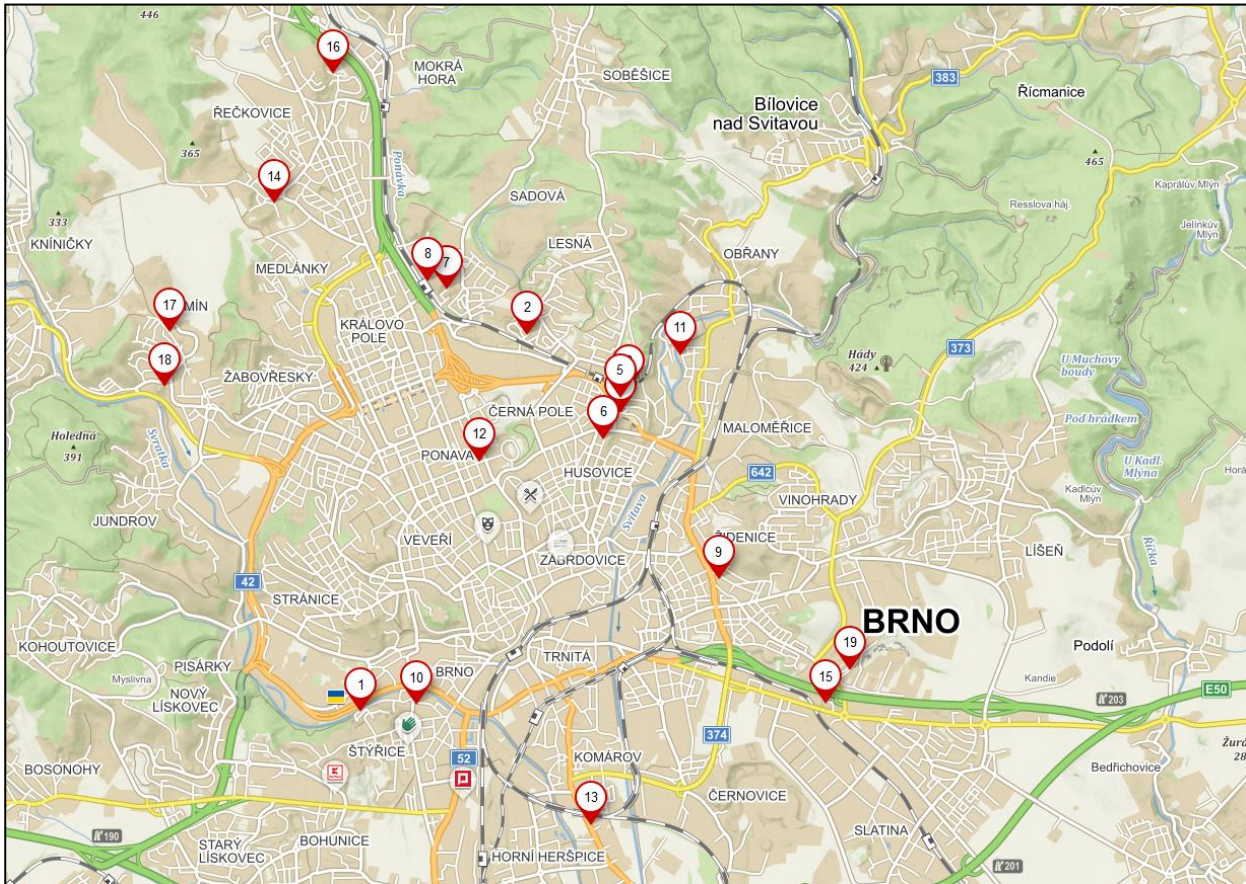
Na sklonku průmyslové revoluce (1760-1840) a bezprostředně po ní byly v Brně zakládány nové podniky, jako Brněnsko - Královopolská strojírna Lederer a Porges, Kohnovy cihelny nebo textilní závod Bochner (součást pozdější Vlněny). [1] Tyto a jiné nově vzniklé podniky vybudovali nová pracovní místa, které nebylo možné zaplnit stávajícími občany města. Proto se do Brna přistěhovalo mnoho nových obyvatel s vidinou pracovní příležitosti a lepší životní úrovně. Vliv migrace i přirozený růst Brna vyžadoval celkové řešení bytové otázky, jelikož v roce 1919 nastala naléhavá bytová krize, kdy v Brně chybělo 2 000 bytů. [2]

Město Brno se na tuto situaci snažilo okamžitě reagovat a za období První republiky bylo vystavěno 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. Výrazným urbanistickým prvkem Brna pro toto období se staly funkcionalistické obytné soubory sídlištního charakteru, které měly řešit bytovou nouzi právě slabší ekonomické vrstvy obyvatel. Volných bytů bylo ve městě dost, avšak díky nové výstavbě byly i dělnické byty poměrně drahé. [2] Rodiny se dvěma příjmy si ale i v této době mohly běžně dovolit bydlet v nájmu v bytovém domě. V průběhu 20. let se však, v důsledku přibližující se hospodářské krize, v brněnských podnicích propouštělo nebo se zkracovaly úvazky, což mnoho rodin uvrhlo pod hranici bídy a ocitli se bez přístřeší. [4]

Reakcí na to se stal vznik nouzových kolonií, které ve větší míře vznikaly od poloviny 20. let. Ve snaze zamezit živelnému a neuspořádanému vzniku těchto dělnických kolonií schválil a financoval městský magistrát výstavbu kolonií v Husovicích a Komárově, to však nebylo kapacitně dostačující. Město také koupilo vyřazené železniční vagóny a umístilo je do stávajících kolonií, tyto vagóny měly sloužit jako dočasné ubytovny pro rodiny bez přístřeší. Povolení pro užívání těchto vagónů dávalo město pouze na dobu dočasnou. V roce 1927 je zaznamenán extrémní přírůstek 187 nově postavených nouzových obydlí. V roce 1929 tvořily tyto nouzové obydlí již několik souvislých celků, z nichž největším byla Divišova kolonie. Počet nouzových obydlí v tomto roce čítal zhruba 4,5 % z celkové obytné výstavby. Po roce 1935 začal růst dělnických kolonií opadat, přičemž koncem První republiky bylo v Brně asi 20 nouzových kolonií. V těchto

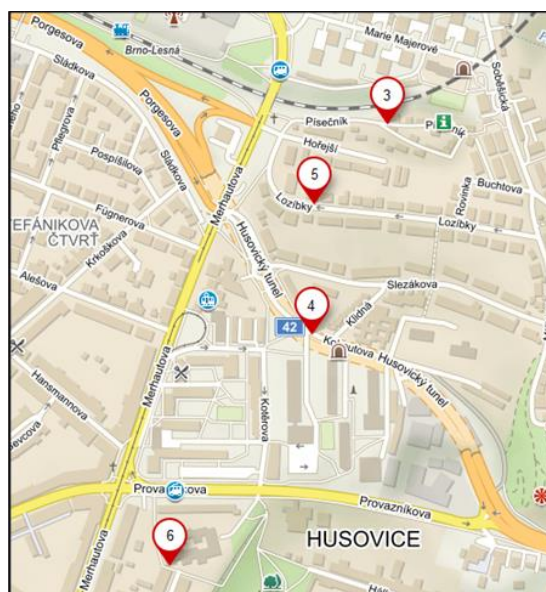
¹ Sofie Pokorná, Ing., VUT Brno, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 118, Brno, sofie.pokorna@usi.vutbr.cz

koloniích žilo přes 7 000 obyvatel v 1 100 domcích, dalších více než 500 obyvatel bydlelo v maringotkách, stájích, stodolách či kůlnách. Vzhledem k proměnlivosti těchto kolonií se jejich velikost a počet v průběhu 40. let měnily a některé, zejména ty se stabilnější zástavbou, se zachovaly dodnes. [2]



Obr. 1 Rozmístění nouzových kolonií v Brně [12]

1 - Kamenná kolonie, 2 - Divišova kolonie, 3 - Písečník, 4 - Vagónová kolonie, 5 - Lozibky, 6 - Kolonie Na Novém hřbitově, 7 - Kolonie na Hálkově, 8 - Resslerova ulici, 9 - Kolonie Pod Písky, 10 - Kolonie Polní, 11 - Kolonie U Olší, 12 - Kolonie Na Rybníčku, 13 - Kolonie v Körnerově ulici, 14 - Kolonie Za Zahradou, 15 - Kolonie U Kostivárny, 16 - Kolonie na Úlehlách, 17 - Kolonie V Chaloupkách, 18 - Kolonie Na Hausberku, 19 - Podstránská kolonie



Obr. 2 Detail rozmístění nouzových kolonií v Husovicích v Brně [12]

2 PŘEHLED DĚLNICKÝCH KOLONIÍ

Tab. 1 Přehled dělnických kolonií existujících ve 30. letech 20. století v Brně

Lokalita	Vznik kolonie	zřízena	Počet domů v roce 1929	Poznámky	Zánik kolonie	Počet domů dnes
Divišova kolonie	Po roce 1925	Vlastníky pozemků	154	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 (dříve Písečník + Lozibky)		Cca 27
Podstránská	1928		62 (1933)			Cca 100
V Chaloupkách	1928	Městem			1946	
Na Hausberku	1928				1946	
Na Rybníčku	1927	Obyvateli	60	Také kolonie Planýrka	1940	
U Kostivárny	1925	Obyvateli	42	Také Černovičky		Cca 50
kolonie Na novém hřbitově	1925	Městem	144 bytů	Byl užíván i název Na starém hřbitově	1945	
Polní	1930 - 1932	Obyvateli	34	Také baráková kolonie u Polní	1958	
Hálkova ulice	1750 - 1780		22	Dnes Fibichova		Cca 40
Resslova ulice	Počátek 30. let	Obyvateli		Dnes Myslínova		Cca 65
Na Úhelkách	V průběhu 30. let		26		1999	
U Olší	1932	Městem	45			Cca 42
Vagónová kolonie	Mezi lety 1933-1939	Městem	8	Složená z vyřazených železničních vagonů	80. léta 20. století	
Kolonie Za Zahradou	1926	Městem			1942	

3 JEDNOTLIVÉ DĚLNICKÉ KOLONIE

Pojem dělnická kolonie je užíván velmi vágně a jeho význam může být opravdu široký. Běžně se souslovím dělnická kolonie označují tovární sídliště budována samotnými podniky, dělnické kolonie budovány městem či privátními subjekty, nouzové kolonie či celé čtvrti, v nich převažovala dělnická třída. V tomto článku je pozornost věnována pouze nouzovým koloniím a není kladen důraz na to, jestli kolonie vznikaly živelnou výstavbou iniciovanou obyvateli nebo jestli se záměru výstavby nouzové kolonie zhostilo město či soukromník.

3.1 Divišova kolonie

Divišova kolonie vznikla v Králově Poli po roce 1925 ve svažitém terénu v blízkosti strojírný Lederer a Porges. Pozemky, na nichž Divišova kolonie vznikala, byly z hlediska půdy velmi málo výnosné, a tak byly bohatými občany Králova Pole rozprodávány za nízké ceny soukromým zájemcům. Tito zájemci byli převážně dělníci nedaleké strojírný. Domy byly stavěny z cihel a měly často více než dvě základní místnosti. Skutečně nouzových domků zde stálo jen několik. Výstavba domků zde postupovala velmi rychlým tempem, o kterém svědčí statistika sčítání bytů v Brně. Jak bylo zmíněno dříve, v roce 1929 zde stálo 154 domků a v roce 1938 to bylo již 192 domků, které hostily kolem 1 500 obyvatel, což bylo v průměru asi 8 osob na domek. Tehdejší hustota zalidnění Divišově kolonii propůjčila přezdívku Šanghaj. Dnešní počet obyvatel je cca 500. V době hustého osídlení v kolonii byly dva obchody se smíšeným zbožím,

řezník, pekař, cukrář, holič, švec či sklenář a zelinář. V roce 1939 zde byla otevřena i mateřská škola. Po válce však jednotlivé obchůdky zanikly a jejich funkci začala plnit nově vybudovaná samoobsluha. Ve stejném období se odstěhovala většina podnájemníků, která tvořila velkou část obyvatelstva. [8, 11]



Obr. 3 Divišova kolonie, fotky z roku 1988 [8]

Velmi významným okamžikem v roce 1966 pro Divišovu čtvrť byla změna statusu z kolonie na čtvrť, rozdělení do nově pojmenovaných ulic a její připojení ke katastrálnímu území Lesná. [8]

Osu kolonie tvořila Divišova ulice vedoucí po kraji lesa, na jehož úkor vznikla výstavba západní části čtvrti, tvořená paralelními uličkami kolmými k Divišově ulici a jednou ulicí s ní souběžnou. Východní část kolonie tvořily souběžné uličky stoupající kolmo do prudkého svahu. [11]

Ze strany západní od Divišovi čtvrti se nachází lesnatá rokle, která vede ke kapli sv. Antonína. Tato kaple a studánka jsou neodmyslitelně spojeny se vznikem Divišovi čtvrti. Z jižní strany kolonii uzavírá železnice Brno-Tišnov, jejíž přestavba započala roku 1941 a muselo kvůli ní být strženo několik krajních domů. [8] Železnice je patrně jedním z důvodů, proč se Královopolská strojírna nemohla rozrůstat tímto směrem a čtvrť tak zůstala zachována. V 60. letech bylo až k horní části Divišovi čtvrti postaveno sídliště Lesná.

Geografická uzavřenost této čtvrti dala vzniknout specifickému kulturnímu dění. Jelikož ale čtvrť neměla žádné kulturní centrum, postavili si místní obyvatelé v 50. letech kulturní dům. Ten byl počátkem 70. let uzavřen. [8, 11]

3.2 Hálkova ulice

Hálkova ulice (dnešní Fibichova) leží v Králově Poli. Tato nejstarší brněnská kolonie dnes navazuje na Myslínovu ulici, tedy další nouzovou kolonii. Domky jsou orientovány jak štítovou, tak okapovou stranou do ulice. Malé dvorky mezi domy byly později používány jako zákoutí k odpočinku, spousta z nich byla ale zastavěná a tím přispěly k pocitu stísněnosti domků v této kolonii. Jednotlivé domky prošly v průběhu historie několikrát modernizací, přibýly malé střešní terasy, změnily se fasády či okna a dveře. Tam kde to prostor dovozoval byly zřízeny i garáže. [8]

3.3 Kamenná kolonie

Kamenná kolonie vznikla na území městské šterkovny na Červeném kopci. Díky rozdělení lomu do etáží byla Kamenná kolonie přirozeně členěna na dvě části, na tzv. "Horní skalu" a "Dolní skalu". Pozemky, na nichž kolonie vznikala byly jak městské, tak soukromé, nepatřily však samotným obyvatelům.

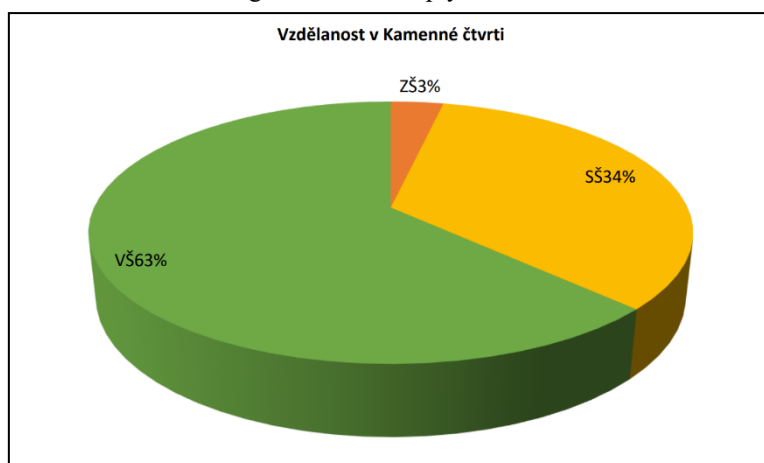
Počátek výstavby je datován do roku 1925, kdy byl osídlen dům č. 1, který byl původně užíván ve stávajícím lomu. V témže roce se v prostoru Dolní skaly začalo stavět několik dalších domů. Tato výstavba byla městem povolena.

V průběhu roku 1928 se začalo stavět i v Horní skale, kde se však stavělo bez povolení. Povolení na tyto stavby bylo vydáváno zpětně. Výstavba vznikala na etapy, které byly dlouhé 7 měsíců až 3 roky. 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. Většina domů se stavěla v nejnútnejším vzorci „kuchyň + pokoj“ a materiál k výstavbě byl získáván převážně z bouraček. Častým zdrojem byla v té době bouraná kolonie Na Rybníčku. V průběhu dalších let byly ke stávajícím stavbám budovány základní hygienické místnosti, hospodářské prostory či další ložnice. 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. Zároveň město usilovalo o zrušení kolonie, proti kterému se vymezili komunisté. [6, 7, 8]

Ve 40. letech byla v horní části čtvrti zavedena elektrina, byly zrušeny místní veřejné záchody, zaveden jednotný svoz odpadů a otevřen obchod s potravinami ve spodní části. V tomto období bylo evidováno 132 nouzových domků v Kamenné kolonii. [5, 6]

Původní název z roku 1935 byl Kamenná kolonie 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]

Prvními obyvateli byli velmi často dělníci pracující v nedalekých cihelnách Khona a Jílka s rodinami. Složení obyvatelstva z těchto převážně chudých dělníků a dělnic bylo proměněno až koncem 70. let. (23) V době 80. a 90. let se do čtvrti přistěhovali např. umělci, učitelé či řemeslníci. Po tomto přerodu byla Kamenná čtvrť vnímána jako místo umělců a bohémů. S novými obyvateli přišly změny v podobě rekonstrukcí a přístaveb, na nichž se podepsal nový umělecký duch čtvrti. Dnešní obyvatelé se od dob, kdy obyvateli byli výlučně chudí lidé s dělníckými profesemi, velmi proměnili. Transformovala se, jak ekonomická situace, tak vkus, trendy a požadavky lidí k uspokojení potřeb bydlení. Přerod obyvatelstva z dělnických profesí, přes profese převážně umělecké, se přehoupal až do dnešní podoby. Dnes by se dalo mluvit jako o nadprůměrně vzdělané čtvrti viz graf vzdělanosti plynoucí z dotazníkového šetření z roku 2019. [5]



Graf 1 Výsledek dotazníkového řízení na téma vzdělanost v Kamenné čtvrti z roku 2019 [10]

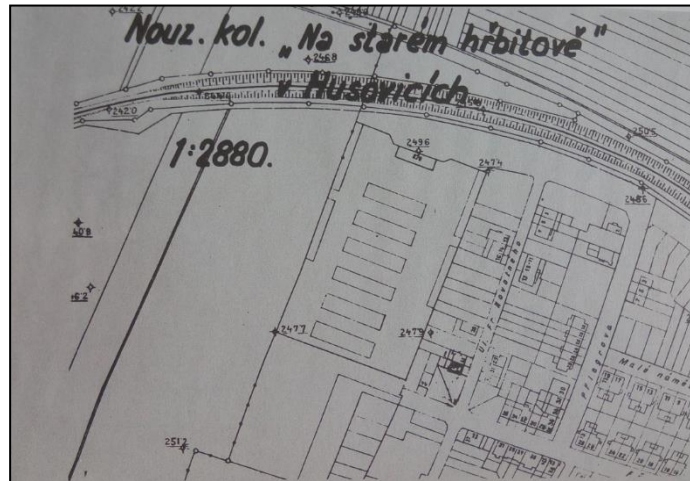
Páteřní kostrou Kamenné čtvrti je tzv. hlavní ulice. Z hlavní ulice vede spousta větších i úplně malých odboček v podobě uliček a nepevných průchodů k jednotlivým domům.

V 80. letech vzneslo Krajské středisko státní památkové péče a ochrany přírody návrh na zachování Kamenné kolonie jako ukázkou bydlení dělnických rodin v meziválečném období. Dále byla navrhována přestavba kolonie na hotelový komplex využíván především díky brněnskému výstavišti. [5, 7, 8]

3.4 Kolonie Na Novém hřbitově

Kolonie Na Novém hřbitově (nebo také kolonie Na Starém hřbitově) byla zřízena v roce 1925 městem. Na obecních pozemcích bylo postaveno deset dřevěných bytových domů se 144 byty. Domy byly kasárenského typu - nízké, dlouhé a řazené za sebou. Při stavbě kolonie byla využita i původní kaple, která byla přestavěna na 11 bytů. [8]

Jako vstup do kolonie byl patrně ponechán původní hřbitovní vstup. O kolonii se starali dva domovníci a sídlila v ní (v prostorách původní kaple) i policejní strážnice. Městský hospodářský úřad v Brně, který kolonii spravoval měl po roce 1932 v plánu její rozšíření, čemuž se místní výbor v Husovicích bránil. Proti rozšiřování kolonie argumentoval přelidněností, nevhodnými hygienickými podmínkami (přemnožení potkanů, výskyt hmyzu v domech, suché záchody pro 800 obyvatel, nízká frekvence odvozu odpadu). V roce 1938 kvůli zhoršujícím se životním podmínkám (domy byly napadeny hmyzem, dřevo od spodu hnilo) předseda místního výboru žádal přímo starostu města Brna o etapovitě zrušení celé kolonie. [8]



Obr. 4 Kolonie Na Nové hřbitově v Husovicích, situační plán [8]

3.5 Kolonie Na Ulehlách

Kolonie Na Ulehlách se nacházela v Řečkovících a byla vystavěna na obecních pozemcích. Měla přibližně 26 domků, které byly situovány po vnějším obvodu ve tvaru obráceného písmene L. Kolonie byla v roce 1999 zrušena a prostor byl využit pro novou výstavbu. [8]

3.6 Kolonie Na Rybníčku

Planýrka, jak se hantýrkou říkalo nouzové kolonii Na Rybníčku ležela v místech současné ulice Rybníček. jednalo se o jednu z nejnuznějších nouzových kolonií v Brně. Jednoduché domky byly postaveny z různých a mnohdy nesourodých materiálů, jako desek, cihel, pobité dehtovými lepenkami nebo omítnuté. Komínové roury mnohdy ústily přímo ze zdi. Na malých záhonech mezi domky lidé pěstovali zeleninu. [8] Karel Kuča se ve svém díle zmiňuje o Planýrce, jako o kolonii ležící na smetišti za Lužánkami. [2]

3.7 Kolonie Polní

Kolonie Polní se nacházela ve vyschlém řečišti Svratky za konventem milosrdných bratří. Mluvílo se o ní také jako o baráková kolonie u Polní. Začátkem 30. let byl již patrný blížící se konec nouzové kolonie a místní lidé se stěhovali do Kamenné čtvrti a ve velkém počtu také do kolonie U Kostivárny. Kolonie byla definitivně zrušena v roce 1958. [2]

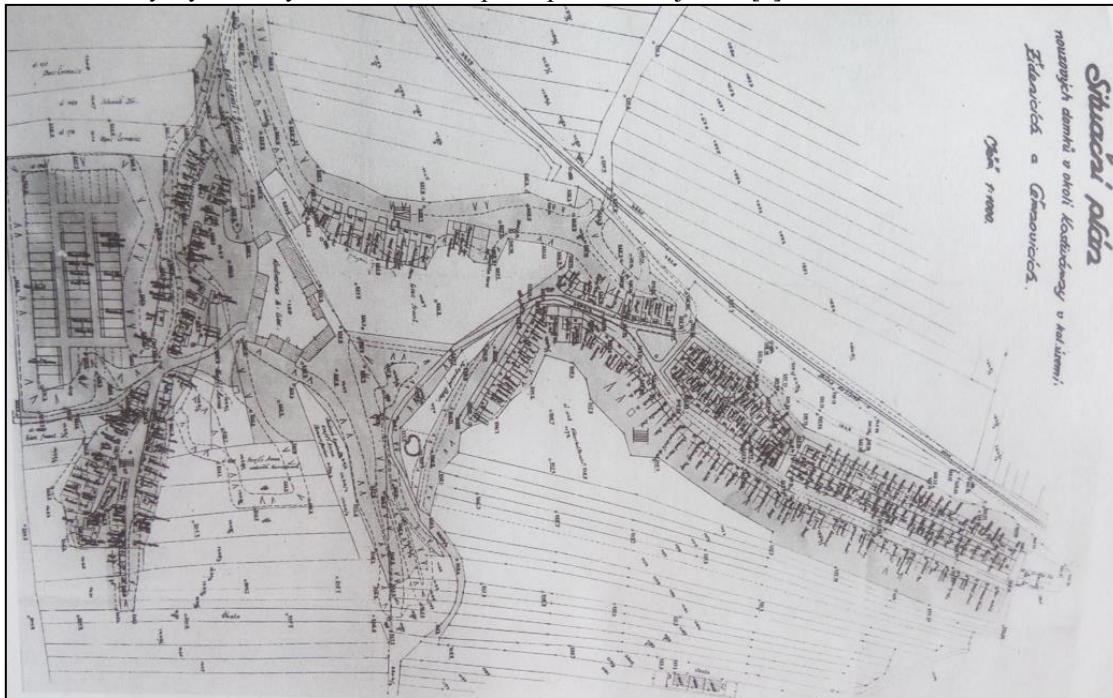
3.8 Kolonie U Kostivárny

Kolonie U Kostivárny je jednou z brněnských nouzových kolonií, která byla vystavěna na obecních pozemcích. V první polovině 20. let zde stálo pouze 8 domů s hospodářstvím, postupně se ale tato kolonie rozrostla. Do kolonie přicházeli i lidé ze zrušených kolonií Na Rybníčku či z kolonie Polní nebo třeba ze špatných bytů na Křenové, Pekařské či Vídeňské. Svůj název dostala podle nedaleké továrny na zpracování kostních klich. V pozdějších letech dostala jméno Černovičky. Nachází se ve Slatině pod ulicí Olomoucká. [8]



Obr. 5 Kolonie U Kostivárny ve Slatině, fotka z roku 1958 [8]

Kolonie byla známá i tím, že zde v maringotkách bydleli i cikánské rodiny. Těch se také místní výbor v Židenicích zastal, když tyto rodiny chtěla Městská správa přestěhovat jinam. [8]



Obr. 6 Kolonie U Kostivárny ve Slatině, situační plán [8]

3.9 Kolonie U Olší

Tato malá nouzová kolonie se nacházela v Maloměřicích a dnes se jedná o ulici Olší. Kolonii tvořilo 45 domů a byla rozdělena na dvě části. V první byly domky řazeny samostatně vedle sebe štítovou stranou směrem do uličky. Půdorysné rozměry jednotlivých domů byly 4 x 8-9 m a neměly jednotný charakter. K těmto domům patřily 3 bloky se společnými záchody. Ve druhé části kolonie stály bloky domů s příčnými uličkami a společné záchody zde již nebyly. Půdorysy domků byly složitější a jejich rozměry byly 7 x 12-14 m. Ulice mezi objekty byla 4 m široká. [8]

3.10 Kolonie V Chaloupkách

Kolonie v Chaloupkách se nacházela v Komíně na dnešní ulici Chaloupky. V rámci přestavby staré zástavby byla původní kolonie zlikvidována. [8]

3.11 Kolonie v Körnerově ulici

Jednalo se o městem zřízenou bytovou kolonii v Komárově na dnešní ulici Hněvkovského. Tato kolonie byla od kompaktní zástavby oddělena železničním náspem a skládala se z přízemních dřevěných bloků. V letech 1925 - 1927 bylo takto získáno 116 nových bytových jednotek pro rodiny, které se potýkaly s bídou.

Byty byly stavěny jako obytná kuchyň + malá předsíň. Jedna toaleta byla vždy společná pro dva byty. V současné době již kolonie neexistuje. [8]

3.12 Písečník

Vznik Písečníku je datován do roku 1925 a byl situován do bývalého písečného lomu hned vedle železniční trati (Brno-Havlíčkův Brod výstavba 1925-1928). Část místních parcel byla města a část patřila staviteli Grimmovi. Výstavba domků byla situována k jižní stěně lomu, dále se zástavba rozšiřovala a tvořila tvar kapky, kterou obcházela ulice. Tuto ulici lemovaly domky z obou stran. Ve 30. letech v Písečníku stálo 84 domků a zbývající plocha byla rozdělena na dalších 32 parcel. Hustota zástavby byla opravdu velmi vysoká, což se v dalších letech měnilo. U domků byly i malé zahrádky a za některými domky byly do pískovcové stěny vyhloubeny sklepy. Původně v okraji kolonie stály příbytky tvořené z vagonů a některé z nich byly postupně přestavěny a byly od běžných domků k nerozeznání. Stěny vagonů byly z venku omítnuty rákosovým pletivem a následně byly omítnuty. Střechy byly vybudovány sedlové s běžnou keramickou krytinou. Interiéry byly rozděleny ve vzorci kuchyň + pokoj a byly natřeny na bílo. Písečník byl vyhlášen jako kolonie, do které se stěhují lidé, kteří se dostávají do konfliktu se zákonem. Těch bylo sice minimum, avšak pohled na tuto nouzovou kolonii to jen zhoršovalo a přezdívalo se jí Džungle. [4,8]



Obr. 7 Nouzová kolonie Písečnick, fotka z roku 1958 [8]

Hygienické podmínky v Písečnicku byly obzvláště v období dešťů nedostačující. Výkop hlubokých studní na pitnou vodu, ani společná jáma pro odpadní vodu nezabránila propustnosti písčitého podloží. Město o znečišťování pitné vody vědělo, ale vzhledem ke spádu terénu považovalo provedení kanalizace za nemožné. Kanalizace byla do Písečnicku zavedena až začátkem 50. let. [8]

Zděné domky v kolonii měly 1-2 pokoje + kuchyň + záchod a někdy i koupelnu. Střechy se stavěly sedlově s keramickou krytinou. Štíty domů byly pobity deskami, zbytek domu byl omítnut bíle a často byl doplněn tmavým soklem. Okna byla většinou dvojitá dvoudílná či čtyřdílná. K původnímu domku byly postupně, dle finančních možností rodiny, přistavovány další místnosti, verandy a kůlny. [8]

Všechny domy v Písečnicku byly na základě schvalovacího procesu označeny za provizorní a mohlo být kdykoliv městskou radou nařizeno jejich odstranění, a to na náklady vlastníka.

Po druhé světové válce se velká část místního obyvatelstva přestěhovala do přidělených bytů v Černých Polích, další část obyvatelstva se přestěhovala začátkem 50. let do nájemního domu na ulici Purkyňova v Králově Poli. V některých domcích ještě začátkem 80. let žili starousedlíci. Zbylé domky sloužily jako dílny, garáže nebo chaty a byly udržovány a v malém rozsahu i renovovány (výměny oken, dveří). [4, 8]

3.13 Podstránská kolonie

Podstránská kolonie se nachází na jihozápadním úpatí Stránské Skály. Navázala na již existující kolonii Černovičky (také kolonie U Kostivárny), které v pozdějších letech rozdělil dálniční přivaděč. Kolonie je umístěna do svažitého terénu na pozemcích města, a tak jsou jednotlivé domy v různých výškách a zahrady řešeny terasami. Střed kolonie byl tvořen dvěma obdélníky s domy po jejich obvodu. Dvorní trakty domů byly uvnitř. Stavebním materiálem se podobně jako v jiných nouzových koloniích stávalo vše, co bylo k dispozici. Raritou bylo využívání pásů vlnitého plechu, které byly vyrobeny se starých sudů z nedalekých továren, které v té době byly v provozu. Řemeslníci, kteří v této lokalitě bydleli se snažili o její honosení, jak uměli - některé domy byly vyzdobeny sgrafitem, jiné měly barevné tabulky skla v oknech. [2, 8]

Tato kolonie se nachází poblíž továrny Zetor, což byla její velká výhoda i neštěstí, jelikož během druhé světové války byla díky bombardování Zetoru dosti poničená. [9] Kolonie funguje dodnes.

3.14 Resslerova ulice

Dnešní Myslínově ulici se v době jejího vzniku (počátkem 30. let 20. století) přezdívalo Porgeska, vzhledem k pracovnímu nasazení místních obyvatel ve strojírnách Lederer a Porges. Kolonie v Resslerově ulici je tvořena ulicí s domy řazenými po jedné straně s podélnou orientací. Původní domky byly orientovány štíty do ulice, měly předzahrádky a za domky byly malé dvorky, které byly často zastavěny přístavky s pultovými střechami. Za touto řadou domů jsou postaveny další domky. Výstavba vznikala živelně a cihly na stavbu byly převážně získávány z bouráček. [8]



Obr. 8 Kolonie v Resselově ulici v Králově Poli, foto z roku 1988 [8]

3.15 Vagónová kolonie

Dnešní Kohoutova ulice, kdysi jedna z vagonových kolonií, které vybuďovalo město, jako dočasné útočiště pro rodiny bez přístřeší, se dočkala 80. let 20. století. Tvořilo ji 8 domků. Vagonové stěny byly obloženy deskami s rákosovým pletivem a omítnuty heraklitem. Vnitřní prostor byl rozdělen na kuchyň + pokoje a interiérové stěny byly také obloženy deskami. Střeby byly sedlové a byly kryty taškami bobrovkami. Místní obyvatelé budovali k těmto vagonům přístavby, které měli většinou pultové střeby. U jednoho z domů byl vyhlouben i sklep a jednotlivé domy byly od sebe odděleny hustými dřevěnými ploty. [8]

4 ZÁVĚR

Na výčtu kolonií, o kterých byla autorka schopna dohledat informace, je vidět, že jejich rozsah a ubytovací kapacity byly pro Brno v určitém období důležitým prvkem, byť problémovým a nevkusným. Některé nouzové či dělnické kolonie se stabilnější zástavbou se zachovaly dodnes a jejich renomé se diametrálně proměnilo. Z lokalit, které byly považovány za nučné, hygienicky nedostačující, s pochybnými obyvateli, z lokalit z nichž křičela bída a chudoba se postupem času staly romantické čtvrti s unikátním geniem loci a velmi drahými nemovitostmi.

Poděkování

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

Literatura

- [1] RYŠAVÁ, Michaela & MERTOVÁ, Petra. Kulturní dědictví brněnského vlnářského průmyslu. Ostrava: Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště v Ostravě. 2014. 288s. 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] JEMELKA, Martin. Dělnické kolonie: tradice, stav a perspektivy výzkumu v českých zemích. In: *Problematika dělnictva v 19. a 20. století*. Ostrava: Filozofická fakulta Ostravské univerzity. 2011. 90-100 s. ISBN 978-80-7368-970-4
- [4] SVOBODA, Petr and Zbyněk ZAVADIL. *Brněnský Písečník: místo, které nespolykal čas*. Brno: Národní památkový ústav, Metodické centrum moderní architektury v Brně. 2017. 44 s. ISBN 978-80-7480-099-3
- [5] ČEPELÁKOVÁ, J. *Slovesné projevy v nouzové dělnické kolonii Kamenná čtvrt' v Brně*. Brno, 1981. Diplomová práce. Katedra etnologie UJEP.
- [6] BOCHOLÁŘ, T. *Způsob života dělnických rodin v brněnské Kamenné čtvrti*. Brno 1979. Diplomová práce. Katedra etnologie UJEP.
- [7] LAICHMAN, M. *Brněnské nouzové kolonie za předmnichovské republiky*, Brno: Vlastivědný věstník moravský XIV, 1959, s. 25-29.
- [8] SVOBODOVÁ, J. *Brněnské obytné kolonie*. Brno: Brno v minulosti a dnes XV, Archiv města brna. 381-462 s. ISBN 80-902931-5-8.

- [9] *Internetová encyklopedie dějin Brna* [online]. 2012. Web Archiv. Available at: https://www.encyklopedie.brna.cz/home-mmb/?acc=profil_ulice&load=2336.
- [10] POKORNÁ, S. Vliv specifické lokality na cenu rodinného domu: Brno – Kamenná kolonie. Brno, 2019. Diplomová práce. VUT v Brně, ÚSI.
- [11] PAVLÁSEK, M., DVOŘÁKOVÁ, E., SEMRÁD, J., TELECKÝ, T., SMETANA, E., KOKTAVÁ P. a VYHNÁLEK, L. *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. 286 s. ISBN 978-80-260-9023-6
- [12] Mapy.cz. [online]. Available at: <https://mapy.cz>

Internetové zdroje

Internetová encyklopedie dějin Brna; https://www.encyklopedie.brna.cz/home-mmb/?acc=profil_ulice&load=2336.
Mapy.cz; <https://mapy.cz>.

Recenzoval

Ing. Vítězslava Hlavinková, Ph.D., VUT v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, vitezslava.hlavinkova@usi.vutbr.cz

KONTROLA A VERIFIKACE ZNALECKÝCH POSUDKŮ JEDNOHO SOUDNÍHO ZNALCE

CONTROL AND VERIFICATION OF EXPERT OPINIONS OF ONE FORENSIC EXPERT

Augustin Sadílek¹

Abstrakt

V tomto příspěvku chce autor ve zcela anonymizované podobě na příkladu několika znaleckých posudků jednoho soudního znalce, které mu byly zaslány ke kontrole a verifikaci jejich správnosti, poukázat na příklad kvality (resp. nekvality) výkonu znalecké činnosti a znaleckých posudků některých znalců.

Současně autor dodává, že se v obdobných případech jedná pouze o zcela ojedinělé excesy několika málo znalců a znaleckých kanceláří, které nelze zobecňovat a paušalizovat na celou oblast výkonu znalecké činnosti soudních znalců v České republice. Naprostá většina znalců vykonává znaleckou činnost řádně.

Abstract

In this paper, the author wants in an anonymized form on the example of several expert opinions of one forensic expert, which were sent to him to check and verify their correctness, to point out examples of the quality (respectively poor quality) of the performance of expert activities and expert opinions of some forensic experts.

At the same time, the author adds, that in similar cases these are only completely rare excesses of a few forensic experts and forensic expert offices, which cannot be generalized to the whole area of expert activity of forensic experts in the Czech Republic. The vast majority of experts carry out expert activities properly.

Klíčová slova

Znalec (soudní znalec); znalecká činnost; znalecký posudek; kontrola; verifikace; kvalita; Státní pozemkový úřad; majetek; nemovitá věc; pozemky.

Keywords

Expert (forensic expert); expert activity; expert opinion (expert report); control; verification; quality; State Land Office; property; real estate; land.

1 ÚVOD

Státní pozemkový úřad (dále jen "SPÚ") je správním úřadem s celostátní působností a organizační složkou státu. Je příslušný hospodařit s nemovitým majetkem státu, a to především s majetkem zemědělského charakteru.

K datu 8. 3. 2021 vedl SPÚ v účetnictví majetek státu v rozsahu 421 362 pozemků o celkové výměře 115 032 hektarů, 4 098 budov a 18 972 vodohospodářských staveb. [1]

Při nakládání s nemovitým majetkem státu (resp. při jeho zcizování) jsou ze strany SPÚ využívány služby soudních znalců, znaleckých kanceláří a znaleckých ústavů, kteří pro SPÚ zpracovávají znalecké posudky na jeho ocenění. V rámci uzavřených rámcových dohod dle zákona o zadávání veřejných zakázek spolupracuje s SPÚ na úrovni jednotlivých krajských pozemkových úřadů (dále jen "KPÚ") aktuálně cca 70 znalců a znaleckých kanceláří. V posledních letech tito znalci a znalecké kanceláře vypracovali pro SPÚ na základě objednávek jednotlivých KPÚ cca 2500 – 3000 znaleckých posudků ročně (každý rok je jimi oceněno cca 7000 – 8000 nemovitostí).

V rámci svého pracovního poměru k SPÚ je autor článku zařazen na služebním místě odborného rady Oddělení tvorby cen a verifikace Státního pozemkového úřadu.

Oddělení tvorby cen a verifikace (dále jen "OTCaV") je zřízeno jako samostatné oddělení v rámci Sekce majetku státu SPÚ. OTCaV v rámci svých činností mj. koordinuje a metodicky řídí organizační jednotky a organizační útvary SPÚ v oblasti oceňování majetku, provádí systematický dohled na oceňování převáděného majetku SPÚ, poskytuje odborné konzultace v oblasti oceňování majetku v rámci SPÚ, systematicky školí zaměstnance SPÚ, kteří zadávají a přebírají znalecké posudky, v oblasti oceňování majetku spolupracuje s Ministerstvem financí a s Úřadem pro zastupování státu ve věcech majetkových, a v neposlední řadě pak také na základě žádostí jednotlivých organizačních jednotek a útvarů SPÚ posuzuje zpracované znalecké posudky znalců a znaleckých kanceláří.

OTCaV je tedy odborným, metodickým a kontrolním útvarem SPÚ pro oceňování majetku a výkon znalecké činnosti.

¹ Augustin Sadílek, Ing., Vysoké učení technické, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, augustin.sadilek@usi.vutbr.cz + Státní pozemkový úřad, Oddělení tvorby cen a verifikace, Husinecká 1024/11a, 130 00 Praha 3, a.sadilek@spucr.cz

Odborní pracovníci OTCaV se v letošním roce opět aktivně zúčastnili XXX. mezinárodní vědecké konference soudního inženýrství Expert Forensic Science (ExFoS) 2022. V rámci odborné sekce *Stavebnictví a oceňování nemovitostí* prezentovali také vlastní příspěvky:

- *Přírodní zahrady a hodnocení jejich přínosů*
- *Zkušenosti s novou právní úpravou znalecké činnosti z pohledu Státního pozemkového úřadu* [2]
- *Zkušenosti s novelizací právní úpravy oceňování majetku z pohledu Státního pozemkového úřadu* [3]

V rámci příspěvků [2] [3] byly ze strany OTCaV prezentovány cca roční zkušenosti SPÚ s výkonem znalecké činnosti znalců a znaleckých kanceláří a jimi předkládanými znaleckými posudky po nabytí účinnosti nové právní úpravy výkonu znalecké činnosti a také po novelizaci oceňovacích předpisů.

“Nová” právní úprava znalecké činnosti nabyla účinnosti k datu 1. 1. 2021 a je tvořena jednak zákonem č. 254/2019 Sb., o znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech [4] (dále jen “znalecký zákon”), a také jeho prováděcími vyhláškami, kterými jsou vyhláška č. 503/2020 Sb., o výkonu znalecké činnosti [5] (dále jen “znalecká vyhláška”), vyhláška č. 504/2020 Sb., o znalečném [6] a vyhláška č. 505/2020 Sb., kterou se stanoví seznam znaleckých odvětví jednotlivých znaleckých oborů, jiná osvědčení o odborné způsobilosti, osvědčení vydané profesními komorami a specializační studia pro obory a odvětví. [7]

Ke stejnému datu, tj. ke dni 1. 1. 2021, nabyla účinnosti také novelizace oceňovacích předpisů. Zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku), ve znění pozdějších předpisů [8], byl novelizován zákonem č. 237/2020 Sb. [9] Vyhláška č. 441/2013 Sb., k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška), ve znění pozdějších předpisů [10], byla novelizována vyhláškou č. 488/2020 Sb. [11]

Z příspěvků [2] a [3] vyplývá, že přijetí nové právní úpravy znalecké činnosti a novelizace oceňovacích předpisů nemělo z hlediska počtu vypracovaných znaleckých posudků negativní dopady na činnost SPÚ. Byly v nich rovněž vysloveny závěry, že se znalci, znalecké kanceláře a znalecké ústavy, kteří pro SPÚ na základě jeho objednávek zpracovávají znalecké posudky, v naprosté většině případů zcela přizpůsobili novým předpisům upravujícím výkon znalecké činnosti a také novelizovaným oceňovacím předpisům, a při výkonu znalecké činnosti a zpracování znaleckých posudků postupují v souladu s právní úpravou a v souladu s obecně uznávanými postupy a standardy daného oboru a odvětví. Rovněž zde bylo konstatováno, že se vyskytují pouze ojedinělé případy excesů ze strany několika málo znalců a znaleckých kanceláří.

V rámci tohoto příspěvku se proto nyní budeme v anonymizované podobě zabývat prezentací takových (jinak zcela mimořádných) excesů jednoho znalce při výkonu znalecké činnosti a podávání znaleckých posudků pro SPÚ.

Jeden z krajských pozemkových úřadů (KPÚ pro Středočeský kraj a hlavní město Praha) zaslal v průběhu měsíců ledna a února tohoto roku OTCaV ke kontrole, posouzení a verifikaci několik znaleckých posudků, které na základě jeho objednávek vypracoval jeden soudní znalec. Bližší informace o tomto znalci jsou uvedeny níže.

1.1 Bližší informace k zadání znaleckého posudku (znaleckého úkolu)

Jedná se o znalecké posudky, které byly vypracovány pro dva typy úplatných převodů pozemků státu do vlastnictví jiných osob podle zákona č. 503/2012 Sb., o Státním pozemkovém úřadu a o změně některých souvisejících zákonů. Pokud tento zákon nestanoví jinak, převádějí se nemovité věci a související majetek úplatně, a to za cenu obvyklou (viz § 14 odst. 1).

1.1.1 Ocenění pozemků v zahrádkových a chatových osadách

Znalecký úkol (zadání znaleckého posudku) byl definován takto:

Určit obvyklou cenu pozemku/pozemků způsobem podle zákona č. 151/1991 Sb. a vyhlášky č. 441/2013 Sb., v platném znění. V odůvodněných případech, kdy nelze obvyklou cenu určit, oceňuje se majetek a služba tržní hodnotou, pokud zvláštní právní předpis nestanoví jinak. Přitom se zvažují všechny okolnosti, které mají na tržní hodnotu vliv. Důvody neurčení obvyklé ceny musejí být v ocenění uvedeny. Spolu s určením obvyklé ceny nemovité věci nebo její tržní hodnoty se určí i cena zjištěná. Případné rozdíly v ocenění je třeba náležitě odůvodnit. Určuje se obvyklá cena pozemku bez součástí a příslušenství. To odpovídá dikci poslední věty § 10b odst. 1 zákona č. 503/2012 Sb., v platném znění (variantně § 10 odst. 3 zákona č. 503/2012 Sb., ve znění platném k 31. 12. 2013): Do vlastnictví nabyvatele se současně s pozemky převádějí bezúplatně všechny součásti a příslušenství těchto pozemků.

Účel znaleckého posudku byl ve všech případech definován takto:

Převod pozemků v zahrádkových a chatových osadách podle § 10b zákona č. 503/2012 Sb. (vyjmenované pozemky).

Převod pozemků v zahrádkových a chatových osadách podle § 10 odst. 3 zákona č. 503/2012 Sb., ve znění platném k 31. 12. 2013 (ostatní pozemky).

Pozn. autora: Předmětem ocenění tedy byly pozemky v zahrádkových a chatových osadách.

1.1.2 Ocenění pozemků zastavěných a pozemků v jednotném funkčním celku se stavbou

Znalecký úkol (zadání znaleckého posudku) byl ve všech případech definován takto:

Určit obvyklou cenu pozemku/pozemků způsobem podle zákona č. 151/1991 Sb. a vyhlášky č. 441/2013 Sb., v platném znění. V odůvodněných případech, kdy nelze obvyklou cenu určit, oceňuje se majetek a služba tržní hodnotou, pokud zvláštní právní předpis nestanoví jinak. Přitom se zvažují všechny okolnosti, které mají na tržní hodnotu vliv. Důvody neurčení obvyklé ceny musejí být v ocenění uvedeny. Spolu s určením obvyklé ceny nemovité věci nebo její tržní hodnoty se určí i cena zjištěná. Případné rozdíly v ocenění je třeba náležitě odůvodnit. Obvyklou cenu pozemku je nutné určit tak, aby nebyla ovlivněna případným nálezem součástí a příslušenství vzniklých se souhlasem pronajímatele (SPÚ) na náklad nájemce, který pozemek nabývá.

Účel znaleckého posudku byl ve všech případech definován takto:

Převod pozemku podle § 10 odst. 3 až 5 zákona č. 503/2012 Sb., v platném znění.

Pozn. autora: Předmětem ocenění tedy byly pozemky, na nichž je umístěna stavba jiného vlastníka, případně pozemky funkčně spojené se stavbou jiného vlastníka (pozemky v jednotném funkčním celku).

1.2 Bližší informace k osobě znalce

V rámci anonymizace případu (s ohledem na ustanovení § 20 odst. 3 znaleckého zákona) bude tento znalec v tomto příspěvku dále označován jako "znalec Z", a jím vypracované znalecké posudky zde budou označovány pouze prvním číslem ze součísli tvořícího číslo znaleckého posudku.

Znalec Z byl jmenován znalcem pro základní obor ekonomika, odvětví ceny a odhady, se specializací oceňování nemovitostí v roce 1986, a působí tedy jako soudní znalec již téměř 36 roků.

Znalecké posudky předložené ke kontrole a verifikaci OTCaV ze strany KPÚ mají pořadová čísla podle znaleckého deníku znalce Z č. 11438-xxx-xxxx až č. 11652-xxx-xxxx.

Z čísla posledního znaleckého posudku předloženého OTCaV k verifikaci a celkové doby výkonu znalecké činnosti znalce Z lze dovodit, že tento znalec průměrně vypracoval více cca 330 znaleckých posudků ročně (v roce 2021 pak znalec vypracoval více než 450 znaleckých posudků).

2 ZNALECKÉ POSUDKY A JEJICH KONTROLA A VERIFIKACE

KPÚ pro Středočeský kraj a hlavní město Praha zaslal OTCaV ke kontrole a verifikaci znalecké posudky znalce Z. Odůvodnění, proč KPÚ požadoval přezkoumání zaslaných znaleckých posudků tohoto znalce, v žádostech o jejich přezkoumání uvedeno nebylo, lze však logicky dovodit, že to bylo z důvodů pochybností o jejich správnosti a správnosti jimi určené obvyklé ceny nemovitého majetku státu, který měl být zeizen úplatným převodem do vlastnictví jiných osob.

OTCaV se předloženými znaleckými posudky v rámci jejich přezkumu komplexně a systémově zabývalo. Předmětem odborného posouzení a verifikace každého znaleckého posudku bylo jednak to, zda byl znalecký posudek vypracován v souladu s právními předpisy upravujícími výkon znalecké činnosti a také v souladu s právními předpisy upravujícími oceňování majetku.

Nejdůležitější otázkou však je, zda byl znalecký posudek vypracován v souladu s platnými cenovými předpisy, a zda byla znalcem správně určena obvyklá cena (případně tržní hodnota) dotčeného majetku státu.

V rámci otázky souladu znaleckého posudku s právními předpisy upravujícími výkon znalecké činnosti bylo posuzováno, zda je způsob podání znaleckého posudku a jeho náležitosti v souladu s ustanovením § 27 a § 28 znaleckého zákona a v souladu s ustanovením § 39 až § 51 znalecké vyhlášky a zda byl postup znalce při zpracování znaleckého posudku v souladu s ustanovením § 52 až § 59 znalecké vyhlášky.

V rámci otázky, zda byla znalcem správně určena cena nemovitého majetku státu, bylo posuzováno, zda znalec při ocenění nemovitostí cenou obvyklou (resp. v případech, kdy ji nelze určit, tržní hodnotou) postupoval v souladu s jejich definicí dle § 2 zákona o oceňování majetku a postupem jejich určení dle § 1a (resp. 1b) oceňovací vyhlášky, a zda při určení ceny zjištěné postupoval správně dle příslušných ustanovení oceňovací vyhlášky.

2.1 Znalecké posudky na ocenění pozemků v zahrádkové osadě

OTCaV byly ze strany KPÚ předloženy celkem 3 znalecké posudky znalce Z, kterými byly oceněny pozemky v jedné zahrádkové osadě na území hlavního města Prahy, konkrétně v k.ú Dejvice. Tyto znalecké posudky měly podle znaleckého deníku znalce pořadová čísla 11438-xxx-xxxx (oceněno 32 pozemků), 11439-xxx-xxxx (oceněny 2 pozemky) a 11440-xxx-xxxx (oceněny 2 pozemky).

Všechny 3 znalecké posudky byly vypracovány ve stejný den (4. 8. 2021) a ve všech těchto znaleckých posudcích znalec použil stejný způsob a postup určení obvyklé ceny dotčených pozemků SPÚ.

Na základě provedené analýzy trhu ve všech 3 znaleckých posudcích použil 4 totožné cenové vzorky realizovaných prodejů pozemků na území hlavního města Prahy. V rámci anonymizace případu zde nejsou uváděna skutečná čísla vkladového řízení, ale jen pořadová čísla použitých vzorků.

Tab. 1 Znalcem použité cenové vzorky a jejich úpravy

Cenový vzorek	Datum uzavření kupní smlouvy	Jednotková kupní cena [Kč/m ²]	Jednotková kupní cena po úpravě znalcem [Kč/m ²]	Cenový rozdíl [Kč/m ²]	Cenový rozdíl [%]
1	27. 2. 2019	857	686	-171	-19,95
2	9. 3. 2018	350	318	-32	-9,14
3	23. 5. 2019	2 899	2 415	-484	-16,70
4	11. 6. 2020	1 538	1 232	-306	-19,90
Aritmetický průměr		1 411	1 163	-248	-17,58
			980 Znalcem určená obvyklá cena	-431	-30,55

[Zdroj: Vlastní zpracování, jednotkové kupní ceny byly zaokrouhleny na celé Kč]

V závěrečném výroku o určení obvyklé ceny dotčených pozemků znalec uvádí: „Znalcem je po zvážení všech okolností stanovena obvyklá cena pozemku ve výši 980,00 Kč za 1 m², a to s přihlédnutím k ceně dle cenové mapy.“

OTCaV ověřilo, že v cenové mapě stavebních pozemků hlavního města Prahy se dotčené pozemky SPÚ skutečně nacházejí ve skupině parcel s jednotkovou cenou 980 Kč/m². Tato jednotková cena je však v této lokalitě v cenové mapě uvedena již od 1. 1. 2018, od zařazení lokality do ploch s touto jednotkovou cenou již tedy uplynuly 4 roky.

V případě ceny uvedené v cenové mapě stavebních pozemků se však nejedná o obvyklou cenu pozemků v této skupině parcel, ale o jejich cenu zjištěnou (pokud se ve všech případech jedná o stavební pozemky, které lze dle cenové mapy ocenit).

Jak je zřejmé z výše uvedené tabulky, průměrná jednotková kupní cena znalcem použitých cenových vzorků činila 1 411 Kč/m². V rámci znalcem provedených úprav cenových vzorků byla průměrná jednotková kupní cena snížena na částku 1 163 Kč/m².

Tab. 2 Cenové rozdíly

Průměrná jednotková kupní cena [Kč/m ²]	Znalcem určená obvyklá cena [Kč/m ²]	Cenový rozdíl [Kč/m ²]	Cenový rozdíl [%]
1 411	980	-431	-30,55
Průměrná jednotková kupní cena po úpravách [Kč/m ²]	Znalcem určená obvyklá cena [Kč/m ²]	Cenový rozdíl [Kč/m ²]	Cenový rozdíl [%]
1 163	980	-183	-15,74

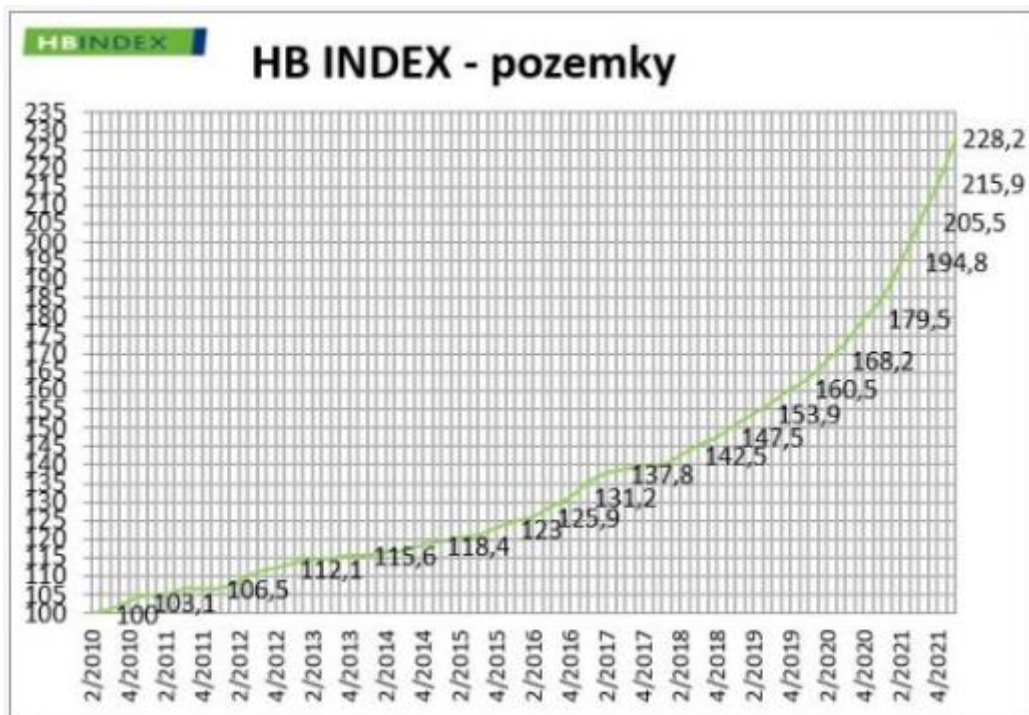
[Zdroj: Vlastní zpracování]

Již prosté porovnání těchto částek (1 411 Kč/m² resp. 1 163 Kč/m²) se znalcem určenou výší obvyklé ceny (980 Kč/m²) indikovalo možný vznik majtkové újmy státu.

Postup znalce při určení obvyklé ceny pozemků SPÚ není v souladu s definicí obvyklé ceny dle § 2 odst. 2 zákona o oceňování majetku a postupem jejího určení dle § 1a oceňovací vyhlášky. Obvyklá cena se závazně určuje porovnáním ze sjednaných cen stejného či obdobného majetku, nikoli porovnáním s cenou zjištěnou, uvedenou v cenové mapě stavebních pozemků.

V případě všech kupních smluv, které znalec použil jako cenové vzorky, se jedná o převody, které byly starší více než 12 měsíců před vypracováním znaleckého posudku (14 měsíců až 3,5 roku). Ačkoliv znalec ve všech 3 znaleckých posudcích sám uvádí: „Vzorky prodeje jsou upraveny na reálnou cenu k roku 2021 indexem Hypoteční banky“ a v přílohách znaleckých posudků dokládá graf s vývojem HB Indexu pro pozemky, žádnou úpravu cenových vzorků zohledňující vývoj realitního trhu a trend vývoje cen obdobných pozemků, jejichž cena neustále roste, ve znaleckých posudcích v rozporu se Standardy zpracování znaleckých posudků pro SPÚ, k jejichž dodržování se znalec zavázal při uzavření rámcové dohody na zpracování znaleckých posudků na oceňování majetku pro SPÚ, a také v rozporu s obecně uznávanými postupy a standardy daného oboru, neprovedl. Že se v příslušném období od uzavření kupních smluv cenových vzorků do data vypracování znaleckého posudku významným způsobem měnily ceny nemovitých věcí

v segmentu stavebních pozemků lze zcela jednoznačně doložit např. právě pomocí znalcem uváděného HB Indexu – pozemky. [12] Tvrzení znalce o úpravě cenových vzorků na reálnou cenu k roku 2021 se tedy nezakládalo na pravdě, a objednatel znaleckého posudku (KPÚ) byl tedy znalcem uveden v omyl.



Obr. 1 HB Index – pozemky [13]

V rámci úprav cenových vzorků znalec při určení “cenotvorného koeficientu” zohledňoval mj. “cenotvorný faktor” “zátěže na pozemku”, kdy u vzorků uplatňoval dílčí snížení ceny (srážku) o 20 % s odůvodněním, že se na posuzovaných pozemcích SPÚ v zahrádkové a chatové osadě nacházejí součásti a příslušenství jiných vlastníků.

Skutečnost, že by se na pozemcích SPÚ nacházely součásti a příslušenství jiných vlastníků, nebyla v objednávce znaleckého posudku od KPÚ, který dotčené pozemky spravuje, uvedena. KPÚ nemá žádné takové informace ani doklady o existenci součástí a příslušenství jiného vlastníka na pozemcích SPÚ k dispozici. KPÚ jako správce a pronajímatel pozemků rovněž nevydal ani žádný souhlas s realizací jakýchkoli součástí a příslušenství na pozemku SPÚ na náklad nájemce.

Ani znalec existenci takových součástí a příslušenství pozemků ani doklady o jejich vlastnictví jinou osobou ve znaleckém posudku ničím nedoložil (ani se zadavatele posudku na případnou existenci nedotázal).

Lze tedy konstatovat, že znalec ve znaleckém posudku zcela jednoznačně sám “vyřešil” právní otázku vlastnického práva případných součástí a příslušenství pozemků, což mu jako znalci vůbec nepřislouší.

Mimoto lze na základě dostupných leteckých a panoramatických snímků konstatovat, že i na pozemcích použitých cenových vzorků se nějaké součásti a příslušenství nacházely.

V rámci vlastní indikativní analýzy trhu pozemků v zahrádkových a chatových osadách na území hlavního města Prahy provedené OTCaV byly z příslušných kupních smluv zjištěny níže uvedené cenové údaje:

Tab. 3 Analýza trhu OTCaV

Vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jednotková kupní cena [Kč/m ²]	2 355	2 006	1 516	1 348	1 172	1 538	2 572	2 107	2 589
Průměrná jednotková kupní cena [Kč/m ²]	1 911								

[Zdroj: Vlastní zpracování, jednotkové kupní ceny byly zaokrouhleny na celé Kč]

Rovněž analýza trhu provedená OTCaV (bez podrobného zkoumání odlišností a úprav dle jednotlivých cenotvorných faktorů – průměrná jednotková kupní cena 1 911 Kč/m²) indikovala, že obvyklá cena pozemků SPÚ byla

znalcem určena nesprávně, a že akceptace znaleckého posudku a jím určené ceny pozemků by znamenala vznik majetkové újmy státu značného rozsahu (celková výměra pozemků SPÚ v zahrádkové a chatové osadě činila 6 641 m²).

OTCaV nedoporučilo KPÚ akceptovat předložené znalecké posudky 11438-xxx-xxxx, 11439-xxx-xxxx a 11440-xxx-xxxx a jimi určenou obvyklou cenu pozemků SPÚ v k.ú. Dejvice ve výši 980 Kč/m² pro účely jejich úplatného převodu dle zákona č. 503/2012 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Současně OTCaV doporučilo KPÚ objednat nové ocenění dotčených pozemků (nový znalecký posudek) u jiného znalce.

KPÚ pro Středočeský kraj a hlavní město Praha následně objednal ocenění pozemků v této zahrádkové a chatové osadě u znalecké kanceláře, kterou v rámci anonymizace případu označíme jako znaleckou kancelář "ZK". Znalecká kancelář ZK určila ve svém znaleckém posudku obvyklou cenu pozemků SPÚ na základě porovnání ze skutečně sjednaných kupních cen 11 cenových vzorků realizovaných prodejů obdobných pozemků v zahrádkových a chatových osadách na území hlavního města Prahy. V rámci úprav cenových vzorků znalecká kancelář ZK hodnotila a porovnávala celkem 10 dílčích kritérií (lokality, tvar a svažitost, vybavení IS, stav, velikost, územní plán, přístup, zdroj informací a stáří vzorku, právní vztahy, ostatní vlivy), na jejichž základě pak určila jednotkovou srovnávací hodnotu. Obvyklá cena pozemků pak byla znaleckou kancelář ZK určena jako vážený průměr srovnávacích hodnot cenových vzorků ve výši 2 824 Kč/m².

Znaleckou kancelář ZK určená výše obvyklé ceny pozemků SPÚ (2 824 Kč/m²) je tak 2,88 krát vyšší než její výše určená znalcem Z "s přihlédnutím k ceně dle cenové mapy" (980 Kč/m²). Tento poměr tak při celkové výměře pozemků (6 641 m²) naznačuje značný rozsah případné majetkové újmy státu.

Tab. 4 Rozdíl v ocenění pozemků

Znalec/znalecká kancelář	Obvyklá jednotková cena pozemků [Kč/m ²]	Celková cena pozemků [Kč/m ²]
ZK	2 824	18 754 184
Z	980	6 508 180
Rozdíl	-1 844	-12 246 004

[Zdroj: Vlastní zpracování]

Znalecká kancelář ZK ve znaleckém posudku dále uvádí: "Ceny pozemků uvedené v cenové mapě Prahy se obvykle neshodují s obvyklou cenou. Tato cena je v cenové mapě Prahy uvedena ve stejné výši již od roku 2018, přitom ceny pozemků prokazatelně rostou. Na základě níže uvedeného srovnání s realizovanými transakcemi je tato kupní cena posouzena jako velmi nízká – je výrazně nižší než obvyklá cena v daném místě a čase."

Odborné závěry nového znaleckého posudku znalecké kanceláře ZK tak potvrdily odborný názor OTCaV, že znalec Z určil obvyklou cenu pozemků SPÚ v zahrádkové a chatové osadě v k.ú. Dejvice nesprávně.

2.2 Znalecké posudky na ocenění pozemků zastavěných a pozemků v jednotném funkčním celku se stavbou

Dále bylo ze strany KPÚ předloženo OTCaV také několik znaleckých posudků znalce Z, jejichž předmětem je ocenění pozemků zastavěných stavbami jiných vlastníků nebo ocenění pozemků, které se stavbami jiných vlastníků sousedí a tvoří s nimi jednotný funkční celek ve smyslu § 9 odst. 2 písm. a) bod 3. zákona o oceňování majetku.

Autor tohoto příspěvku byl pověřen kontrolou a verifikací celkem 5 znaleckých posudků. Obdobné počty znaleckých posudků tohoto znalce obdrželi ke kontrole i další odborní pracovníci OTCaV (tyto znalecké posudky však nejsou předmětem tohoto příspěvku; způsob jejich zpracování a jejich kvalita jsou však obdobné).

2.2.1 Znalecký posudek 11629-xxx-xxxx

Znalecký posudek byl vypracován dne 21. 1. 2022.

Jeho předmětem je ocenění pozemku, který je v katastru nemovitostí evidován jako zahrada o výměře 53m², a který tvoří jednotný funkční celek se stavbou rodinného domu v k.ú. Břevnov, obci Praha (ulice Na břevnovské pláni). V platné územně plánovací dokumentaci je pozemek vymezen jako součást ploch všeobecně obytných.

Znalec Z určil obvyklou cenu tohoto pozemku ve výši 7 500 Kč/m², a to na základě 3 cenových vzorků realizovaných prodejů, a cenu zjištěnou (dle cenové mapy stavebních pozemků hlavního města Prahy) ve výši 9 200 Kč/m².

Již poměrně značný cenový rozdíl mezi znalcem určenou obvyklou cenou pozemku SPÚ (7 500 Kč/m²) a cenou zjištěnou, určenou dle cenové mapy (9 200 Kč/m²) indikoval možný vznik majetkové újmy státu v případě akceptace předloženého znaleckého posudku. Celkový rozdíl znalcem určené obvyklé ceny a ceny zjištěné činil 90 100 Kč, tj. 1 700 Kč/m², v neprospěch SPÚ.

Rovněž z níže uvedené tabulky je zcela jednoznačně zřejmé, že znalec Z určil obvyklou cenu pozemku SPÚ (7 500 Kč/m²) hluboko pod průměrnou cenou jím použitých cenových vzorků (10 306 Kč/m²), ale také pod jím určeným váženým průměrem upravených jednotkových cen (7 982 Kč/m²). To rovněž indikovalo možný vznik majetkové újmy státu v případě akceptace znaleckého posudku.

V závěrečném výroku o určení obvyklé ceny dotčených pozemků znalec uvádí: *“Znalcem je po zvážení všech okolností stanovena obvyklá cena pozemku vzhledem k velikosti pozemku pod průměrnou cenou ve výši 7500,00 Kč za 1 m².”*

Ze strany znalce Z se tak jedná o opakované (duplicitní) snížení obvyklé ceny pozemku z důvodu “velikosti pozemku”, jelikož velikost pozemku už znalec v posudku jednou zohledňoval při úpravách cenových vzorků pomocí cenotvorných faktorů o 10 %, resp. 15 %.

Tab. 5 Znalcem použité cenové vzorky a jejich úpravy

Cenový vzorek	Jednotková kupní cena [Kč/m ²]	Jednotková kupní cena po úpravě znalcem [Kč/m ²]	Cenový rozdíl [Kč/m ²]	Cenový rozdíl [%]
1	13 361	9 602	-3 759	-28,13
2	10 239	7 693	-2 546	-24,87
3	7 317	6 652	-665	-9,09
Aritmetický průměr	10 306	7 982	-2 324	-22,55
		7 500 Znalcem určená obvyklá cena	-2 806	-27,23

[Zdroj: Vlastní zpracování, jednotkové kupní ceny byly zaokrouhleny na celé Kč]

Z textu kupní smlouvy vzorku č. 2 OTCaV zjistilo, že k převáděnému pozemku byla zřízena 2 věcná břemena (věcné břemeno chůze + věcné břemeno oprav a údržby bytového domu). Tuto skutečnost však znalec ve znaleckém posudku vůbec nezohlednil, přitom na oceňovaném pozemku SPÚ žádná věcná břemena nevážnou (měla být provedena úprava vzorku zvyšující cenu pozemku SPÚ, všechny znalcem prováděné úpravy však cenu snižují).

Použití cenového vzorku č. 3 je dle odborného názoru OTCaV sporné, jelikož se na převáděném pozemku dle dostupných leteckých a panoramatických snímků nacházely stavby nezapsané do katastru nemovitostí (znalec jejich existenci v popisu cenového vzorku ve znaleckém posudku neuvádí).

Ačkoli znalec ve znaleckém posudku sám uvádí: *“Pokud je metoda porovnávací použita, musí být uvedeny v časovém horizontu ne delším než 6 měsíců minimálně 3 realizované nebo nabízené ceny obdobných nemovitostí. V opačném případě je třeba cenu korigovat oběma směry dle vývoje trhu.”*, tak i když byla kupní smlouva cenového vzorku č. 1 uzavřena více než 7 měsíců před vypracováním znaleckého posudku, znalec neprovedl jím uváděné nezbytné korekce ceny dle vývoje trhu.

V rámci úprav cenových vzorků znalec při určení “cenotvorného koeficientu” zohledňoval mj. “cenotvorný faktor” “zátěže na pozemku”, kdy u vzorků uplatňoval dílčí snížení ceny (srážku) o 21 % s odůvodněním, že se na posuzovaném pozemku SPÚ nachází součásti a příslušenství jiného vlastníka.

Skutečnost, že by se na pozemku SPÚ nacházely součásti a příslušenství jiného vlastníka, nebyla v objednávce znaleckého posudku od KPÚ, který dotčený pozemek spravuje, uvedena. KPÚ nemá žádné takové informace ani doklady o existenci součástí a příslušenství jiného vlastníka na pozemku SPÚ k dispozici. KPÚ jako správce a pronajímatel pozemku rovněž nevydal ani žádný souhlas s realizací jakýchkoli součástí a příslušenství na pozemku SPÚ na náklad nájemce.

Ani znalec existenci takových součástí a příslušenství pozemku ani doklady o jejich vlastnictví jinou osobou ve znaleckém posudku ničím nedoložil (ani se zadavatele posudku na případnou existenci nedotázal).

Nikdo jiný, než KPÚ jako zadavatel znaleckého posudku, který dotčený pozemek spravuje (mimo soudu v případě soudního sporu), není oprávněn rozhodnout o tom, že některé součásti a příslušenství, které se na pozemku nacházejí, nemají být oceněny. Rozhodně tak nesmí učinit sám znalec na základě svého vlastního uvážení nebo na základě ničím nepodloženého tvrzení budoucího nabyvatele pozemku, který má zájem na tom, aby kupní cena byla co nejnižší. Např. trvalé porosty jsou vždy součástí pozemku (viz § 507 občanského zákoníku), a proto by měly být vždy součástí ocenění, obdobně také venkovní úpravy, které jsou součástí pozemku. Rovněž další součásti a příslušenství pozemku, které byly na pozemku vybudovány bez písemného souhlasu SPÚ nebo jeho právních předchůdců by měly být součástí ocenění.

Znalec Z však ve svém znaleckém posudku trvalé porosty a venkovní úpravy vůbec neoceníl (a to ani v rámci určení zjištěné ceny pozemku).

Lze tedy konstatovat, že znalec ve znaleckém posudku zcela jednoznačně sám “vyřešil” právní otázku vlastnického práva případných součástí a příslušenství pozemku, což mu jako znalci vůbec nepřislouží.

Mimoto lze na základě dostupných leteckých a panoramatických snímků konstatovat, že i na pozemcích použitých cenových vzorků se nějaké součásti a příslušenství nacházely.

V rámci vlastní indikativní analýzy trhu obdobných pozemků v jednotném funkčním celku provedené OTCaV byly z příslušných kupních smluv zjištěny níže uvedené cenové údaje:

Tab. 6 Analýza trhu OTCaV

Vzorek	1	2	3	4	5
Jednotková kupní cena [Kč/m ²]	13 361	10 239	10 000	12 025	15 763
Průměrná jednotková kupní cena [Kč/m ²]	12 278				

[Zdroj: Vlastní zpracování, jednotkové kupní ceny byly zaokrouhleny na celé Kč]

Rovněž analýza trhu provedená OTCaV (bez podrobného zkoumání odlišností a úprav dle jednotlivých cenotvorných faktorů – průměrná jednotková kupní cena 12 278 Kč/m²) indikovala, že obvyklá cena pozemku SPÚ v k.ú. Břevnov byla znalcem (7 500 Kč/m²) určena nesprávně, a že akceptace znaleckého posudku a jím určené ceny pozemku by znamenala vznik majetkové újmy státu.

OTCaV nedoporučilo KPÚ akceptovat předložený znalecký posudek 11629-xxx-xxxx a jím určenou obvyklou cenu pozemku SPÚ v k.ú. Břevnov ve výši 7 500 Kč/m² pro účely jeho úplatného převodu dle zákona č. 503/2012 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

2.2.2 Znalecký posudek 11633-xxx-xxxx

Znalecký posudek byl vypracován dne 10. 2. 2022.

Jeho předmětem je ocenění pozemku, který je v katastru nemovitostí evidován jako zahrada o výměře 150 m², a který tvoří jednotný funkční celek se stavbou rodinného domu v k.ú. Strašnice, obci Praha (ulice U trati). V platné územně plánovací dokumentaci je pozemek vymezen jako součást ploch čistě obytných.

Znalec Z určil obvyklou cenu tohoto pozemku ve výši 3 355 Kč/m², a to na základě 3 cenových vzorků realizovaných prodejů, které doložil čísly vkladového řízení. Cena zjištěná byla znalcem určena dle cenové mapy stavebních pozemků hlavního města Prahy ve výši 4 690 Kč/m². K této ceně znalec přičetl cenu trvalých porostů. Celková cena zjištěná (včetně trvalých porostů) byla znalcem určena ve výši 4 712 Kč/m².

Již poměrně značný cenový rozdíl mezi znalcem určenou obvyklou cenou pozemku SPÚ (3 355 Kč/m²) a cenou zjištěnou, určenou dle cenové mapy (4 712 Kč/m²) indikoval možný vznik majetkové újmy státu v případě akceptace předloženého znaleckého posudku. Celkový rozdíl znalcem určené obvyklé ceny a ceny zjištěné (dle cenové mapy) činil 200 250 Kč, tj. 1 335 Kč/m² v neprospěch SPÚ.

K tomu je třeba doplnit fakt, že cena 4 690 Kč/m² je v cenové mapě stavebních pozemků hlavního města Prahy v této lokalitě uvedena již od data 1. 1. 2014, tj. 8 let. V období let 2014 až 2021 se cena stavebních pozemků téměř zdvojnásobila, což lze doložit např. pomocí HB Indexu – pozemky. [12] Porovnáním HB Indexu 4Q/2021 (228,2) [13] a HB Indexu 1Q/2014 (116,5) [14] lze určit koeficient (index) růstu cen stavebních pozemků za toto období (1,9588).

Tab. 7 Znalcem použité cenové vzorky a jejich úpravy

Cenový vzorek	Jednotková kupní cena [Kč/m ²]	Jednotková kupní cena po úpravě znalcem [Kč/m ²]	Cenový rozdíl [Kč/m ²]	Cenový rozdíl [%]
1	5 000	3 892	-1 108	-22,16
2	4 584	3 593	-991	-21,62
3	2 740	2 579	-161	-5,88
Aritmetický průměr	4 108	3 355	-753	-18,33
		Znalcem určená obvyklá cena 3 355	-753	-18,33

[Zdroj: Vlastní zpracování, jednotkové kupní ceny byly zaokrouhleny na celé Kč]

Z textu kupní smlouvy cenového vzorku č. 1 OTCaV zjistilo, že znalec ve znaleckém posudku uvádí nesprávnou výši kupní ceny, a z ní pak určil nesprávnou jednotkovou cenu. Skutečná jednotková cena tohoto vzorku činila 513 Kč/m².

Tuto cenu považuje OTCaV za nepřiměřeně nízkou, tzv. odlehlý vzorek, nevhodný pro porovnání. Důvodem takto nízké ceny mohly být mj. níže uvedené důvody.

Předmětem převodu dle této kupní smlouvy je spoluvlastnický podíl id. 1/45 k pozemku evidovanému v katastru nemovitostí jako ostatní plocha, jiná plocha o výměře 263 m². V současné době je v katastru nemovitostí u tohoto pozemku evidováno celkem 39 podílových spoluvlastníků s různě velkými spoluvlastnickými podíly. Již z tohoto důvodu lze považovat vzorek za sporný. Kromě toho jsou v katastru nemovitostí k pozemku evidována další omezení vlastnického práva (věcné břemeno, zákaz zcizení, zákaz zcizení a zatížení, zástavní právo exekutorské, zástavní právo smluvní) a také další jiné zápisy (exekuční příkaz k prodeji, nařízení předběžného opatření, zahájení exekuce, závazek neumožnit zápis nového zástavního práva namísto starého, závazek nezajistit zástavním právem ve výhodnějším pořadí nový dluh). Rovněž z tohoto důvodu je tento vzorek sporný a nevhodný pro porovnání. Oceňovaný pozemek SPÚ je ve výlučném vlastnictví a není zatížen žádnými břemeny, omezeními ani jinými právy třetích osob.

Všechny znalcem použité cenové vzorky mají v cenové mapě stavebních pozemků hlavního města Prahy nižší jednotkovou cenu než oceňovaný pozemek SPÚ. Z toho je zřejmé, že zpracovatel cenové mapy považuje lokalitu, v níž se oceňovaný pozemek SPÚ nachází, za lepší než jsou lokality, v nichž se nachází znalcem použité cenové vzorky, a že je zde dosahováno vyšších kupních cen stavebních pozemků. Přesto znalec jednotkovou cenu jím použitých vzorků svými úpravami dále snižoval, a cenově výhodnější lokalitu, v níž se pozemek SPÚ nachází, při těchto úpravách vůbec nezohlednil. Ba naopak, u vzorku č. 1 znalec v posudku v rámci úprav dle cenotvorných faktorů uvádí: *“Poloha vzorku má lepší polohu v této části Prahy”* s úpravou (srážkou) o 12 % v neprospěch SPÚ.

U vzorku č. 2 znalec v rámci úprav dle cenotvorných faktorů u faktoru *“Vztah k ÚPD”* uvádí: *“Pozemek má komerční využití”* s úpravou (srážkou) o 12 % v neprospěch SPÚ. Dle platné územně plánovací dokumentace je pozemek cenového vzorku součástí ploch všeobecně obytných. Případné komerční využití pozemku vzorku znalec ničím nedokládá. Rovněž je třeba konstatovat, že případné komerční využití pozemku se *“vztahem k ÚPD”* nijak nespojuje a vůbec nemusí mít na jeho obvyklou cenu vliv (komerční využití mohou mít i jiné pozemky v dané lokalitě). Znalec ve znaleckém posudku u tohoto vzorku rovněž uvádí nesprávné parcelní číslo.

U všech cenových vzorků znalec v rámci úprav při určení *“cenotvorného koeficientu”* zohledňoval mj. *“cenotvorný faktor”* *“zátěže na pozemku”*, kdy u vzorků uplatňoval dílčí snížení ceny (srážku) o 9 % s odůvodněním, že se na posuzovaném pozemku SPÚ nachází součásti a příslušenství jiného vlastníka.

Skutečnost, že by se na pozemku SPÚ nacházely součásti a příslušenství jiného vlastníka, nebyla v objednávce znaleckého posudku od KPÚ, který dotčený pozemek spravuje, uvedena. KPÚ nemá žádné takové informace ani doklady o existenci součástí a příslušenství jiného vlastníka na pozemku SPÚ k dispozici. KPÚ jako správce a pronajímatel pozemku rovněž nevydal ani žádný souhlas s realizací jakýchkoli součástí a příslušenství na pozemku SPÚ na náklad nájemce.

Ani znalec existenci takových součástí a příslušenství pozemku ani doklady o jejich vlastnictví jinou osobou ve znaleckém posudku ničím nedoložil (ani se zadavatele posudku na případnou existenci nedotázal).

Nikdo jiný, než KPÚ jako zadavatel znaleckého posudku, který dotčený pozemek spravuje (mimo soudu v případě soudního sporu), není oprávněn rozhodnout o tom, že některé součásti a příslušenství, které se na pozemku nacházejí, nemají být oceněny. Rozhodně tak nesmí učinit sám znalec na základě svého vlastního uvážení nebo na základě ničím nepodloženého tvrzení budoucího nabyvatele pozemku, který má zájem na tom, aby kupní cena byla co nejnižší. Např. trvalé porosty jsou vždy součástí pozemku (viz § 507 občanského zákoníku), a proto by měly být vždy součástí ocenění, obdobně také venkovní úpravy, které jsou součástí pozemku. Rovněž další součásti a příslušenství pozemku, které byly na pozemku vybudovány bez písemného souhlasu SPÚ nebo jeho právních předchůdců by měly být součástí ocenění.

Znalec Z však ve svém znaleckém posudku trvalé porosty a venkovní úpravy vůbec neoceníl (a to ani v rámci určení zjištěné ceny pozemku).

Lze tedy konstatovat, že znalec ve znaleckém posudku zcela jednoznačně sám *“vyřešil”* právní otázku vlastnického práva případných součástí a příslušenství pozemku, což mu jako znalci vůbec nepřisluší.

Mimoto lze na základě dostupných leteckých a panoramatických snímků konstatovat, že i na pozemcích použitých cenových vzorků se nějaké součásti a příslušenství nacházely.

V rámci vlastní indikativní analýzy trhu obdobných pozemků v jednotném funkčním celku provedené OTCaV byly z příslušných kupních smluv zjištěny níže uvedené cenové údaje:

Tab. 8 Analýza trhu OTCaV

Vzorek	1	2	3	4	5
Jednotková kupní cena [Kč/m ²]	4 584	3 376	4 700	15 525	7 143
Průměrná jednotková kupní cena [Kč/m ²]	7 066				

[Zdroj: Vlastní zpracování, jednotkové kupní ceny byly zaokrouhleny na celé Kč]

Rovněž analýza trhu provedená OTCaV (bez podrobného zkoumání odlišností a úprav dle jednotlivých cenotvorných faktorů – průměrná jednotková kupní cena 7 066 Kč/m²) indikovala, že obvyklá cena pozemku SPÚ v k.ú. Strašnice byla znalcem (3 355 Kč/m²) určena nesprávně, a že akceptace znaleckého posudku a jím určené ceny pozemku by znamenala vznik majetkové újmy státu.

OTCaV nedoporučilo KPÚ akceptovat předložený znalecký posudek 11633-xxx-xxxx a jím určenou obvyklou cenu pozemku SPÚ v k.ú. Břevnov ve výši 3 355 Kč/m² pro účely jeho úplatného převodu dle zákona č. 503/2012 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

2.2.3 Znalecký posudek 11646-xxx-xxxx

Znalecký posudek byl vypracován dne 4. 3. 2022.

Jeho předmětem je ocenění pozemku, který je v katastru nemovitostí evidován jako zastavěná plocha a nádvoří o výměře 30 m², a který je zastavěn stavbou pro rodinnou rekreaci v k.ú. Proudkovice, obci Krásná Hora nad Vltavou (okr. Příbram). V platné územně plánovací dokumentaci obce je pozemek vymezen jako součást ploch staveb pro rodinnou rekreaci.

Znalec Z určil obvyklou cenu tohoto pozemku ve výši 580 Kč/m², a to na základě 3 cenových vzorků realizovaných prodejů, které doložil čísly vkladového řízení.

Cena zjištěná byla znalcem určena ve výši 278,33 Kč/m².

Tab. 9 Znalcem použité cenové vzorky a jejich úpravy

Cenový vzorek	Jednotková kupní cena [Kč/m ²]	Jednotková kupní cena po úpravě znalcem [Kč/m ²]	Cenový rozdíl [Kč/m ²]	Cenový rozdíl [%]
1	625	480	-145	-23,20
2	630	394	-236	-37,46
3	1392	872	-520	-37,36
Aritmetický průměr	882	582	-300	-34,01
		580 <small>Znalcem určená obvyklá cena</small>	-302	-34,24

[Zdroj: Vlastní zpracování, jednotkové kupní ceny byly zaokrouhleny na celé Kč]

Již prostý pohled na výše uvedený přehled cenových vzorků a porovnání znalcem určené výše obvyklé ceny pozemků (580 Kč/m²) s průměrnou jednotkovou cenou těchto vzorků (882 Kč/m²) indikuje, že znalec prováděl úpravy cenových vzorků nesprávně a jednostranně (úpravy vždy snižují cenu v neprospěch SPÚ), a možný vznik majetkové újmy státu v případě akceptace předloženého znaleckého posudku. Znalcem určená výše obvyklé ceny je o 34,24 % nižší než průměr jednotlivých cen použitých cenových vzorků (a překračuje tak přípustný rámec úprav dle Standardů zpracování znaleckých posudků pro SPÚ).

V rámci úprav cenových vzorků znalec u cenotvorného faktoru “Přístup” zohledňoval skutečnost, že posuzovaný pozemek SPÚ je přístupný přes pozemky jiných vlastníků. Zohlednění přístupu přes pozemky jiných vlastníků je dle odborného názoru OTCaV správné. Nelze však souhlasit s tím, že ze stejného důvodu provedl znalec u vzorku č. 1 snížení (srážku) o 5 %, a u vzorků č. 2 a č. 3 bez jakéhokoliv odůvodnění snížení (srážku) o 12 %, tj. více než dvojnásobnou výši úpravy.

U vzorků č. 2 a č. 3 znalec v rámci úprav dle cenotvorných faktorů u faktoru “Velikost, tvar a konfigurace” uvádí: “Pozemek má velmi malou výměru pro samostatné využití” s úpravou (srážkou) o 15 % v neprospěch SPÚ. Jelikož se v případě oceňovaného pozemku SPÚ nejedná o pozemek určený k zastavění, kdy by jeho velikost a tvar neumožňovaly realizaci samostatné stavby na tomto pozemku, ale o pozemek, na němž je již stavba realizována (a její zastavěná plocha je geometricky zaměřena a evidována v katastru nemovitostí), a je v plném a ničím neomezeném rozsahu jako zastavěná plocha využíván, není dle odborného názoru OTCaV tato úprava relevantní, a proto neměla být provedena.

U všech cenových vzorků znalec v rámci úprav při určení “cenotvorného koeficientu” zohledňoval mj. “cenotvorný faktor” “zátěže na pozemku”, kdy u vzorků uplatňoval dílčí snížení ceny (srážku) o 24 % s odůvodněním, že se na posuzovaném pozemku SPÚ nachází stavba jiného vlastníka.

V případech přímých prodejů, kdy dochází ke sjednocení vlastnictví pozemku a stavby, není dle odborného názoru OTCaV důvod, omezující vlivy z titulu rozdílného vlastnictví při ocenění uplatňovat (obdobně řeší tuto věc také např. cenová metodika ÚZSVM “Postupy při oceňování majetku státu”).

V rámci vlastní indikativní analýzy trhu obdobných pozemků provedené OTCaV byly z příslušných kupních smluv zjištěny níže uvedené cenové údaje:

Tab. 10 Analýza trhu OTCaV

Vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jednotková kupní cena [Kč/m ²]	625	630	1 392	1 254	725	929	1 446	600	600	1 832
Průměrná jednotková kupní cena [Kč/m ²]	1 003									

[Zdroj: Vlastní zpracování, jednotkové kupní ceny byly zaokrouhleny na celé Kč]

Rovněž analýza trhu provedená OTCaV (bez podrobného zkoumání odlišností a úprav dle jednotlivých cenotvorných faktorů – průměrná jednotková kupní cena 1 003 Kč/m²) indikovala, že obvyklá cena pozemku SPÚ v k.ú. Proudkovice byla znalcem (580 Kč/m²) určena nesprávně, a že akceptace znaleckého posudku a jím určené ceny pozemku by znamenala vznik majetkové újmy státu.

OTCaV nedoporučilo KPÚ akceptovat předložený znalecký posudek 11646-xxx-xxxx a jím určenou obvyklou cenu pozemku SPÚ v k.ú. Proudkovice ve výši 580 Kč/m² pro účely jeho úplatného převodu dle zákona č. 503/2012 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

2.2.4 Další zjištěné vady znaleckých posudků

S ohledem na skutečnost, že znalec Z postupoval při vypracování ostatních znaleckých posudků obdobným způsobem, a že výše uváděná zjištění a vady znaleckých posudků se opakují, budou zde pouze uvedeny vady, které se v předchozích znaleckých posudcích nevyskytly.

2.2.4.1 Znalecký posudek 11651-xxx-xxxx

Ve znaleckém posudku č. 11651-xxx-xxxx, jehož předmětem je ocenění pozemku zastavěného stavbou jiného vlastníka (stavba pro rodinnou rekreaci) v obci a k.ú. Libeň (okr. Praha – západ), byla znalcem na základě 4 cenových vzorků určena obvyklá cena pozemku ve výši 3 000 Kč/m².

Tab. 11 Znalcem použité cenové vzorky a jejich úpravy

Cenový vzorek	Jednotková kupní cena [Kč/m ²]	Jednotková kupní cena po úpravě znalcem [Kč/m ²]	Cenový rozdíl [Kč/m ²]	Cenový rozdíl [%]
1	6 271	4 108	-2 163	-34,49
2	7 184	4 706	-2 478	-34,49
3	372	243	-129	-34,68
4	1 500	983	-517	-34,47
Aritmetický průměr	3 832	2 510	-1 322	-34,50
		3 000 <i>Znalcem určená obvyklá cena</i>	-832	-21,71

[Zdroj: Vlastní zpracování, jednotkové kupní ceny byly zaokrouhleny na celé Kč]

Znalcem určená obvyklá cena pozemku se sice pohybuje v rámci rozpětí skutečně realizovaných cen obdobných pozemků, ale postup, jímž znalec k této ceně dospěl (výběr cenových vzorků a jejich úpravy), je dle odborného názoru OTCaV nesprávný.

U vzorku č. 1 znalec v rámci úprav dle cenotvorných faktorů u faktoru “Přístup” použil dílčí úpravu vzorku (srážku) o 10 %, jelikož je oceňovaný pozemek přístupný přes pozemky jiného vlastníka. V rámci cenotvorného faktoru “Vztah k územnímu plánu” použil znalec dílčí úpravu vzorku (srážku) o 5 %, kterou rovněž zdůvodnil tím, že je oceňovaný pozemek přístupný přes pozemky jiného vlastníka. Jedná se tedy o duplicitní snížení ceny pozemku v neprospěch SPÚ ze stejného důvodu.

Vzorek č. 3 je od ostatních cenových vzorků nápadně odlišný svojí nepřiměřeně nízkou cenou (372 Kč/m²), kterou znalec svými úpravami dále snižoval až na 243 Kč/m², která v porovnání se znalcem určenou obvyklou cenou (3 000 Kč/m²) tvoří pouze 8,1 % této ceny. Je tedy zcela evidentní a zřejmé, že se jedná o tzv. odlehlý cenový vzorek, nevhodný pro porovnání.

V rámci vlastní indikativní analýzy trhu obdobných pozemků provedené OTCaV bylo dohledáno celkem 9 cenových vzorků, jejichž průměrná kupní cena činila 4 824 Kč/m².

Tab. 12 Analýza trhu OTCaV

Vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jednotková kupní cena [Kč/m ²]	2 390	6 450	2 200	7 203	6 271	7 184	1 500	4 895	5 324
Průměrná jednotková kupní cena [Kč/m ²]	4 824								

[Zdroj: Vlastní zpracování, jednotkové kupní ceny byly zaokrouhleny na celé Kč]

Tato analýza trhu také indikovala, že by obvyklá cena pozemku SPÚ v k.ú. Libeř měla být vyšší, než jak ji určil znalec, a že akceptace znaleckého posudku a jím určené ceny pozemku by znamenala vznik majetkové újmy státu.

OTCaV nedoporučilo KPÚ akceptovat předložený znalecký posudek 11651-xxx-xxxx a jím určenou obvyklou cenu pozemku SPÚ.

2.2.4.2 Znalecký posudek 11652-xxx-xxxx

Ve znaleckém posudku č. 11652-xxx-xxxx, jehož předmětem je ocenění pozemku evidovaného v katastru nemovitostí jako zahrada, která je v jednotném funkčním celku se stavbou jiného vlastníka (stavba pro rodinnou rekreaci) v obci a k.ú. Káraný (okr. Praha – východ), byla znalcem na základě 5 cenových vzorků určena obvyklá cena pozemku ve výši 460 Kč/m².

Tab. 13 Znalcem použité cenové vzorky a jejich úpravy

Cenový vzorek	Jednotková kupní cena [Kč/m ²]	Jednotková kupní cena po úpravě znalcem [Kč/m ²]	Cenový rozdíl [Kč/m ²]	Cenový rozdíl [%]
1	313	303	-10	-3,19
2	1 000	893	-107	-10,70
3	340	345	+5	+1,47
4	316	262	-54	-17,09
5	566	492	-74	-13,07
Aritmetický průměr	507	459	-48	-9,47
		460 Znalcem určená obvyklá cena	-47	-9,27

[Zdroj: Vlastní zpracování, jednotkové kupní ceny byly zaokrouhleny na celé Kč]

Cenový vzorek č. 1 je pro porovnání zcela nevhodný. Ve funkčním celku se stavbou pro rekreaci je pouze malý pozemek o výměře 23 m². Druhý převáděný pozemek o výměře 361 m² je pozemek lesní (s lesním porostem), na části pozemku se také nachází účelová komunikace a nad ní je vedeno venkovní vzdušné vedení VN; od pozemků ve funkčním celku je tento pozemek oddělen oplocením a účelovou komunikací.

U vzorku č. 4 znalec ve znaleckém posudku uvádí nesprávnou výměru převáděného pozemku. Z tohoto důvodu pak znalec určil jednotkovou kupní cenu pozemku v nesprávné výši (rozdíl o 111 Kč/m² v neprospěch SPÚ).

V rámci vlastní indikativní analýzy trhu obdobných pozemků v jednotném funkčním celku provedené OTCaV byly z příslušných kupních smluv zjištěny níže uvedené cenové údaje:

Tab. 14 Analýza trhu OTCaV

Vzorek	1	2	3	4	5
Jednotková kupní cena [Kč/m ²]	1 000	427	566	800	1 000
Průměrná jednotková kupní cena [Kč/m ²]	759				

[Zdroj: Vlastní zpracování, jednotkové kupní ceny byly zaokrouhleny na celé Kč]

Tato analýza trhu rovněž indikovala, že by obvyklá cena pozemku SPÚ v k.ú. Káraný měla být vyšší, než jak ji určil znalec, a že akceptace znaleckého posudku a jím určené obvyklé ceny pozemku by znamenala vznik majetkové újmy státu.

OTCaV nedoporučilo KPÚ akceptovat předložený znalecký posudek 11652-xxx-xxxx a jím určenou obvyklou cenu pozemku SPÚ.

2.2.5 Formální vady znaleckých posudků

Kromě výše popsáných vad metodických (cenotvorných) měly předložené znalecké posudky znalce Z také celou řadu vad formálních:

- Označení znalce na titulní straně znaleckého posudku není uvedeno ve formátu stanoveném podle § 39 odst. 4 (ve spojení s § 60 a přílohou č. 2) vyhlášky č. 503/2020 Sb., o výkonu znalecké činnosti. Obdobně platí rovněž pro poslední stranu znaleckého posudku (viz § 46 odst. 2 znalecké vyhlášky).
- Na titulní straně znaleckého posudku je uvedeno: *“Výtisk č. 1 z celkového počtu výtisků 2”*. Součástí objednávky znaleckého posudku je požadavek na jeho odevzdání ve 2 listinných originálech. Dle § 27 odst. 3 zákona č. 254/2019 Sb., o znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech, má znalec povinnost vyhotovit stejnopis znaleckého posudku a uchovat jej (archivovat) nejméně po dobu 10 let ode dne podání znaleckého posudku. Pokud znalec vyhotoví celkem pouze 2 výtisky (stejnopisy), dopouští se přestupku dle § 39 odst. 1 písm. j) znaleckého zákona, pokud vyhotoví více stejnopisů a splní tak svoji archivační povinnost, uvádí ve znaleckém posudku nepravdu.
- Zadání znaleckého posudku na str. 2 znaleckého posudku není uvedeno v souladu s ustanovením § 40 znalecké vyhlášky, a jeho text se neshoduje se zadáním znaleckého posudku uvedeném v textu objednávky. Zadání znaleckého posudku musí obsahovat odbornou otázku zadanou zadavatelem, údaj, pro jaké účely má být posudek použit, a skutečnosti sdělené zadavatelem, které mohou mít vliv na přesnost závěru (nebo údaj, že takové skutečnosti zadavatel nesdělil).
- Znalec ve znaleckém posudku opakovaně používá termín *“obvyklá cena v místě a čase”*. Zákon o oceňování majetku používá termín *“obvyklá cena”*.
- Definice ceny obvyklé, kterou znalec (i v roce 2022) v rámci definic pojmů uvádí ve znaleckém posudku, je uvedena ve znění platném do 31. 12. 2020.
- Definice tržní hodnoty, kterou znalec v rámci definic pojmů uvádí ve znaleckém posudku, a to s odkazem na mezinárodní oceňovací standardy, je v podstatě znalcovou parafrází, neshoduje se ani s definicí v mezinárodních oceňovacích standardech ani s definicí v § 2 odst. 4 zákona o oceňování majetku.
- Ačkoliv je předmětem znaleckých posudků určení obvyklé ceny, v závěru znaleckých posudků znalec uvádí nadpis: *“Závěrečný odhad tržní hodnoty”*.
- Fotodokumentace oceňovaných pozemků není ve znaleckém posudku v rozporu se Standardy zpracování znaleckých posudků pro SPÚ, k jejichž dodržování se znalec smluvně zavázal, provedena v dostatečném rozsahu a není řádně popsána. V jednom případě dokonce znalec ve znaleckém posudku použil foto ilustrativní, s tímto odůvodněním: *“Protože při stahování foto z fotoaparátu do počítače došlo k poškození, je použito ilustrační foto z odbočky v ... do rekreační osady”*.
- Závěr znaleckého posudku v rozporu s ustanovením § 41 odst. 5 znalecké vyhlášky neobsahuje citaci zadané odborné otázky a odpověď na ni.

3 ZÁVĚR

Na základě zkušeností SPÚ lze konstatovat, že naprostá většina znalců, znaleckých kanceláří a znaleckých ústavů postupuje zcela v souladu s právní úpravou znalecké činnosti a v souladu s právní úpravou oceňování majetku.

Naprostá většina znalecké veřejnosti se přizpůsobila nové právní úpravě výkonu znalecké činnosti a novelizovanému znění oceňovacích předpisů a při zpracování znaleckých posudků postupuje v souladu s nimi a také v souladu s obecně uznávanými postupy a standardy daného oboru a odvětví.

Přesto se v řadách znalců a znaleckých kanceláří zcela ojediněle vyskytnou i tzv. černé ovce, které při výkonu své znalecké činnosti nepostupují řádně a v souladu s platnou právní úpravou znalecké činnosti a oceňování majetku, případně provádí při oceňování majetku svoji znaleckou činnost nesprávně a nestandardně, s různými excesy (např. účelovým výběrem cenových vzorků či jejich nestandardními, účelovými a zkreslenými úpravami).

Jeden takový příklad byl předmětem tohoto příspěvku.

Znovu dodávám, že se jedná o případ v praxi ojedinělý.

Literatura

- [1] <https://www.spucr.cz/statni-pozemkovy-urad/povinne-zverejnovane-informace/ekonomika/majetek>
- [2] SADÍLEK, Augustin, Vlastimil VALA, Eva MAČUROVÁ a Filip HAKL. Zkušenosti s novou právní úpravou znalecké činnosti z pohledu Státního pozemkového úřadu. In: *EXFOS 2022, sborník příspěvků*. Brno: Vysoké učení technické, Ústav soudního inženýrství, 2022. s. 275-290. ISBN 978-80-214-6033-1.
- [3] VALA Vlastimil, Augustin SADÍLEK, Eva MAČUROVÁ a Filip HAKL. Zkušenosti s novelizací právní úpravy oceňování majetku z pohledu Státního pozemkového úřadu. In: *EXFOS 2022, sborník příspěvků*. Brno: Vysoké učení technické, Ústav soudního inženýrství, 2022. s. 299-320. ISBN 978-80-214-6033-1.
- [4] Zákon č. 254/2019 Sb., o znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech.
Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2019-254/zneni-20210101>
- [5] Vyhláška č. 503/2020 Sb. o výkonu znalecké činnosti.
Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-503>
- [6] Vyhláška č. 504/2020 Sb., o znalečném.
Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-504>
- [7] Vyhláška č. 505/2020 Sb., kterou se stanoví seznam znaleckých odvětví jednotlivých znaleckých oborů, jiná osvědčení o odborné způsobilosti, osvědčení vydaná profesními komorami a specializační studia pro obory a odvětví.
Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-505>
- [8] Zákon č. 151/1997 Sb. o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku), ve znění pozdějších předpisů.
Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-151>
- [9] Zákon č. 237/2020 Sb., kterým se mění zákon č. 151/1997 Sb. o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony.
Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-237>
- [10] Vyhláška č. 441/2013 Sb., k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška), ve znění pozdějších předpisů.
Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-441>
- [11] Vyhláška č. 488/2020 Sb., kterou se mění vyhláška č. 441/2013 Sb., k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška), ve znění pozdějších předpisů.
Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-488>
- [12] <https://www.hypotecnibanka.cz/o-bance/pro-media/hb-index>
- [13] <https://www.hypotecnibanka.cz/o-bance/pro-media/hb-index/hb-index-zdravani-nemovitosti-neustava/>
- [14] <https://www.hypotecnibanka.cz/o-bance/pro-media/hb-index/ceny-nemovitosti-vykazuji-pozvolny-rust1/>

Recenzoval

Prof. Ing. Leonard Hobst CSc., Vysoké učení technické v Brně, Ústav stavebního zkušebnictví, Veveří 331/95, hobst.l@fce.vutbr.cz

PROBLEMATIKA SOUVISEJÍCÍ S ODLIŠNÝM VLASTNICTVÍM POZEMKU A STAVBY NA NĚM STOJÍCÍ

ISSUES RELATED TO THE DIFFERENT OWNERSHIP OF THE LAND AND THE BUILDING ON IT

Martina Vařechová¹

Abstrakt

Problematika související s přístupem k ocenění pozemku a stavby na ní stojící, které jsou v odlišném vlastnictví, je v příspěvku uvedena v kontextu s platným Občanským zákoníkem a zákonem č. 40/1964 Sb., platným před rokem 2014. Rozporné případy, které změnou Občanského zákoníku nastaly, jsou popsány na třech, ve znalecké praxi typických, a často vyskytujících se situacích. V návaznosti na Rozhodnutí Nejvyššího soudu, popř. některá ustanovení zákona č. 89/2012 Sb., která se vztahují k dané problematice, jsou z pohledu znalce uvedeny důležité aspekty ovlivňující nalezení vhodných řešení při ocenění nemovitých věcí v těchto specifických případech, kdy pro stanovení obvyklé ceny neexistuje závazná metodika.

Abstract

Issues related to the approach to the valuation of land and buildings standing on it, which are in different ownership, are presented in the paper in the context of the current Civil Code and Act No.40/1964 Coll. in force before 2014. The contradictory cases that have arisen due to the change of the Civil Code are described in three typical and frequently occurring situations in expert practice. In relation to the Supreme Court's decision or some provisions of Act No. 89/2012 Coll., which are related to the given issue, important aspects influencing the finding of appropriate solutions in the valuation of immovable property in these specific cases, where there is no binding methodology for determining the usual price, are presented from the expert's point of view.

Klíčová slova

Pozemek; stavba; odlišné vlastnictví; metoda zbytku; věcné břemeno; právo stavby; nájem.

Keywords

Land; building; distinct ownership; residue method; easement; building right; lease.

1 ÚVOD

Vlastnické právo je již od starověku jedním ze základních právních institutů, který ovlivňuje existenci a fungování společnosti jako celku. Každý člověk je vlastníkem a tedy i vykonavatelem vlastnického práva. Ve znalecké praxi se problematika staveb umístěných na cizích pozemcích a jejich vypořádávání objevuje poměrně často. Navíc lze předpokládat, že s přihlédnutím ke stoupající četnosti rozhodnutí Nejvyššího soudu bude tato problematika velmi aktuální i v budoucnu. Vlastnická práva jedinců ve společnosti se střetávají a vzájemně se ovlivňují a mohou nastat kolize, i přes účinnost zákona č. 89/2012 Sb., občanský zákoník (dále jen "ObčZ"), který na rozdíl od zákona č. 40/1964 Sb., platného do 31. 12. 2013 ctí římskou zásadu superficies solo cedit, doslova přeloženou jako „povrch ustupuje půdě“, která vyjadřuje princip, že všechno, co je pevně spojeno s půdou, je její součástí a patří vlastníkovu půdy.

1.1 Dům ve společném vlastnictví manželů, který se nachází na pozemku ve výlučném vlastnictví jednoho z manželů

V praxi se lze velmi často setkat se situací, která nastává při vypořádávání společného jmění manželů, kdy dům ve společném jmění manželů, se nachází na pozemku ve výlučném vlastnictví jednoho z manželů. Dle Rozhodnutí Nejvyššího soudu ze dne 18. 9. 2018, sp. zn. 22 Cdo 2405/2018, má být dům, který se nachází na pozemku ve výlučném vlastnictví jednoho z manželů, primárně přikázán do výlučného vlastnictví vlastníka pozemku. Jsou-li při vypořádání společného jmění manželů, jehož předmětem je stavba postavená na pozemku ve výlučném vlastnictví jednoho z vlastníků, dány výjimečné důvody pro nepřikázání stavby vlastníkovu pozemku, může je odvolací soud zpochybnit pouze za předpokladu, že by byly zjevně nepřiměřené.

V daném případě je často uváděn rozsudek Nejvyššího soudu sp. zn. 22 Cdo 367/2013, ze dne 24. 9. 2014, podle kterého „Jestliže je stavba přikázána do výlučného vlastnictví žalovaného, jde o situaci, kdy je ze spoluvlastnického režimu vylučována žalobkyně, tj. dosavadní spoluvlastnice stavby nacházející se na pozemku ve vlastnictví třetích osob.“

¹ Martina Vařechová, Ing., VUT, Ústav soudního inženýrství, OON, Purkyňova 468/118, 612 00 Brno martina.varechova@usi.vutbr.cz

Je proto namístě, aby obecná cena stavby v takovém případě reflektovala skutečnost, že se nachází na cizím pozemku. Majetková újma, způsobená žalobkyní, je tak nižší, než by byla v případě, že by šlo o dům na pozemku, ke kterému by měla (spolu)vlastnické právo. Jinak řečeno, jde o to nahradit to, o co žalobkyně přichází, nikoliv rozdělit výhodu, kterou fakticky získá žalovaný tím, že jde o dům na pozemku jeho rodičů.

To znamená, že při stanovení ceny společného domu stojícího na pozemku ve vylučném vlastnictví toho z manželů, kterému má být dům přikázán, nestačí, že se od obvyklé ceny celého objektu (tedy domu s pozemkem) odečte cena pozemku; to, že vlastnictví domu a pozemku není zcela totožné je totiž právní závadou (i když nejde o stavbu neoprávněnou, právní pozice vlastníka domu je tím nesporně dotčena). I tato skutečnost musí být při ocenění domu zohledněna.”

Zpravidla vlastník pozemku požaduje po znalci, jehož úkolem je ocenit předmětný rodinný dům, zohlednit právní vadu domu, která spočívá v tom, že se rodinný dům nachází na pozemku ve vylučném vlastnictví jednoho z manželů.



Obr. 1 Ortofotomapa rodinného domu na pozemku na západním okraji města Vyškov (Zdroj KN)

Znalec má minimálně dvě možnosti, jak daný úkol vyřešit. Při volbě optimálního řešení je klíčová otázka, zda lze v dané lokalitě vytvořit kvalitní databázi prodeje rodinných domů bez pozemků. Tato eventualita není příliš pravděpodobná, je tedy potřeba hledat jiné řešení, například sestavení databáze prodeje rodinných domů včetně pozemku a samotných, nezastavěných stavebních pozemků. Je to postup sice pracnější, ale jde o reálnější možnost řešení tzv. Metodu zbytku (reziduální). Postup je následující: po zjištění obvyklé ceny souboru nemovitostí stavba + pozemek se odečte cena pozemku a cena stavby rodinného domu je považována za residuum. Méně příznivou alternativou je nemožnost sestavení databáze stavebních pozemků. Řešením je využití části Naegeliho metody třídy polohy, na vyčíslení, kolik procent z celku činí stavba a kolik pozemek.

Při ocenění cenou zjištěnou je zohledněno, že stavba není součástí pozemku, a že zde figurují dva rozdílní vlastníci (stavba v SJM a pozemek ve vlastnictví jednoho z manželů), a to prostřednictvím indexu trhu pevně danou srážkou ve výši 3 %.

Obvyklou cenou je majetek v SJM oceněn jako celek pro předpokládané finanční vypořádání. Pokud dohoda o vypořádání SJM není v souladu s judikátem, pro znalce vyplývá další úkol, a to vyřešit a ocenit zajištění přístupu k domu, je potřeba se dohodnout, která z níže uvedených alternativ nastane:

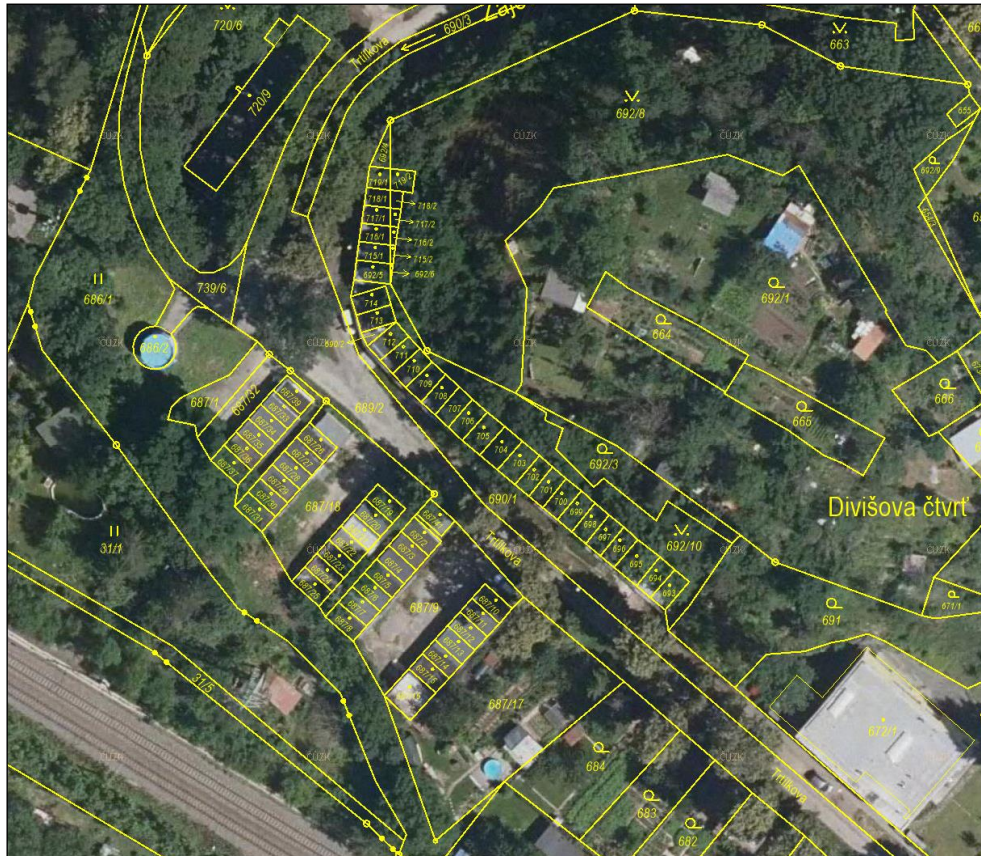
- Pronájem pozemku nebo jeho části (pro výpočet by bylo nutné znát výměru pronajímané části).
- Odkoupení pozemku nebo jeho části (opět je pro výpočet nutné znát výměru prodávané části). Nejjednodušší řešení je odkoupení celého pozemku.

- Zřízení věcného břemene váznoucího na služebním pozemku, kdy by majitel pozemku zůstal jeho majitelem (nutné znát rozsah a obsah věcného břemene – výměru, průjezd nebo průchod, vč. četnosti)
- Zřízení práva stavby smlouvou vloženou do katastru, (určení doby trvání práva stavby, zřízení práva stavby za jednorázovou úplatu nebo sjednání stavebního platu).

Oceňovaná nemovitost má v daném čase stejnou hodnotu a proměnlivé budou jen podíly z celku podle zvoleného scénáře.

1.2 Stavba garáže na cizím pozemku

Další kolizní situace, která může nastat, je například tehdy, když vlastník nabude dědictvím pozemek a až při jeho prohlídce zjistí, že na něm stojí stavba cizí garáže, kterou si postavil vlastník sousedního pozemku bez jeho vědomí a souhlasu. Nový vlastník se o pozemek do té doby nezajímal, protože nebyl v jeho vlastnictví. Ani původní majitel se pozemku dostatečně nevěnovali a o ničem takovém, jako stavbě garáže, neměli ponětí.



Obr. 2 Ortofotomapa garáží v k.ú. Lesná ve městě Brně (Zdroj KN)

Jelikož souseď k umístění garáže na cizím pozemku neměl žádný soukromoprávní titul, představuje tato garáž tzv. neoprávněnou stavbu. Jak lze s takovou stavbou naložit, bude záviset na tom, kdy byla zbudována. Je tedy nutné zjistit skutečné stáří garáže, aby nebylo pochyb, podle jaké zákonné úpravy postupovat. V případě, že byla garáž postavena před 1. lednem 2014, řídil by se její režim předchozím občanským zákoníkem, tj. zákonem č. 40/1964 Sb., který nabyl účinnosti dne 1. dubna 1964.

Pokud by se jednalo o stavbu na cizím pozemku zřízenou v době od 1. ledna 2014, bude se na ni aplikovat úprava zakotvená v aktuálně účinném občanském zákoníku, tj. zákoně č. 89/2012 Sb., který nabyl účinnosti dne 1. ledna 2014. Aktuální občanský zákoník ve svém ustanovení § 1084 odst. 1 výslovně stanoví, že takové stavby připadají vlastníkovému pozemku. V tom případě se vlastníkem garáže stane majitel pozemku a za takové situace je oprávněn s garáží naložit dle vlastní libosti, avšak stále v mezích právního řádu. Z pohledu otázky vlastnictví garáže je pak zcela bez významu, zdali souseď garáž postavil na cizím pozemku vědomě či nikoliv.

V daném případě může vlastník pozemku nechat garáž zbourat a učinit tak svépomocí na vlastní náklady nebo může navrhnout, aby souseď garáž odstranil a pozemek uvedl do původního stavu, a to na jeho vlastní náklady.

V případě, že v dané situaci dojde až k soudnímu sporu, může soud při rozhodování o návrhu na odstranění stavby přihlídnout k tomu, zda souseď garáž na pozemku postavil v dobré víře, že jde o jeho pozemek. Z rozhodovací praxe soudů pak vyplývají další hlediska, která by měla být soudem při tomto rozhodování zohledněna, např. k jakému

účelu byla stavba zřízena, zda zřizovatel stavby ve stavbě bydlí, za jakých okolností byla stavba vybudována či z jakých důvodů vlastník pozemku proti stavbě nezakročil.

Soused se může, třeba i prostřednictvím soudu, domáhat náhrady nákladů vzniklých v souvislosti s výstavbou garáže. Výše takové náhrady bude odvislá od toho, zda soused věděl, že staví na cizím pozemku (tedy nebyl v dobré víře), či zdali to nevěděl (tedy byl v dobré víře). Pokud soused garáž na pozemku postavil v dobré víře, budete majitel pozemku povinen nahradit mu náklady účelně vynaložené na vybudování garáže. Pokud však soused v dobré víře nebyl, zákon stanoví, že v takovém případě má práva a povinnosti jako nepřikázaný jednatel, tzn., že majitel pozemku nebude povinen hradit účelně vynaložené náklady, ale pouze to, o co se reálně zvýšila hodnota pozemku zásluhou předmětné garáže.

V souvislosti s výše uvedeným je vhodné poznamenat, že dobrá víra se podle současného občanského zákoníku předpokládá. To znamená, že v případě soudního sporu skutečnost, že soused v dobré víře nebyl, bude nutné prokázat.

Další možností je využití ustanovení § 1085 odst. 1 aktuálního občanského zákoníku, na základě kterého osoba, která na cizím pozemku zřídí stavbu v dobré víře, že ji staví na vlastním pozemku, se může po vlastníkovu pozemku domáhat, aby na ni pozemek za obvyklou cenu převedl, pokud vlastník pozemku o takové stavbě věděl a bez zbytečného odkladu ji nezakázal. Nelze proto vyloučit, že soused vedle tvrzení o své dobré víře bude navíc tvrdit, že předchozí vlastníci o výstavbě garáže věděli, a přesto ji nezakázali, a z tohoto důvodu bude požadovat, aby mu byl pozemek pod garáží prodán.

Je možné, že se v průběhu času, například v rámci dokazování v soudním řízení, zjistí, že soused garáž ve skutečnosti zbudoval před 1. lednem 2014, v takovém případě se při řešení této situace bude postupovat podle předchozího občanského zákoníku. Ten výslovně nestanovil, že by se vlastníkem stavby postavené na cizím pozemku měl stát vlastník pozemku, což by znamenalo, že vlastníkem garáže by byl soused, a nikoliv vlastník pozemku. Vlastník pozemku pak má právo obrátit se na soud s návrhem, aby sousedovi přikázal garáž na své náklady z pozemku odstranit. Soud by však tomuto návrhu nemusel vyhovět, a to tehdy, pokud by došel k závěru, že odstranění garáže nebude účelné. Pokud by soud došel k tomuto závěru, mohl by rozhodnout tak, že garáž přikáže do vlastnictví majitele pozemku, a to za náhradu, nebo by mohl zvolit i jiné řešení, například zřízení věcného břemene, které by bylo nezbytné k výkonu vlastnického práva ke garáži, a to rovněž za náhradu.

Znalecký úkol by byl zpracováván ve více variantách: stanovení obvyklé ceny pozemku, určení nákladů na demolici neoprávněné stavby, určení obvyklé ceny samotné garáže, vyčíslení obvyklého nájemného z pozemku a nejpravděpodobnější variantou by bylo ocenění zřízení věcného břemene, popřípadě práva stavby.

1.3 Zemědělská stavba na cizím pozemku

Spektrum vlastníků je nejrozmanitější v zemědělských areálech, zejména pokud členové zemědělského družstva dali k dispozici své pozemky k obhospodařování družstvu a zůstali vlastníky. Zemědělské stavby byly vybudovány bez souhlasu vlastníků pozemků a mnohdy bez respektování tvaru a druhu parcel. Důsledkem je více vlastníků pozemků pod jednou stavbou. Nájemní vztah mezi vlastníkem stavby a vlastníky pozemku vznikne pouze za oboplného konsensu. Nezřídka tomu tak není, tato situace vede k velkému množství soudních sporů. Dotyčné soudy řeší spory zadáním znaleckých posudků.



Obr. 3 Ortofotomapa zemědělského areálu na východním okraji obce Domamil (Zdroj KN)

Pokud není uzavřena nájemní smlouva, lze problém vyřešit zřízením a oceněním věcného břemene přístupu, práva stavby a v ideálním případě odprodejem jednomu vlastníkovi.

2 ZÁVĚR

Z výše uvedeného vyplývá, že problematika související s oceňováním pozemků a staveb na něm stojících, které jsou v odlišném vlastnictví, je heterogenní a také stále velmi aktuální.

V případě, že znalec zpracovává znalecký posudek, jehož předmětem je ocenění cenou obvyklou pro účely vypořádání společného jmění manželů zvažuje vhodná řešení a korektně postupuje při sestavování databází a jejich vyhodnocování, tak aby výsledný odhad byl co nejpřesnější a nebyl diskutabilní.

V dalších dvou kolizních situacích, kdy stavba garáže nebo zemědělská stavba stojí na cizím pozemku, se znalec může při zpracování znaleckého posudku setkat s rozsáhlým úkolem, který bude zpracováván ve více variantách.

Literatura

- [1] BRADÁČ, Albert a kol.: Teorie a praxe oceňování nemovitých věcí. Brno: CERM Akademické nakladatelství, s.r.o.. 2016. 790 s. ISBN 978-80-7204-930-1.
- [2] BRADÁČ, Albert, POLÁK Petr: Úřední oceňování majetku 2022, CERM Akademické nakladatelství, s.r.o.. 2022. 340 s. ISBN 978-80-7623-077-4.
- [3] ELIÁŠ, Karel a Marek SVATOŠ. Nový občanský zákoník 2014: rejstřík: redakční uzávěrka 26. 3. 2012. Ostrava: Sagit, 2012. ÚZ. ISBN 978-80-7208-920-8.

Recenzoval

Ing. Vítězslava Hlavinková, Ph.D., VUT, Ústav soudního inženýrství, odborný pracovník, Purkyňova 464/118, Brno, tel.: 541 148 936, vitezslava.hlavinkova@usi.vutbr.cz

KONFERENCE SE KONÁ ZA PODPORY PARTNERŮ:

