

1

2

1

ROČNÍK 34

2023

SOUDNÍ INŽENÝRSTVÍ

ČASOPIS PRO SOUDNÍ ZNALECTVÍ A ŘÍZENÍ RIZIK
V TECHNICKÝCH A EKONOMICKÝCH OBORECH



Redakční rada:

Šéfredaktor:

Ing. Jana Victoria Martincová, Ph.D., LL.M.

Zástupce šéfredaktora:

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.

Členové:

Ing. Albert Bradáč, Ph.D.

prof. Ing. Albert Bradáč, DrSc.

doc. Ing. Petr Cikrle, Ph.D.

doc. Ing. Radek Doskočil, Ph.D., MSc

Ing. Girma Feyissa

prof. MUDr. Miroslav Hirt, CSc.

doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D., dr.h.c.

prof. Ing. Gustáv Kasanický, CSc.

doc. Ing. Robert Kledus, Ph.D.

doc. Ing. Lubomír Mikš, CSc.

Ing. Petr Polák

prof. JUDr. Ing. Viktor Porada, DrSc.

JUDr. František Púry

Dipl. Eng. Adam Reza

Bob Scurlock, Ph.D.

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

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

doc. Ing. Stanislava Strelcová, Ph.D.

Ing. Marián Vyparina, Ph.D.

MUDr. Mgr. Bc. Tomáš Vojtíšek, Ph.D.

Vydává:

Akademické nakladatelství CERM[®], s.r.o

Purkyňova 95a, 612 00 Brno

ve spolupráci s

Ústav soudního inženýrství[®]

Vysoké učení technické v Brně

Purkyňova 464/118, 612 00 Brno

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

se sídlem v Brně

EVU – Evropská společnost pro výzkum

a analýzu nehod Hamburk, z.s.,

Národní skupina v ČR se sídlem v Brně

Nakladatel:

Akademické nakladatelství CERM[®], s.r.o

Purkyňova 95a, 612 00 Brno

On-line ISSN: 2788-2764

Tiskové ISSN: 1211-443X

Časopis vychází pololetně.

Tajemník redakce:

Ing. Zdeněk Vafek

Email: tajemnik@soudniinzenyrstvi.cz

ÚSI VUT v Brně

Purkyňova 464/118, 612 00 Brno

www.sinz.cz

www.soudniinzenyrstvi.cz

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

МК ČR E 8064

Za jazykovou správnost příspěvků odpovídá autor.

SOUDNÍ INŽENÝRSTVÍ

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

FORENSIC ENGINEERING

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



Úvodní slovo šéfredaktorky <i>Editorial</i>	2
Lubomír Mikš <i>Dvojitý přístup znalce k posouzení havárie stavby</i> <i>Two Different Expert Accesses to Construction Failure Valuation</i>	3
Petr Pavlata <i>Počítačová simulace zranění chlapce na zadním sedadle osobního vozidla</i> <i>Computer Simulation of Injuries to a Boy in the Back Seat of a Passenger Vehicle</i>	8
Martin Rak, Tereza Tmejová, Tomáš Bilík, David Jelínek, Albert Bradáč, Luboš Nouzovský <i>Vliv použití výstražného trojúhelníku za snížené viditelnosti na rychlost projíždějících vozidel</i> <i>The Influence of the Use of the Warning Triangle in Reduced Visibility on the Speed of Vehicles</i>	25
David Brandejs, Pavel Klika, Klára Francová <i>Nejvýznamnější cenotvorné faktory kulturních památek s rezidenční funkcí v Olomouci</i> <i>The Most Significant Pricing Factors of Cultural Monuments with a Residential Function in Olomouc</i>	32
Květoslav Zdražil <i>Zkoušky pevnosti a životnosti karoserie osobního automobilu a jejich dopad na provozní bezpečnost</i> <i>Strength and Durability Tests of Passenger Car Body and their Impact on Operational Safety</i>	40
Zdeněk Vafek, Jitka Kreslíková <i>Syndrom vyhoření softwarových vývojářů v agilním vývoji</i> <i>Burnout Syndrome of Software Developers in Agile Development</i>	52
Richard Turek, Adam Bystrianský, Radim Striegler, Jan Krátký <i>Zkušenosti s efektivní realizací průzkumů obsazenosti vozidel MHD prostřednictvím automatizovaných systémů</i> <i>Experience with Effective Implementation of Public Transport Vehicle Occupancy Surveys Through Automated Systems</i>	57
Vladimír Sláma <i>Vliv nastavení geometrie přední nápravy nákladního vozidla na opotřebení pneumatik a spotřebu paliva</i> <i>Influence of Vehicle Geometry on Tire Durability and Fuel Consumption</i>	64
Tomáš Čuda <i>Různé metody zjišťování skutkového stavu v právu oproti jiným vědním oborům</i> <i>Different Methods of Determining Facts of the Case in Law Compared to other Scientific Disciplines</i>	70
Christoph Kogler <i>Discrete Event Simulation-Based Risk Analysis for Efficient, Sustainable and Resilient Transportation</i>	74
Soňa Pokorná, Klára Francová <i>Proměna sociální struktury Kamenné čtvrti</i> <i>Transformation of the Social Structure of the Kamenná District</i>	79
Michal Křížák <i>Využití kamerových záznamů pro zpřesnění vzájemné polohy vozidla a chodce</i> <i>Use of Camera Recordings for Mutual Position Refinement of a Vehicle and a Pedestrian</i>	85
Albert Bradáč, emeritní profesor <i>Podrobnější statistika počtu znalců, znaleckých kanceláří a znaleckých ústavů v České republice – květen 2023</i> <i>More Detailed Statistics of the Number of Experts, Expert Offices and Expert Institutes in the Czech Republic – May 2023</i>	92
Albert Bradáč, emeritní profesor <i>Nové předpisy od 3. 12. 2022 do 22. 5. 2023</i> <i>New Regulations</i>	97
Albert Bradáč, emeritní profesor <i>Vzpomínka na přátele</i>	100



Vážení čtenáři,

Představujeme Vám první číslo časopisu Soudní inženýrství vycházející v elektronické podobě. Jsme mile překvapeni velmi pozitivními ohlasy, jak ze strany stávajících čtenářů, tak ze strany nových příznivců.

Vzhledem k dotazům, které z Vaší strany přichází, nabízíme pomocnou ruku v podobě návodu na registraci do elektronické verze časopisu.

Na doméně Soudní inženýrství (vutbr.cz) najdete v levém horním rohu záložku „Registrace“. Po přeměrování vyplňte své osobní údaje a odsouhlaste Prohlášení o ochraně soukromí. Další souhlasy vyplňte dle svého uvážení. Při této registraci si můžete zvolit, zda chcete, aby Vám chodila upozornění na nové příspěvky. Ty jsou uveřejňovány postupně jako „online first“. Jednou za půl roku je svázáno celé elektronické číslo časopisu.

Připravujeme pro Vás diskusní fórum k jednotlivým příspěvkům. Z technických důvodů plánujeme zprovoznit fórum s druhým vydáním elektronického čísla časopisu.

Neváhejte nás kontaktovat s jakýmkoliv dotazem, či návrhem na emailové adrese zdenek.vafek@vut.cz.

Budeme se těšit na další rozvoj časopisu.

Hezké prázdniny.

*Ing. Jana Victoria Martinová, Ph.D., LL.M., šéfredaktorka časopisu
Ing. Zdeněk Vafek, tajemník časopisu*

Dvojí přístup znalce k posouzení havárie stavby

Two Different Expert Accesses to Construction Failure Valuation

Lubomír Mikš*

Znalec, autorizovaný inženýr pro pozemní stavby, Brno

Abstrakt

Článek ukazuje, jak důležité je podrobné a přesné hodnocení všech dostupných dokumentů a zjištěných skutečností, aby znalec nedošel k chybnému závěru posudku. Současně zdůrazňuje úlohu vlastníka nemovitosti v procesu životnosti stavby a zamýšlí se nad kvalitou projektového záměru.

Klíčová slova: znalecký posudek, havárie stavby, užívání stavby.

Abstract

Detailed and exact of all available documents and facts valuation is important to make correct conclusion of expert opinion. This article accents the role of immovable owner in construction life cycle and considers quality of project purpose.

Keywords: expert opinion, construction failure, construction operation.

1. ÚVOD

Vedení města se rozhodlo vybudovat na náměstí venkovní zastřešené podium pro občasně kulturní a společenské akce. Vybralo projektanta, získalo stavební povolení, vybralo zhotovitele stavby a stavbu zkolaudovalo a začalo užívat. Stavba byla dokončena v dubnu 2002, dne 24. 6. 2003 v nočních hodinách po silném dešti (označovaném jako průtrž mračen) se zřítila ocelová konstrukce zastřešení podia. Dopisem ze dne 25. 6. 2003 reklamovalo město tuto havárii jako vadu stavby u zhotovitele.

Zhotovitel reklamaci odmítl s poukazem na vadný způsob užívání stavby. Ve věci byl zpracován na objednávku města znalecký posudek A a znalecký posudek B na objednávku Zhotovitele. Závěry posudků byly diametrálně odlišné. Proto bylo zadáno vypracování revizního znaleckého posudku C, který měl stanovit příčinu zřícení konstrukce a zaujmout stanovisko k oběma dříve zpracovaným posudkům.

2. ZNALECKÝ POSUDEK A

Znalec vykonal místní šetření 25. 6. 2003, tedy bezprostředně po havárii. V nálezů uvádí, že jde o prostorovou příhradovou konstrukci přístřešku o půdorysu 12 × 9 m, pochozí plocha podia je tvořena překližkovými dílci, na podiu je umístěna svislá

stěna, střešní příhradová konstrukce tloušťky 0,40 m je překryta pogumovanou plachtou s celkovou půdorysnou plochou 15 × 10 m, sklon střechy je cca 2°, střecha je nesena 4 příhradovými sloupy 0,3 × 0,3 m kotvenými do betonových patek.

Jako výsledky místního šetření se uvádí zničená příhradová konstrukce zastřešení, zničené přední příhradové sloupy vynášející střešní konstrukci a nárazem střešní konstrukce poškozená podlaha podia. Konstatuje se, že stav ocelové konstrukce přístřešení je havarijní a vyžaduje okamžité odklizení zřícené konstrukce.

Dále se uvádí historie posuzovaného přístřešku od doby kolaudace, kdy 12. 12. 2002 došlo k přetížení střešní konstrukce (10 cm led a 20 cm sněh), situace byla řešena s projektantem, který situaci vyhodnotil jako kritickou a upozornil na fakt že konstrukce je uvažována pro sezonní provoz, není tedy uvažováno zatížení sněhem.

Dále znalec konstatuje, že zjistil změny skutečného provedení stavby oproti projektové dokumentaci odevzdané na stavební úřad jako projekt skutečného provedení stavby.

V části 3. *Posudek* znalec A analyzoval zatížení a vytýká, že v projektu nebyla zohledněna možnost nahromadění vody v důsledku navrženého střešního opláštění a nebyla navržena a přijata žádná opatření aby tento jev nenastal.

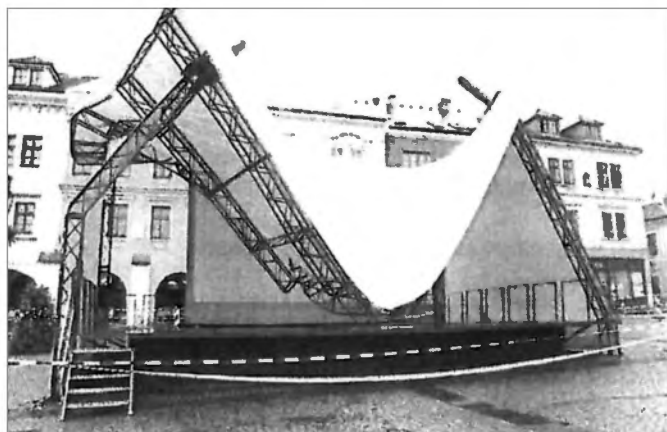
V dalších částech pak znalec uvádí, že vada projektové dokumentace spočívá v návrhu střešního pláště, který v průběhu dešťových srážek nebyl schopen odvést vodu ze střechy.

Dodáno do redakce: 20. 2. 2023

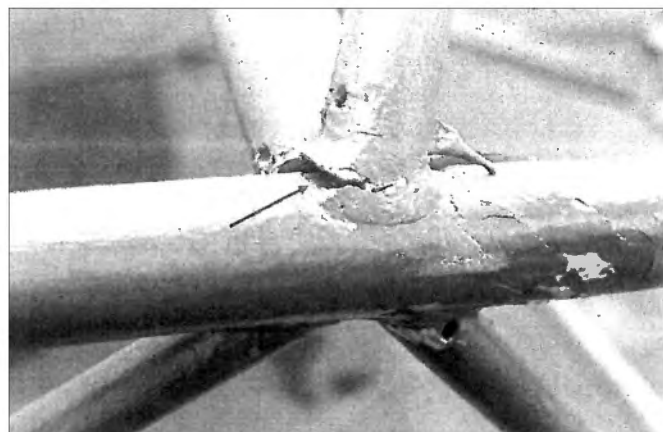
Recenzní řízení: od 1. 3. 2023 do 8. 3. 2023

DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.3>

*Korespondenční adresa: lubomirmiks@centrum.cz



Obr. 1 Zřícené zastřešení v červnu 2003.
Fig. 1 Roof failure at June 2003.



Obr. 2 Porušený svar v červnu 2003.
Fig. 2 Weld damage at June 2003.

V závěrečné části posudku je uvedeno:

- Příčinou havárie je vada projektové dokumentace, která spočívá ve vadném návrhu střešního pláště, který v průběhu dešťových srážek nebyl schopen odvést vodu se střechy. Další vadou je konstrukční řešení.
- Vadné provedení přístřešku. Již při realizaci měl stavbyvedoucí upozornit na nevhodné řešení opláštění střechy.

Vinu na zřícení konstrukce nese v plné výši generální dodavatel, jelikož je zodpovědný jak za realizační projekt, tak i za samotnou realizaci stavby.

3. ZNALECKÝ POSUDEK B

V *Nálezu* znalec uvádí, že upustil od místního šetření, neboť zřícená konstrukce byla již odstraněna. Dále uvádí podstatná zjištění z jednotlivých prostudovaných dokumentů.

V části *Posudek* pak uvádí, že plochá konstrukce ve 2% spádu překrytá membránovou folií je sice zcela nevhodná pro trvalou stavbu, ale toto řešení bylo přijato investorem již v zadávací dokumentaci, v dokumentaci pro stavební povolení a v dokumentaci pro výběr zhotovitele. Byl deklarován režim demontáže a zpětných montáží, kdy zastřešení mělo být smontováno nejdéle 7 dní před a demontováno nejpozději 7 dnů po jednotlivých akcích, v měsících leden až duben mělo být trvale demontováno. Tento režim byl předpokladem pravidelné kontroly konstrukce a správného vypnutí střešní folie, které by eliminovalo vznik prohlubní znemožňujících odtok vody. Demontáž v zimních měsících měla zamezit přetížení déletrvajícím sněhovou pokrývkou či ledem. Přesto bylo ve statickém výpočtu uvažováno s kombinací zatížení vlastní tíhou a sněhem pro I. sněhovou oblast $0,7 \text{ kN/m}^2$ a větrem o rychlosti $22,5 \text{ m/s}$ a prokázáno, že navržená ocelová konstrukce těmto podmínkám vyhovuje.

V závěru znalec na základě nálezu z prostudovaných dokumentů usuzuje na příčinu havárie konstrukce a uvádí jednoznačný závěr, že příčinou havárie je nedodržování projektem stanoveného režimu montáží a demontáží střešní konstrukce při užívání stavby a dále ignorování závažných skutečností, které nastaly poškozením konstrukce v prosinci 2002 a na něž byl vlastník nemovitosti upozorněn.

4. POSOUZENÍ PŘÍČIN HAVARIE REVIZNÍM ZNALCEM

Revizní znalec měl k dispozici všechny podklady uvedené v obou přezkoumávaných posudcích a přezkoumávané posudky obou znalců:

- znalecký posudek A,
- znalecký posudek B,
- foto prosinec 2002, přetížení sněhem,
- foto prosinec 2002, přetřžený nosný šroub,
- foto červen 2003, zřícené zastřešení,
- stanovisko projektanta (3. 7. 2003),
- sdělení ČHÚ zn. P13004766/561 ze dne 30. 8. 2003 – intenzita srážek,
- kopie mailu – reklamace prací na stavbě Rekonstrukce kina Nadsklepi a venkovní podium (25. 6. 2003),
- koordinované závazné stanovisko č 0230/10, MěÚ (17. 5. 2000),
- veřejná vyhláška – rozhodnutí o umístění stavby a stavební povolení, stavební úřad MěÚ (16. 7. 2000),
- SOD č. 46-011., smlouva o zhotovení stavby ze dne 27. 5. 2001,
- kopie mailu – sdělení projektanta investorovi (12. 12. 2002),
- kopie mailu – sdělení poddodavatele ocelové konstrukce investorovi (17. 12. 2002),
- CD-R obsahující mimo jiné dokumenty:
 - statický výpočet dodatek červen 2003,
 - Průvodní zpráva k projektu,
 - Souhrnná techn. zpráva k DSP – C3J/X/102,
 - DSP – objekt SO2 techn. zpráva C3J/S/001 05/2000,
- provozní řád Venkovního podia – bez data, podpisu.

4.1 Nález

V *nálezu* se uvádí, že havárie zastřešení podia nastala v červnu 2003 a poškozené konstrukce jsou již odklizeny, místní šetření v této věci je proto bezpředmětné. Veškerá dále uvedená zjištění pocházejí z předložených dokumentů a jsou na ně odkazována.

- Podle koordinovaného závazného stanoviska (i) podium *bude na ploše náměstí umístěno v souladu s každoročním schváleným kalendářem veřejných akcí. Montáž zastřešení podia bude provedena nejdříve 7 dní před jednotlivými akcemi a zastřešení bude demontováno nejpozději 7 dní po jednotlivých akcích.*

- V období leden až duben bude podium demontováno. (viz. i str. 4) Městský úřad souhlasí se záměrem stavby dle posuzované projektové dokumentace (i str.5).*
- b) Projektová dokumentace byla zpracována v několika stupních a to Zadávací dokumentace (n2), Dokumentace pro stavební povolení (n3, n4), realizační dílenská dokumentace. V technických zprávách je všude uvedeno: *Pódium bude demontováno v souladu s každoročním schváleným kalendářem veřejných akcí. Montáž zastřešení podia bude provedena nejdříve 7 dní před zahájením jednotlivých akcí a zastřešení bude demontováno nejpозději 7 dní po ukončení jednotlivých akcí. (n2 – str. 2, 3, n3 – odst. 2.1., n4 – odst. 1.) Střešní plášť bude tvořen membránou vyztuženou polyesterovým vláknem a opatřenou oboustrannou plastovou PVC vrstvou, celková tloušťka membrány je 0,83 mm, plošná hmotnost 1050 g/m², folie bude vypnuta a přímo kotvena k ocelovým střešním nosníkům.*
- c) Dokončená stavba venkovního podia provedená na podkladě smlouvy o dílo v souladu s projektovou dokumentací pro stavební povolení) byla předána dodavatelem městu dne 30. 4. 2002, město ji tímto dnem převzalo (b str. 6), žádné vady nebyly reklamovány. Jak vyplývá z posudku A (a), byl zjištěn nesoulad dokumentace skutečného provedení stavby se skutečností. Revizní znalec zjišťuje, že dokumentace skutečného provedení byla zpracována chybně, vycházela z projektu pro stavební povolení a nerefletovala odchylky realizační dokumentace od projektu pro stavební povolení. Tyto odchylky spočívaly zejména ve zvětšení výšky příhradových nosníků ze 300 mm na 400 mm a současně změny třídy oceli z S355 na S235 a vložení rozpěrných prvků zmenšujících volné pole plachty z 3,0 × 5,0 m na 3,0 × 2,0 m.
- d) Pro provoz podia byl vypracován provozní řád (o) určující zásady chování pronajímatele a nájemce. K dispozici je neautorizovaný dokument bez data, není uvedena identifikace pronajímatele ani nájemce. V článku 7 se uvádí, že *demontáž a montáž včetně uskladnění bude prováděno v souladu se schválenou projektovou dokumentací.* Povinnost demontovat zastřešení do 7 dnů po každé akci není výslovně uvedena.
- e) Od 30. 4. 2002 zřejmě konstrukce stála a občas sloužila městským akcím aniž by bylo zastřešení někdy demontováno a uloženo. Žádné závady se nevyskytovaly (nejsou dokumentovány) až do prosince 2002, kdy se dne 12. 12. 2002 zjišťuje, že konstrukce je přetížena silnou sněhovou vrstvou a místy ledem. Krycí folie je prověšena zcela nepřipustným způsobem, prolákliny dosahují hodnot až 25 cm (c) a jsou zaplněny ledem, vodou a sněhem. Projektant ocelové konstrukce hodnotí situaci jako kritickou, doporučuje okamžité odstranění sněhu a ledu a provedení organizačních opatření do budoucna (odstranění sněhové pokrývky jakmile se vytvoří). Upozorňuje, že konstrukce byla od počátku uvažovaná pro sezonní provoz – nikoliv v zimě. (viz. c, d, l).
- f) Dne 17.12. sděluje poddodavatel ocelové konstrukce městu že při přetížení konstrukce bylo zjištěno několik utržených šroubů a nabízí městu celkovou revizi konstrukce, dále úpravu konstrukce pro snazší rozebírání a zaškolení obslužného personálu (d, m).
- g) Další časový úsek není podrobně dokumentován. Z dostupných podkladů lze usoudit, že nabídky na revizi a úpravu konstrukce

nebylo využito, konstrukce zůstala ve stavu po odstranění sněhové zátěže, nebylo demontováno zastřešení. Tento stav trval až do 24.6.2003, kdy takto poškozená konstrukce byla vystavena silnému dešti a v nočních hodinách 24.6. se zřítla. Toho dne spadlo celkem 21,7 mm srážek (g), intenzita deště se měnila od slabé po silnou, největší intenzity bylo dosaženo v intervalu 23.32 až 23.36, kdy spadlo 0,275 mm/min. ČHMÚ vyhodnotil i časový interval od 15. 4. 2002 (tedy od dokončení konstrukce) do 30. 11. 2002, kdy 6. 8. 2002 intenzita deště v časovém úseku 21:00 až 22:30 překročila hranici pro označení silný lijavec, kdy spadlo až 1,4 mm/min srážek, tedy cca 5× více než v den havárie 24. 6. 2003. Je tedy zřejmé, že konstrukce v původním stavu, nepoškozená přetížením sněhem v prosinci 2002, spolehlivě obstála při zatížení přívalovým deštěm v srpnu 2002, jehož intenzita byla až 5× vyšší než srážky dne 24. 6. 2003, kdy došlo k havárii.

4.2 Ke znaleckému posudku A revizní znalec uvádí:

Po formální stránce posudek obsahuje 12 stran, v části 1. Situace zadání posudku a podklady, v části 2. Nález a v části 3. Posudek, dále Závěr a znaleckou doložku. Pod závěrem znaleckého posudku má být podpis znalce a otisk znalecké pečeti – tyto základní náležitosti nejsou splněny.

Po věcné stránce je v části *Nález* stručně popsán posuzovaný objekt a uvedena zjištění z podkladů. Pokud jde o projektovou dokumentaci, zabývá se znalec pouze realizační projektovou dokumentací a dokumentací skutečného provedení stavby. Vůbec se nezabývá projektovou dokumentací pro stavební povolení, která je rozhodujícím dokumentem, na jehož podkladě byla stavba povolena a též uzavřena smlouva o dílo.

V části 2.2 *Skutečné provedení stavby* uvádí znalec A zjištění z místního šetření provedeného 25. 6. 2003, tedy bezprostředně po havárii stavby. Zde konstatuje, že zjistil *změny skutečného provedení stavby oproti projektové dokumentaci odevzdané na stavební úřad jako projekt skutečného provedení stavby.* Tato formulace není správná, neboť znalec mohl zjistit, že dokumentace skutečného provedení stavby neodpovídá skutečnému provedení (nejde tedy o změny provedení stavby). Šlo tedy o vadu zpracování dokumentace skutečného provedení stavby nikoliv o vadu provedení stavby.

Nicméně je skutečností, že stavba byla provedena odchýlně od projektu pro stavební povolení. Ani v části *Nález* ani v části *Posudek* však znalec A nehodnotí, zda zjištěné odchylky mohly mít za následek snížení únosnosti konstrukce, případně zda by mohly mít vliv na havárii stavby. Jak prokazuje projektant v dokumentu, byly veškeré změny oproti původnímu projektu provedeny s cílem omezení deformací a zvýšení statické bezpečnosti zastřešení. Skutečnost, že dokumentace skutečného provedení stavby nesouhlasí se skutečným provedením je jistě nedostatkem plnění ve vztahu k SOD, jak uvádí znalec A, nemá však příčinnou souvislost s havárií zastřešení.

V části 2.3. *Historie posuzovaného přístřešku* od doby kolaudace se uvádí že 12.12.2002 *došlo k přetížení střešní konstrukce (10 cm led a 20 cm sněh), situace byla řešena s projektantem, který situaci vyhodnotil jako kritickou a upozornil na fakt, že konstrukce je uvažována pro sezonní provoz, není tedy uvažováno zatížení sněhem.* Ačkoliv tato skutečnost je v nálezu uvedena, zpracovatel znaleckého posudku s ní dále nepracoval. Přitom uvedené zatížení

musí nutně způsobit silné prověšení plachty. (Ve statickém výpočtu byla nicméně uvažována kombinace zatížení vlastní tíhou a sněhem pro I. sněhovou oblast $0,7 \text{ kN/m}^2$ a větrem o rychlosti $22,5 \text{ m/s}$ a prokázáno, že navržená ocelová konstrukce těmto podmínkám vyhovuje).

V části 3. *Posudek* znalec A analyzoval zatížení a vytýká, že *nebyla zohledněna možnost nahromadění vody v důsledku navrženého střešního opláštění* a nebyla navržena a přijata žádná opatření aby tento jev nenastal. Tento závěr je chybný a je učiněn v důsledku nedostatečného prostudování projektu pro stavební povolení, kde je uvedeno zcela zásadní opatření, které vylučuje možnost nahromadění vody v prověšených částech střešní folie. Je zde předepsáno, že *montáž zastřešení podia bude provedena nejdříve 7 dní před zahájením jednotlivých akcí a zastřešení bude demontováno nejpozději 7 dní po ukončení jednotlivých akcí*. Toto opatření, při němž je střešní folie cca každé 3 týdny znovu vypnuta a obnoven spád, vylučuje větší lokální prověšení střešní folie a zamezuje tudíž možnosti nahromadění vody v prověšených částech folie.

Jako další příčinu havárie stavby uvádí znalec A *Vadné provedení přístřešku*. Tento závěr znalec učinil na podkladě zjištění, že *dle místního šetření a vizuální prohlídky nebyla při realizaci dodržena kvalita provedených svarů ocelové konstrukce*. Kvalitu svarů doporučuje ověřit zkouškami v certifikované laboratoři. Vzhledem k tomu, že místní šetření pracovníci ústavu vykonali 25. 6. 2003 na již zříčené konstrukci, kde spoje byly již většinou poškozeny (některé již v prosinci 2002) a zkoušky v akreditované laboratoři nebyly provedeny, je výrok o vadném provedení přístřešku neodůvodněný. Ve fotodokumentaci z června 2003 jsou doloženy snímky, které by mohly skutečně vzbuzovat pochybnosti o kvalitě svarových spojů. Jde zejména o detail G a H, kde jsou zřetelné stopy koroze. Vzhledem k tomu, že však konstrukce byla významně přetížena a poškozena již v prosinci 2002, mohly být spoje poškozeny již tehdy a korozní poškození mohlo nastat v období prosinec až červen. Bez laboratorního vyšetření těchto svarových spojů, které nebylo provedeno, nelze spolehlivě usoudit na nekvalitní provedení konstrukce. V této části posudku znalec uvádí, že *vinu na zříčení konstrukce nese v plné výši generální dodavatel, jelikož je zodpovědný jak za realizační projekt, tak i za samotnou realizaci stavby*. Takováto vyjádření nemají místo ve znaleckém posudku, neboť otázka viny a odpovědnosti je otázkou právní, jejíž hodnocení nepřísluší znalci.

Závěr k revizi znaleckého posudku A:

Znalecký posudek v nálezu neuvádí zjištění z projektu pro stavební povolení a z dalšího je zřejmé, že tento zásadní dokument znalec neprostudoval. Nezhledňuje předepsaný režim užívání stavby ani skutečnost, že stavba byla přetížena již v prosinci 2002. V důsledku toho pak dochází k mylnému závěru, že příčinou havárie v červnu 2003 je vadný návrh střešního pláště. Jako další příčinu uvádí vadné provedení přístřešku, které však není v posudku prokázáno. Znalecký posudek hodnotí právní otázky, což je neprofesionální. Po formální stránce nesplňuje náležitosti stanovené zákonem.

4.3 Ke znaleckému posudku B revizní znalec uvádí:

Po formální stránce posudek obsahuje 11 stran, v části *Nález* zadání posudku a podklady s uvedením relevantních zjištění z každého podkladu, v části *Posudek* pak úsudek na podkladě nálezu, dále

Závěr s podpisem znalce a otiskem znalecké pečeti a znaleckou doložku s podpisem znalce, je předepsaným způsobem svázán a vázací šňůra je na zadní straně přelepena a opatřena pečeti.

V *Nálezu* znalec uvádí, že upustil od místního šetření, neboť zříčená konstrukce byla již odstraněna. Dále uvádí podstatná zjištění z jednotlivých prostudovaných dokumentů. V části *Posudek* pak na základě nálezu z prostudovaných dokumentů zcela správně usuzuje na příčinu havárie konstrukce a uvádí jednoznačný závěr, že příčinou havárie je nedodržování projektem stanoveného režimu montáží a demontáží střešní konstrukce při užívání stavby.

Závěr k revizi znaleckého posudku B:

Posudek ze dne 2. 9. 2003 je po stránce formální i věcné kvalitní a správný.

5. STANOVENÍ PŘÍČINY HAVARIE REVIZNÍM ZNALCEM

Jak vyplývá ze zjištění uvedených v části B. *Nález*, byla vyprojektována a povolena konstrukce venkovního podia s demontovatelným zastřešením, které mělo být smontováno vždy nejdříve 7 dnů před plánovanou akcí a demontováno nejpozději do 7 dnů po jejím ukončení, v měsících leden až duben nemělo být vůbec provozováno (zastřešení mělo být demontováno). Předepsaný režim užívání stavby vylučoval trvalejší deformaci střešní folie, neboť při každé opětovné montáži měla být folie řádně vypnuta a obnoven předepsaný spád střešní plochy 2° . Pro tento způsob užívání byla konstrukce navržena a provedena a nebylo prokázáno žádné pochybení návrhu ani provedení stavby. Odchylné provedení střešní konstrukce od projektu pro stavební povolení bylo ve prospěch bezpečnosti konstrukce, je zdokumentováno v realizační dokumentaci.

Skutečné užívání stavby bylo v rozporu se stanoveným režimem užívání popsaným v projektu pro stavební povolení. Konstrukce byla ponechána smontovaná od jejího dokončení v dubnu 2002 až do zříčení v červnu 2003, tedy déle než rok. V tomto období obstála bez poškození při silném dešti 6. srpna 2002, kdy odolala i přívalovému dešti, přesto, že střešní folie nebyla pravidelně vypínána. V prosinci 2002 byla silně přetížena vrstvou sněhu a ledu, střešní plášť byl deformován a došlo k poškození šroubových nosných spojů. Mimořádné zatížení bylo se střechy sice odstraněno, konstrukce však nebyla opravena. V tomto poškozeném stavu byla ponechána i nadále ve smontovaném stavu až do silného nočního deště dne 24. 6. 2003, kdy se pod tíhou vody hromadící se v proláklínách střešní folie konstrukce střechy zřítla.

Základní příčinou havárie konstrukce zastřešení je tedy nedodržení režimu užívání předepsaného projektem pro stavební povolení, který byl i podkladem pro uzavření smlouvy o dílo. Stavba byla povolena za podmínky dodržení projektu pro stavební povolení a režim užívání je specificky uveden i v Koordinovaném stanovisku, odkaz na projekt je uveden i v provozním řádu.

Revizní znalec poznamenává, že s ohledem na závažnost ustanovení o občasném režimu užívání venkovního podia a jeho zastřešení měla být tato skutečnost ve stavebním povolení výslovně uvedena (viz § 115 odst. 1 stavebního zákona, podmínky užívání stavby), neboť předmětný objekt není trvalou stavbou.

Rovněž ve vztahu k nájemci měl být režim užívání v provozním řádu explicitně zdůrazněn. Zimní období, kdy má být zastřešení demontováno (leden až duben) neřeší období prosince, kdy se zřejmě řada akcí koná, i zde je však nebezpečí zasněžení a v provozním řádu mělo být uvedeno ustanovení o bezodkladném odstranění případné sněhové pokrývky přesahující tloušťku vrstvy uvažované ve statickém výpočtu.

Havárii bylo možno předejít, pokud by po zjištěném poškození dne 12. 12. 2002 byla konstrukce zdemontována a před další montáží odborně zkontrolována a opravena.

6. ZÁVĚREČNÁ POZNÁMKA

Skutečný příběh jedné skutečné stavby viděný pohledem 3 znalců může vyvolat řadu otázek:

Byl znalec A nedostatečně kvalifikovaný a nezkušený ve svém oboru nebo byl podjatý ve vztahu k zadavateli znaleckého posudku? Nebo byl pouze nepozorný?

Byl investor stavby dosti prozíravý, když se rozhodl postavit stavbu zcela závislou na kázni provozovatele?

Neměl zkušený projektant upozornit neprofesionálního zadavatele stavby na nepřiměřená rizika, která tato stavba skrývá?

Byl investor dostatečně zodpovědný, když v provozní řádu stavby pouze uvedl, že stavba musí být provozována v souladu s projektem a výslovně v provozním řádu neuvedl povinnost demontáže a znovu montáže zastřešení, případně povinnost odstranění sněhové pokrývky?

Toto jsou pouze otázky k popsanému příběhu jedné stavby. Naskýtá se však i základní otázka obecného charakteru, totiž zda by ke každé dokončené stavbě neměl být předán projektantem a zhotovitelem podepsaný provozní řád k užívání a údržbě. Při koupi každého přístroje za pár tisíc korun takový návod obdržíme v několika jazycích, při předání stavby za statisíce a miliony jen výjimečně. Důsledkem jsou potom stavby poškozené např. vlhkostí, deformacemi, v nejhorším případě i ztrátou stability.

7. LITERATURA

Článek je zpracován s využitím vlastního revizního posudku. S ohledem na ochranu osobních a firemních zájmů se konkrétní zdroje neuvádějí.

Správná citace:

MIKŠ, L. Dvojitý přístup znalce k posouzení havárie stavby. *Soudní inženýrství*, 2023, 34(1), 3–7.
DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.3>. ISSN 1211-443X.

Počítačová simulace zranění chlapce na zadním sedadle osobního vozidla

Computer Simulation of Injuries to a Boy in the Back Seat of a Passenger Vehicle

Petr Pavlata*

Vision Consulting Automotive s.r.o., Praha 2

Abstrakt

Príspevek se zabývá využitím moderních simulačních technik s pomocí sw VPS (Virtual Performance System) a škálovatelným biomechanickým modelem lidského těla Virthuman při řešení silniční nehody s těžkým zraněním chlapce sedícího na dětské sedačce na zadním sedadle. Závěry analýzy naznačují, že chlapec v rozporu s předchozím tvrzením nebyl připoután. Použitý postup rovněž umožnil zpřesnit střetovou rychlost vozidla. Článek byl publikován v rámci sborníku příspěvků XXXI. mezinárodní vědecké konference Soudního inženýrství, Expert Forensic Science (ExFoS), 26.–27. ledna 2023 v Mikulově.

Klíčová slova: dopravní nehody, zranění, metoda konečných prvků, Virthuman, biomechanický model člověka.

Abstract

The paper deals with the use of modern simulation techniques with the help of sw VPS (Virtual Performance System) and the scalable biomechanical model of the human body Virthuman in solving a road accident with a serious injury of a boy sitting in a child seat on the back seat. The conclusions of the analysis indicate that the boy, contrary to the previous statement, was not restrained. The procedure used also made it possible to refine the impact speed of the vehicle.

Keyword: traffic accidents, injury, finite element method, Virthuman, biomechanical models of human body.

1. ÚVOD

Zásadní informací pro řešení předmětné úlohy je, že v závěrečné fázi nehodového děje vyjelo vozidlo Mazda 626 (dále i mazda) v relativně ostrém oblouku vlevo mimo vozovku, kde šikmo narazilo do nízké betonové zídky plakátové stěny. V této fázi děje 10letý chlapec, sedící na podsedáku na zadním sedadle, utrpěl vážné poranění obličeje. Úkolem znalce bylo posoudit, zda byl chlapec cestující ve vozidle připoután či nikoliv.

Na obr. 1 je znázorněno vozidlo mazda v postřetové pozici; technické údaje vozidla jsou uvedeny v tab. 1. Rozměrové schéma předmětného vozidla je na obr. 2.

Nejprve bylo třeba stanovit poloměr oblouku a rychlost, kterou se vozidlo mazda mohlo pohybovat bezprostředně před střetem.

2. PŘÍPRAVA MODELU – VSTUPNÍ PARAMETRY

2.1 Stanovení poloměru oblouku a okamžité rychlosti vozidla v okamžiku střetu

S využitím plánu policie, orthofotomap Google a několika předchozích znaleckých posudků, byl určen poloměr oblouku předpokládaného předstřetového pohybu vozidla mazda na obr. 3 jako $r = 20$ m. Z obr. 3 je zároveň zřejmé, že vozidlo mazda mohlo narazit do betonové zídky přibližně pod úhlem 70° , též obr. 4.

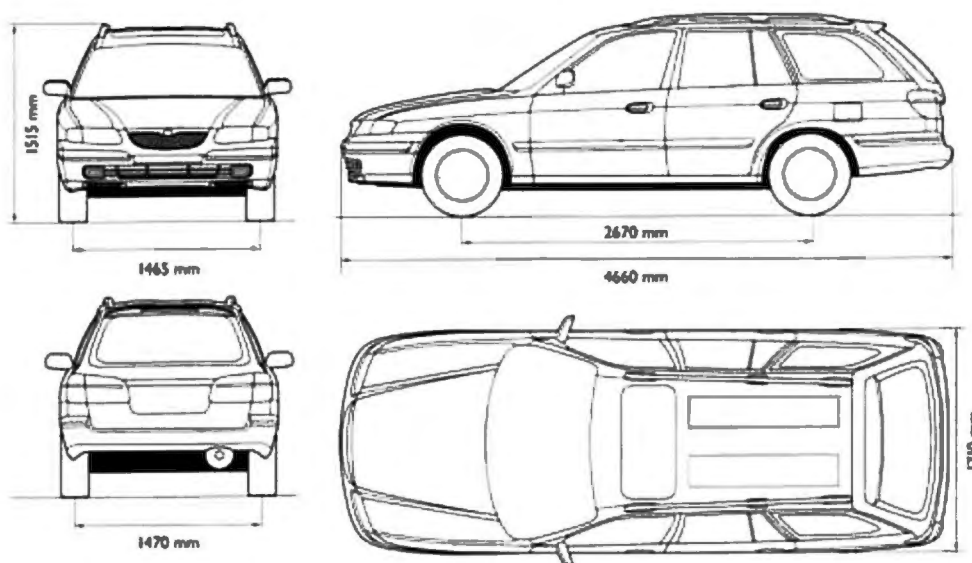
Pravděpodobný rozsah střetových rychlostí 36–40 km/h odvozený v předchozích znaleckých posudcích se jeví jako technicky přijatelný. Předpokládané odstředivé zrychlení vozidla v okamžiku střetu uvádí tab. 2.



Obr. 1 Vozidlo Mazda 626, r.v. 1997–2002, v postřetové pozici.
Fig. 1 Mazda 626 vehicle, year 1997–2002, in post-collision position.

Tab. 1 Technické parametry vozidel Mazda 626, r.v. 1997–2002.
Tab. 1 Technical data of Mazda 626, year 1997–2002.

Tovární značka a typ vozidla:	Mazda 626
Druh vozidla:	osobní
VIN nebo výrobní číslo karoserie / rok výroby:	– / 1998–2002
Druh karoserie:	kombi
Obsah, druh, výkon motoru:	–
Druh a rozměr pneu prvomontáže:	195/60R15H / 195/60R15V / 205/50R16V
Datum prvního uvedení do provozu:	–
Pohotovostní hmotnost	1295 kg
Délka	4660 mm
Šířka	1710 mm
Výška	1515 mm
Rozvor	2670 mm

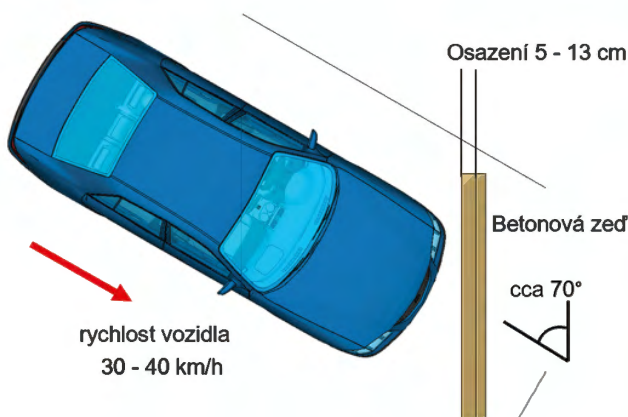
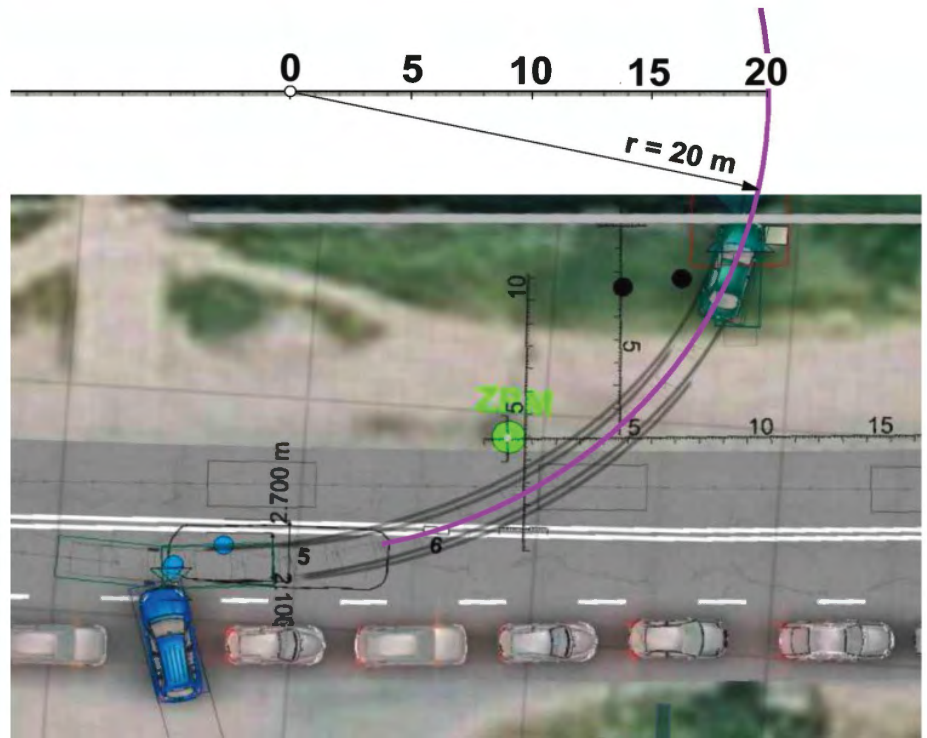


Obr. 2 Rozměrové schéma vozidla Mazda 626, r.v. 1998–2002.
Fig. 2 Dimensions of the Mazda 626 vehicle, year 1998–2002.

Tab. 2 Odštědivé zrychlení při jízdě vozidla v oblouku o poloměru 20 m.
Tab. 2 Centrifugal acceleration when driving a vehicle in an arc with a radius of 20 m.

Rychlost (km/h)	Odštědivé zrychlení (m/s ²)	Kinetická energie (kJ)		
24,1	3,3	31,8	45%	100%
30	3,5	49,3	69%	155%
35	4,7	67,1	95%	211%
36	5,0	71,0	100%	222%
40	6,2	87,7	123%	276%

Obr. 3 Radius oblouku vozidla Mazda v okamžiku střetu.
Fig. 3 The arc radius of the Mazda vehicle at the moment of impact.



Obr. 4 Předstřetová poloha vozidla mazda.
Fig. 4 Pre-collision position of the Mazda.

Zlomenina mediální stěny očnice (orbitální střední stěny)

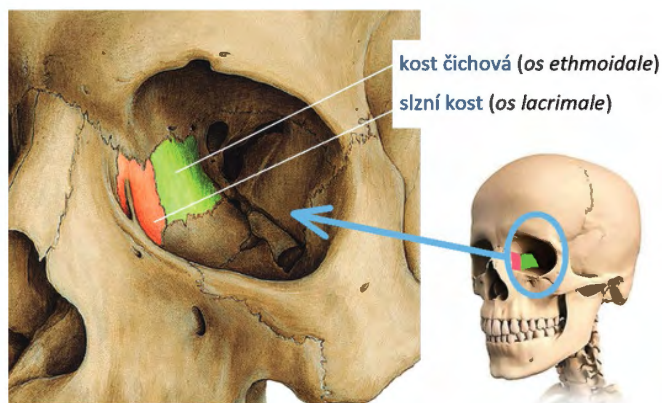
Z lékařských zpráv vyplývá, že chlapec utrpěl při střetu zranění levé části obličeje, včetně zranění oční bulvy. Zranění lebky chlapce bylo definováno jako porušení kontinuity (zlomenina) mediální mediobazální stěny levé orbity (viz obr. 5).

Ač tato kapitola nepatří přímo do odbornosti znalce v oboru analýz silničních dopravních nehod, je nezbytná pro pochopení mechanismu poranění hlavy chlapce cestujícího vozidlem Mazda.

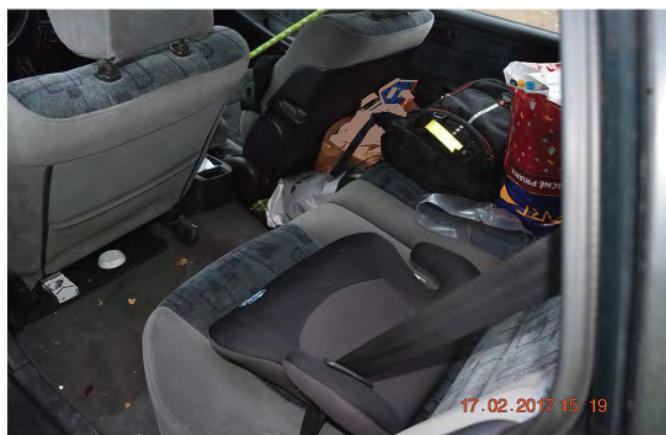


Obr. 5 Zranění levé části obličeje chlapce.
Fig. 5 Injury to the left side of the boy's face.

Zlomenina mediální stěny očnice je nejčastěji výsledkem tupého poranění periorbitální oblasti. Stav může být důsledkem dopravních nehod, sportovních aktivit, násilí nebo pádů.



Obr. 6 Mediální stěna očníce.
Fig. 6 Medial wall of the orbit.



Obr. 7 Pohled do zadní části vozidla po nehodě, dětský podsedač Babideal.
Fig. 7 View of the rear of the vehicle after the accident, Babideal child booster seat.

Mediální stěna očníce je se svojí tloušťkou pouhých 0,2–0,4 mm nejtenčí ze 4 orbitálních stěn, a proto je náchylnější ke zlomeninám. Sestává zejména ze *slzní kosti* (*os lacrimale*) a *kosti čichové* (*os ethmoidale*), viz obr. 6.

Zlomenina mediální stěny očníce je již podle definice čistá vnitřní zlomenina, omezená na stěnu očníce bez postižení jejího okraje. Byly navrženy dvě teorie, které vysvětlují, jak k těmto zlomeninám dochází. Jsou to hydraulické nebo vzpěrné mechanismy, přičemž se s největší pravděpodobností jedná ve většině případů o kombinaci těchto dvou mechanismů.

Hydraulická hypotéza uvádí, že orbitální dno (spodinu) a/nebo mediální orbitální stěna prasknou, pokud dojde ke zvýšení orbitálního tlaku s vnějším dopadem, který vede ke zvýšenému orbitálnímu tlaku vedoucímu ke zlomenině. Boční stěna a strop jsou obvykle dostatečně silné, aby vydržely takové trauma.

Teorie vybočení (vzpěrné mechanismy) uvádí, že síla působící na orbitální okraj přenesla sílu na slabší orbitální dno nebo mediální stěnu, což způsobí zlomeninu.

2.2 Dětský podsedač (booster)

Dle výpovědi řidiče vozidla mazda byl chlapec v době nehody usazen v zadní části vozidla mazda usazen na dětském podsedačku značky Babideal, čínské výroby, konstruované pro hmotnost dítěte 15 až 36 kg, obr. 7. Detailní pohled na podsedač je na obr. 8.

2.3 Kritérium poranění hlavy (HIC)

Kritérium poranění hlavy (HIC – Head Injury Criterion) je mírou pravděpodobnosti poranění hlavy v důsledku nárazu. HIC lze použít k posouzení bezpečnosti týkající se vozidel, osobních ochranných pomůcek a sportovního vybavení. Obvykle se proměnná odvozuje z měření akcelerometru namontovaného v těžišti hlavy figuríny pro nárazové zkoušky, když je figurína při laboratorních nárazových zkouškách vystavena silám nárazu. Jako doplněk mechanického



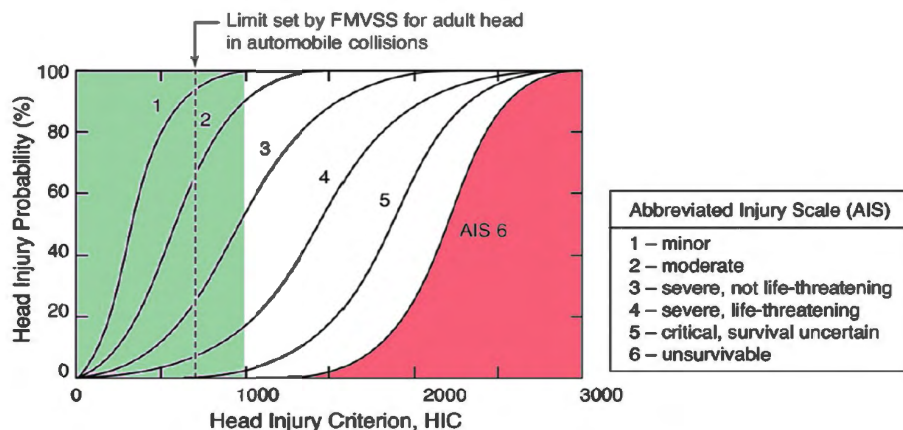
Obr. 8 Dětský podsedač Babideal, foto z internetu.
Fig. 8 Babideal children's booster seat, photo from the Internet.

Tab. 3 Limitní hodnoty HIC dle revidovaného standardu FMVSS 208.
Tab. 3 HIC limit values according to the revised FMVSS 208 standard.

Typ figuríny	95% HIII*	50% HIII	5% HIII	Dítě 6 let	Dítě 3 roky	Batole 1 rok
Limit HIC ₁₅	700	700	700	700	570	390

* 95% HIII není zahrnut v konečné verzi, avšak limitní hodnota je zde uvedena z informačních důvodů.

Obr. 9 Závislost pravděpodobnosti poranění hlavy dle HIC a AIS, Schmitt.
Fig. 9 Graph of the probability of head injury according to HIC and AIS, Schmitt.



testování je využívána již téměř 40 let rovněž virtuální analýza s podporou matematických počítačových modelů, která zejména v posledních dvou dekádách nabývá na značném významu a ve fázi vývoje nových vozů se stává téměř dominantním nástrojem. Jedním z takových nástrojů používaných k simulaci dynamického pohybu cestujících jsou modely ARB (Articulated Rigid Body – mechanické systémy tuhých těles s klouby), umožňující výpočetně určit kritérium poranění hlavy (HIC) a další biomechanické veličiny, viz např. škálovatelný biomechanický model člověka Virthuman (obr. 10).

ARB tak poskytuje užitečný nástroj, který pomáhá porozumět reakcím cestujících v různých prostředích (dopravní prostředky – kromě silničních vozidel jsou využívána rovněž pro tramvaje, železniční vozidla a letadla).

ARB jsou aktuálně využívány nejen ve výzkumu a vývoji prvků pasivní bezpečnosti vozidel jako nástroj napomáhající pochopení kinematiky cestujících, ale rovněž ve forenzní technice a při rekonstrukci dopravních nehod.

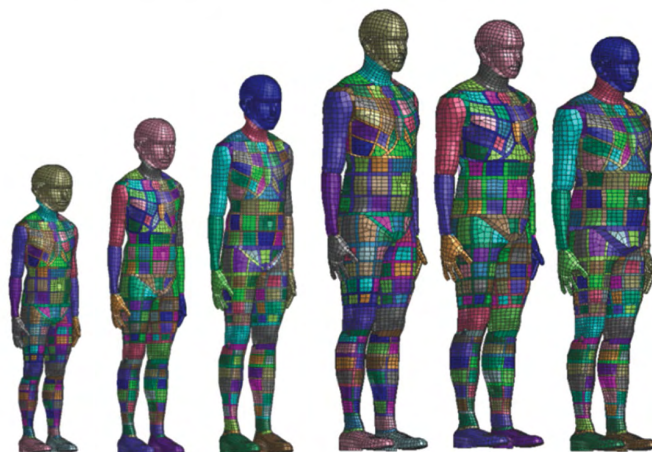
HIC je definován jako:

$$HIC = \left\{ (t_2 - t_1) \left[\frac{1}{(t_2 - t_1)} \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \right]^{2.5} \right\} \max, \quad (1)$$

kde t_1 a t_2 jsou počáteční a konečné časy (v sekundách) zvolené pro maximalizaci HIC a zrychlení $a(t)$ se měří v g (standardní tíhové zrychlení).

Doba trvání $t_2 - t_1$ je omezena maximální hodnotou 36 ms, či obvyklejší 15 ms. To znamená, že HIC zahrnuje účinky zrychlení hlavy a dobu trvání zrychlení. Vysoké hodnoty zrychlení mohou být tolerovány po velmi krátkou dobu.

Z grafu na obr. 9 je zobrazena závislost pravděpodobnosti poranění hlavy pro HIC a AIS (Abbreviated Injury Scale – stupnice závažnosti zranění používaná v medicíně od roku 1969 pro souhrnný popis poranění jednotlivých částí těla na stupnici 0–6, kde 0 je bez zranění a 6 je zranění fatální), publikovaná např. v pracích Schmitta [26].



Obr. 10 Příklad vygenerovaných jedinců Virthuman s různými tělesnými parametry.

Fig. 10 Example of generated Virthuman individuals with different body parameters.

Při HIC 1000 je pro průměrného dospělého 18 % pravděpodobnost těžkého poranění hlavy, 55% pravděpodobnost vážného poranění a 90% pravděpodobnost středně těžkého poranění hlavy.

HIC se používá ke stanovení hvězdičkového hodnocení bezpečnosti automobilů podle metodiky amerického Národního úřadu pro bezpečnost silničního provozu (NHTSA) a ke stanovení hodnocení, které uděluje Insurance Institute for Highway Safety (IIHS).

Některé automobilové předpisy (např. FMVSS 208) a s nimi související odborné studie doporučují jako limitní hodnotu pro úspěšný výsledek testu HIC 700, u malých dětí pak HIC 390–570, viz tab. 3.

Obecně lze tvrdit, že poranění hlavy při nehodě může nastat, pokud se hlava dostane do kontaktu s některou z různých struktur vozidla, mezi něž patří zejména místa na sedadle, jako je opěradlo sedadla, loketní opěrka, stolek nebo jakékoli vybavení namontované na sedadle. Hlava se také může dotknout blízkých struktur jako je

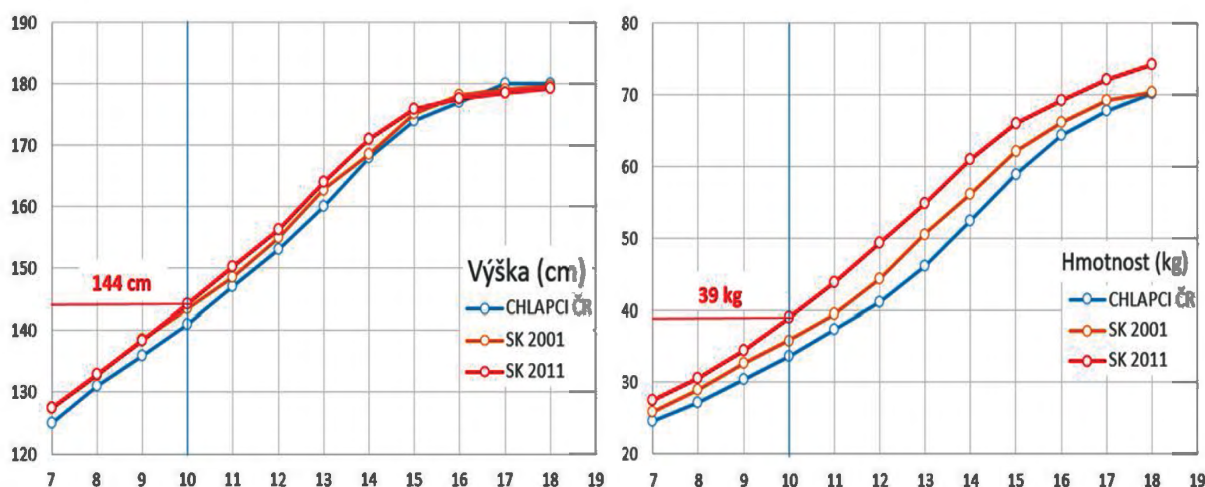
přepážka, přístrojová deska, sluneční clona a pod. Kontakt s tvrdým povrchem může způsobit zlomeniny lebky a různé typy poranění mozku. Poranění mozku je také možné i bez kontaktu s hlavou, pokud jsou setrvačné síly dostatečně vysoké. Zatímco vážné poranění hlavy je bezprostřední hrozbou pro život. Kritérium poranění hlavy (HIC) se používá k hodnocení rizika poranění hlavy a vypočítává se podle rovnice (1).

Je rovněž třeba si uvědomit, že při dopravních nehodách dochází obecně ke třem po sobě jdoucím kontaktům:

1. „První kontakt“ je ten, kdy např. vozidlo narazí do jiného vozidla nebo předmětu, následkem čehož je vozidlo rychle zpomaleno a/nebo natočeno.
2. „Druhý kontakt“, způsobený vlivem setrvačného pohybu cestujícího ve vozidle vozidla a jeho následný kontakt s některou z částí interiéru vozidla.
3. „Třetí kontakt“ je vyvolaný vlivem setrvačných účinků vnitřních orgánů cestující, tedy např. pohyb mozku uvnitř lebeční dutiny a jeho náraz na tuhou část skeletu lebky (otřes mozku).

2.4 Virthuman

Virthuman je škálovatelný biomechanický model lidského těla hybridního typu (ARB s řadou deformovatelných elementů), který na statistickém základě umožňuje vygenerovat model člověka s tělesnými parametry v rozsahu výšek 105 – 195 cm, hmotností 10 až 150 kg, obr. 10. Model dokáže dále zohlednit např. i pohlaví jedince a věk 6 až 75 let. Virthuman byl vyvinut v roce 2014 společností ESI Group ve spolupráci se Západočeskou univerzitou v Plzni a je k dispozici v prostředí Virtual Environment od verze. VE 10.5. Model je plně validován pomocí celosvětově uznávaných metodik (např. hlava a HIC je validována podle metodiky Yoganandana, kdy kulový impaktor hmotnosti 1.213 kg narazí na hlavu rychlostí 7.1 m/s, přičemž je sledována odezva kontaktní síla vs. deflektce hlavy; validace byla podrobně popsána např. v článku časopisu SAE Technical Paper autory Janem Vychytilém a kol. – „Scalable Multi-Purpose Virtual Human Model for Future Safety Assessment“ pod č. 2014-01-0534) a je používán zejména v automobilovém průmyslu. Model je bez výhrad recenzován a uznáván světovými experty na virtuální biomechaniku.



Obr. 12 Statisticky určená výška a hmotnost 10letého chlapce.
Fig. 12 Statistically determined height and weight of a 10-year-old boy.

	Good	dobrý
	Acceptable	přijatelný
	Marginal	limitní
	Poor	nadlimitní

Obr. 11 Barevná stupnice biomechanického zatížení částí těla Virthuman.

Fig. 11 Color scale of biomechanical load of Virthuman body parts.

Po vzoru komerčního hodnocení bezpečnosti vozidel pomocí hvězdiček a barevné škály možných poranění při standardizovaných testech, viz např. <https://www.euroncap.com>, umožňuje Virthuman podobným způsobem ohodnotit celou škálu výsledků biomechanické zátěže, dosažených v jednotlivých částech těla sledované osoby, viz stupnice na obr. 11, kdy limitní hodnota (např. pro hlavu HIC=1000) je znázorněna oranžovou barvou; nadlimitní hodnoty (HIC>1000) jsou pak již v barvě červené:

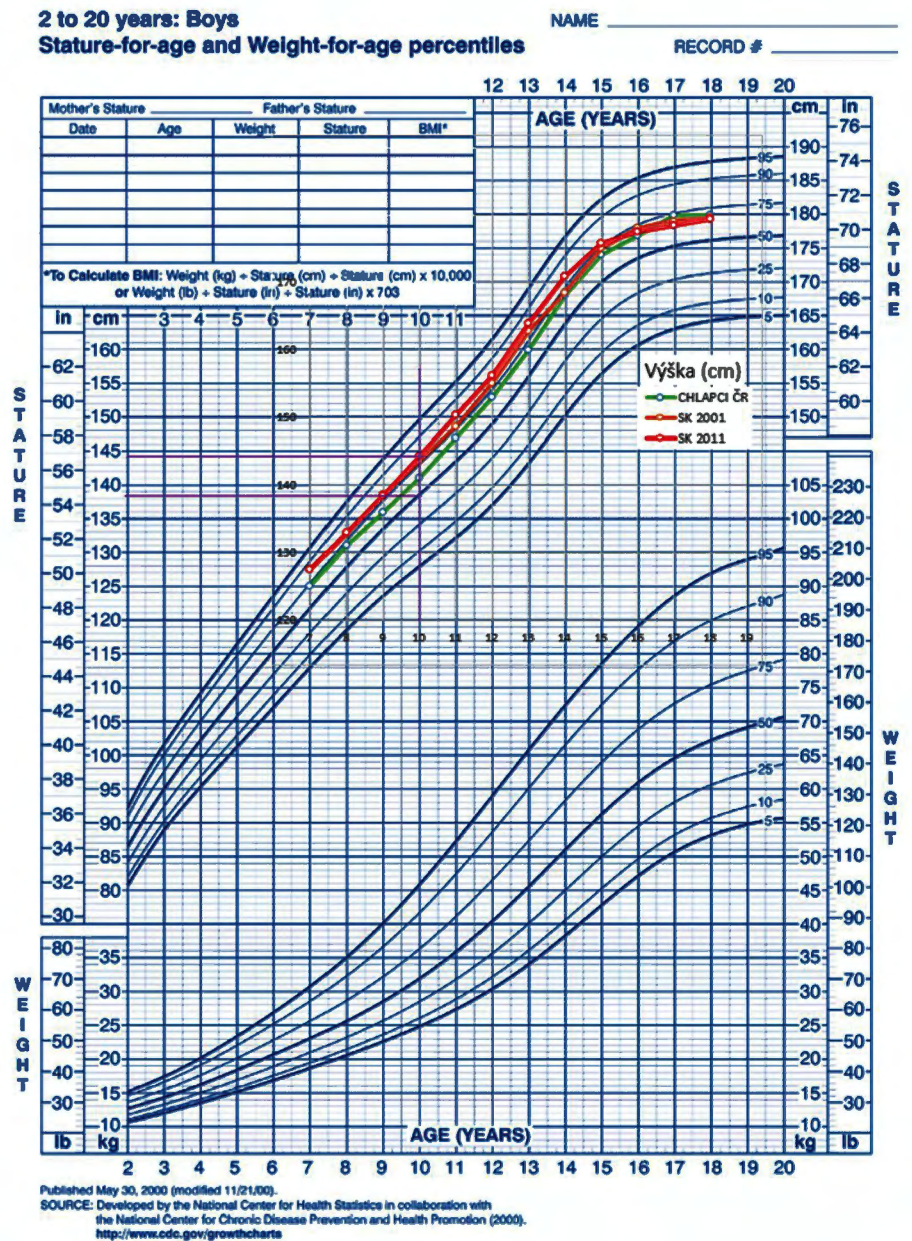
2.5 Vymezení výšky a váhy chlapce

Chlapec dovršil v době DN právě 10 let. Vzhledem k nedostatku jiných údajů byla výška a hmotnost chlapce použita jako vstupní hodnota k počítačové simulaci stanovena jako průměrná hodnota z referenčních údajů Státního zdravotního ústavu ČR a dalších obdobných podkladů ze SR. Výška chlapce byla takto stanovena jako 144 cm, hmotnost 39 kg, viz obr. 12 a obr. 13.

2.6 Výpočetní modely

Zjištění technicky možného průběhu nehodového děje v okamžiku střetu vozidla mazda s betonovou zídou a určení technicky možné biomechanické zátěže chlapce sedícím na zadním sedadle vozidla bylo výpočtově realizováno s podporou software VPS (Virtual Performance Sytem) společnosti ESI Group. S podporou tohoto výpočtově – simulačního softwaru je možno danou problematiku řešit s využitím nelineárního explicitního numerického řešiče nelineární dynamiky PAM Crash metodou konečných prvků (FE = Finite Elements), s elasticko-plastickými materiálovými modely. Tento

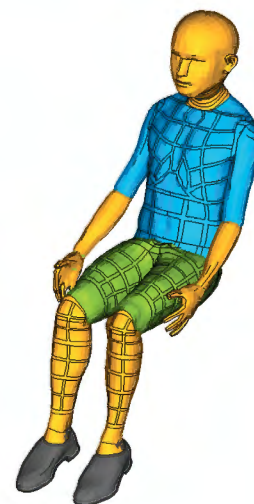
Obr. 13 Růstový graf chlapců
2 až 20 let, WHO.
Fig. 13 Growth chart of boys
2 to 20 years old, WHO.



software pracující s deformovatelnými modely analyzovaných subjektů je využíván ve většině světových automobilek při vývoji nových vozidel, s cílem jednak splnit legislativní požadavky v oblasti pasivní bezpečnosti vozidla podle metodik nejrůznějších standardů (např. EHK či EuroNCAP) a jednak tyto požadavky dále překročit a zvýšit tak bezpečnost účastníků silničního provozu v případě dopravní nehody. Použité modely jsou pro tyto účely plně validovány.

Jako model 10letého chlapce byl použit škálovatelný antropomorfní model člověka typu Virthuman MBS v2.1work6, o výšce 144 cm a hmotnosti 39 kg, obr. 14.

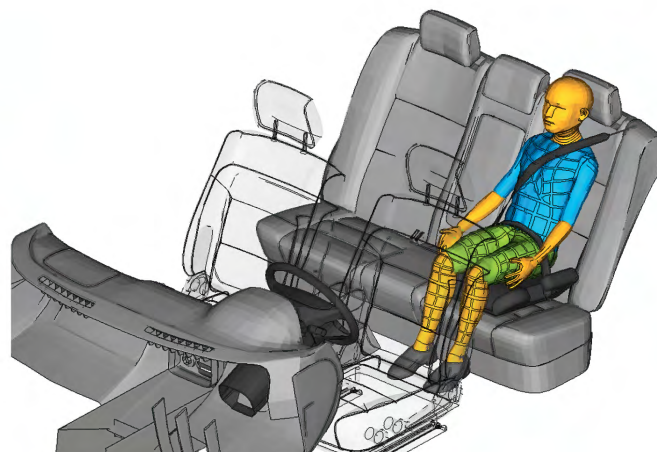
Havarované vozidlo Mazda 626 bylo typu kombi, přičemž hybridní FE model vozidla Mazda 626 byl vytvořen na bázi dostupného CAD modelu vozidla Mazda 626 GF sedan, obr. 15, r.v. 1997–2002 s deformovatelnou přední částí vozidla (přední nárazník, spoiler, kapota, PP blatník, PP světlomet) a hlavovou opěrkou řidiče. Zde je třeba poznamenat, že obě varianty vozidla Mazda 626 mají konstrukčně shodnou jak přední částí vozu, tak i interiér, a liší se pouze tvarem zadní části a rozdílnou hmotností.



¶ Obr. 14 Model chlapce, 10 let.
Fig. 14 Average 10-years-old boy model.



Obr. 15 Model vozidla Mazda 626 GF (1997–2002).
Fig. 15 Mazda 626 GF year 1997–2002 vehicle model.



Obr. 16 Interiér vozidla Mazda 626 (1997–2002) s modelem chlapce na posedačku.
Fig. 16 Interior of a Mazda 626, year 1997–2002, with a model of boy on the booster.

Použitý model vozidla varianty sedan byl proto pro simulaci dovážen na pohotovostní hmotnost odpovídající variantě kombi, viz obr. 2, plus hmotnost řidiče asi 80 kg a chlapce v oblečení 40 kg, tedy na 1420 kg.

Tab. 4 Parametry modelu 10letého chlapce.
Tab. 4 Model parameters of a 10-year-old boy.

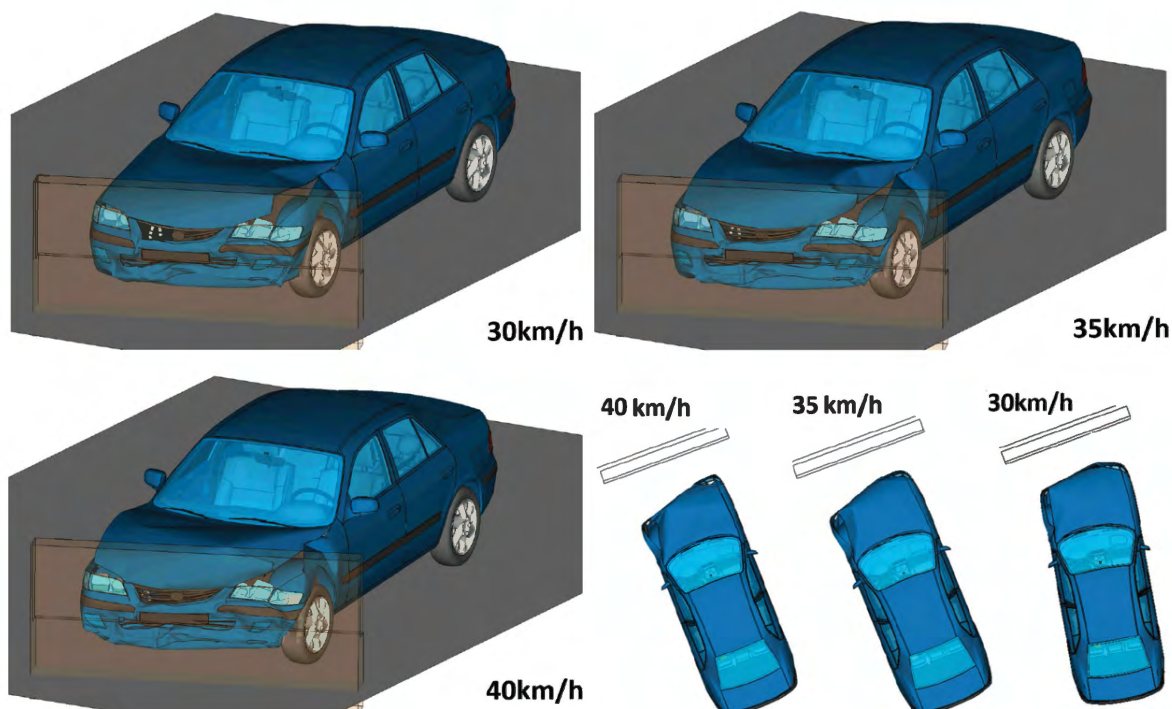
Model figuríny	Virhuman MBS v1.2work6
věk	10
pohlaví	muž
výška	144
hmotnost	39
percentil	56
počet prvků	9 534
počet uzlů	10 043

Fig. 16 Interior of a Mazda 626, year 1997–2002, with a model of boy on the booster.

Na obr. 16 je pohled do interiéru vozidla s modelem 10letého chlapce usazeným na dětském posedačku, jehož model byl pro účely simulace rovněž vytvořen.

Tab. 5 Parametry modelu vozidla Mazda 626 GF.
Tab. 5 Model parameters of Mazda 626 GF.

Model vozidla	Mazda 626
Počet prvků	526 738
Počet uzlů	453 671
Materiálový model	Krupkowsky elasticko-plastický
Rozměry a hmotnosti	viz kap. 3.5



Obr. 17 Deformace modelu a natočení vozidla mazda při rychlostech 30–35–40 km/h.
Fig. 17 Deformation of the model and rotation of the Mazda at speeds of 30–35–40 kph.

2.7 Použitý výpočetní software

K prováděným výpočtům byl použit následující software:

- preprocessor ANSA a postprocessor META od společnosti BETA CAE Systems S.A.,
- explicitní numerický řešič PAM-Crash společnosti ESI Group, verze 2019.

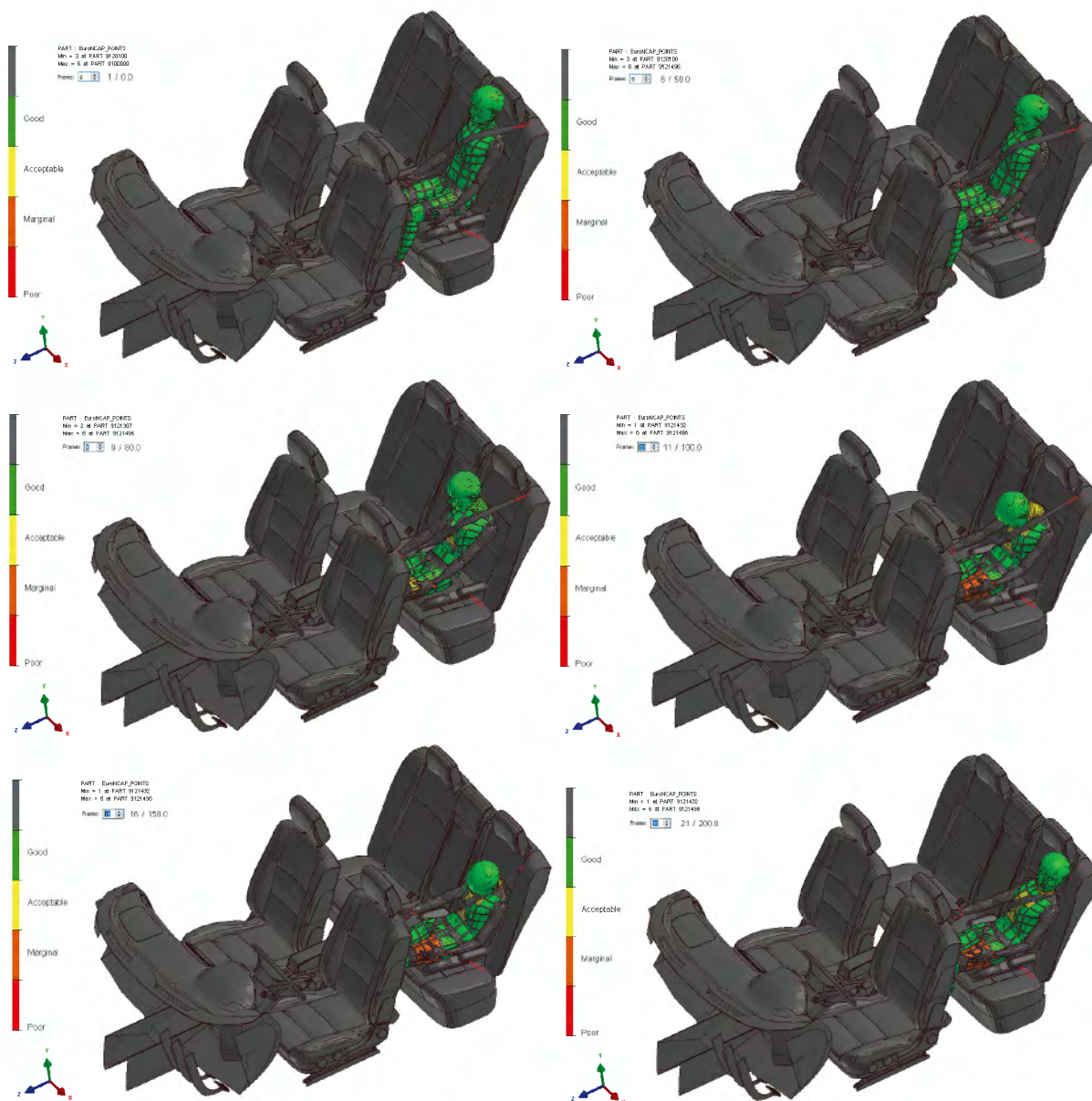
Tento software je validován a certifikován pro vývojové práce v automobilovém průmyslu.

3. SIMULACE POHYBU CHLAPCE V INTERIÉRU VOZIDLA

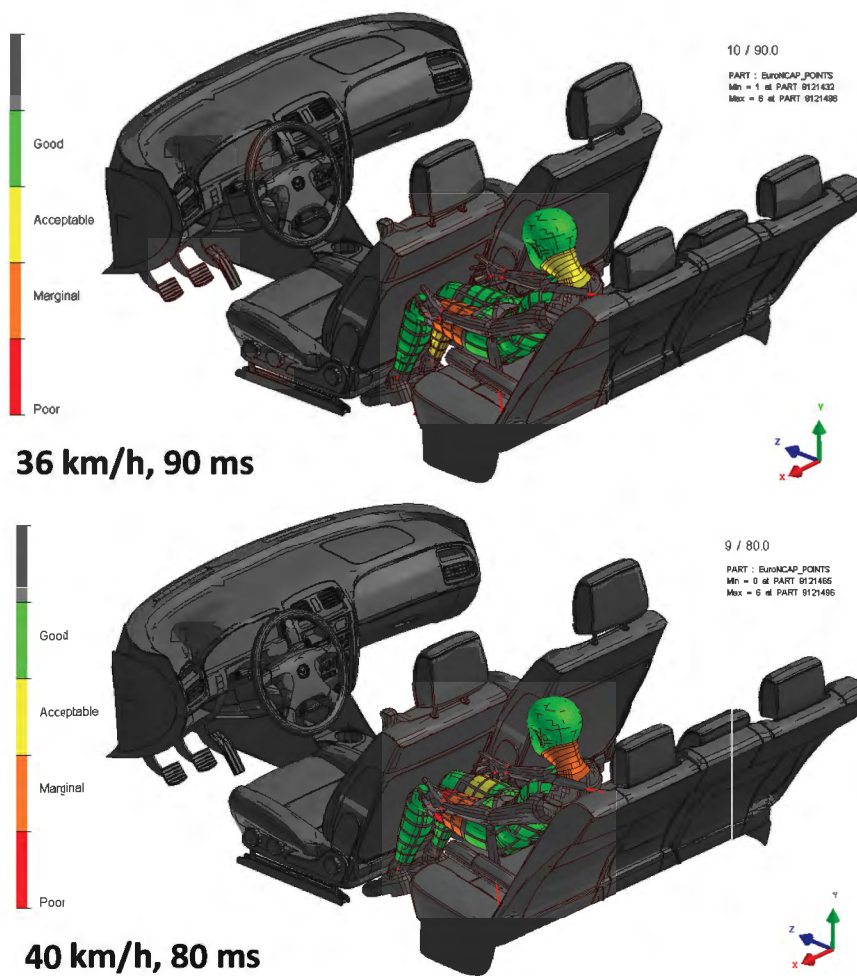
Na obr. 4 je znázorněna předpokládaná předstřetová poloha vozidla mazda, která vychází z analýz provedených v předchozích posudcích. Poloměr levotočivého oblouku, ve kterém se vozidlo mazda pohybovalo, byl dle obr. 3 odhadnut na úrovni 20 m. V této kapitole jsou prezentovány provedené počítačové simulace

v rozsahu střetových rychlostí 30 až 40 km/h, který se pro dané poškození vozidla jeví jako technicky přijatelný. Odstředivé zrychlení ($3.5\text{--}6.2\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) vozidla mazda při jízdě v oblouku o radiusu 20 m je patrně z tab. 2, stejně jako kinetická energie v okamžiku předpokládaného nárazu cca 50–90 kJ.

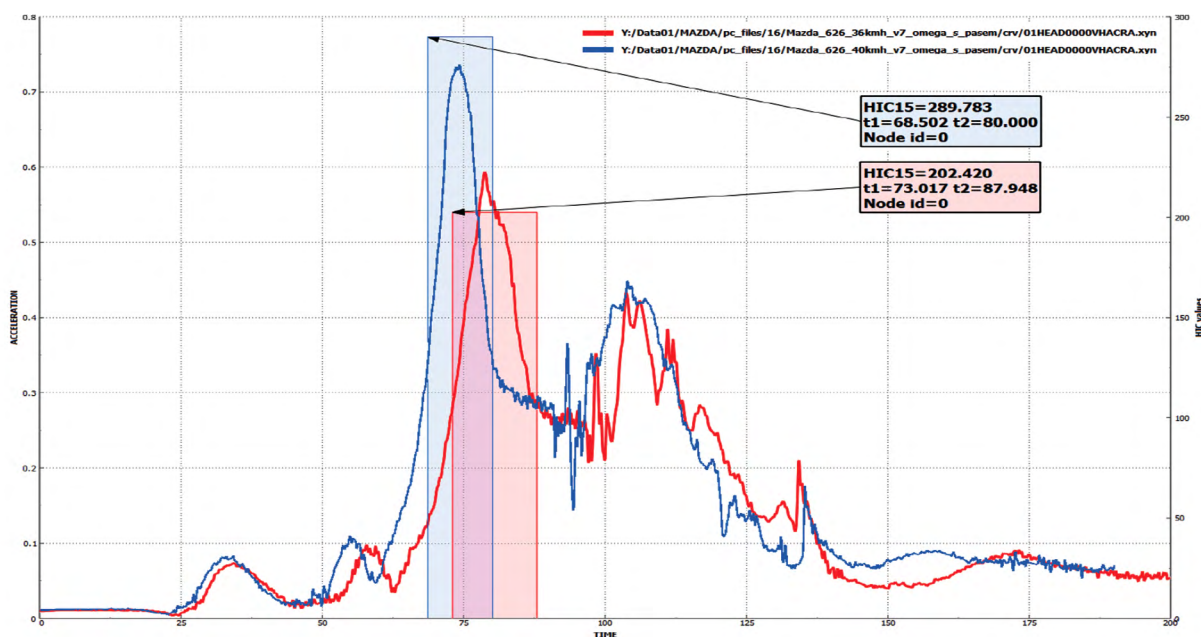
Je zřejmé, že vezmeme-li jako 100% kinetickou energii při střetové rychlosti 36 km/h (10 m/s), potom je kinetická energie při nárazové rychlosti 30 km/h přibližně o třetinu nižší a při rychlosti 40 km/h pak o přibližně o čtvrtinu vyšší, rovněž viz tab. 2. Vzhledem k faktu, že při šikmém nárazu vozidla pod úhlem cca 70° „zafungovaly“ zejména deformační zóny (absorbéry čelního nárazu) na levé straně vozidla, lze předpokládat, že levá přední část vozidla byla deformována až k prostoru motoru. Je proto zřejmé, že při střetové rychlosti 40 km/h by bylo třeba absorbovat téměř dvojnásobek energie oproti střetu při rychlosti 30 km/h. Rovněž zpomalení vozidla, setrvačné účinky a biomechanická zátěž osob cestujících ve vozidle by proto byly významně vyšší.



Obr. 18 Sekvence pohybu chlapce při střetové rychlosti 36 km/h, varianta 1A.
Fig. 18 Sequence of the boy movement at a collision speed of 36 kph, variant 1A.



Obr. 19 Porovnání polohy připoutaného chlapce při rychlosti 36 km/h a 40 km/h, varianta 1A.
Fig. 19 Comparison of the position of the restrained boy at a speed of 36 and 40 kph, variant 1A.



Obr. 20 Porovnání zpomalení hlavy chlapce a HIC při 36 km/h a 40 km/h, varianta 1A a 1B.
Fig. 20 Comparison of boy's head deceleration and HIC at 36 and 40 kph, variant 1A, 1B.

Přestože znalci nebyly pro řešení této úlohy k dispozici detailní fotografie poškození čelní části vozidla mazda (zejména po odstavení předního nárazníku a pohledu do otevřeného motorového prostoru), z fotodokumentace policie, viz obr. 1, je rozsah poškození vozidla mazda po střetu s betonovou zídou rozpoznatelný v technicky přiměřeném rozsahu. Vzájemným porovnáním obr. 1 a obr. 17 lze konstatovat dobrou shodu deformace přední části vozidla zejména pro vyšší rychlosti, tedy 35 až 40 km/h. Deformace při rychlosti 30 km/h se jeví jako významně nižšího rozsahu.

Tyto dílčí závěry znalce jsou rovněž v dobré shodě se závěry předchozích znalců.

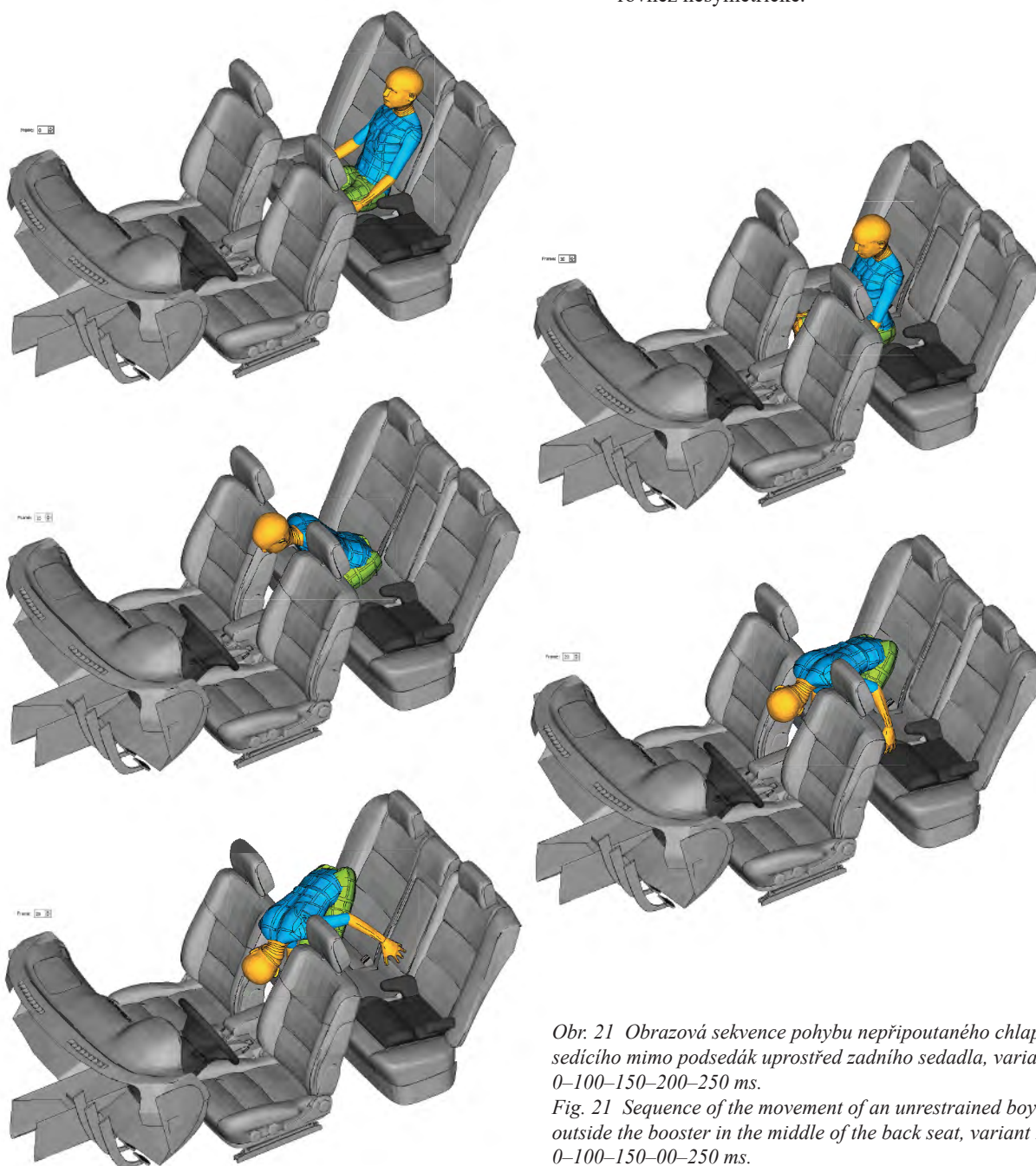
V dalším postupu budou nyní vyhodnoceny závěry všech dílčích analýz provedených s podporou počítačových simulací.

3.1 Varianta 1A – chlapec připoután na dětském podsedáku, střet v rychlosti 36 km/h

Na obr. 18 je znázorněna obrazová sekvence pohybu modelu chlapce sedícího na dětském podsedáku značky Babideal řádně připoutaného třibodovým bezpečnostním pásem při nárazu vozidla mazda do betonové zídky ve výpočtově zvolené rychlosti 36 km/h. Jednotlivé snímky sekvence jsou sejmuty z výsledků simulace v časech 0 – 50 – 80 – 100 – 150 a 200 ms.

Vyobrazený pohyb těla chlapce není symetrický vzhledem k podélné rovině vozidla, a to z následujících 3 důvodů:

- kontakt vozidla s betonovou zídou je v čelním směru šikmý, tedy nesymetrický,
- kdy odstředivé zrychlení při jízdě v oblouku působí na tělo chlapce směrem doprava,
- čímž jsou zádržné účinky šikmé hrudní větve pásu jsou rovněž nesymetrické.



Obr. 21 Obrazová sekvence pohybu nepřipoutaného chlapce sedícího mimo podsedák uprostřed zadního sedadla, varianta 2, čas: 0–100–150–200–250 ms.

Fig. 21 Sequence of the movement of an unrestrained boy sitting outside the booster in the middle of the back seat, variant 2, time: 0–100–150–200–250 ms.

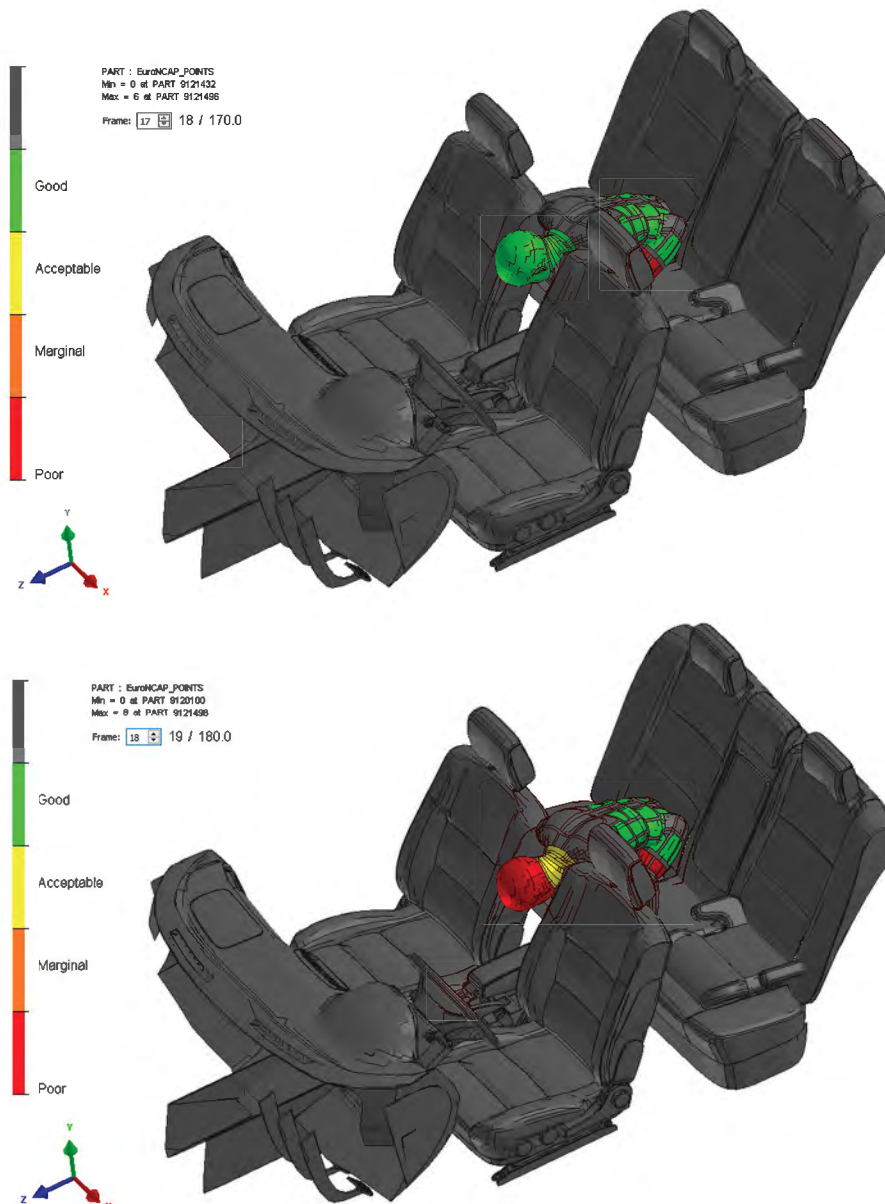
Z obrazové sekvence je tak patrné, že ve výpočtovém čase 50 ms od kontaktu s betonovou zídou uvádějí setrvačné účinky působící na tělo modelu chlapce uvádějí toto tělo do pohybu, a to v podstatě po tečně oblouku v okamžiku nárazu – ve výpočtovém čase cca 80 ms chlapec naráží holení pravé nohy (žlutá barva) do spodní části sedadla řidiče, kde šikmá větev pásu způsobuje zvýšený průhyb hrudní oblasti (žlutá barva), přičemž v tomto čase rovněž počíná zvýšená flexe krční oblasti (žlutá barva) – ve výpočtovém čase 100 ms naráží model chlapce levým kolenem do zadní části sedadla řidiče, což vede ke zvýšenému zatížení stehenní kosti (oranžová), přičemž flexe krku pokračuje. Bezpečnostní pásy zadržují tělo v dalším pohybu.

HIC dosahuje velmi přijatelné hodnoty HIC15.0 = 202 (hlava chlapce zelená), obr. 18.

3.2 Varianta 1B – chlapec řádně připoután na dětském podsedáku, střet v 40 km/h

V pravé části obr. 19 je znázorněna poloha modelu chlapce v čase 80 ms po prvním kontaktu vozidla mazda s betonovou zídou při výpočtově zvolené rychlosti 40 km/h. Model chlapce je usazen na dětském podsedáku značky Babideal, přičemž je řádně připoután tříbodovým bezpečnostním pásem.

Ve výpočtovém čase cca 70 ms naráží model chlapce holení pravé nohy (žlutá barva) do spodní části sedadla řidiče, přičemž šikmá větev pásu způsobuje zvýšený průhyb hrudní oblasti (žlutá až oranžová barva), v tomto čase rovněž počíná zvýšená flexe krční oblasti (oranžová barva). Dále model chlapce naráží chlapec levým kolenem do zadní části sedadla řidiče, což způsobuje zvýšené zatížení stehenní kosti (oranžová), flexe krku pokračuje. Bezpečnostní pásy zadržují tělo v dalším pohybu.



Obr. 22 Okamžik střetu hlavy chlapce s hranou sedadla řidiče v čase 170 a 180 ms, rychlost střetu 36 km/h, varianta 2.

Fig. 22 The moment the boy's head collides with the edge of the driver's seat at 170 and 180 ms, collision speed 36 km/h, variant 2.

HIC při výpočtově zvolené rychlosti 40 km/h dosahuje stále velmi přijatelné hodnoty $HIC_{15} = 290$ (hlava zelená), obr. 19.

Vzájemné porovnání průběhu zpomalení hlavy modelu chlapce (ze kterého je automaticky vypočítáváno HIC) v rychlostech 36 km/h a 40 km/h, tedy pro varianty 1A a 1B, je na obr. 20.

3.3 Varianta 2 – nepřipoutaný chlapec sedící uprostřed zadního sedadla mimo podsedák

Na obr. 21 je znázorněna obrazová sekvence pohybu modelu chlapce při nárazu vozidla mazda do betonové zídky, a to ve výpočtově zvolené rychlosti 36 km/h. Model chlapce zde sedí v prostřední části zadního sedadla mimo dětský podsedák. Model chlapce zde není připoután bezpečnostním pásem.

Jednotlivé obrázky sekvence jsou sejmuty z výsledků simulace v časech 0 – 100 – 150 – 200 a 250 ms. Z obrazové sekvence na obr. 22 je patrné, že ve výpočtovém čase mezi 170 a 180 ms od okamžiku kontaktu vozidla mazda s betonovou zídkou dochází k nárazu hlavy modelu chlapce do hrany sedadla řidiče. HIC dosahuje orientační hodnoty $HIC_{15} = 1980$, kdy by patrně došlo k vážnému poranění hlavy. Dochází rovněž k nadměrné flexi krku a k zatížení stehenních kostí při kontaktu se zadní stranou předních sedadel vozidla.

3.4 Varianta 3A – nepřipoutaný chlapec sedící na dětském podsedáku v zadní části vozidla

Na obr. 23 je znázorněna obrazová sekvence pohybu modelu chlapce při nárazu vozidla mazda do betonové zídky, a to ve výpočtově zvolené rychlosti 30 km/h. Jednotlivé snímky sekvence jsou sejmuty z výsledků simulace v časech 130 – 140 – 150 ms.

Model chlapce je usazen v zadní části vozidla na dětském podsedáku

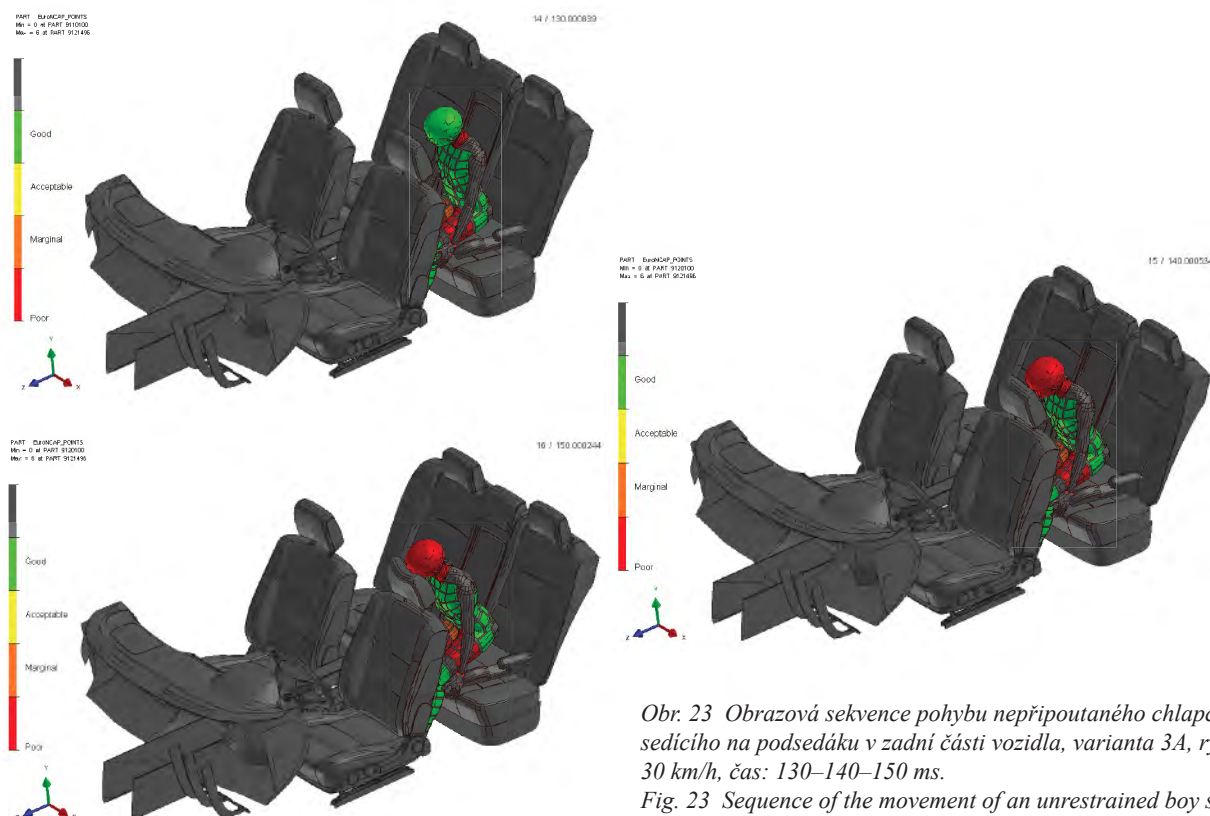
a není připoután tříbodovým bezpečnostním pásem. Chlapec obličejovou částí hlavy (oblast levého oka mezi nosem a levou tvář) naráží do deformovatelné opěrky hlavy řidiče. Tuhost opěrky není z nedostatku podkladových informací přesně validována. Je však nastavena tak, aby vyhověla mezinárodní legislativě.

3.5 Varianta 3A – nepřipoutaný chlapec na dětském podsedáku v zadní části vozidla

Na obr. 23 je znázorněna obrazová sekvence pohybu modelu chlapce při nárazu vozidla mazda do betonové zídky ve výpočtově zvolené rychlosti 30 km/h. Jednotlivé snímky sekvence jsou sejmuty z výsledků simulace v časech 130 – 140 – 150 ms.

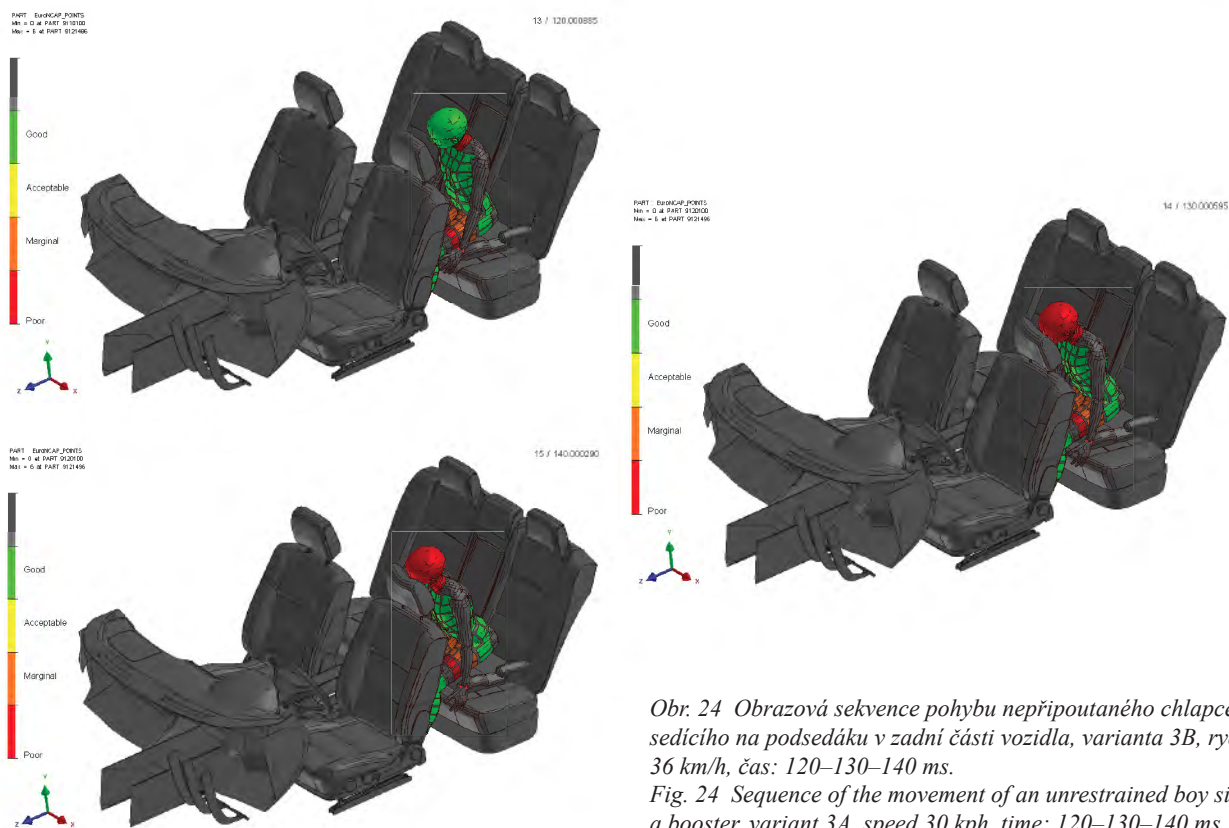
Model chlapce sedí v zadní části vozidla na dětském podsedáku a není připoután tříbodovým bezpečnostním pásem. Model chlapce naráží obličejovou částí hlavy (oblast levého oka mezi nosem a levou tvář) do deformovatelné opěrky hlavy řidiče. Tuhost opěrky není z nedostatku podkladových informací přesně validována. Je však nastavena tak, aby vyhověla mezinárodnímu předpisu EHK 17, kdy kulový impaktor o hmotnosti 6.8 kg (charakteristická hmotnost lidské hlavy) naráží do zadní části opěrky hlavy rychlostí 24.1 km/h (15 mph), přičemž je známo, že pro vyhovující výsledek kritéria HIC dosahuje zpomalení maximální hodnoty 30 až 40 g. ze získaných výpočtových dat je zřejmé, že při střetových rychlostech nad 24 km/h je kinetická energie a biomechanická zátěž hlavy významně vyšší, viz tab. 2.

Z obrazové sekvence na obr. 23 je patrné, že v čase mezi 130 a 140 ms, od okamžiku kontaktu vozidla mazda s betonovou zídkou, dochází k nárazu hlavy chlapce do zadní části opěrky hlavy řidiče. HIC dosahuje orientační hodnoty $HIC = 1172$, kdy by patrně došlo ke zranění hlavy.



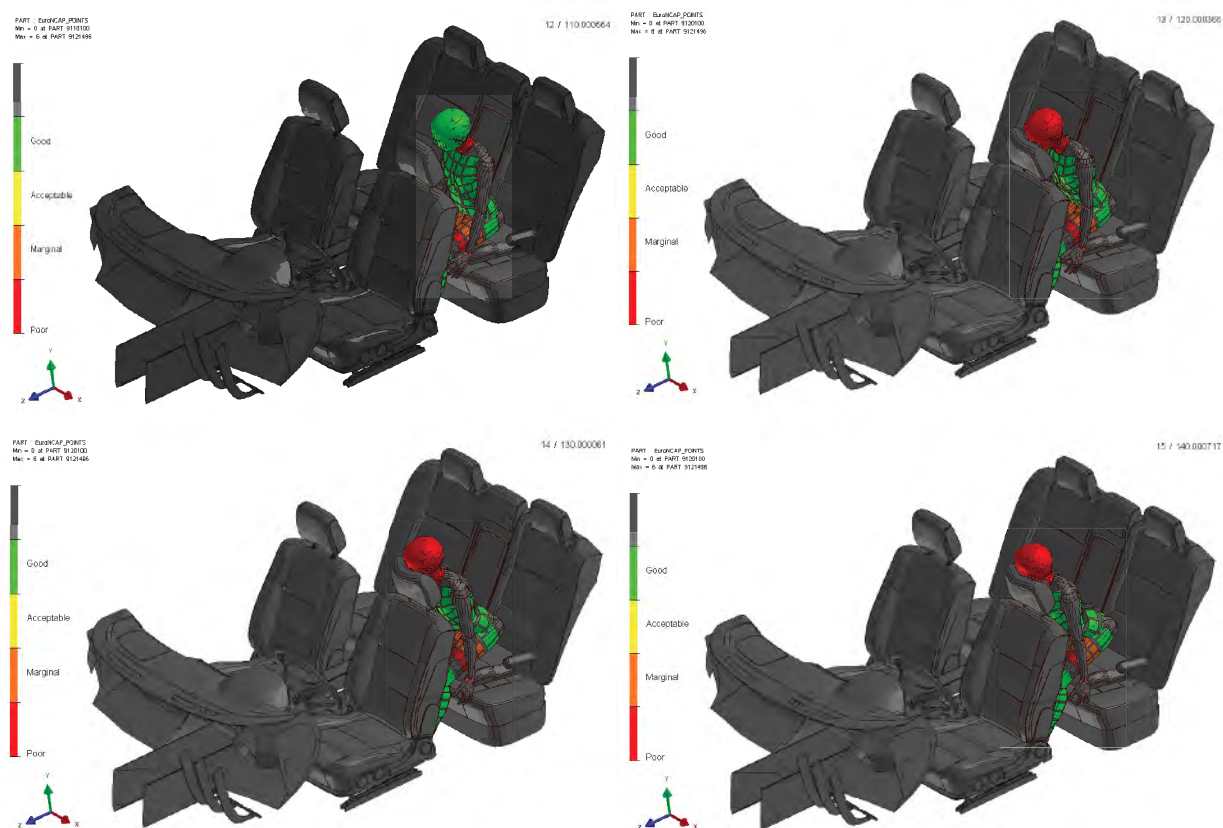
Obr. 23 Obrazová sekvence pohybu nepřipoutaného chlapce sedícího na podsedáku v zadní části vozidla, varianta 3A, rychlost 30 km/h, čas: 130–140–150 ms.

Fig. 23 Sequence of the movement of an unrestrained boy sitting on a booster; variant 3A, speed 30 kph, time: 130–140–150 ms.



Obr. 24 Obrazová sekvence pohybu nepřípoutaného chlapce sedícího na podsedáku v zadní části vozidla, varianta 3B, rychlost 36 km/h, čas: 120–130–140 ms.

Fig. 24 Sequence of the movement of an unrestrained boy sitting on a booster, variant 3A, speed 30 kph, time: 120–130–140 ms.



Obr. 25 Obrazová sekvence pohybu nepřípoutaného chlapce sedícího na podsedáku v zadní části vozidla, varianta 3C, rychlost 40 km/h, čas: 110–120–130–140 ms.

Fig. 25 Sequence of the movement of an unrestrained boy sitting on a booster, variant 3C, speed 30 kph, time: 110–120–130–140 ms.

3.6 Varianta 3B – nepřipoutaný chlapec na dětském podsedáku v zadní části vozidla

Na obr. 24 je znázorněna obrazová sekvence pohybu modelu chlapce při nárazu vozidla mazda do betonové zídky, a to ve výpočtově zvolené rychlosti 36 km/h. Jednotlivé snímky sekvence jsou sejmuty z výsledků simulace v časech 120 – 130 – 140 ms.

Model chlapce je zde usazen v zadní části vozidla na dětském podsedáku a není připoután tříbodovým bezpečnostním pásem. Model chlapce narazí obličejovou částí hlavy (oblast levého oka mezi nosem a levou tvář) do deformovatelné opěrky hlavy řidiče.

Z obrazové sekvence na obr. 24 je patrné, že ve výpočtovém čase mezi 120 a 130 ms, od okamžiku kontaktu vozidla mazda s betonovou zídkou, dochází k nárazu hlavy modelu chlapce do zadní části opěrky hlavy řidiče. HIC dosahuje orientační hodnoty $HIC = 2457$, kdy by ze statistického pohledu patrně došlo k vážnému poranění hlavy.

3.7 Varianta 3C – nepřipoutaný chlapec na dětském podsedáku v zadní části vozidla

Na obr. 25 je znázorněna obrazová sekvence pohybu modelu chlapce při nárazu vozidla mazda do betonové zídky při výpočtově zvolené rychlosti 40 km/h. Jednotlivé snímky sekvence jsou sejmuty z výsledků simulace v časech 110 – 120 – 130 a 140 ms.

Model chlapce je polohován do zadní části vozidla, kde je usazen na dětském podsedáku a není připoután tříbodovým bezpečnostním

pásem. Model chlapce obličejovou částí hlavy (oblast levého oka mezi nosem a levou tvář) narazí do deformovatelné opěrky hlavy řidiče.

Z obrazové sekvence na obr. 25 je patrné, že ve výpočtovém čase mezi 110 a 120 ms, od okamžiku kontaktu vozidla mazda s betonovou zídkou, dochází k nárazu levé strany obličejové části hlavy modelu chlapce do zadní části opěrky hlavy řidiče. HIC dosahuje orientační hodnoty $HIC = 9609$ – tato hodnota HIC ukazuje ze statistického pohledu na zranění hlavy prakticky neslučitelné se životem pasažéra (masivní destrukce lebky a mozku – z výzkumných prací světových autorů lze dohledat jako limitní hodnotu pro přežití $HIC = 3000$).

4. ZÁVĚR

Dle zadání byly provedeny virtuální analýzy (počítačové simulace) tří základních variant:

- VAR 1 – chlapec sedí na dětském podsedáku a je řádně připoután tříbodovým pásem,
- VAR 2 – chlapec sedí mimo podsedák uprostřed zadního sedadla a není řádně připoután,
- VAR 3 – chlapec sedí na dětském podsedáku a není řádně připoután.

Obr. 26 Počátek setrvačného pohybu trupu a hlavy nepřipoutaného chlapce sedícího na podsedáku v zadní části vozidla, varianta 3B, rychlost 36 km/h, celkový pohled zepředu.

Fig. 26 Beginning of inertial movement of the torso and head of an unrestrained boy sitting on a booster in the rear of the vehicle, variant 3B, speed 36 kph.



Obr. 27 Kontakt hlavy chlapce a hlavovou opěrkou řidiče, varianta 3B, rychlost 36 km/h, čas cca 140 ms, celkový pohled zepředu.

Fig. 27 Contact between the boy's head and the driver's headrest, variant 3B, speed 36 kph, time approx. 140 ms.



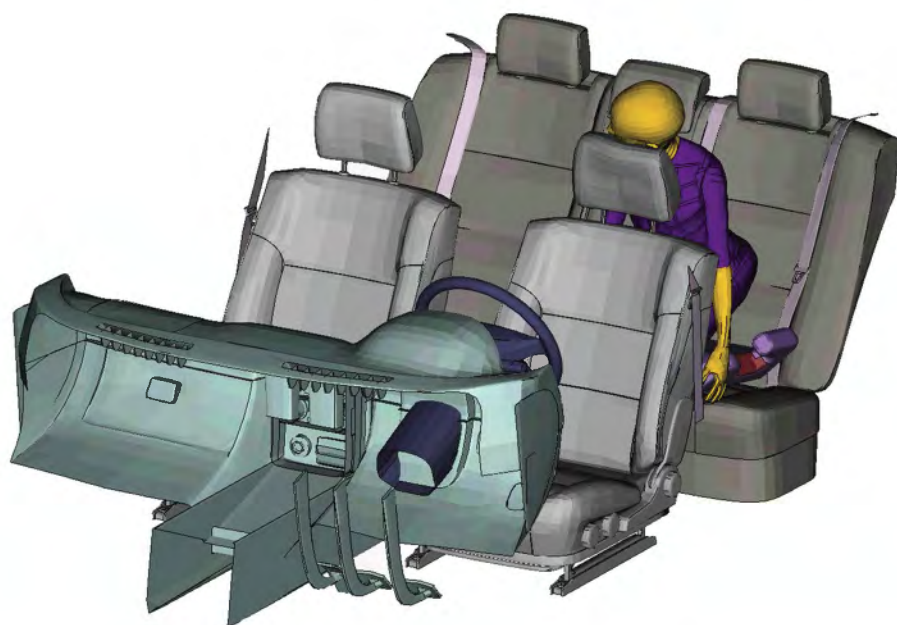
Některé z variant byly výpočtově modelovány při více zvolených nárazových rychlostech z rozsahu 30 až 40 km/h. Varianta 1 tak byla modelována při dvou rychlostech 36 a 40 km/h jako 1A a 1B, varianta 3 pak ve třech rychlostech – 30, 36 a 40 km/h jako 3A, 3B a 3C. V průběhu impaktního děje byla sledována jednak trajektorie pohybu těla a hlavy modelu chlapce a zároveň, přičemž bylo zároveň vyhodnoceno i kritérium poranění hlavy HIC (head injury criterium). Publikace světově uznávaných autorů o biomechanice hlavy osob cestujících ve vozidlech udávají statistickou pravděpodobnost závažnosti zranění hlavy na základě tohoto kritéria HIC. Zároveň shodně konstatují, že nad úrovní $HIC = 3000$ dochází prakticky ve všech případech ke zraněním neslučitelným se životem.

Výpočtově zvolená rychlost 30 km/h byla již dříve vyloučena jako příliš nízká, „neregnerující“ potřebných rozsah deformací přední části vozidla mazda. Přesto byla na doplnění výsledků a z důvodu umožnění lepší představy řešena i varianta 3A při výpočtově zvolené rychlosti 30 km/h.

Na základě výsledků provedených simulací lze vyvodit následující závěry:

U chlapce sedícího na dětském podsedáku řádně připoutaného bezpečnostním pásem, **varianta 1**, lze konstatovat, že v průběhu pohybu jeho těla vyvolaného šikmým čelním nárazem vozidla do tuhé betonové zídky začnou správně fungovat bezpečnostní pásy, které zadrží pohyb trupu chlapce, na rozdíl od hlavy, která má tendenci pokračovat v pohybu, přičemž dochází k nadměrné flexi (ohýbání) krku. Zatímco hlava tak zůstává po celou dobu děje dle stupnice v barvě zelené ($HIC = 202$ při rychlosti 36 km/h, $HIC = 290$ při rychlosti 40 km/h), tedy bez zranění, nelze vyloučit lehké zranění krku, resp. krční páteře či vazů.

Varianta 2, náraz při rychlosti 36 km/h, kdy chlapec sedí na zadním sedadle mimo podsedák přibližně ve středové pozici mezi předními sedadly a není připoután – chlapec tak má dobrý výhled před vozidlo. Náraz by vrhl tělo chlapce vpřed s proniknutím hlavy mezerou mezi předními sedadly s pravděpodobným nárazem



Obr. 28 Kontakt hlavy chlapce a hlavovou opěrkou řidiče, varianta 3B, rychlost 36 km/h, čas cca 140 ms, pohled do interiéru zepředu.

Fig. 28 Contact of the boy's head and the driver's headrest, variant 3B, speed 36 kph, time approx. 140 ms.



Obr. 29 Kontakt hlavy chlapce a hlavovou opěrkou řidiče, varianta 3B, rychlost 36 km/h, čas cca 120 ms, boční pohled.

Fig. 29 Contact of the boy's head and the driver's headrest, variant 3B, speed 36 kph, time approx. 120 ms.



Obr. 30 Průběh kontaktu hlavy chlapce s hlavovou opěrkou řidiče, varianta 3B, rychlost 36 km/h, čas 120–130–140 ms, detail.
Fig. 30 Course of contact of the boy's head with the driver's headrest, variant 3B, speed 36 kph, time 120–130–140 ms.

levé strany obličeje na boční hranu sedadla řidiče, a to v čase mezi 170 a 180 ms od počátečního kontaktu přídě vozidla s betonovou zídou. HIC zde dosahuje dvojnásobku limitní hodnoty, dle grafu na **obr. 9** lze očekávat velmi vážné poranění hlavy s cca 20% pravděpodobností fatálního následku.

U **varianty 3** (chlapec sedící nepřipoutaný na dětském podsedáku), kde byly řešeny 3 nárazové rychlosti (30, 36 a 40 km/h) by ve všech případech byla hlava chlapce vržena proti hlavové opěrce řidiče a to s narůstající intenzitou. HIC by ve všech třech případech dosahovalo objektivně nadlimitních hodnot (HIC > 1000), viz kap. 2.3 – konkrétně HIC = 1170 při rychlosti 30 km/h, HIC = 2460 při rychlosti 36 km/h a HIC = 9600 při



Obr. 31 Závěrečná fáze kontaktu hlavy chlapce s hlavovou opěrkou řidiče, varianta 3B, rychlost 36 km/h, čas cca 150 ms, detail.
Fig. 31 The final phase of contact of the boy's head with the driver's headrest, variant 3B, speed 36 kph, time approx. 150 ms, detail.

rychlosti 40 km/h. Vzhledem k faktu, že u varianty 3C leží HIC vysoko nad hodnotou 3000, a chlapec nehodu přežil, lze rychlost 40 km/h hodnotit jako již nepřiměřeně vysokou.

Podrobné srovnání výsledků získaných u všech provedených analýz je v tab.6

Vzhledem k trajektorii hlavy chlapce a kontaktu hlavy se zadní stranou hlavové opěrky řidiče, viz např. obrazová sekvence na obr. 30, by s využitím obou v článku uvedených hypotéz bylo možno velmi dobře objasnit mechanismus zranění chlapce (zlomenina mediální stěny očníce, obr. 6) z pohledu znalce z oboru zdravotnictví.

Tab. 6 Přehled dosažených výsledků.
Tab. Overview of achieved results.

Varianta	Rychlost střetu (km/h)	HIC	Výsledek
VAR 1A	36	202	vyhovující
VAR 1B	40	290	vyhovující
VAR 2	36	1980	velmi vážné zranění
VAR 3A	30	1173	vážné zranění
VAR 3B	36	2457	velmi vážné zranění
VAR 3C	40	9609	neslučitelné se životem

Na základě provedené analýzy se jako nejpravděpodobnější jeví náraz vozidla do betonové zídky při rychlosti 36 km/h (varianta 3C), kdy chlapec sedí nepřipoutaný na dětském podsedáku.

Je třeba rovněž zmínit, že dle pravidelných průzkumů populace činila v roce 2011 průměrná hmotnost 10letých chlapců v Čechách a na Slovensku 39 kg. Použitý podsedák zn. Babideal čínského výrobce je vhodný pro použití do hmotnosti 36 kg. Chlapec by tak správně měl použít podsedák konstruovaný pro vyšší zatížení než udávaných 15–36 kg (obr. 8). Tato informace však nemá žádný vliv na již provedené závěry.

Správná citace:

PAVLATA, P. Počítačová simulace zranění chlapce na zadním sedadle osobního vozidla. *Soudní inženýrství*, 2023, 34(1), 8–24.
DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.8>. ISSN 1211-443X.

Vliv použití výstražného trojúhelníku za snížené viditelnosti na rychlost projíždějících vozidel

The Influence of the Use of the Warning Triangle in Reduced Visibility on the Speed of Vehicles

Martin Rak*, Tereza Tmejová, Tomáš Bilík, David Jelínek, Albert Bradáč, Luboš Nouzovský

Ústav soudního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně

Abstrakt

Tento článek se zabývá vlivem použití výstražného trojúhelníku v reálné dopravní situaci za snížené viditelnosti tmou. Předmětem zkoumání je změna rychlosti projíždějících vozidel v souvislosti s touto nestandardní situací. Pro vyhodnocení a popis chování řidičů byla využita metodika koeficientu nebezpečnosti. V rámci tohoto výzkumu byly uvažovány různé možnosti odvrácení střetu nebo jeho následků v uvažovaném rozmezí vzdáleností 30 až 50 m mezi výstražným trojúhelníkem a pomyslnou překážkou.

Klíčová slova: výstražný trojúhelník, rychlost vozidel, koeficient nebezpečnosti, snížená viditelnost, chodec, vozidlo.

Abstract

This article deals with the effect of using the warning triangle in a real traffic situation in reduced visibility during night time. The focus of the study is the change in the speed of passing vehicles in relation to this non-standard situation. The coefficient of the dangerousness was used to evaluate and describe the drivers' behaviour. In the framework of this research, different possibilities of avoiding a collision or its consequences were considered in the considered range of distances of 30 to 50 m between the warning triangle and the imaginary obstacle.

Keywords: warning triangle, vehicle speed, the coefficient of the dangerousness, reduced visibility, pedestrian, vehicle.

1. ÚVOD

Řidiči motorového vozidla, kteří byli nuceni přerušit jízdu z důvodu závady či v důsledku dopravní nehody, jsou povinni učinit vhodná opatření, mj. umístit výstražný trojúhelník, tak aby nebyla ohrožena bezpečnost provozu na pozemních komunikacích v místě dopravní nehody. Během doby, kdy vozidlo tvoří překážku provozu, ovlivňuje běžný provoz. V důsledku toho se stává nebezpečným pro projíždějící vozidla a vzniká riziko sekundární nehody. Sekundární nehody se často týkají více vozidel, a způsobují tak další vážné následky. Následná nehoda mívá z pravidla závažnější následky na zdraví a majetku než primární nehoda, která k dané sekundární nehodě vede. [1] Motivací tohoto výzkumu bylo zjištění vlivu využití výstražného trojúhelníku na riziko vzniku smrtelných zranění osob pohybujících v místě překážky v silničním provozu.

Viditelností výstražných trojúhelníků se dříve zabývali např. Curry a kol. [2], kteří zjistili, že výstražný trojúhelník by měl být

dostatečně viditelný i na vzdálenost 350 m, což potvrdil i předešlý výzkum autorů tohoto článku, který se zabýval viditelností přenosného dopravního značení a výstražných trojúhelníků za snížené viditelnosti. Zároveň bylo zjištěno, že výstražný trojúhelník je dostatečně viditelný pro běžně užívané typy světelných zdrojů (Halogen, LED, Xenon) za daných podmínek. V tomto kontextu nebylo rozhodující, jakými světlomety byla náhodně projíždějící vozidla vybavena.

Vliv použití výstražného trojúhelníku na nehodovost zkoumal např. Clabaux a kol. [3]. Dle nich nemělo zavedení povinnosti využívání výstražného trojúhelníku a reflexních vest zásadní vliv na četnost nehod, což odůvodnili tím, že řidiči výstražný trojúhelník ani reflexní vesty nepoužívali, nebo neuměli využít správně. Autoři Sato a kol. [4] uvedli, že méně, než polovina účastníků zvládla všechny kroky k zabezpečení vozidla a trvalo jim to více než 1 minutu. Zároveň pouze méně než 30 % účastníků dokázalo umístit výstražný trojúhelník v toleranci 3 m od stanovené vzdálenosti. V tomto ohledu bylo pro účely tohoto měření uvažováno se

Dodáno do redakce: 12. 12. 2022

Recenzní řízení: od 13. 12. 2022 do 19. 12. 2022

DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.25>

*Korespondenční adresa: Martin.Rak@vut.cz

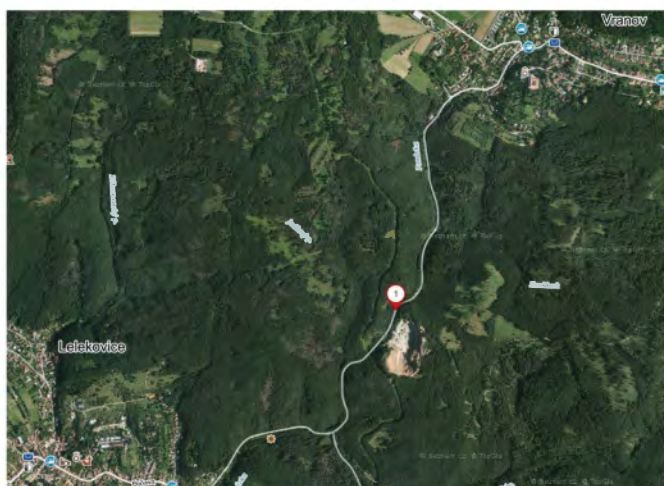
vzdálenostmi mezi výstražným trojúhelníkem a překážkou v silničním provozu v rozmezí 30 až 50 m.

2. METODIKA

2.1 Měření

2.1.1 Okolní podmínky

Měření probíhalo v hodinách po astronomickém soumraku, od 18:30 do 22:30 hod., ve dnech 06. a 07. 12. 2022 mezi obcemi Lelekovice a Vranov u Brna. [5] Dne 06. 12. 2022 byla vozovka mokrá s teplotou vzduchu +1°C. Druhý den měření, 07. 12. 2022, byla vozovka suchá s teplotou vzduchu -1°C. Okolí vozovky bylo bez sněhové pokrývky, která by mohla zapříčinit nižší schopnost viditelnosti/ropoznatelnosti výstražného trojúhelníku, a to z důvodu nižších kontrastů mezi objektem a okolím. V těchto dnech byly podmínky viditelnosti srovnatelné s předchozím měřením, při kterém byla zkoumána viditelnost výstražných trojúhelníků v souvislosti s různými světelnými zdroji. [6]



Obr. 1 Lokace měření.

Fig. 1 Location of the experiment.



Obr. 2 Umístění silničního rychloměru.
Fig. 2 Traffic speed camera placement.

2.1.2 Využitá technika

- Přenosný silniční rychloměr

Pro určení rychlostí projíždějících vozidel byl využit přenosný silniční rychloměr RAMER 10T od společnosti RAMET a.s. Silniční rychloměr byl umístěn za reklamní značku blízkého kamenolomu, tak aby nedocházelo k ovlivnění projíždějících řidičů v požadovaném směru. Měřicí zařízení bylo nastaveno tak, aby pořizovalo obrazový záznam s naměřenou hodnotou rychlosti vozidel projíždějících v úrovni umístěného výstražného trojúhelníku, a to v obou směrech.

- Výstražný trojúhelník

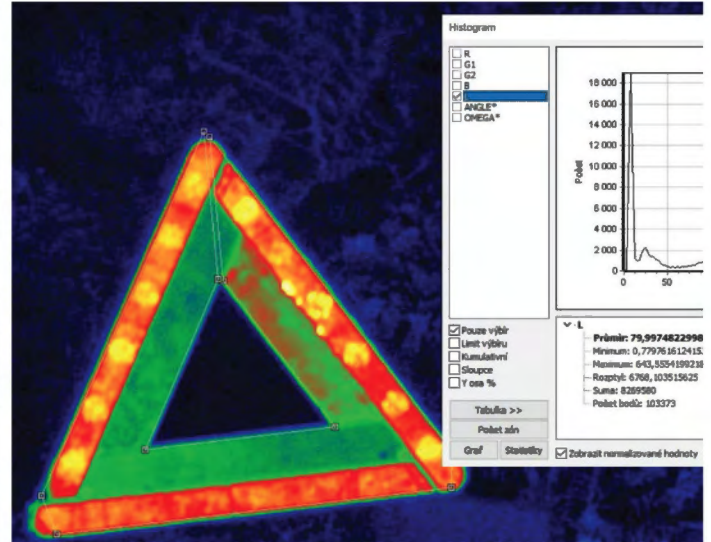
Pro měření byl využit výstražný trojúhelník s označením 27R032708 s evropskou homologací E7, který splňuje rozměrové a retroreflexní/fotometrické vlastnosti dle EHK 27. [7] Výstražný trojúhelník byl umístěn ve vzdálenosti 44 m před pravotočivým směrovým obloukem v extravilánu s maximální povolenou rychlostí 90 km/h, s omezenými výhledovými poměry tak, aby řidiči reagující na tento výstražný trojúhelník museli svou rychlost přizpůsobit domnělé překážce, kterou z úrovně výstražného trojúhelníku nemohou spatřit. Dle platné právní úpravy má být výstražný trojúhelník umístěn ve vzdálenosti minimálně 50 m od překážky. [8] Současně bylo autory při předešlých měřeních zjištěno, že jasové hodnoty světla odraženého od povrchu výstražného trojúhelníku dosahují takových hodnot, při kterých bude tento výstražný trojúhelník viditelný i rozpoznatelný (při tmavém pozadí) pro všechny typy světlometů. Za pomoci měřicího přístroje LumiDisp byly zjištěny průměrné hodnoty jasu předmětného trojúhelníku a blízkého okolí pro výpočet kontrastu tohoto objektu, který byl v daném místě a čase pro řidiče zcela spolehlivě rozlišitelný. Během měření se po pravidelných intervalech cca 30 minut střídaly dva scénáře, bez umístěného a s umístěným výstražným trojúhelníkem na krajnici vozovky, tak aby byl vzorek dat porovnatelný i při změně okolních podmínek.



Obr. 3 Ilustrativní záznam z přenosného rychloměru.
Fig. 3 Example of a speed camera photo.



Obr. 4 Ilustrační foto umístění výstražného trojúhelníku.
Fig. 4 Warning triangle placement example.



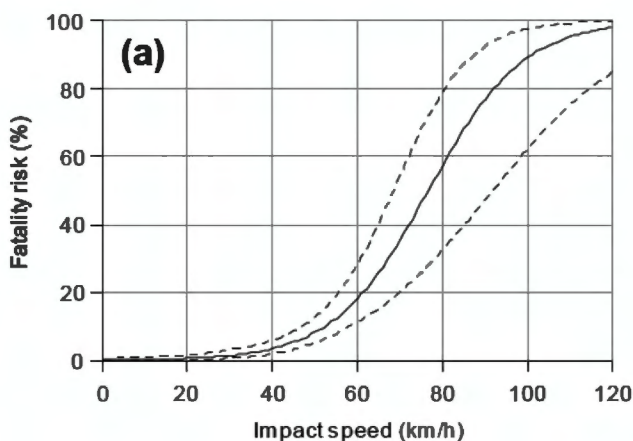
Obr. 5 Hodnoty jasu výstražného trojúhelníku umístěného na místě měření.
Fig. 5 Luminance values of the warning triangle used in the experiment.

2.2 Vyhodnocení

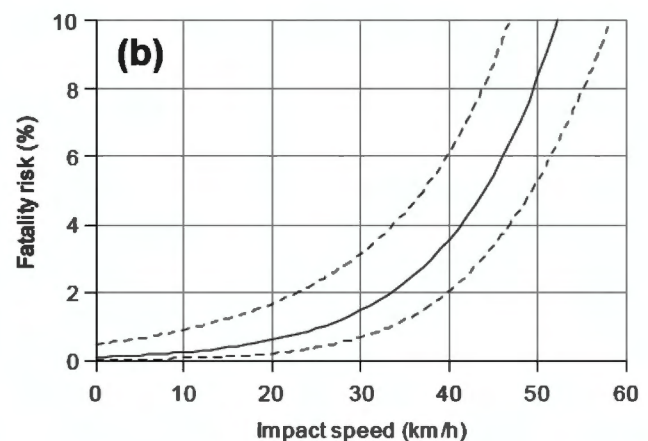
2.2.1 Vyhodnocení rychlostí

Pro vyhodnocení vlivu výstražného trojúhelníku na chování řidičů byly využity pouze rychlosti vozidel jedoucích ve směru na Vranov (směr umístění výstražného trojúhelníku), která nemohla být ovlivněna vozidly protijedoucími, ani jedoucími před nimi. Proto byla využita data ze silničního rychloměru, mezi nimiž byla prodleva pořízení alespoň 10 sekund.

Obecně lze předpokládat, že u překážky v provozu označené výstražným trojúhelníkem může dojít k pohybu chodců. Cuerden a kol. [9] a Rosén a kol. [10] stanovili závislost smrtelných úrazů chodců na rychlosti vozidla při střetu s chodcem, ze které vyplývá, že při střetu v rychlosti 50 km/h je úmrtnost více než dvakrát vyšší, než při rychlosti 40 km/h a více než pětikrát vyšší než při rychlosti 30 km/h. Při tvorbě této závislosti autoři uvažovali chodce ve věku nad 15 let. Na obrázku níže jsou uvedeny grafy, z článku Rosén a kol. [10], průběhu této závislosti a detailu průběhu do rychlosti 60 km/h.



Obr. 6 Závislost smrtelných úrazů chodců na rychlosti vozidla při střetu.
Fig. 6 Probability of pedestrian fatal injury in relation to the vehicle speed.



Pro účely tohoto výzkumu, bylo zvoleno vyhodnocení případů do zastavení a vyhnutí vozidla. Dalším případem byl i možný střet v rychlosti 30 km/h, při které je riziko úmrtí sraženého chodce pod 2%. Vzhledem k exponenciálnímu průběhu závislosti pro rychlosti do cca 70 km/h, by nižší střetová rychlost vedla k nevýraznému snížení rizika úmrtí chodce.

2.2.2 Stanovení koeficientu nebezpečnosti

Pro zhodnocení změny nebezpečnosti možné situace v případech s a bez využití výstražného trojúhelníku byl využit koeficient nebezpečnosti K (dále jen koeficient nebezpečnosti), navržený Maxerou. [11] Tento koeficient byl využit pro analýzu nebezpečnosti jízdních situací spojených s přecházením chodců před přechod pro chodce, díky jeho univerzálnosti je však možné jej aplikovat i v široké škále jiných jízdních situací pro stanovení míry nebezpečnosti. Koeficient nebezpečnosti je definován, jako podíl mezi vzdáleností vozidla od překážky s_1 a vzdáleností potřebné k zastavení vozidla s_{bmin} z dané rychlosti v_0 , při uvažování reakční

doby t_r tzn. 1 sekunda (dle Bradáče [12]) je uvažováno 0,84 sekundy jako celková reakční doba, včetně odezvy vozidla, které byla s přihlédnutím ke sníženým podmínkám viditelnosti pro účely této studie navýšena na 1 sekundu) a zpomalení a $5,8 \text{ m/s}^2$, což je minimální brzdné zpomalení dle EHK/OSN č. 13 H, viz rovnice (1).

$$K = \frac{s_1}{s_{b\min}} = \frac{s_1}{\left(v_0 \cdot t_r + \frac{v_0^2}{2 \cdot a} \right)} \quad (1)$$

Pro další případy byl koeficient nebezpečnosti upraven pro možnost snížení rychlosti vozidla v okamžiku střetu s překážkou na $v_{30} 30 \text{ km/h}$, viz rovnice (2), kdy je hodnota úmrtnosti v případě střetu vozidla s chodcem cca do 2%, a úhybného manévru, při kterém dojde k příčnému přemístění vozidla o $y 2,75 \text{ m}$, viz rovnice (3), což odpovídá šířce jízdního pruhu dle ČSN 73 6110, odst. 8.4.3. [13] Pro případ úhybného manévru byla uvažována adheze μ pro případy mokré vozovky 0,7 a suché vozovky 0,8, jak ve své publikaci uvádí Semela [14].

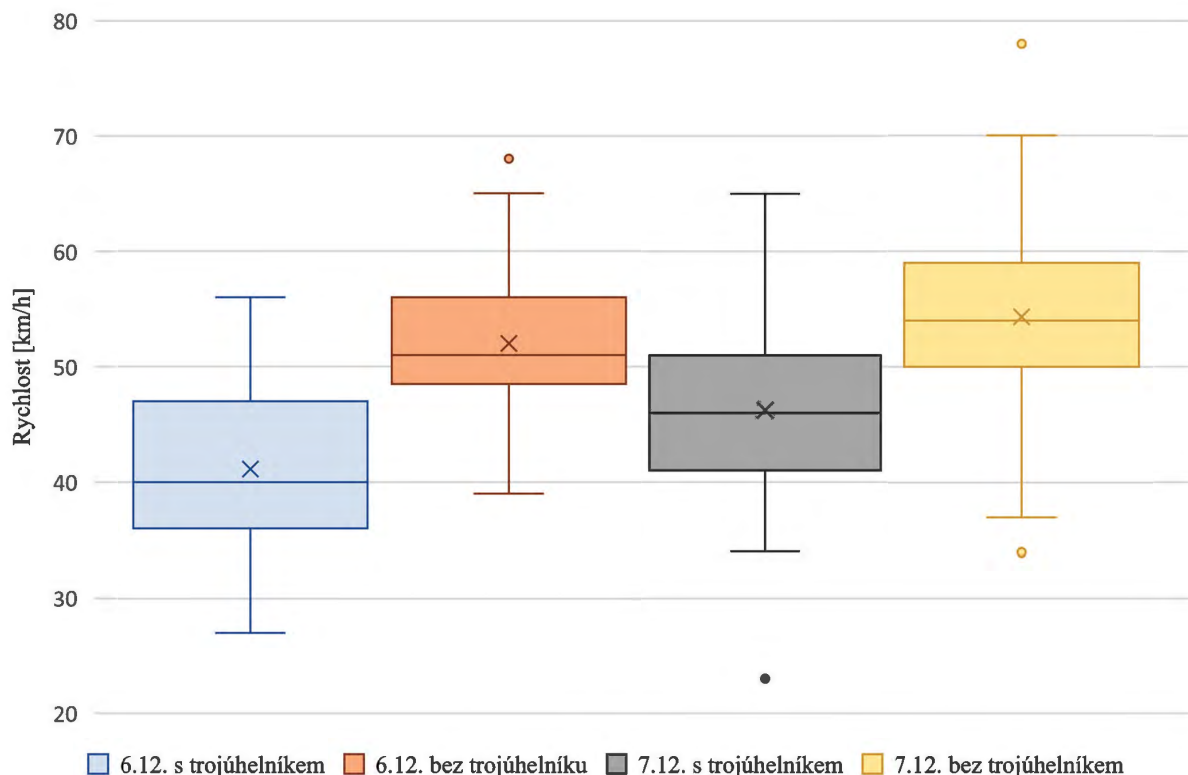
$$K = \frac{s_1}{s_{b\min}} = \frac{s_1}{\left(v_0 \cdot t_r + \frac{v_0^2 - v_{30}^2}{2 \cdot a} \right)} \quad (2)$$

$$K = \frac{s_1}{s_{b\min}} = \frac{s_1}{\left(v_0 \cdot t_r + \frac{1}{2} \cdot v_0 \cdot \sqrt{\frac{y}{u}} \right)} \quad (3)$$

Ve své práci Maxera [11] vymezil na základě podrobné analýzy velkého počtu jízdních zkoušek čtyři základní kategorie jízdních situací dle jejich nebezpečnosti, a to jízdy zcela bezpečné, jízdy

se zvýšeným nebezpečím, jízdy nebezpečné a jízdy kritické. V případě jízdy zcela bezpečných řidiči opticky reagovali na chodce v dostatečné vzdálenosti a jízdní situace proto nevyžadovala bezprostřední jednání řidiče (např. okamžité uvolnění akceleračního pedálu, příp. sešlápnutí brzdového pedálu). U jízdy se zvýšeným nebezpečím řidiči na chodce opticky reagovali později než v předchozí kategorii, bezprostředně po první optické reakci na chodce často zpomalovali vozidlo, aniž by však museli před přechodem pro chodce zastavit. U jízdy nebezpečných řidiči na chodce opticky reagovali ještě později než v kategorii jízdy zcela bezpečných a před přechodem pro chodce již museli brzdit do zastavení, aby mohl chodec bezpečně přejít přes vozovku. V jízdách kritických řidiči opticky reagovali pozdě či vůbec nereagovali a chodec z důvodu vysoké nebezpečnosti přecházení vozovky ani nezahlánil. Pro kvantifikaci zařazení jednotlivých jízdních situací do jednotlivých kategorií nebezpečnosti byl využit koeficient nebezpečnosti a dle zjištěných rozmezí hodnot tohoto koeficientu byly stanoveny mezní hodnoty, které se ukázaly jako obecně použitelné pro celé spektrum jízdních situací, z tohoto důvodu byly tyto uvažovány i v rámci této práce. Stanovené mezní hodnoty koeficientu nebezpečnosti odpovídají těmto hodnotám:

- do 1,00 – situace kritické (dále jen K1),
- od 1,00 do 1,20 – situace zpravidla kritické či nebezpečné, minimálně však se zvýšeným nebezpečím (dále jen K2),
- od 1,20 do 2,00 – situace zpravidla nebezpečné, minimálně však se zvýšeným nebezpečím (dále jen K3),
- od 2,00 do 2,50 – situace se zvýšeným nebezpečím (dále jen K4),
- nad 2,50 – situace zcela bezpečné (dále jen K5).



Obr. 7 Krabicový graf rychlostí projíždějících vozidel pro jednotlivé dny.
Fig. 7 Box plot of passing vehicle speeds for each day.

Tab. 1 Velikost souboru využitých dat.
Tab. 1 The dataset used.

6. 12. 2022		7. 12. 2022	
s výstražným trojúhelníkem	bez výstražného trojúhelníku	s výstražným trojúhelníkem	bez výstražného trojúhelníku
47 vozidel	53 vozidel	72 vozidel	138 vozidel

3. VÝSLEDKY

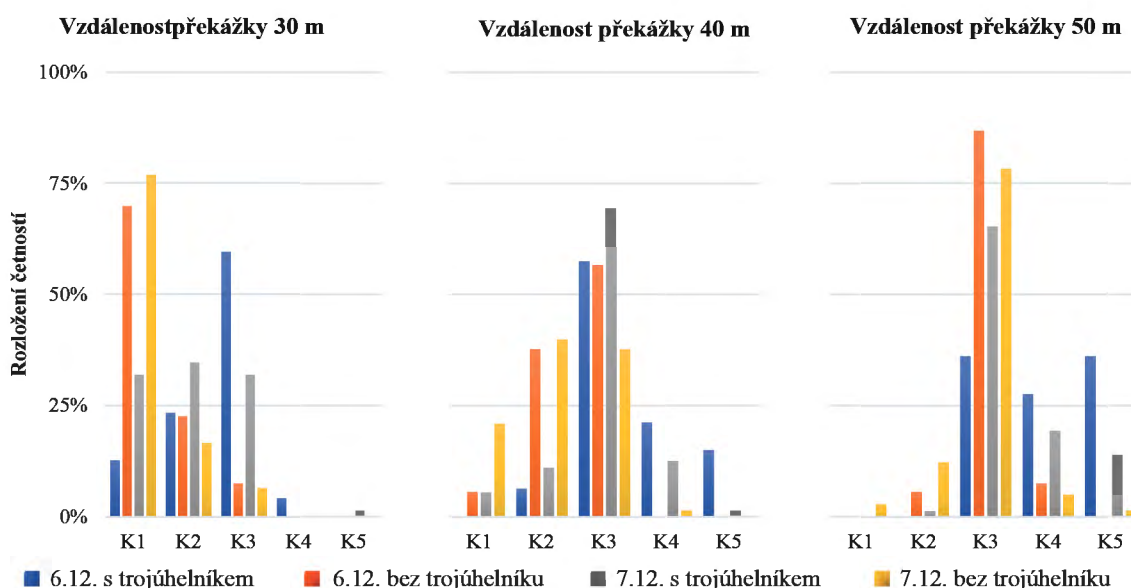
3.1 Výsledky vyhodnocení rychlostí

Velikost souboru využitých dat pro jednotlivé dny je uveden v tab. 1. Z grafu na obr. 2 je patrný pokles rychlostí při využití výstražného trojúhelníku, a to pro oba dny (pokles střední hodnoty rychlostí o 21% dne 6. 12. a 15% dne 7. 12.). Nárůst rychlostí

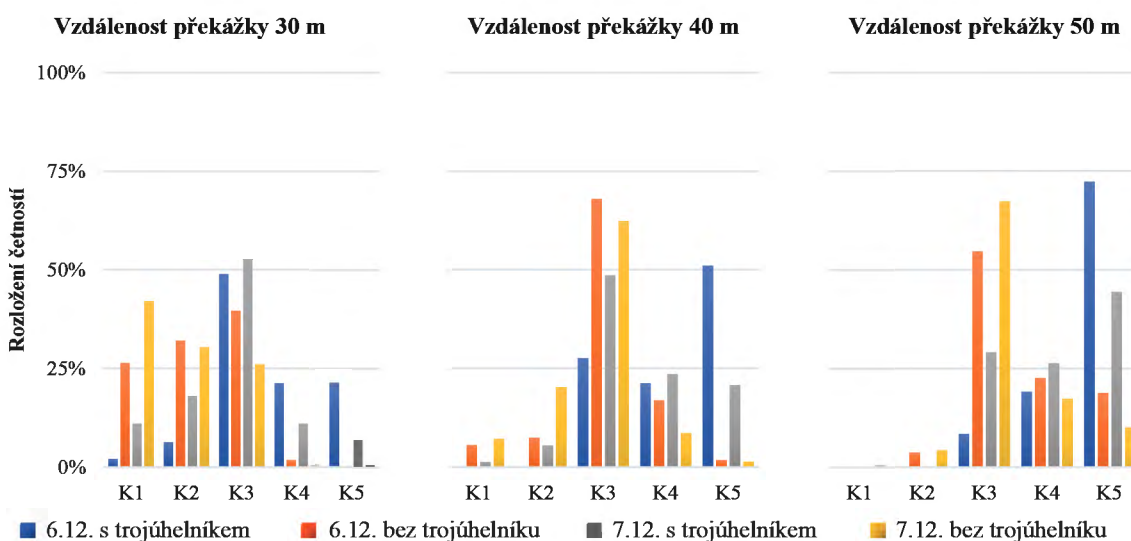
mezi prvním a druhým dnem měření lze přiřadit k rozdílným atmosférickým podmínkám (mokrý, suchá vozovka).

3.2 Výsledky porovnání koeficientu nebezpečnosti

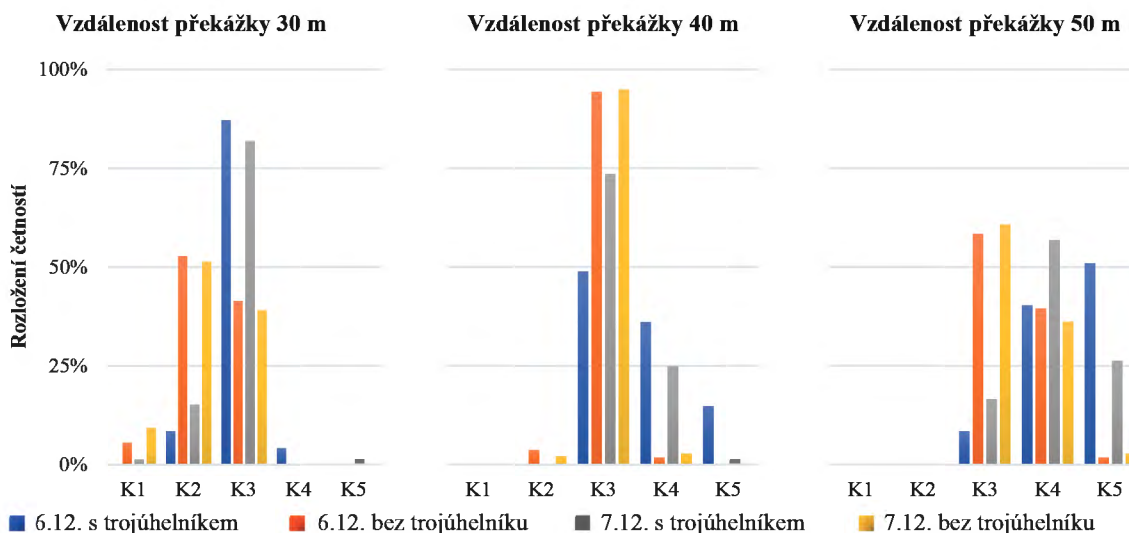
Grafy na obrázcích níže ukazují procentuální rozložení četností naměřených rychlostí a jejich rozdělení do jednotlivých případů popisujících koeficienty nebezpečnosti.



Obr. 8 Procentuální rozložení četností koeficientů nebezpečnosti pro zastavení vozidla před překážkou v různých vzdálenostech.
Fig. 8 Percentage distribution of hazard coefficients counts for stopping a vehicle before an obstacle at different distances.



Obr. 9 Procentuální rozložení četností koeficientů nebezpečnosti pro snížení rychlosti vozidla na 30 km/h před překážkou v různých vzdálenostech.
Fig. 9 Percentage distribution of hazard coefficients counts for reducing the vehicle speed to 30 km/h before an obstacle at different distances.



Obr. 10 Procentuální rozložení četností koeficientů nebezpečnosti pro úhybný manévr před překážkou v různých vzdálenostech.
Fig. 10 Percentage distribution of hazard coefficients counts for an avoidance manoeuvre before an obstacle at different distances.

Je patrné, že v případě využití výstražného trojúhelníku dojde k výraznému snížení kritických situací (K1), při kterých by došlo ke kolizi s překážkou ve vzdálenosti 30 a 40 m. Současně lze uvést, že bez využití výstražného trojúhelníku by, v případě zastavení vozidla, téměř nenastala situace zcela bezpečná (K5) a to ani pro vzdálenost překážky 50 m.

Pro případ zpomalení vozidla na kritickou rychlost 30 km/h, při které je riziko úmrtí sraženého chodce pod 2 % (viz kap. 2.2.1), na vzdálenost překážky 30 a 40 m se téměř nevyskytuje případ situace zcela bezpečné (K5) bez využití výstražného trojúhelníku. Pro vzdálenost 40 a 50 m bez využití výstražného trojúhelníku pak docházelo nejčastěji k situacím zpravidla nebezpečných (K3).

Pro případ úhybného manévru pro vzdálenost od překážky 30 m byla nejvyšší četnost rychlostí bez využití výstražného trojúhelníku pro situaci zpravidla kritickou až nebezpečnou (K2), zatímco při využití výstražného trojúhelníku byla nejvyšší četnost pro situaci zpravidla nebezpečnou (K3). Pro úhybný manévr s překážkou ve vzdálenosti 50 m pak pro měřené rychlosti nenastala situace kritická (K1), ani situace zpravidla kritická až nebezpečná (K2). Při využití výstražného trojúhelníku by však nastala situace se zvýšeným nebezpečím (K4) nebo situace zcela bezpečná (K5), zatímco bez výstražného trojúhelníku by nastala situace se zvýšeným nebezpečím (K4) nebo situace zpravidla nebezpečná, minimálně však se zvýšeným nebezpečím (K3).

4. ZÁVĚR

V rámci tohoto výzkumu byl zhodnocen vliv použití výstražného trojúhelníku za snížené viditelnosti na pokles rychlostí vozidel pro případ využití a nevyužití výstražného trojúhelníku, a to v místě umístění výstražného trojúhelníku, ze kterého by bylo možné řidičem spatřit překážku na 44 m. Z naměřených dat je patrný pokles rychlostí u řidičů, reagujících na výstražný trojúhelník, viz obr. 7.

Dále byly určeny procentuální četnosti koeficientu nebezpečnosti pro situace zastavení vozidla, zpomalení vozidla na rychlost 30 km/h a úhybný manévr, a to vše pro vzdálenosti 30 m, 40 m a 50 m vozidla od pomyslné překážky. Tyto vzdálenosti byly zvoleny z charakteru

směrových oblouků a z něj plynoucí změny výhledových poměrů. Z vyhodnocení závislosti koeficientu nebezpečnosti pro vybrané scénáře na vzdálenost 50 m, což je minimální vzdálenost, která by dle zákona o provozu na pozemních komunikacích měla být mezi výstražným trojúhelníkem a překážkou na vozovce, lze usuzovat následující závěry:

- v případě využití výstražného trojúhelníku 23 % řidičů snížilo svou rychlost tak, že by se nutnost zastavení vozidla dala považovat za zcela bezpečnou situaci (K5),
- v případě využití výstražného trojúhelníku 55 % řidičů snížilo svou rychlost tak, že by se nutnost zpomalení vozidla na rychlost 30 km/h dala považovat za zcela bezpečnou situaci (K5),
- v případě využití výstražného trojúhelníku 36 % řidičů snížilo svou rychlost tak, že by se nutnost úhybného manévru dala považovat za zcela bezpečnou situaci (K5),
- při využití výstražného trojúhelníku řidiči upravili svou rychlost tak, že nedošlo ke vzniku kritické situace (K1), a to pro žádný ze tří zvolených scénářů a výchozích vzdáleností.

Pro srovnání lze uvést závěry i pro rychlosti vozidel, při jejichž měření nebyl využit výstražný trojúhelník:

- bez využití výstražného trojúhelníku by došlo ke vzniku **zcela bezpečné situace** (K5) pro zastavení vozidla pouze u 1 % řidičů,
- bez využití výstražného trojúhelníku by došlo ke vzniku zcela bezpečné situace (K5) pro zpomalení vozidla na 30 km/h pouze u 13 % řidičů,
- bez využití výstražného trojúhelníku by došlo ke vzniku **zcela bezpečné situace** (K5) pro úhybný manévr pouze u 3 % řidičů,
- bez využití výstražného trojúhelníku by došlo ke vzniku **kritické situace** (K1), pro zastavení u 2 % řidičů, snížení rychlosti na 30 km/h u 1 % řidičů a pro případ úhybného manévru u 0 % řidičů.

Z výsledků je patrné, že využití výstražného trojúhelníku má zásadní vliv na vznik zcela bezpečné situace (K5), při které není zapotřebí nadstandartních reakcí řidičů. Ačkoli při reakcích na překážku ve vzdálenosti 50 m bez předchozího upozornění řidičů výstražným trojúhelníkem nedochází k významnému zvýšení vzniku kritických situací (K1), z grafického znázornění četnosti jednotlivých koeficientů nebezpečnosti vyplývá, že by v případech bez využití výstražného trojúhelníku zcela určitě docházelo k vyšším četnostem nebezpečnějších situací (K2–K4), které v konečném důsledku kladou vyšší nároky na brzdné zpomalení a reakce řidičů, před případnou kolizí.

5. PODĚKOVÁNÍ

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



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

6. LITERATURA

- [1] ZHANG, Z. Y., YANG, J. F. (2018). Risk Factors of Secondary Accidents Based on the Bayesian Hierarchical Model. In *Journal of Engineering Science & Technology Review*, 11(5), 2018, pp. 53–60.
- [2] CURRY, D., NIELSEN, E., KIDD, J., TUTTLE, M. Driver Detection of Roadside Obstacles at Night. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 51. 2007, pp. 1181–1185. 10.1177/154193120705101827
- [3] CLABAUX, N., FOURNIER J.-Y. An evaluation of the road safety impact of the obligation for motorists to have a safety kit in their vehicle. *Journal of Transport & Health*, 20, 2021, 100957. ISSN 2214-1405, <https://doi.org/10.1016/j.jth.2020.100957>
- [4] SATO, K., YANG, W. *Design Development of the Support Tool to Prevent Secondary Accidents on Highway*. 2019. 10.1007/978-3-030-23525-3_51
- [5] *V kolik se rozednívá a stmívá?* Meteogram.cz [online]. [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: <https://www.meteogram.cz/vychod-zapad-slunce/>
- [6] KRTOLOVÁ, A., MATOUŠEK, J., MONZER, L. *Světlo a osvětlování*. Avicentrum, zdravotnické nakladatelství, Praha, 1981, 272 s.
- [7] EHK č. 27, 2015, *Jednotná ustanovení pro homologaci výstražných trojúhelníků*. Rev. 2.
- [8] Zákon č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích.
- [9] CUERDEN, R., RICHARDS, D., HILL, J. Pedestrians and their survivability at different impact speed. In: *Proceedings of the 20th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*. Paper No. 07-0440. Lyon, France, 2007, s. 1–12.
- [10] ROSÉN, E., SANDER, U. Pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. *Accident Analysis & Prevention* [online]. 2009, 41(3), 536–542 [cit. 2022-12-10]. ISSN 0001-4575. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457509000323>
- [11] MAXERA, P. *Analýza chování řidiče při řešení situací spojených s přecházením chodců přes vozovku*. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zavprace/detail/130203>. Dizertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství. Vedoucí práce doc. Ing. Robert Kledus, Ph.D.
- [12] BRADÁČ, A. a kol.: *Soudní inženýrství*. CERM, Brno, 1997, Brno, 140 s. ISBN 80-7204-057-X
- [13] ČSN 73 6110, 2006. *Projektování místních komunikací*. Český normalizační institut, Praha.
- [14] SEMELA, M. *Analýza silničních nehod I*. Druhé přepracované vydání. Vysoké učení technické v Brně Ústav soudního inženýrství, Brno, 2016. ISBN 978-80-214-5037-0

Správná citace:

RAK, M., TMEJOVÁ, T., BILÍK, T., JELÍNEK, D., BRADÁČ, A., NOUZOVSÝ, L. Vliv použití výstražného trojúhelníku za snížené viditelnosti na rychlost projíždějících vozidel. *Soudní inženýrství*, 2023, 34(1), 25–31.

DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.25>. ISSN 1211-443X.

Nejvýznamnější cenotvorné faktory kulturních památek s rezidenční funkcí v Olomouci

The Most Significant Pricing Factors of Cultural Monuments with a Residential Function in Olomouc

David Brandejs*, Pavel Klika, Klára Francová

Ústav soudního inženýrství VUT v Brně, Brno

Abstrakt

Jednou z nejvýznamnějších součástí kulturního dědictví a bohatství každého národa jsou kulturní památky. Jak již bylo uvedeno v prvním článku této série, který byl zveřejněn v časopise „Soudní inženýrství“ s názvem: „Architektonický styl není příliš významným cenotvorným faktorem.“[1] Kulturních památek, v podobě nemovitých staveb, je v České republice nespočet. Více než polovina objektů je využívána k rezidenčním účelům, tedy k bydlení. V prvním článku byl zkoumán vliv architektonického slohu, který lze u historických objektů předpokládat. V tomto článku se autoři zaměřili na cenotvorné faktory, které se zpravidla uvažují u běžných staveb a zkoumali jejich významnost u památkových objektů. Jednalo se o stáří staveb a faktory polohové jako jsou vzdálenosti do centra města, na zastávku městské hromadné dopravy, ke školským institucím či k nejbližšímu zdravotnímu středisku.

Studie vyhodnocuje nejvýznamnější cenotvorné faktory bytových jednotek, které jsou součástí památkově chráněných bytových domů. Pro výzkum byly použity cenové údaje realizovaných prodejních cen, získané z Českého úřadu geodézie a katastru nemovitostí. Dále data z Českého statistického úřadu a v neposlední řadě data získané z databáze Národního památkového ústavu, konkrétně z Památkového katalogu.

Po vytvoření dostatečně velké databáze byly za pomoci Analýzy závislosti, korelace, regresního modelování a vícerozměrné regresní analýzy specifikovány, kvantifikovány a vyhodnoceny nejvýznamnější cenotvorné faktory.

Klíčová slova: nemovité kulturní památky; ocenění; hodnota; analýza závislosti; vícenásobná regresní analýza.

1. ÚVOD

Na hodnotu každé oceňované nemovité věci působí různé cenotvorné faktory, které mají anebo mohou mít snižující i zvyšující vliv na konečnou hodnotu. Základní členění cenotvorných faktorů se dělí

Abstract

One of the most important parts of the cultural heritage and wealth of any nation are cultural monuments. As already stated in the first article of this series published in the journal “Forensic Engineering” entitled: “Architectural style is not a very significant pricing factor.”[1] There are countless national cultural monuments in the form of immovable buildings in the Czech Republic. More than half of the buildings are used for residential purposes, i.e., for housing. In the first article, the influence of architectural style, which can be assumed for historical buildings, was investigated. In this article, the authors focused on price-forming factors that are usually considered for ordinary buildings and examined their significance for heritage buildings. These were the age of the buildings and locational factors such as the distance to the city centre, to the public transport stop, to educational institutions or to the nearest health centre.

The study evaluates the most significant price-setting factors of housing units that are part of heritage-protected apartment buildings. The price data of realized sales prices, obtained from the Czech Office of Geodesy and the Real Estate Cadastre, were used for the research. Furthermore, data from the Czech Statistical Office and, last but not least, data obtained from the database of the National Monuments Institute, specifically from the Monuments Catalogue.

After creating a sufficiently large database, the most significant price-forming factors were specified, quantified, and evaluated with the help of Dependency Analysis, Correlation, Regression Modelling and Multivariate Regression Analysis.

Keywords: immovable cultural monuments; valuation; value; dependency analysis; multiple regression analysis.

na dvě hlavní skupiny, vlastnosti věci a vlastnosti okolí. Tento článek je zaměřen na vlastnosti věci z hlediska stáří nemovitosti a vlastnosti okolí nemovitých věcí, a to na faktory polohové.

Podstatným vlivem okolí, který může ovlivňovat hodnotu nemovitosti, je prostorové umístění stavby jak z hlediska dopravní

Dodáno do redakce: 25. 4. 2023

Recenzní řízení: od 25. 4. 2023 do 3. 5. 2023

*Korespondenční adresa: david.brandejs@vut.cz

DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.32>

dostupnosti, tak občanské vybavenosti v okolí. Proto jsou zkoumány faktory vzdálenosti do centra města, na zastávku městské hromadné dopravy, ke školským institucím a např. k nejbližšímu zdravotnímu středisku apod.

V rámci výzkumného projektu „*The influence of significant factors that affect the value of immovable national cultural monuments with a residential function in the Czech Republic*“ byla zkoumána veškerá města nad 90 000 obyvatel v ČR, tedy Brno, Ostrava, Plzeň, Liberec, Olomouc, České Budějovice, Hradec Králové a Ústí nad Labem. Hlavní město Praha nebylo do výzkumu zahrnuto, poněvadž by vzhledem ke své rozloze a specifickému trhu vyžadovalo samostatnou studii. V tomto příspěvku je představena pouze dílčí část dosažených výsledků, a to katastrální území města Olomouc.

K vyhodnocení jsou použity statistické metody, zejména nástroje Analýzy závislosti, korelační a regresní analýza.

2. ZDROJE DAT A LOKALITA

O zdrojích dat, lokalitě a analýze dat bylo psáno již v prvním článku této série. Autoři si však uvědomují, že čtenář nemusí mít k dispozici oba články, a proto jsou zde tyto důležité kapitoly opakovány.

2.1 Zdroje dat

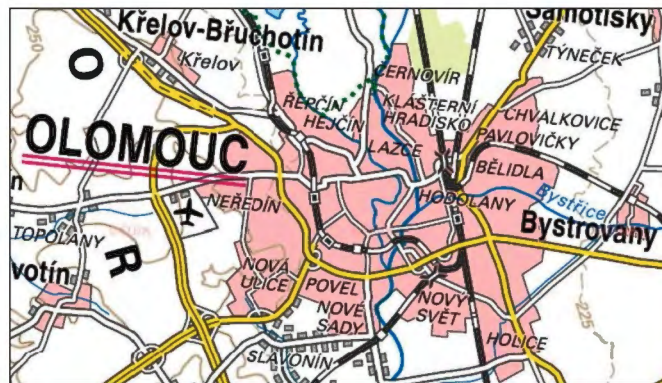
Základním a nejdůležitějším podkladem pro vyhodnocení cíle výzkumu jsou cenové údaje realizovaných prodejů bytových jednotek v památkově chráněných bytových domech, které byly získány z databáze Českého úřadu zeměměřického a katastrálního.

Dalším významným zdrojem dat, které byly ve studii použity, je Národní památkový ústav (NPÚ). Tento ústav vede ve své gesci tzv. Památkový katalog. Památkový katalog je ve své podstatě evidenční systém obsahující údaje ke kulturním památkám, národním kulturním památkám, památkově chráněným územím, ochranným pásmům a k dalším objektům, jichž se zájem památkové péče dotýká. Součástí Památkového katalogu je Ústřední seznam kulturních památek (ÚSKP). Ústřední seznam kulturních památek obsahuje údaje ke kulturním památkám, národním kulturním památkám, památkově chráněným územím a ochranným pásmům v rozsahu, který definuje zákon č. 20/1987 Sb., Zákon České národní rady o státní památkové péči v platném znění. V ÚSKP je možné ke každé kulturní památce nalézt, mimo jiné, základní popisné údaje, kde se památkově chráněná budova nachází (kraj, okres, obec, část obce, katastrální území a adresu), včetně fotografie a odkazu na umístění prvku v katastrální mapě, katalogové číslo ÚSKP, památkovou ochranu a fázi ochrany, plošnou památkovou ochranu a dále typ nemovitosti, kategorii, architektonický styl a sloh, ve kterém byla věc nemovitá postavena, kdo byl jejím autorem a ve kterém roce nemovitost vznikla.

Mimo výše uvedené lze v tomto seznamu také dohledat digitální dokumenty ke stavbám, pokud se dochovali. Součástí ÚSKP je taktéž Informační systém o archeologických datech. Vzhledem ke skutečnosti, že jsou zdroje dat veřejnými zdroji vedenými státními institucemi, jsou tyto zdroje považovány za relevantní a vhodné. Věrohodnost použitých zdrojů dat a data nebyly dále a více dostupným způsobem zkoumány ani ověřovány a jsou ve vztahu k provedené studii považovány za věrohodné.

2.2 Zkoumaná lokalita

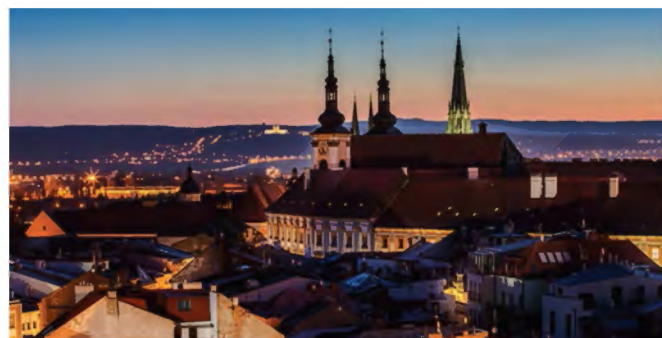
Statutární město Olomouc se nachází na Moravě v Olomouckém kraji. Město se rozléhá na 10 333 ha a leží na důležité dopravní spojnici mezi Brnem a Ostravou. Olomouc má dobrou dopravní infrastrukturu. Protíná ji několik tras železnice a 3,8 km západně od středu města se nachází veřejné vnitrostátní letiště. Nachází se zde veškerá občanská vybavenost. Město se skládá z 27 městských částí a z 20 katastrálních území, žije zde 100 663 obyvatel. Od severu na jih městem protéká řeka Morava.



Obr. 1 Katastrální území města Olomouc
(zdroj: www.mapy.cz).

Fig. 1 Cadastral territory of the city of Olomouc
(source: www.mapy.cz).

Statutární město Olomouc bylo jedno z nejvýznamnějších královských měst. Díky své výhodné poloze bylo centrem pro obchod a kulturu na Moravě. Nejstarší částí městského organismu Olomouce je městská památková rezervace, která je druhou nejrozsáhlejší rezervací v České republice. Až do poslední dekády 19. století byla uzavřena hradbami a pevnostním pásmem a přístupná jen městskými branami.



Obr. 2 Olomouc – Horní náměstí (zdroj: www.historickasidla.cz).
Fig. 2 Olomouc – Horní náměstí (source: www.historickasidla.cz).

Město Olomouc má historické jádro, které bylo roku 1971 prohlášeno městskou památkovou rezervací. V současné době je platné tzv. druhé vyhlášení výnosem ministerstva kultury České republiky ze dne 21.12.1987 č.j. 16.417/87 – VI/1 o prohlášení historických jader vybraných měst za památkové rezervace. Městská památková rezervace se rozléhá na ploše přibližně 87 ha. V této oblasti je na 697 domovních čísel. Na Moravě je to jedno z nejrozsáhlejších městských jader. V době vyhlášení se v MPR nacházelo 264 objektů (měšťanské domy, kostely, sochy, kašny, městské opevnění apod.)

zapsaných ve Státním seznamu nemovitých kulturních památek, dnes se jejich počet blíží k 280. Nejvýznamnější z nich jsou zapsány jako Národní kulturní památky: areál Přemyslovského hradu, kostel sv. Mořice a soubor barokních kašen a sloupů. V roce 2000 se jedna z památek města dostala na seznam světového kulturního dědictví UNESCO. Jedná se o Sloup Nejsvětější Trojice z roku 1716–1754 z dob barokního sochařství a urbanismu.

Dnes je Olomouc sídlem Krajského úřadu Olomouckého kraje, Univerzity Palackého, Arcibiskupství olomouckého, řady kulturních organizací, ale i obchodních nebo průmyslových firem a vojenských institucí (Spojené velitelství Armády ČR). [7]

3. ANALÝZA DAT

Základním podkladem pro výzkum bylo sestavení databáze památkově chráněných bytových domů ze všech katastrálních území města Olomouc (kód obce dle katastru nemovitostí: č. 500496), okres Olomouc, kraj Olomoucký. Databáze obsahuje čísla popisná památkově chráněných bytových domů, jejich katalogové číslo a rejstříkové číslo vedené Národním památkovým ústavem v Památkovém katalogu.

V katastrálním území Olomouc byla dále analyzována, v období let 2014 až 2022, data cenových údajů z uskutečněných prodejů, tedy realizované prodejní ceny všech bytových jednotek dle čísel popisných a čísel bytových jednotek. Čísla popisná, ke kterým byly přiřazeny cenové údaje v katastru nemovitostí byla následně porovnána s čísly popisnými památkově chráněných bytových domů. Tímto způsobem byla, dle čísel popisných, sestavena databáze památkově chráněných bytových domů a bytových jednotek. Vzhledem k malému počtu prodejů byly vybrány všechny uskutečněné prodeje bytů v památkově chráněných domech ve městě Olomouci.

Z databáze cenových údajů, vedené Českým úřadem zeměměřičkým a katastrálním, o realizovaných prodejkách bytových jednotek, byla vytvořena vlastní databáze, která obsahovala údaje o každé bytové jednotce v památkově chráněném bytovém domě. Databáze zejména obsahuje: číslo vkladu, datum vkladu, cenový údaj, číslo bytové jednotky, adresu, na které se bytová jednotka nachází, velikost bytové jednotky a případný převáděný spoluvlastnický podíl. Následně byly cenové údaje, pomocí HB Indexu, přeindexovány na cenovou úroveň roku 2022.

Dále byly stanoveny zkoumané cenotvorné faktory, které mohou hodnotu bytových jednotek v památkově chráněných bytových domech ovlivňovat a touto studií má být jejich vliv prokázán nebo vyvrácen. Výsledná databáze byla doplněna o tyto údaje, kompletně dokončena a v dalším kroku vyhodnocena.

Zkoumanými cenotvornými faktory této studie jsou zejména historické atributy, a to stáří stavby a architektonický styl ve kterém jsou budovy postaveny. Dále byly vybrány další cenotvorné faktory, které mohou hodnotu národních kulturních památek ovlivňovat, jsou spojeny zejména s prostorovým umístěním těchto staveb a s vlivem jejich okolí a lze u nich předpokládat, že se jedná o charakteristiky, které vysvětlují statistickou významnost při vysvětlení ceny nemovitosti. Podstatným vlivem okolí, který může ovlivňovat hodnotu nemovitosti, je zejména již zmíněné prostorové umístění stavby z hlediska nejen dopravní dostupnosti, ale i občanské vybavenosti v okolí. Proto byly mezi další zkoumané

cenotvorné faktory zvoleny: Vzdálenost do centra (Horní náměstí v Olomouci), vzdálenost na nejbližší zastávku MHD, vzdálenosti k nejbližší mateřské, základní škole i vysoké škole a vzdálenost k nejbližšímu zdravotnímu středisku.

Vyhodnocení a výsledky o vlivu architektonického stylu již bylo zveřejněno v samostatné publikaci s názvem: „*Architektonický styl není zcela významným cenotvorným faktorem.*“ V tomto článku bude tedy věnována pozornost vyhodnocení již zmíněných prostorových vlivů a vlivu stáří stavby.

Sestavená databáze, která byla použita pro vyhodnocení prostorových vlivů spojených zejména s umístěním stavby v tržních cenách, byla modifikována. Modifikace obsahovala vyřazení extrémních hodnot, které mohli být spojeny např. s luxusními entitami nebo se naopak mohli nacházet ve vyloučené lokalitě s problémovým okolím. Dále byli vyřazeny duplicitní záznamy. Výsledná databáze ve všech lokalitách, po provedené modifikaci, obsahovala 97 záznamů. V katastrálním území Olomouc pouze 36. Větší počet záznamů, vzhledem k omezeným cenovým údajům vedeným katastrálním úřadem, se nepodařilo sestavit.

4. POUŽITÁ METODA K VYHODNOCENÍ

Velmi účinnou metodou pro analýzu vztahů mezi sadou nezávisle proměnných a jednou závisle proměnnou je vícenásobná lineární regrese.

V analýze založené na vícenásobné regresi hledáme hodnoty závisle proměnné z lineární kombinace hodnot několika (dvou a více nezávisle proměnných). Vzorec pro výpočet je podobný jako v případě jednoduché regrese:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$$

kde

Y	závisle proměnná, jejíž hodnoty se snažíme predikovat,
a	konstanta, hodnoty,
b_1, b_2, b_3	regresní koeficienty (říká se jim také parciální regresní koeficienty),
X_1, X_2, X_3	hodnoty nezávisle proměnné.

Cíle mnohonásobné regrese jsou stejné jako u regrese jednoduché:

- (1) vysvětlit rozptyl v závisle proměnné Y ,
- (2) odhadnout (vypočítat) vliv každé z nezávisle proměnných X na proměnnou závislou. Sílu tohoto vlivu sdělují nestandardizované regresní koeficienty b . Vliv každé nezávisle proměnné je odhadován tak, že je kontrolováno působení ostatních nezávisle proměnných, které vstupují do modelu. Mnohonásobná regrese prostřednictvím standardizovaných regresních koeficientů (β) také pomáhá určit relativní sílu vlivu jednotlivých proměnných na proměnnou závislou – my tak zjistíme, které proměnné mají na rozptyl závisle proměnné největší vliv a které mají naopak vliv nejmenší;
- (3) s pomocí sestavené regresní rovnice predikovat pro jednotlivé případy hodnoty závisle proměnné.[2]

Vzhledem k provedené rešerši literatury a metod vhodných k řešení výše popsané studie, byla pro vyhodnocení metrických veličin zvolena nejvhodnější metoda.

K vyhodnocení v úvodu popsaných cenotvorných faktorů byla použita moderní statistická metoda, analýza závislosti. Nejdůležitějšími nástroji této analýzy, které byly použity, jsou korelační analýza a vícenásobná 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 mnohonásobný koeficient korelace.

Vyhodnocení bylo provedeno ve statistickém programu Statgraphic.

5. VYHODNOCENÍ

5.1 Vícenásobná regresní analýza

Jsou tři možnosti, jak do výpočtů ve vícenásobné regresní analýze, vkládat proměnné. Jsou to metody:

1. Metoda standardní (tzv. metoda Enter).
2. Metoda postupného vkládání (Stepwise).
3. Metoda hierarchická (Blocks).

Metoda stepwise je metodou k nalezení „nejlepšího“ modelu. Mějme stejné proměnné, které ale do regrese vložíme postupně, nikoliv najednou. Jelikož máme sedm nezávisle proměnných, může regrese vypočítat v této metodě až sedm různých modelů. Každý model se bude od toho předchozího lišit v tom, že v něm bude o jednu nezávisle proměnnou více. Do výpočtu a do modelu vstupují pouze ty proměnné, které jsou statisticky významně vztaženy s proměnnou závislou.

Metoda hierarchická umožňuje výzkumníkovi, aby on sám a nikoliv program, určil pořadí vstupu jednotlivých proměnných. [2]

Vyhodnocení zpracovaných databází bylo provedeno pomocí metody Enter. Tuto metodu autoři zvolili z toho důvodu, protože chtěli zjistit a popsat, jak velký podíl rozptylu závisle proměnné je vysvětlen nezávisle proměnnými (R^2), a dále jak vysoký vliv má každá z nezávisle proměnných na proměnnou závislou, při kontrole vlivu působení ostatních proměnných (nestandardizované regresní koeficienty) a v konečném důsledku, jaká je relativní důležitost každé z nezávisle proměnných, což ve výsledku vyjadřují standardizované regresní koeficienty beta. Tato metoda je z výše popsaných metod pro tuto studii nevhodnější, protože metoda Stepwise je metodou

k nalezení „nejlepšího“ modelu a metoda hierarchická (Blocks) umožňuje výzkumníkovi, aby on sám a nikoliv program, určil pořadí vstupu jednotlivých proměnných.

Vstupem do vícenásobné regresní analýzy je již popsaná zpracovaná databáze. Za závisle proměnnou, tedy (Y): regresand (vysvětlovanou proměnnou), byla dosazena realizovaná cena v Kč za $1/m^2$ podlahové plochy bytové jednotky. Nezávisle proměnnými (X), tedy regresory (vysvětlující proměnné) byly stáří stavby, nejbližší vzdálenost do centra, vzdálenost na nejbližší zastávku městské hromadné dopravy, nejbližší vzdálenosti k mateřské, základní a vysoké škole a dále vzdálenost k nejbližšímu zdravotnickému středisku.

Při statistickém zkoumání byly v rámci optimalizace regresního modelu a regresního modelování vyřazeny některé faktory, které byly vyhodnoceny jako statisticky nevýznamné. Jednalo se o vzdálenost na nejbližší zastávku městské hromadné dopravy (P -Hodnota = 0,1691), vzdálenost k mateřské škole (P -Hodnota = 0,4204), vzdálenost k nejbližšímu zdravotnickému středisku (P -Hodnota = 0,3547) a překvapivě i stáří stavby (P -Hodnota = 0,5861). Po vyřazení statisticky nevýznamných, nezávisle proměnných, bylo dosaženo následujících, statisticky významných výsledků. Nejdůležitější hodnoty jsou ve výstupu zvýrazněny červeně.

Vícenásobná regrese – cena za $1 m^2$ plochy

Závislá proměnná: Cena za $1 m^2$ plochy bytové jednotky.

Nezávislé proměnné:

- Vzdálenost do centra (km).
- Vzdálenost k VŠ (km).
- Vzdálenost k ZŠ (km).

Výstup ukazuje výsledky optimalizovaného modelu vícenásobné lineární regrese k popisu vztahu mezi cenou za $1 m^2$ podlahové plochy a 3 nezávislými proměnnými. Rovnice přizpůsobeného modelu je:

Cena v Kč za $1 m^2$ plochy = $-38947,4 \times$ vzdálenost do centra (km) + $+43429,2 \times$ vzdálenost k VŠ (km) + $+95221,5 \times$ vzdálenost k ZŠ (km).

Protože P -hodnota v tabulce ANOVA je menší než 0,05, existuje statisticky významný vztah mezi proměnnými na 95,0% hladině spolehlivosti. Tedy, na 95,0% hladině spolehlivosti se potvrdil statisticky významný vliv u tří pozorovaných cenotvorných

Obr. 3 Městská památková rezervace Olomouc (zdroj: www.mapy.cz).

Fig. 3 Municipal Monument Reserve Olomouc (source: www.mapy.cz).



Tab. 1 Výsledky regresní analýzy (zdroj: vlastní zpracování).
Tab. 1 Results of regression analysis (source: own processing).

Parameter	Estimate	Standard	T	P-Value
		Error	Statistic	
Vzdálenost do centra	-38947,4	10113,2	-3,85115	0,0005
Vzdálenost k VŠ (km)	43429,2	10586,3	4,10241	0,0003
Vzdálenost k ZŠ (km)	95221,5	13923,7	6,83878	0,0000

Tab. 2 Minimální a maximální vzdálenosti (zdroj: vlastní zpracování).
Tab. 2 Minimum and maximum distances (source: own processing).

Hodnoty/faktor	Vzdálenost do centra	Vzdálenost k ZŠ	Vzdálenost k VŠ
Minimum	0,20	0,23	0,31
Maximum	1,30	0,85	1,40

Tab. 3 Analýza rozptylu (zdroj: vlastní zpracování).
Tab. 3 Analysis of Variance (source: own processing).

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	1,04958E11	3	3,49862E10	160,64	0,0000
Residual	6,96949E9	32	2,17797E8	-	-
Total	1,11928E11	35	-	-	-

Tab. 4 Korelační matice pro odhady koeficientů (zdroj: vlastní zpracování).
Tab. 4 Correlation matrix for coefficient estimates (source: own processing).

Korelační matice	Vzdálenost do centra (km)	Vzdálenost k VŠ (km)	Vzdálenost k ZŠ (km)
Vzdálenost do centra (km)	1,0000	-0,6761	-0,3185
Vzdálenost k VŠ (km)	-0,6761	1,0000	-0,4353
Vzdálenost k ZŠ (km)	-0,3185	-0,4353	1,0000

faktorů. Nejvýznamnější pozitivní vliv je, podle hodnoty *Estimate*, u vzdálenosti k základní škole a následně u vzdálenosti k vysoké škole. Naopak negativní vliv se prokázal u faktoru vzdálenosti do centra.

Zde je ovšem důležité zdůraznit, že se výše uvedené vzdálenosti ke zkoumaným nezávisle proměnným faktorům nacházejí v městské památkové rezervaci Olomouce.

Aby byly výstupy regresní rovnice důvěryhodné a podávaly věrohodné výsledky, nelze do rovnice dosazovat libovolné vzdálenosti. Minimální i maximální zjištěné rozptyly ve vzdálenostech jednotlivých zkoumaných faktorů od posuzovaných bytových jednotek je zachycen v tab. 3. Veškeré hodnoty jsou uvedeny v km.

Z tab. 2 je tedy zřejmé, že veškeré zkoumané cenotvorné faktory jsou v maximální vzdálenosti do 1,4 km od posuzovaných věcí nemovitých. Při použití regresní rovnice by tato hodnota neměla být překročena.

Následně bylo provedeno vyhodnocení analýzy rozptylu (tab. 3)

R-squared (Koeficient determinace) = 93,7732 %

R-squared (adjusted for d.f.) (Adjustovaný korelační koeficient) = 93,3841 %

Standard Error of Est. (Standardní chyba odhadu) = 14757,9

Mean absolute error (Střední absolutní chyba) = 11727,9

Durbin-Watson statistic (Durbin-Watsonova statistika) = 1,63143

Lag 1 residual autocorrelation (Autokorelace residuí) = 0,124385

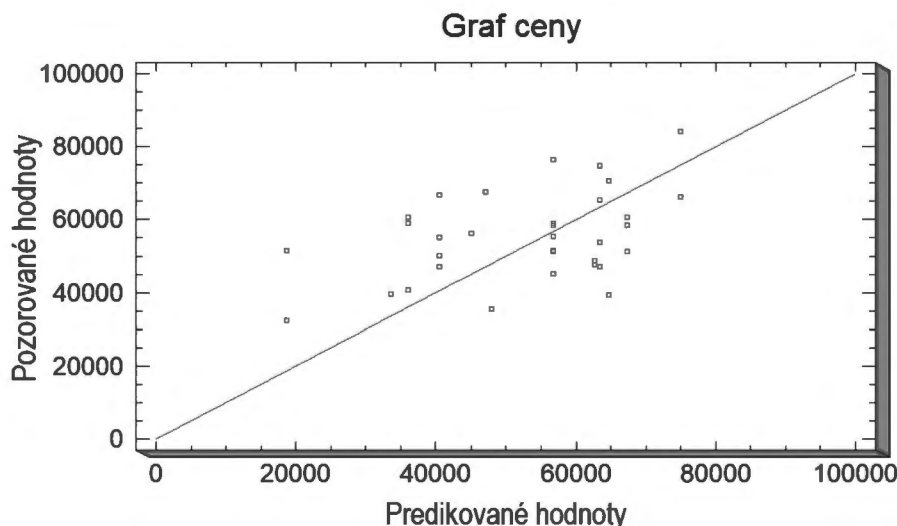
P-hodnota v tabulce ANOVA (Analýza rozptylu, tab. 3), v řádku

Model, je menší než 0,05. Celkový model je, na 95,0% hladině spolehlivosti, statisticky významný.

Statistika R-Squared (Koeficient determinace) ukazuje, že přizpůsobený model vysvětluje 93,7732 % variability v ceně za m² plochy. Upravená statistika R-squared, která je vhodnější pro porovnávání modelů s různým počtem nezávislých proměnných, je 93,3841 %. Standardní chyba odhadu ukazuje standardní odchylku residuí, je 14757,9. Tuto hodnotu lze použít ke konstrukci limitů predikce pro nová pozorování. Střední absolutní chyba (MAE) 11727,9 je průměrná hodnota residuí.

Statistika Durbin-Watson (DW) testuje residua, aby zjistila, zda existuje nějaká významná korelace na základě pořadí, ve kterém se vyskytují v datovém souboru. Vzhledem k hodnotě 1,63143, která se nachází rozmezí hodnot 1,00 – 2,00, lze konstatovat, že v regresním modelu není nalezena autokorelace.

Tab. 4 ukazuje korelační matici, tedy odhadované korelace mezi koeficienty v proloženém modelu. Tyto korelace jsou použity k detekci přítomnosti vážné multikolinearity, tj. korelace mezi predikovanými proměnnými. Vzhledem ke skutečnosti, že v této matici neexistuje korelace s absolutní hodnotou větší než 0,7, lze konstatovat, že v modelu nebyla nalezena žádná vážná multikolinearita. Zde je nutné podotknout, že hodnoty 1,00 neoznačují multikolinearitu, poněvadž je zcela jasné, že stejné koeficienty sami se sebou korelují na absolutní hodnotě 1,00.



Obr. 4 Pozorované a předpovídané hodnoty (zdroj: vlastní zpracování).
Fig. 4 Observed and predicted values (source: own processing).

5.2 Výsledky regresní analýzy v grafech

Regresní analýza je velmi citlivá na odlehlá pozorování. Hodnoty odlehlých pozorování mohou, v některých případech, velmi ovlivnit a vychýlit směrnici regresní přímky. Z grafu na obr. 1 je patrné, že veškeré hodnoty, jak pozorované, tak predikované, jsou dosti blízko ose prvního kvadrantu a žádné velmi odlehlé pozorování zde není přítomné. Z grafu taktéž vyplynula poměrně dobrá volba tvaru regresní funkce, neboli závislosti mezi pozorovanými a predikovanými hodnotami závisle proměnné.

5.3 Verifikace výsledků

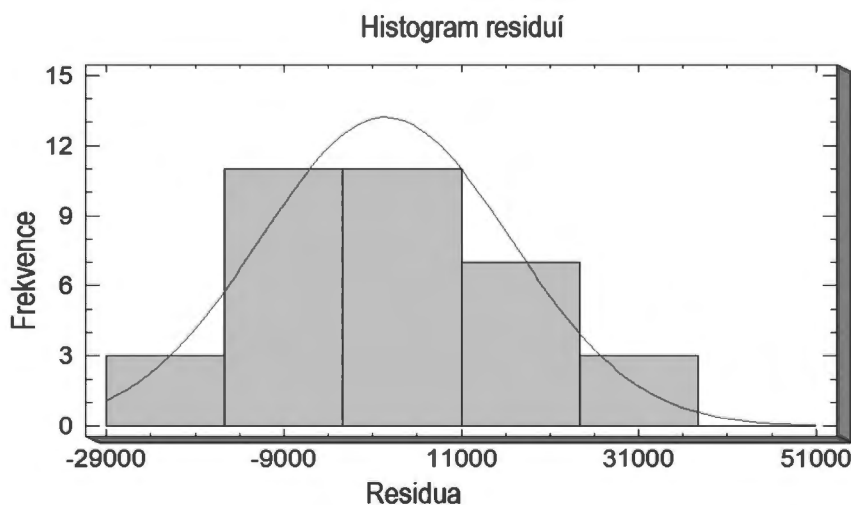
Po provedení předchozích testů, které vyloučili přítomnost autokorelace mezi chybovými složkami a multikolinearitu mezi predikovanými proměnnými, byl proveden další test vhodnosti použití regresní analýzy. Tímto testem je test normality chybových složek, tedy zda residua pochází z normálního rozdělení. Tato analýza ukazuje výsledky přizpůsobení normálního rozdělení datům o residuu.

Tab. 5 Testy normality residuí (zdroj: vlastní zpracování).

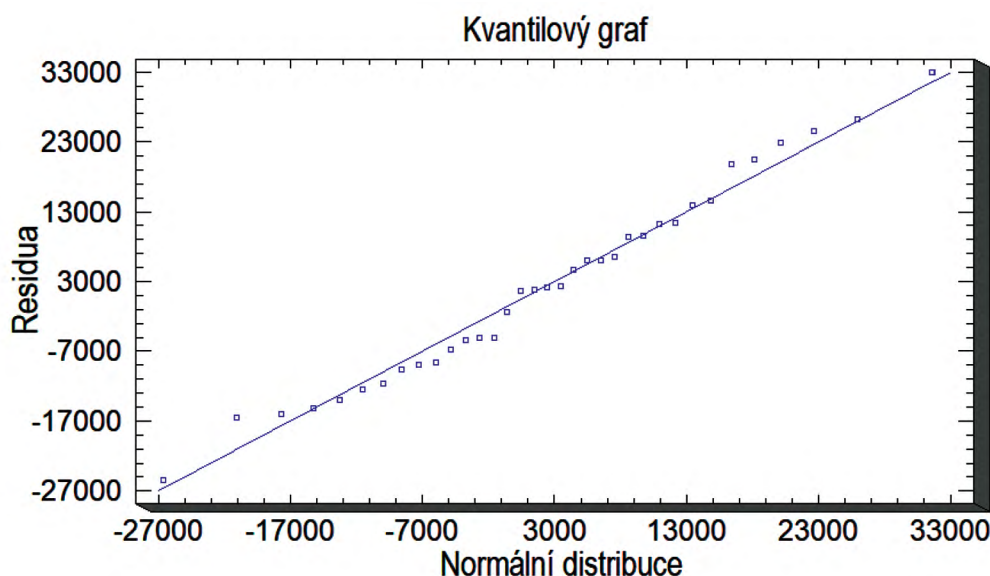
Tab. 5 Tests for normality of residuals (source: own processing).

Test	Statistic	P-Value
Chi-Squared	15,7429	0,263295
Shapiro-Wilk W	0,977729	0,751851
Skewness Z-score	0,414727	0,678338

Tab. 5 zobrazuje výsledky několika testů, které mají určit, zda lze residua adekvátně modelovat normálním rozdělením. Test Chi-kvadrát rozděluje rozsah residuí do 16 stejně pravděpodobných tříd a porovnává počet pozorování v každé třídě s očekávaným počtem. Shapiro-Wilkův test je založen na porovnání kvantilů proloženého normálního rozdělení s kvantily dat. Standardizovaný test šikmosti hledá nedostatek symetrie v datech. Standardizovaný test špičatosti hledá tvar distribuce, který je buď plošší, nebo více špičatý než normální rozložení.



Obr. 5 Histogram normality residuí (zdroj: vlastní zpracování).
Fig. 5 Normality histogram of residuals (source: own processing).



Obr. 6 Q–Q graf (zdroj: vlastní zpracování).
Fig. 6 Q–Q plot (source: own processing).

Protože i nejmenší *P*-hodnota mezi provedenými testy je větší než 0,05, není možné zamítnout hypotézu, že residuum pochází z normálního rozdělení s 95% spolehlivostí. Tomu odpovídá i grafické vyjádření Gaussovou křivkou v histogramu residuí.

Výsledek byl vizuálně ověřen i v kvantilovém grafu, s přímkou distribuční funkce, který odpovídá normalitě residuí.

Verifikace dosažených výsledků byla provedena vhodnými diagnostickými metodami, za použití tzv. Gauss-Markovových předpokladů, které prokázali a stanovili, že celý regresní model je správný, lze ho použít a je statisticky významný.

6. ZÁVĚR

Cílem studie bylo posoudit a vyhodnotit vliv stáří stavby a prostorových faktorů, spojených s umístěním staveb, na hodnotu bytových jednotek, které jsou součástí bytových domů, které současně požívají památkovou ochranu. Sedmi posuzovanými faktory byly stáří stavby, vzdálenost do centra a na zastávku městské hromadné dopravy, vzdálenost k mateřské škole, základní škole, vysoké škole a vzdálenost k nejbližšímu zdravotnímu středisku. Nejvýznamnější, statisticky významný, pozitivní vliv se prokázal u vzdálenosti k základní škole a následně u vzdálenosti k vysoké škole. Naopak negativní vliv se prokázal u faktoru vzdálenosti do centra. U ostatních faktorů, vzdálenosti na zastávku městské hromadné dopravy, vzdálenosti k mateřské škole a ke zdravotnímu středisku se neprokázal. I tyto faktory hodnotu nemovitosti ovlivňují, mnohdy pouze skrytě a podvědomě, ale o to možná důrazněji.

Vliv nejvýznamnějších zkoumaných cenotvorných faktorů lze specifikovat výše uvedenou rovnicí:
Cena v Kč za 1 m² plochy = $-38\,947,4 \times \text{vzdálenost centrum (km)}$
 $+ 43\,429,2 \times \text{vzdálenost VŠ (km)} + 95\,221,5 \times \text{vzdálenost ZŠ (km)}$.

Tuto rovnici lze zjednodušeně vysvětlovat tak, že s každým kilometrem vzdálenosti od centra Olomouce klesá jednotková cena bytové jednotky v památkově chráněném objektu o 38 947,40 Kč, s každým kilometrem vzdálenosti od VŠ (ZŠ) cena stoupá o 43 429,20 Kč (95 221,50 Kč).

Zvyšování ceny se stoupající vzdáleností od ZŠ a VŠ se jeví jako nelogická, ovšem v tomto případě rozhodujícím parametrem nemusí být samotná existence školy, ale zvýšený pohyb osob, dopravy, zvýšený hluk a další faktory, které mohou s provozem těchto zařízení souviset. U jiných typů nemovitostí může být efekt opačný. Také je možné, že kdyby se jednalo o větší lokalitu, mohla by například výrazně větší vzdálenost, mimo docházkové možnosti obyvatel, ovlivnit cenu negativním způsobem. To se však vlivem relativně malé velikosti zkoumané lokality (historické centrum) neprojevovalo.

Zde je ovšem nutné zdůraznit, že se tyto výsledky týkají pouze této lokality a tohoto sestaveného modelu. Vyhodnocení databázi z ostatních lokalit mohou prokázat i zcela odlišné závěry.

7. PODĚKOVÁNÍ

Grant „Vliv významných faktorů, které ovlivňují hodnotu nemovitých národních kulturních památek s rezidenční 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



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

8. LITERATURA

- [1] BRANDEJS D., KLIKA P., FRANCOVÁ K., Architektonický styl není příliš významným cenotvorným faktorem. *Soudní inženýrství*, 2022, 33(3–4), Brno, s. 72–78. DOI:10.13164/SI.2022.3.72
- [2] RABUŠIC, L., *Mnohonásobná lineární regrese* [online]. [cit.2023-11-04], Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1423/podzim2004/SOC418/multipl_regres_1.pdf
- [3] Český statistický úřad, dostupný z: <https://www.czso.cz/>.
- [4] Český úřad zeměměřický a katastrální, dostupné z: <https://www.cuzk.cz/>.
- [5] Národní památkový úřad, dostupný z: <https://www.npu.cz/cs>,
- [6] Památkový katalog, dostupný z: <https://www.pamatkovykatalog.cz/>.
- [7] Sdružení historických sídel ČECH, Moravy a Slezska, Dostupné z: <https://www.historickasidla.cz/dr-cs/343-olomouc.html>.
- [8] Statutární město Olomouc, oficiální informační portál, [on-line, cit. 2023.11.04], dostupný z: <https://www.olomouc.eu/>.

Správná citace:

BRANDEJS, D., KLIKA, P., FRANCOVÁ, K. Nejvýznamnější cenotvorné faktory kulturních památek s rezidenční funkcí v Olomouci. *Soudní inženýrství*, 2023, 34(1), 32–39. DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.32>. ISSN 1211-443X.

Zkoušky pevnosti a životnosti karoserie osobního automobilu a jejich dopad na provozní bezpečnost

Strength and Durability Tests of Passenger Car Body and their Impact on Operational Safety

Květoslav Zdražil*

Škoda Auto a.s., Mladá Boleslav

Abstrakt

Práce se zabývá zkouškami karoserie osobního automobilu, které se úzce vztahují k bezpečnosti posádky vozu, případně ostatních účastníků silničního provozu. Při těchto testech je kvazistaticky simulována situace při nárazech vozu. Dále je při životnostních zkouškách sledován stav dílů, kterým hrozí v provozních podmínkách poškození a následné uvolnění – tím je ohrožena bezpečnost lidí, nacházejících se v bezprostředním okolí automobilu. Článek byl publikován v rámci sborníku příspěvků XXXI. mezinárodní vědecké konference Soudního inženýrství, Expert Forensic Science (ExFoS), 26.–27. ledna 2023 v Mikulově.

Klíčová slova: pevnost, životnost, bezpečnost, test, předpis, posádka vozu.

1. ÚVOD

Experiment má historicky ve vývoji automobilu své pevné místo, Škoda Auto a.s. není výjimkou. Provádějí se zkoušky všech mechanických komponent, uzlů a nakonec i kompletního celého vozu z různých hledisek – tepelné namáhání, akustické vlastnosti, pevnost, životnost, ovladatelnost, crashové vlastnosti. Tyto zkoušky ve fázi prototypové a ve fázi předvýrobní série probíhají jak v laboratorních podmínkách, tak i v podmínkách provozních – na specializovaných polygonech. V příspěvku se budeme zabývat vybranými laboratorními zkouškami dílů, které jsou v kompetenci oddělení Vývoj svařené karoserie a montovaných dílů a které mohou mít vliv na bezpečnost posádky a ostatních účastníků silničního provozu:

- pevnostní zkouška kotvících ok v zavazadlovém prostoru,
- pevnostní zkouška kotvení bezpečnostních pasů do karoserie,

Abstract

The paper deals with tests of a body of a passenger car, which are closely related to the safety of the car crew or other road users. During these tests, a situation of car impact is quasi-statically simulated. Furthermore, a condition of parts that are at risk of damage subsequent release and threat to the safety of people in the immediate vicinity of the car is monitored during durability tests.

Keywords: strength, durability, safety, test, regulation, car crew.

- pevnostní zkouška střešních nosičů a jejich kotvení do karoserie,
- pevnostní zkouška kotvících šroubů střešních nosičů,
- pevnostní zkouška střechy vozu,
- životnostní zkouška tažného zařízení a jeho kotvení do karoserie (Carlos),
- životnostní zkouška celého vozu na simulátoru vozovky.

2. PEVNOSTNÍ ZKOUŠKA KOTVÍCÍCH OK V ZAVAZADLOVÉM PROSTORU

2.1 Popis problému

Vozy Škoda jsou vybaveny v zavazadlovém prostoru vybaveny několika oky, pomocí kterých by měl uživatel upoutat náklad k ložné ploše nákladového prostoru. Při případném nárazu nesmí dojít k nekontrolovanému proniknutí nákladu do prostoru pro posádku.

Dodáno do redakce: 24. 4. 2023

Recenzní řízení: od 24. 4. 2023 do 5. 5. 2023

DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.40>

*Korespondenční adresa: kvetoslav.zdrazil@skoda-auto.cz

2.2 Předepsané provedení zkoušky

Zkoušku popisuje předpis DIN ISO 27955:2010, podle které je hodnota zatěžující síly

$$F_t = 1,25 \times F_N,$$

$$F_N = 0,5 \times m_p \times g,$$

kde:

m_p maximální hodnota užitečného nákladu v kg, přičemž $F_{Nmin} = 3 \text{ kN}$ a $F_{Nmax} = 3,5 \text{ kN}$, vzhledem k velké hodnotě hmotnosti užitečného nákladu u vozů Škoda je brána maximální hodnota: $F_{Nmax} = 3,5 \text{ kN}$,
 $F_t = 1,25 \times F_N = 1,25 \times 3\,500 = 4\,375 \text{ N}$.

Čas náběhu síly na maximální hodnotu: 20 s.

Doba setrvání na maximální síle: 30 s.

Během testu musí být přenesena předepsaná síla, nesmí být zaznamenáno porušení vzorku typu trhlin a lomů, trvalá deformace je přípustná (obr. 1).

Interní předpis tuto mezinárodní normu ještě navíc rozšiřuje o další 2 úrovně:

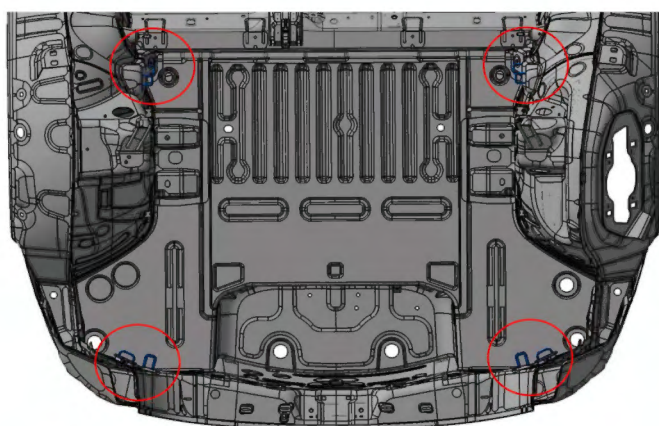
- 750 N (zatížení od uživatele při utahování nákladu k okům), trvalá deformace nepřipustná
- 6 000 N (bezpečnost, která v sobě zahrnuje i směrodatnou odchylku souboru vzorků), bez trhlin a lomů, trvalá deformace přípustná.

2.3 Realizace testu

Karoserie vozu je pevně fixována k základové desce, na kotvící oka působí postupně zatěžovací elektromotorický válec s napojeným siloměrem. Síla působí ve směru 15–45° odkloněném od vertikály oka směrem nahoru, v rovině dané vertikálou oka a některého z dalších ok v zavazadlovém prostoru. Při zkoušce je zaznamenáván posuv pístitice válce (tedy i deformace oka ve směru zatěžování (obr. 2, 3, 4).

2.4 Vyhodnocení testu

Všechny vzorky musejí bezpečně přenést zatížení podle DIN ISO 27955:2010 a též splnit podmínky interního předpisu – navýšení



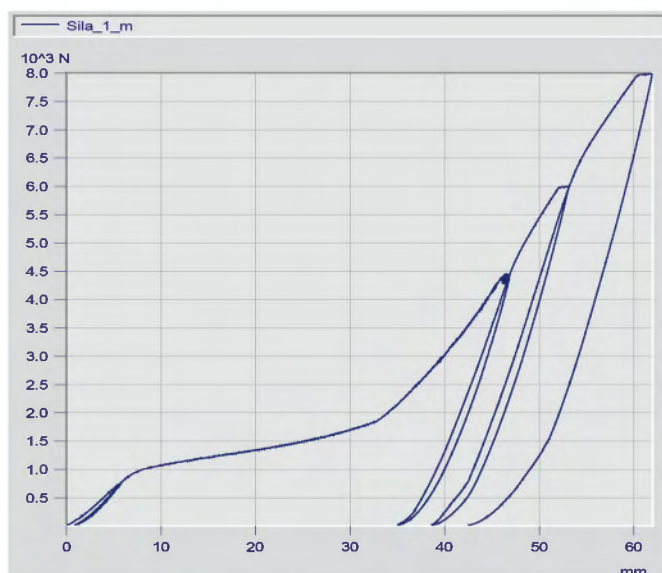
Obr. 1 Pohled na umístění kotvících ok v zavazadlovém prostoru vozu.

Fig. 1 View of the location of the anchor eyes in the luggage compartment of the car.



Obr. 2 Pohled na uspořádání zkušebního stavu.

Fig. 2 Test bench arrangement.
zkušební vzorek po ukončení zkoušky na 8 000 N.



Obr. 3 a 4 Zatěžovací diagram síla – deformace a pohled na zkušební vzorek po ukončení zkoušky na 8 000 N.

Fig. 3 and 4 Load diagram, force deflection and a view of the test specimen after completion of the test at 8 000 N.

zatížení. V opačném případě nutno přistoupit ke konstrukčním změnám, ke změně materiálu, resp. ke změně výrobního postupu.

3. PEVNOSTNÍ ZKOUŠKA KOTVENÍ BEZPEČNOSTNÍCH PASŮ DO KAROSERIE

3.1 Popis problému

Při nárazu vozidla jsou bezpečnostní pásy a též jejich kotvení do karoserie enormně namáhány. Mnohdy může zatížení přesáhnout hraniční hodnoty konstrukce, k prověření jejich bezpečnosti je nutno použít pevnostní zkoušku.

3.2 Předepsané provedení zkoušky

Zkoušku popisuje předpis EHK č. 14.07. Předpis vyžaduje, aby konstrukce přenesla sílu 13 500 N, interní předpis dále vyžaduje 20% navýšení tohoto zatížení.

3.3 Realizace testu

Karoserie vozu je při zkoušce fixována k základové desce, sedačky jsou ustaveny do zadané polohy, těla pasažérů jsou nahrazena pevnými náhradami, které jsou příslušný způsobem zajištěny

bezpečnostními pásy. Síla je vyvozována elektrohydraulickým zařízením Schenck, napojení je uskutečněno pomocí spojovacích řetězů. Připojené siloměry snímají působící sílu (obr. 5, 6).

Náběh na zkušební sílu 1 s (podle EHK 14.07 do 60 s), výdrž na síle 2 s (podle EHK 14.07 minimálně 0,2 s).

Zkouška prováděna na pracovišti firmy TÜV SÜD Czech s.r.o. Mladá Boleslav (obr. 7–12).

3.4 Vyhodnocení testu

Zkouška musí podle předpisu přenést požadované silové zatížení, podle interního předpisu nesmí dojít ke zjištění porušení typu trhlin a lomů, jinak musejí následovat konstrukční změny.

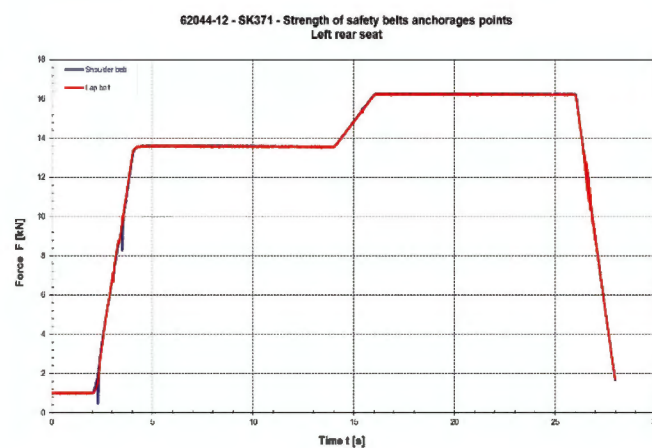
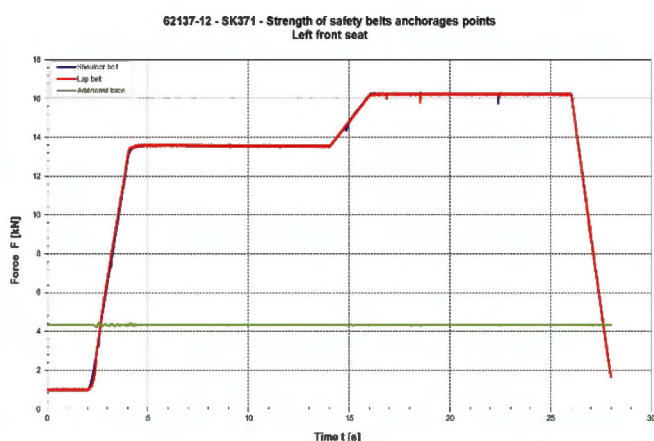
4. PEVNOSTNÍ ZKOUŠKA STLAČOVÁNÍ STŘECHY VOZU

4.1 Popis problému

Při převrácení vozu přes střechu v důsledku nehody hrozí ohrožení posádky vlivem deformované horní části karoserie – A-sloupku a střechy. K ověření bezpečnosti posádky má sloužit kvazistatická zkouška stlačování střechy.



Obr. 5 a 6 Uspořádání zkoušky úchytů předních a zadních bezp. pasů.
Fig. 5 and 6 Front and rear seat belts fittings test arrangement.



Obr. 7 a 8 Zatěžovací diagramy – levé přední a levé zadní sedadlo.
Fig. 7 and 8 Load diagrams – a left front and a left rear seats.



Obr. 9 a 10 Stav úchytů pasů levé přední sedačky po zkoušce.
Fig. 9 and 10 Condition of the left front seat attachments after the test.



Obr. 11 a 12 Stav úchytů zadní sedačky po zkoušce.
Fig. 11 and 12 Condition of the rear seat attachments after the test.

4.2 Předepsané provedení zkoušky

Zkouška je popsána ve standardech FMVSS 216, GS 39, FMVSS 216a, IIHS C-AISI a též jsou používány modifikace těchto předpisů plynoucích z interních požadavků (např. podle teritoria vývozu, navýšení síly vzhledem ke koeficientu bezpečnosti, tab. 1).

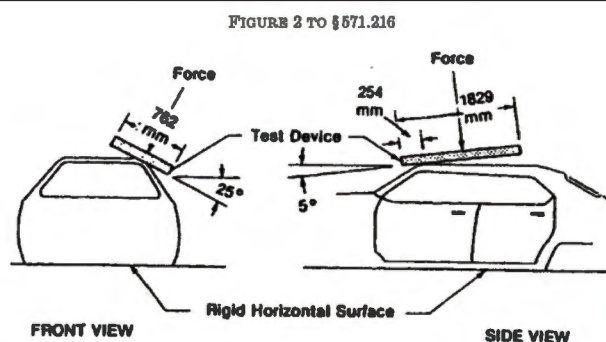
Karoserie vozu tedy musí během deformace do 127 mm přenést zatížení úměrné násobku hmotnosti prázdného vozidla.

4.3 Realizace testu

Zkouška je prováděna tak, aby v maximální možné míře vyhovovala

Tab. 1 Porovnání různých předpisů pro provedení zkoušky.
Tab. 1 Comparison of different test regulations.

Parametr	FMVSS 216	FMVSS 216a	IIHS
Rychlost zatížení	Do 12,7 mm/s (0,5 inch/s)		5 mm/s (0,2 inch/s)
Zatěžovací deska	762 × 1829 mm (30 × 72 inch)		
Orientace desky	Podélná osa 5° pod horizontální rovinou, příčná osa 25° pod horizontální rovinou		
Požadovaná síla	1,5 × hmotnost prázdného vozidla × g	3 × hmotnost prázdného vozidla × g	Minimálně 2,5 × hmotnost prázdného vozidla × g
Max. síla na hlavu figuríny	nespecifikováno	222,2 N (22,65 kg, 50 lbs)	nespecifikováno
Max. rozsah deformace, při které se měří síla	0–127 mm (0–5 inch)	0–127 mm (0–5 inch)	0–254 mm (0–10 inch), ale hodnocení vztaženo k prvním 127 mm
Působíště zatížení	strana řidiče nebo společestujícího	strana řidiče a společestujícího	strana řidiče nebo společestujícího
Monitoring polohy desky	nespecifikováno	± 0,5° z původní polohy	nespecifikováno



Obr. 13 Schematický pohled na uspořádání zkoušky.
Fig. 13 Schematic view of the test arrangement.



Obr. 14 Testovaný vůz před zkouškou.
Fig. 14 The tested car before the test.

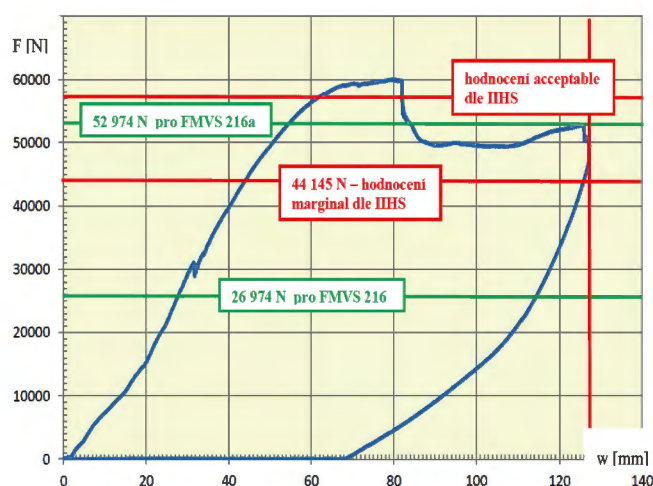
všem uvedeným předpisům. Zkušební zařízení je tvořeno tuhým nepoddajným blokem, jehož spodní plocha má tvar plochého obdélníku o rozměrech 762 × 1829 mm. Zkušební zařízení je nastaveno tak, že jeho podélná osa je 5° pod horizontální rovinou a příčná osa je 25° pod horizontální rovinou. Střed přední hrany zkušebního zařízení je umístěn 254 mm dopředu od nejpřednějšího bodu vnějšího povrchu střechy. Zkoušené vozidlo je uchyceno za prahy k upínací desce a usazeno pod zkušebním zařízením, všechny dveře a okna předních dveří jsou zavřeny. Ve vozidle je v místě zatěžování namontováno zařízení HPF (Head Positioning Fixture) s tříosým snímačem síly pro vyhodnocení kontaktu se stropem nebo jinými strukturami vozu. Protože ve vozidle nejsou většinou nainstalována sedadla, je poloha hlavice HPF určena z R bodu (parametr sedadla cestujícího) a známé polohy nástavce HRMD (Head Restraint Measuring Device) od R bodu (obr. 13, 14).

Rychlost posuvu 5 mm/s (0,2 palce/s), posunutí válce max. 127 mm (5 palců), vzorkovací frekvence měření 100 Hz.

Zkouška byla prováděna ve zkušebně MAGNAACTS GmbH & Co. KG Seilaufer na specializovaném zařízení od firmy MTS (obr. 15–17).

4.4 Vyhodnocení testu

Je zřejmé, že vzhledem ke kladným výsledkům testu, bezpečnost posádky je zajištěna. Síla je větší než přípustná hranice, nedošlo ke kontaktu náhrady hlavy s okolními částmi struktury karoserie.



Obr. 15 Zatěžovací diagram – strana řidiče.
Fig. 15 Load diagram – driver's side.

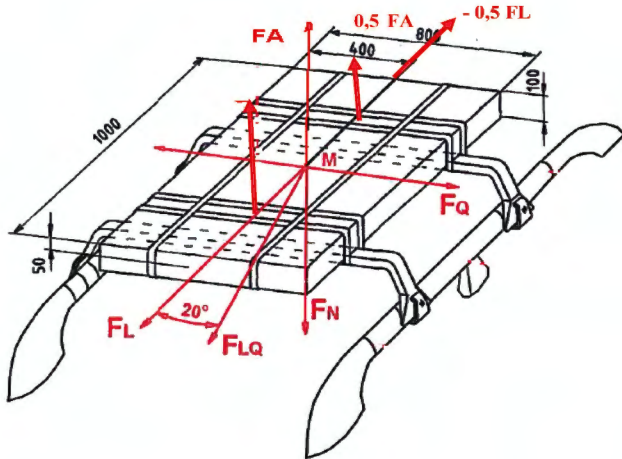


Obr. 16 a 17 Stav vozu po zkoušce.
Fig. 16 and 17 Condition of the vehicle after the test.

5. PEVNOSTNÍ ZKOUŠKA STŘEŠNÍHO NOSIČE

5.1 Popis problému

Při použití střešního nosiče na voze nesmí při různých provozních podmínkách dojít k mechanické poruše, která by mohla vést k uvolnění střešního nosiče s nákladem a k následnému ohrožení posádky, případně ostatních účastníků silničního provozu.



Obr. 18 Schematické znázornění působících sil.
Fig. 18 Schematic representation of the acting forces.

5.2 Předepsané provedení zkoušky

Zkouška je prováděna podle předpisu ISO/PAS 1 1154:2006 s přispěním některých interních doporučení (obr. 18).

Zkušební zátěžné síly působí v různých částech konstrukce, mají různý směr a jejich velikost je závislá na předepsaném maximálním zatížení konstrukce. Výdrž na maximální síle je 5–10 s.

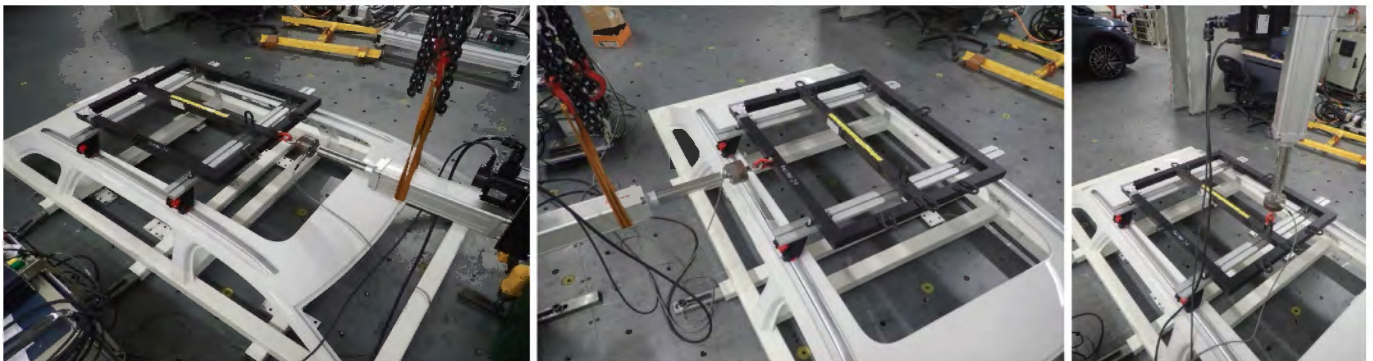
Síla F_L (ve směru jízdy) a síla F_{LQ} (o 20° odchýlena od směru jízdy) – při působení síly $0,5 F_L (F_{LQ}) = 1\,500\text{ N}$ nesmí posuv nebo deformace předního příčnicku (vzhledem ke střeše) překročit 10 mm. Při působení síly $F_L (F_{LQ}) = 3\,000\text{ N}$ nesmí dojít k selhání funkce a posuv nebo deformace předního příčnicku nesmí dosáhnout 50 mm.

Vztlaková síla F_A (zatížení od 2 surfových prken, položených vedle sebe) působí po dobu 10 min. ve směru osy Z v místě předního příčnicku. Pokud není přední a zadní příčník shodný, nutno zadní příčník zatížit silou $0,5 F_A$ po dobu 10 min.

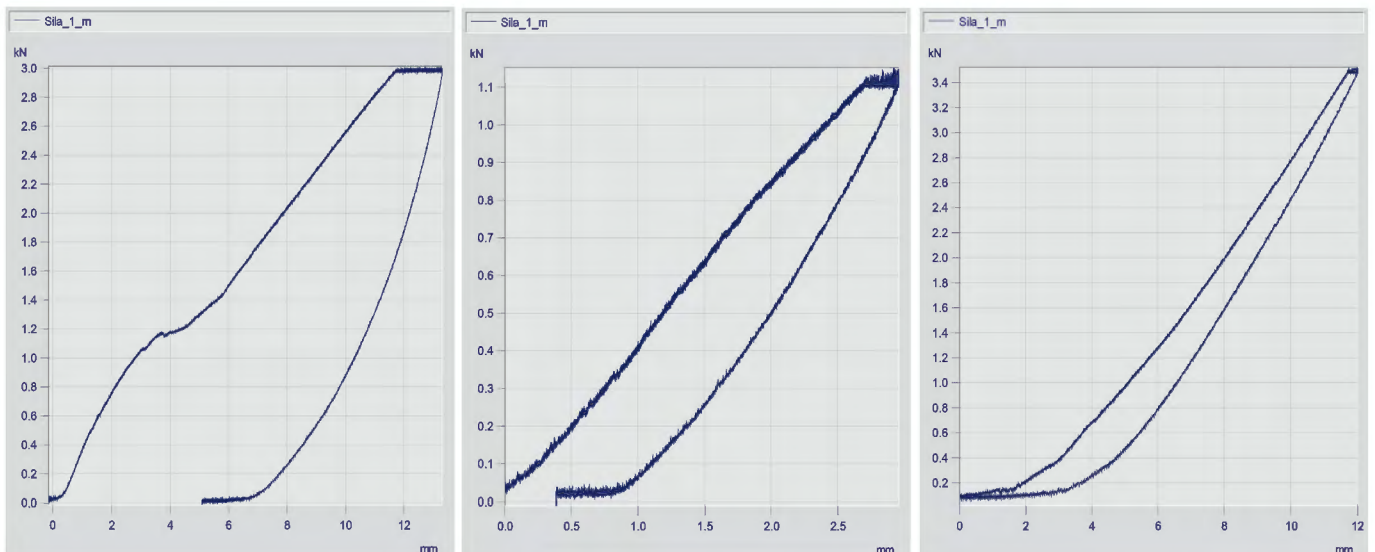
Zatížení boční silou F_Q (simulace bočního větru) působí po dobu 10 min. ve směru osy y. Po ukončení zkoušky musí nosič zůstat fixován ke střeše, maximální deformace nesmí přesáhnout 50 mm. Při zatížení $0,5 F_Q$ nesmí být deformace větší než 10 mm.

Uvažujeme maximální zatížení střešního nosiče 75 kg, potom:

$$F_L = 3\,000\text{ N}, F_A = 3\,500\text{ N}, F_Q = 1\,125\text{ N}.$$



Obr. 19–21 Pohled na uspořádání zkušebního stavu při zatěžování v různých směrech.
Fig. 19–21 View of the test bench arrangement during loading in different directions.



Obr. 22–24 Zatěžovací diagramy při zatížení v podélném, příčném a svislém směru.
Fig. 22–24 Load diagr. during loading in longitudinal, transverse and vertical directions.

5.3 Realizace testu

Při zkoušce možno použít celý vůz nebo příslušný výřez karoserie, natuho se ukotví k základové desce. Zatěžování je vnášeno pomocí lineárního elektroválce, vnitřní dráhoměr snímá posuv pístnice (tedy i deformaci konstrukce), připojený siloměr snímá sílu. Náklad je simulován tuhým svařencem z ocelových profilů (obr. 19–24).

5.4 Vyhodnocení testu

Po ukončení zkoušky nesmí dojít k překročení mezních hodnot deformací, k omezení funkce střešního nosiče, nesmí dojít k trvalé deformaci pevných částí, nesmí být pozorována poškození typu trhlin nebo lomů. Nosič musí zůstat ve všech případech fixován ke střeše.

6. PEVNOSTNÍ ZKOUŠKY ŠROUBOVÉHO SPOJE STŘEŠNÍHO NOSIČE

6.1 Popis problému

Šroubový spoj je důležitou součástí konstrukce střešního nosiče, jeho bezpečné spojení s karoserií je klíčové z hlediska provozní

spolehlivosti a bezpečnosti posádky vozu a ostatních účastníků provozu. Z tohoto důvodu je prováděna zkouška na stanovení utahovacího momentu a dále tenzometrická zkouška poklesu osových sil ve šroubu po utažení (obr. 25).

6.2 Předepsané provedení zkoušky

6.2.1 Zkouška stanovení utahovacího momentu

Zkouška je popsána předpisy pro zkoušky šroubových spojů, např. VDI 2862. Šrouby střešního nosiče patří do kategorie, kdy se šroub po utažení musí pohybovat v pružné oblasti, nesmí přesáhnout mez kluzu (obr. 26).

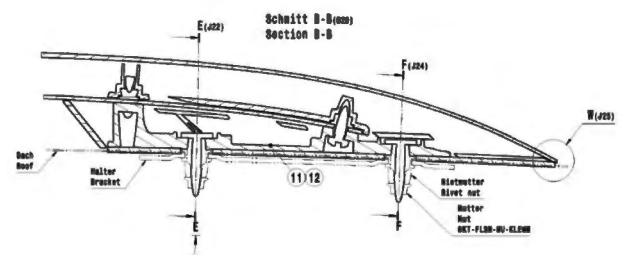
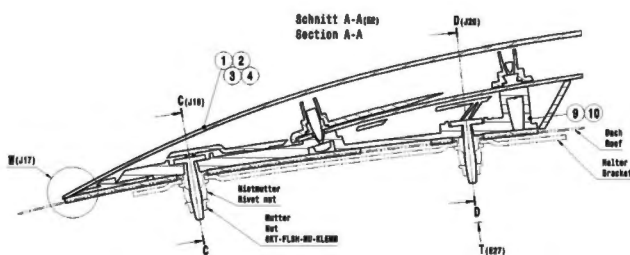
Podmínky pro správně utažený šroubový spoj:

$$M_F \leq 0,5 \times M_A,$$

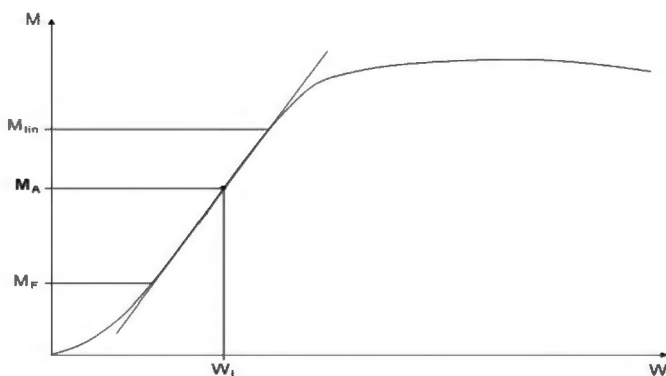
$$0,5 \times M_{lin} \leq M_A \leq 0,9 \times M_{lin},$$

$$M_A = 9 \pm 15\% \text{ Nm} \dots 9 \pm 1,35 \text{ Nm} \dots 7,65\text{--}10,35 \text{ Nm}.$$

Zkouška se vede až do porušení spoje, z výsledného diagramu utahovací moment – úhel natočení se odečítá hodnota M_{lin} – místo, kde se křivka odkloní od lineární závislosti.



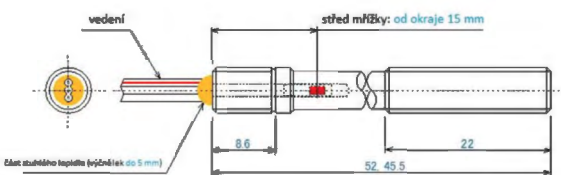
Obr. 25 Příklad provedení šroubových spojů střešního nosiče.
Fig. 25 Example of bolted connections for a load carrier.



Obr. 26 Schematické znázornění utahovacího předpisu.
Fig. 26 Schematic representation of the tightening regulation.



Obr. 28 Pohled na snímač momentu a úhlu natočení.
Fig. 28 Torque and rotation angle sensor view.



Obr. 27 Schematické znázornění tenzometrického měřičího šroubu Kyowa.
Fig. 27 Schematic representation of strain gauge measuring screw.

6.2.2 Zkouška měření poklesu osových sil ve šroubu

V současnosti se sleduje pokles utahovacího momentu ve šroubovém spoji, správně by bylo, sledovat změnu osových sil ve šroubu. Ne utahovací moment, ale pokles osových sil způsobuje degradaci spoje a způsobuje snížení kvality (povolení) šroubového spoje. Existuje technický prostředek, jak toho dosáhnout – tenzometrické šrouby (obr. 27).

6.3 Realizace testu

6.3.1 Realizace zkouška stanovení utahovacího momentu

Test je prováděn na karoserii vozu, do podélníků střešního nosiče uloženého odpovídajícím způsobem na karoserii vozu je šroubován přes snímač kroutícího momentu a úhlu natočení testovaný šroub až do destrukce spoje. Při testu byl se vzorkovací frekvencí 20 Hz snímán a zaznamenáván utahovací moment M_U a úhel natočení φ . Při zkoušce byl pro utahování použit elektromotorický nástroj s nízkými otáčkami. Nutno testovat minimálně 6 ks šroubů a následně statisticky vyhodnotit (obr. 28).

6.3.2 Realizace zkouška poklesu osově síly

Umístění měřících šroubů při měření (obr. 29).

6.4 Vyhodnocení testu

6.4.1 Vyhodnocení zkoušky stanovení utahovacího momentu

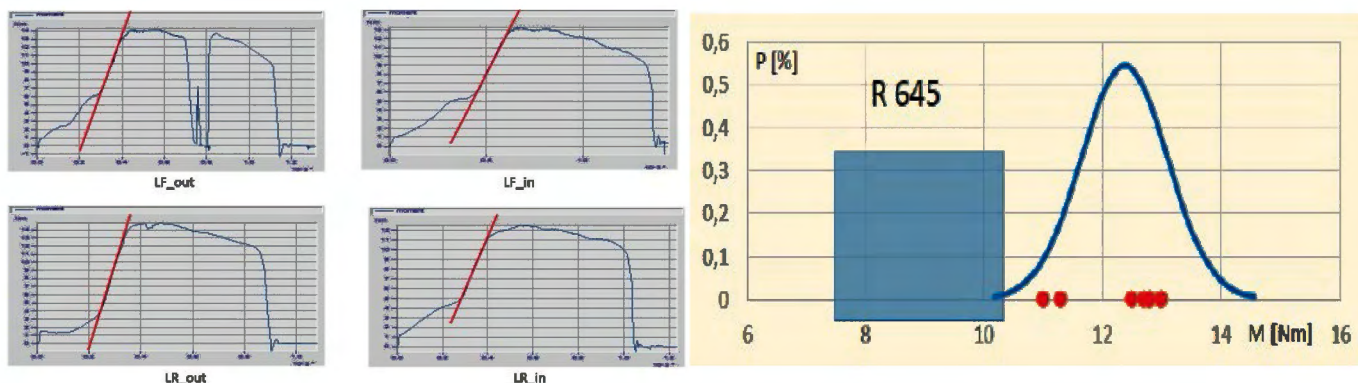
Ze zatěžovacích křivek (obr. 30–34) moment – úhel natočení jsou odečteny body, kdy se křivka odklání od přímkového průřezu – ty jsou následně předmětem statistické analýzy, hodnoty utahovacích momentů musí být pod mezí kluzu spoje. Předepsaný utahovací moment

$$M_A = 9 \pm 15\% \text{ Nm.}$$



Obr. 29 Umístění měřících šroubů při měření.

Fig. 29 Location of the measuring screws during measurement.



Obr. 30–34 Zatěžovací diagramy a křivka hustoty pravděpodobnosti.

Fig. 30–34 Load diagrams and a probability density curve.

Musí být použito dostatečné množství vzorků – minimálně 6.

6.4.2 Vyhodnocení zkoušky poklesu osově síly

Je snaha o kvalitní šroubové spoje, pokles osově síly se považuje za akceptovatelný, pokud její hodnota nepřesáhne 20%.

V případě nedostatků musí dojít ke změně kvality šroubů, změnu povrchové úpravy šroubů (koeficient tření, obr. 35–36).

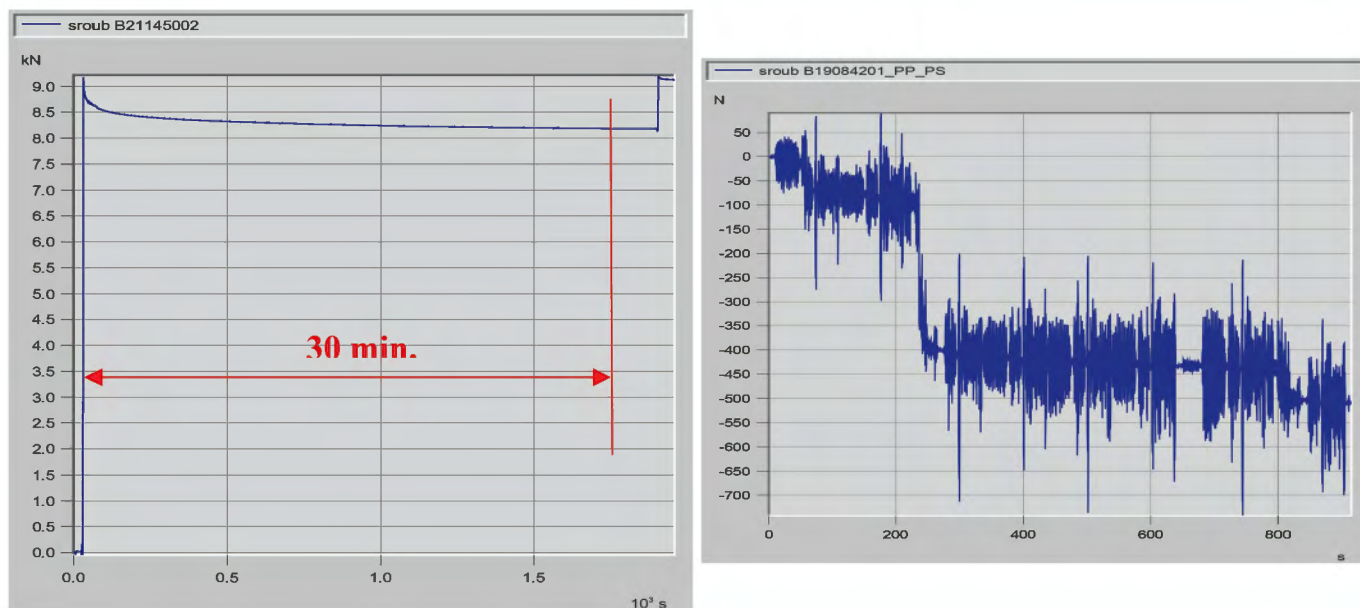
7. ŽIVOTNOSTNÍ ZKOUŠKA TAŽNÉHO ZAŘÍZENÍ A JEHO KOTVENÍ DO KAROSERIE

7.1 Popis problém

Únavové porušení zařízení kotvení přívěsného vozíku do karoserie tažného vozidla by mohly být důvodem velkého problému, který jasně vede k ohrožení posádky vozu, tak i ostatních účastníků silničního provozu. Proto je nutné již ve vývojové fázi dynamicky testovat vyvíjená vozidla na zatížení od přívěsného vozíku.

7.2 Předepsané provedení zkoušky

Zhruba před 20 lety začal ústav Fraunhofer Institut na žádost několika evropských automobilek (mezi nimi i Škoda-Auto) pracovat na studii zatěžovacího programu, určeného k hodnocení životnosti tažného zařízení, tak i jeho kotvení do karoserie vozu.



Obr. 35–36 Pokles osové síly 30 min po dotažení a po části životnostního testu.
Fig. 35–36 Axial force drop 30 min after tightening and after a part of the life test.

Program vycházel ze zatěžovacích spekter, které tehdy zúčastněné automobilky pro vývoj takových zařízení a pro ověření jejich životnosti používaly. Výsledkem byl zatěžovací program, který v maximální možné míře vyhovoval nárokům všech zúčastněných firem.

Jeho název je **CARLOS TC**, je to zkratka výrazu: **CAR LO**ading **Standard Trailer Coupling**.

CARLOS TC se skládá ze 3 modulů, každý obsahuje 3 normované časové signály ve směru X, Y, Z:

Modul 1 (M1): představuje zákaznické použití, délka: 630 s, 500 opakování

- Modul 2 (M2): zhoršený styl jízdy, délka: 271 s, 50 opakování;
- Modul 3 (M3): Speciální zatížení, délka: 51 s, 10 opakování;
- Celková délka testu je dána touto kombinací: $10 \times (5 \times (10 \times M1 + M2) + M3)$;
- Celková doba testu: 92 hodin.

Pro různé hmotnosti vozidla a vlečeného přívěsu se používá parametr měřítka D:

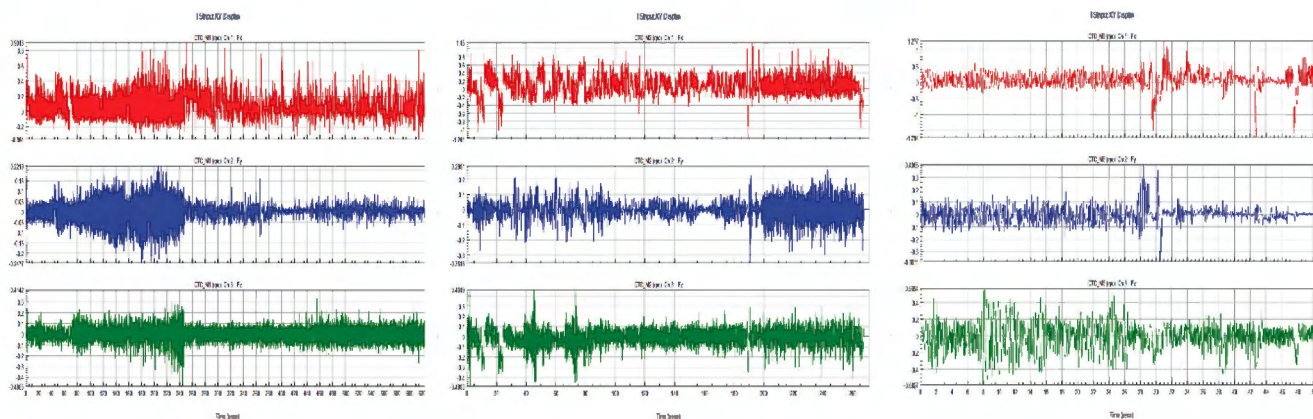
$$D = \frac{m_{Fzg} \cdot m_{Hänger}}{m_{Fzg} + m_{Hänger}} \cdot g,$$

kde:

- m_{Fzg} hmotnost vozidla,
- $m_{Hänger}$ hmotnost přívěsného vozíku,
- g gravitační konstanta.

7.3 Realizace testu

Při testu se používá celý vůz, navážený na maximální hmotnost, případně karoserie na povozku, též uměle dovážená na maximální hmotnost. V obou případech je vůz fixován za náhrady zadních kol k základové desce. Tažné zařízení je příslušným způsobem namontováno, šrouby jsou předepsaným způsobem dotaženy. V tomto případě se používá dotažení za mez kluzu spoje (základní moment + úhel).



Obr. 37–39 Časový záznam normovaných signálů M1, M2, M3 pro směr Fx, Fy, Fz.
Fig. 37–39 Time history of the standardized signals M1, M2, M3 for direction Fx, Fy, Fz.



Obr. 40 a 41 – Pohled na uspořádání zkušebního stavu.
Fig. 40 and 41 Arrangement of the test bench layout.



Obr. 42 Detailní pohled na testovanou oblast.
Fig. 42 Detailed view of the tested area.

Struktura je zatěžována pomocí 3 kanálového elektrohydraulického zatěžovacího stavu, hydraulické válce Inova, řídicí a regulační systém Flex Test IIm (MTS). Zkouška připravena iteračním způsobem metodou požadované odezvy (Remote Parameter Control).

7.4 Vyhodnocení testu

V průběhu testu je pravidelně kontrolován stav karoserie, tažného zařízení a šroubových spojů. Nepřípustné jsou trhliny a lomy, dále pokles utahovacího momentu o více než 20%. Pokud k tomu dojde, jsou nutné konstrukční změny, změna materiálu, změna utahovacího předpisu.

8. LABORATORNÍ ŽIVOTNOSTNÍ ZKOUŠKA CELÉHO VOZU

8.1 Popis problémů

Únavová porušení různých částí automobilu mohou vést ke stavům, kdy vzniklé únavové trhliny povedou až k lomům jednotlivých komponent a kdy jsou v ohrožení jak členové posádky, tak i ostatní účastníci silničního provozu.

8.2 Předepsané provedení zkoušky

Zkouška má simulovat zatěžovací podmínky na zkušebním polygonu EHRA, dráha EVP po stránce časové, frekvenční i po stránce kumulativního únavového poškození.

8.3 Realizace testu

Tyto zkoušky probíhají na multiaxiálních simulátorech vozovky, v našem případě jde o 16 kanálový stroj série 329 od firmy MTS. Použit software RPC Pro, k přípravě zkoušky použit přístup, kdy je zkušební režim řízen požadovanou odezvou měřících dílů konstrukce vozu. Předpokládá to pečlivý sběr provozních z míst, která spolehlivě popisují chování vozu při jízdě na zkušební trati.

Příprava zkoušky na tomto zkušebním stavu sestává z několika fází (celý proces trvá několik týdnů):

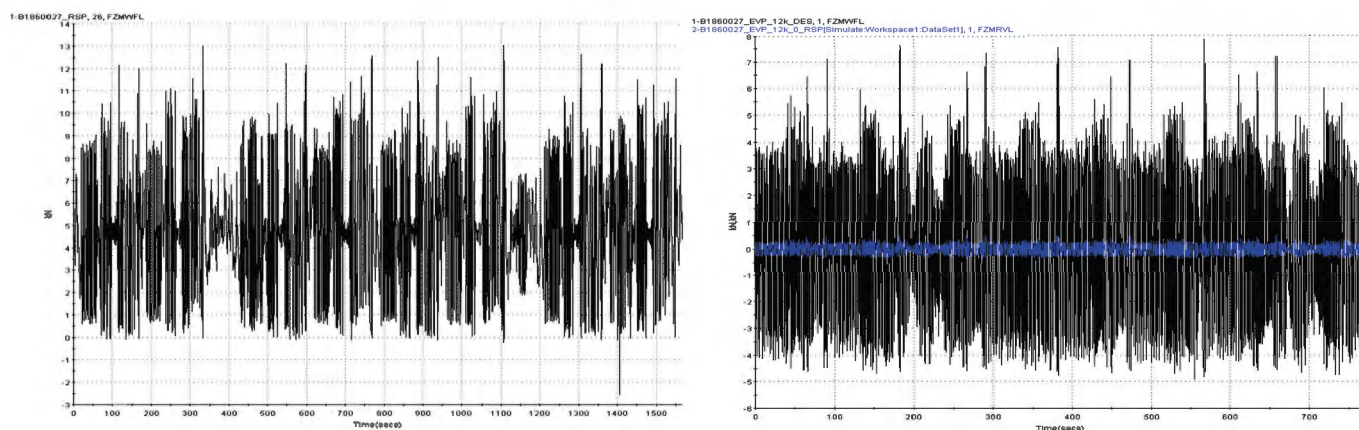
- instalace měřících systémů a sběr provozních dat,
- analýza provozních dat,
- identifikace soustavy – měření frekvenčních přenosových funkcí (FRF),
- odhad prvního zatěžovacího (drive) signálu,
- iterační proces – opakované měření odezvy ze vzorku, výpočet chybového (error) signálu, generování opraveného drive signálu,
- realizace životnostního testu (na základě posledního „správného“ iteračního kroku).

Jedná se o relativně složitý proces, náročný na znalosti z několika různých oborů a též náročný z hlediska času (příprava od instalace až po poslední iterační krok trvá několik týdnů usilovné práce). V žádném případě se nejedná o rutinní proces, který by se dal popsat pomocí jednoduchého návodu (obr. 43–46).

Omezením popisovaného testu je skutečnost, že zkouška je připravena pro konkrétní dynamickou soustavu – tedy pro vůz s daným naladěním podvozku, hmotností a rozložením hmot. Použitelnost na vůz s jiným naladěním podvozku, nebo dokonce na vůz jiné kategorie je více než diskutabilní. Je proto důležité již ve fázi plánování zkoušek prototypů vybrat vůz, u kterého se předpokládá nejvyšší zatížení (automobil s nejtěžším motorem, maximální výbavou...).

Výhody obdobné komplexní laboratorní zkoušky (i přes délku počáteční přípravy) jsou zřejmé:

- zaručená opakovatelnost testu,
- možnost dalších analýz na testovaném voze (většinou se při zkoušce provádějí ještě další, dílčí měření některých komponent jako základ pro přípravu zkoušek např. na elektrodynamických shakerech,
- zkrácení doby testu,



Obr. 43 a 44 Příklad časového záznamu – signál nahraný a editovaný – síla ve směru osy z – levé přední kolo.
Fig. 43 and 44 Example of time history – a signal recorded and edited – force in the direction of the z-axis – left front wheel.



Obr. 45 a 46 Pohled na 16 kanálový simulátor vozovky série 329 (MTS).
Fig. 45 and 46 View of the 16 channel road simulator series 329 (MTS).

- možnost těsné spolupráce se zadavatelem testu (zkušební polygon je v BRD, zkušebna je ve vedlejší budově),
- možnost objektivního monitoringu stavu vzorku během zkoušky,
- možnost zkoušky dalšího vozu již bez nutnosti počáteční přípravy.

8.4 Vyhodnocení testu

V průběhu testu se průběžně sledují **všechna poškození** vozu, nejenom ta kritická, která mohou mít za následek stav, ohrožující posádku vozu a ostatní účastníky silničního provozu. Dále se kontrolují důležité šroubové spoje, Mezi kritická poškození patří hlavně poškození přední a zadní nápravy, kotvení náprav do karoserie, poškození kotvení kapoty, dveří, zadního víka, čelního skla, střešního nosiče atd.

V případě nesrovnalostí musí dojít ke konstrukčním změnám, změnám materiálu konstrukce, změnám způsobu upevnění.

9. ZÁVĚR

V prototypové a předseriové fázi vývoje musejí být uskutečněny zkoušky karoserie, které prověřují, zda konstrukce splňuje podmínky pro ochranu posádky a ostatních účastníků silničního provozu podle různých předpisů. Jedná se o laboratorní pevnostní a životnostní zkoušky různých částí karoserie, kterým většinou předchází výpočty, využívající metodu konečných prvků. V případech, kdy je to proveditelné, následují nárazové testy a jízdní zkoušky, které slouží ke konečnému zhodnocení konstrukce. Laboratorní pevnostní a životnostní testy mají výhodu ve své relativní finanční nenáročnosti, rychlosti provedení, nezanedbatelná výhoda je to, že vzorek můžeme mít po celou dobu testu pod kontrolou, zkouška je řízená a opakovatelná. Nutno zdůraznit, že i době, kdy se klade velký důraz na úspory v oblasti vývoje a na zkracování doby vývoje, tyto testy mají své nezpochybnitelné místo, podepřené předepsanými zkušebními metodikami. Je zřejmé, že zkušební postupy, používané ve Škoda-Auto jsou ve většině případů náročnější, než obecně užívané metodiky.

10. LITERATURA

- [1] ISO 27955 Road vehicles – Securing of cargo in passenger cars, station wagons and multi-purpose vehicles. Requirements and test methods (ISO 27955:2010)
- [2] FMVSS 216 Roof Crush Resistance-Passenger Cars, 1.4.1991
- [3] ISO/PAS 1 1154 Road vehicles – Roof load carriers, First edition 2006-12-15
- [4] VDI 2862 Einsatz von Schraubensystemen in der Automobilindustrie, 1.

Správná citace:

ZDRAŽIL, K. Zkoušky pevnosti a životnosti karoserie osobního automobilu a jejich dopad na provozní bezpečnost. *Soudní inženýrství*, 2023, 34(1), 40–51. DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.40>. ISSN 1211-443X.

Syndrom vyhoření softwarových vývojářů v agilním vývoji

Burnout Syndrome of Software Developers in Agile Development

Zdeněk Vafek^{1*}, Jitka Kreslíková²

¹Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Brno

²Vysoké učení technické v Brně, Fakulta informačních technologií, Brno

Abstrakt

Riziko syndromu vyhoření se v populaci neustále zvyšuje a postihuje mnoho softwarových vývojářů v agilním vývoji. Tento syndrom se projevuje únavou, sníženým výkonem, nedostatkem motivace, ztrátou zájmu o práci a neschopností efektivně se soustředit na úkoly. Softwaroví vývojáři pracují především v agilním vývoji, což je velmi náročný proces, který vyžaduje neustálou adaptabilitu, komunikaci a spolupráci s ostatními členy týmu. Kombinace náročnosti práce a nedostatečného odpočinku přispívá ke zvýšenému stresu, úzkosti a depresi, což může mít za následek syndrom vyhoření.

Aby se zabránilo syndromu vyhoření, je důležité, aby vývojáři měli dostatek podpory od svého týmu a nadřízených. Nezbytná je také možnost řídit si svůj čas a mít dostatek prostoru na odpočinek a regeneraci. Komunikace a spolupráce s ostatními členy týmu je také klíčová, aby se minimalizoval stres a úzkost a vývojáři měli pocit, že mají kontrolu nad svojí prací. Vývojáři by měli také svou práci pravidelně reflektovat a přemýšlet o tom, jak si mohou zlepšit své pracovní podmínky a předejít syndromu vyhoření. Pomocí využití agilního přístupu a metody Scrum lze detekovat možnost vzniku příčinných souvislostí vedoucích k syndromu vyhoření na základě dlouhodobého měření Story points. Z důvodu využití krátkých iterací v metodě Scrum je možné na faktory vedoucí k syndromu vyhoření včas upozornit a tím snížit riziko ohrožení prací na projektu.

Článek byl publikován v rámci sborníku příspěvků XV. odborné konference doktorského studia Soudního inženýrství, Junior Forensic Science (JuFoS), 18.–19. května 2023 v Brně.

Klíčová slova: syndrom vyhoření, agilní přístup, scrum, story points, riziko.

1. ÚVOD

V drtivé většině firem zabývajících se vývojem software je k řízení projektů využíván Agilní přístup (AP), který klade důraz na průběžné dodávání produktu zákazníkovi. Zmíněného dodávání je dosaženo pomocí iterací, které zpravidla netrvají déle než jeden měsíc, během níž dochází k vývoji nových funkcionalit

Abstract

The risk of burnout syndrome is increasingly high and affects many software developers in agile development. This syndrome manifests itself in fatigue, reduced performance, lack of motivation, loss of interest in work and inability to focus effectively on tasks. Software developers work primarily in agile development, which is a very demanding process requiring constant adaptability, communication and collaboration with other team members. The combination of demanding work and lack of rest can lead to increased stress, anxiety and depression, which can lead to burnout syndrome.

To avoid burnout syndrome, it is important that developers have plenty of support from their team and supervisors. It is also important to be able to manage their time by themselves and have enough time to rest and recover. Communication and collaboration with other team members is also key to minimize stress and anxiety and to help developers feel in control of their work. Developers should also regularly reflect on their work and think about how they can improve their working conditions and prevent burnout syndrome.

By using the Agile approach and the Scrum method, it is possible to detect the possibility of causality leading to burnout syndrome by measuring Story points over time. Because of the use of short iterations in the Scrum method, it is possible to highlight factors leading to burnout syndrome early on and thus reduce the risk of jeopardizing project work.

The paper was published in the proceedings of the XVth Professional Conference of Doctoral Studies in Forensic Engineering, Junior Forensic Science (JuFoS), 18–19 May 2023 in Brno.

Keywords: burnout syndrome, agile approach, scrum, story points, risk.

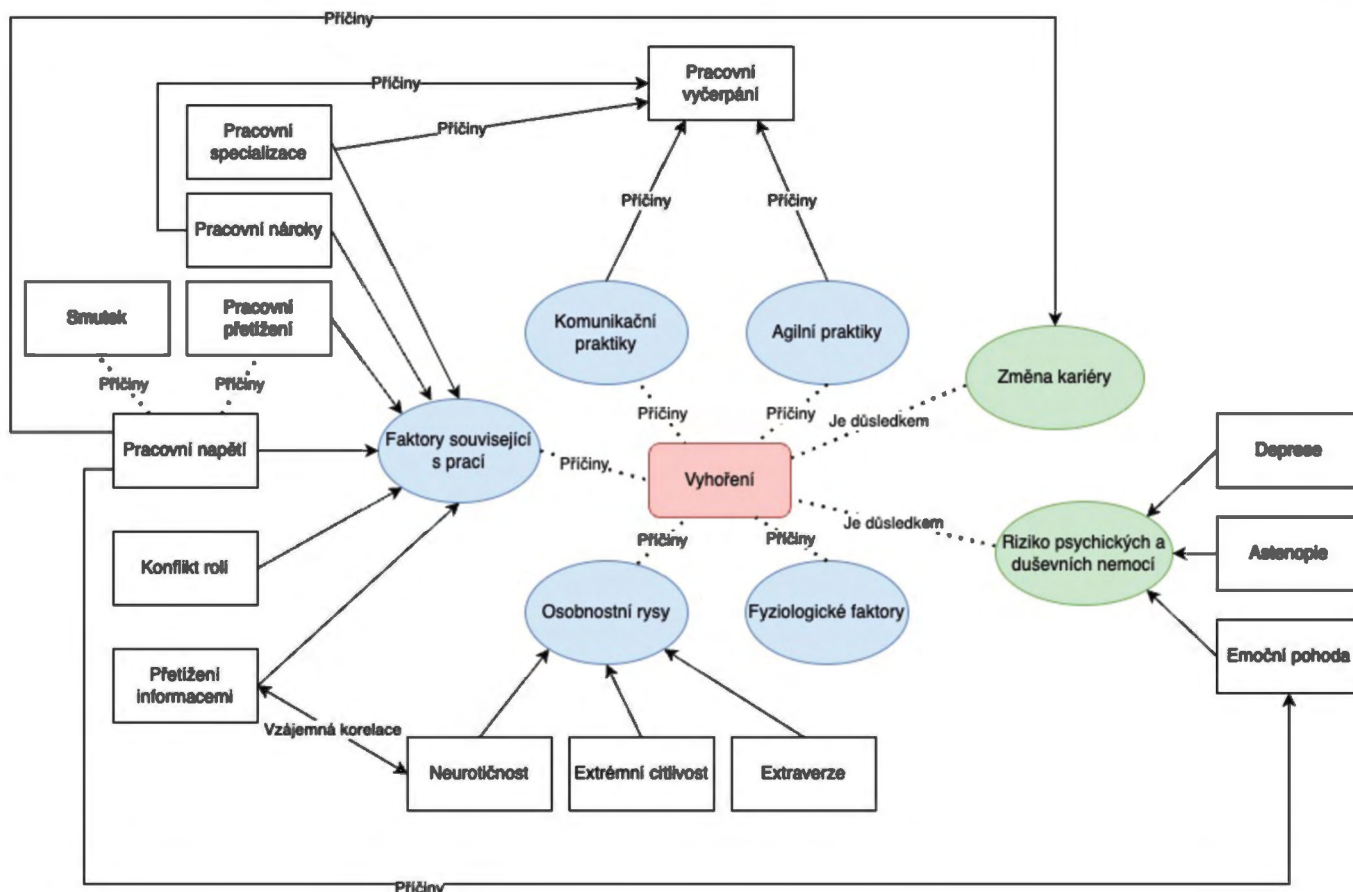
a opravě chyb v předchozích verzích. Nejdůležitějším faktorem AP je samotný vývojový tým, který by se měl řídit Manifestem agilního vývoje software. [1] Manifest se opírá o psychologii týmu, kde klíčovými prvky jsou motivovaní lidé, zajišťování podpory členům týmu a vzájemná komunikace mezi týmem a zákazníkem. Kromě těchto prvků je rovněž v každé iteraci mírně zvyšována zátěž na každého člena týmu tak, aby bylo odvedeno co **největší**

Dodáno do redakce: 19. 5. 2023

Recenzní řízení: od 22. 5. 2023 do 24. 5. 2023

*Korespondenční adresa: zdenek.vafek@vut.cz

DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.52>



Obr. 1 Příčinná souvislost syndromu vyhoření. Převzato z [4].
Fig. 1 Causation of burnout syndrome. [4]

množství práce během jediné iterace vývoje. Z toho vyplývá, že nejlepší výsledky má často komunikující samoorganizovaný tým se schopnými, motivovanými a kreativními členy.

Kombinace těchto vysokých požadavků spolu s mentální a psychickou náročností vykonávané práce vede k **syndromu vyhoření (SV)**. SV je důsledkem nerovnováhy mezi pracovním nasazením a ziskem z něj, kdy dochází k psychickému, emočnímu a kognitivnímu vyčerpání a celkové únavě. SV se vyskytuje především u jednotlivců, jejichž jednou z hlavních náplní práce je komunikace s lidmi, kteří jejich práci hodnotí (v IT průmyslu může být hodnocení nahrazeno testováním SW). Následné symptomy SV mohou být psychické, fyzické a sociální. [2]

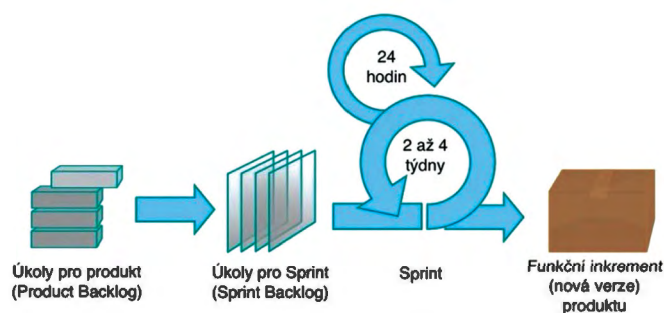
Při využívání AP je možné vybrat jednu z mnoha metod, pomocí kterých je možné monitorovat práci na projektech. Využití metody s názvem Scrum, disponuje možností vyjádřit měrnou jednotku odhadu celkového úsilí k úplné implementaci úkolu do projektu, nazývaných Story Points (SP) [3], za dané časové období Sprint, které má vždy stejnou dobu trvání. Využitím SP je možné sledovat pracovní výkonnost členů týmu v určitém časovém období a detekovat výkyvy v počtu splněných SP a včas reagovat na faktory s příčinnou souvislostí k SV (viz obr. 1), a tím potlačit riziko jeho výskytu u členů týmu [4].

2. METODY A DATA

Data byla sbírána u týmu, který začal využívat AP pro řízení projektu metodou Scrum po dobu 18 týdnů, což odpovídá počtu šesti Sprintů, kdy každý trval 15 pracovních dní (tři týdny). Během sběru dat byla odváděna práce na nových funkcích pro výsledný produkt projektu, tak i na opravě jeho nahlášených chyb.

Tým se skládá z celkem devíti softwarových vývojářů, kde jsou na základě zkušeností rozděleni na dva seniorské vývojáře (pozice Senior developer), tři juniorské vývojáře (Junior developer) a čtyři studenti. Rozdělení do zmíněných kategorií odpovídá splněných SP za jeden Sprint, kdy senior developer musí odvést práci v hodnotě alespoň 45 SP, junior developer v rozmezí 20 až 45 SP, studenti (stážisti) méně než 20 SP a mají zkrácený úvazek ze 160 na 40 až 80 hodin, zároveň jejich pracovní doba probíhala především koncem pracovního týdne.

Pro řízení týmu byla využita metoda Scrum, což je agilní metodika navržená pro komplexní projekty, kde je často nutné přizpůsobit se změnám. Scrum je založen na krátkých vývojových cyklech nazývaných sprinty, které obecně trvají jeden až čtyři týdny. Scrum tým je samoorganizovaný, malý (obvykle ne více než deset lidí) a zahrnuje jednoho Scrum Mastera a jednoho produktového vlastníka. Zbytek týmu se nazývá vývojový tým [5], [6]. Členové vývojového týmu se pokouší odvést v rámci jednoho Sprintu práci minimálně za počet plánovaných SP, v ideálním případě každý



Obr. 2 Postup v metodě Scrum.
Fig. 2 The Scrum process.

Sprint naváší jejich počet. Neustálým zvyšováním počtu SP ze strany Scrum Mastera je možné opatrně zvyšovat produktivitu jednotlivých členů vývojového týmu a tím urychlit celý vývoj produktu.

Sběr počtu splněných SP probíhal pomocí softwaru Jira od společnosti Atlassian, který umožňuje kompletní správu projektů a podporuje uplatnění AP s metodou Scrum. V Jira je vedený seznam všech úkolů pro vytvoření nových funkcí a nahlášených chyb. Po výběru těchto položek do seznamu úkolů pro konkrétní Sprint probíhá v Jira pomocí rozšíření planning poker přiřazení počtu SP, kde jeden SP odpovídá přibližně dvěma hodinám práce pro senior developera. Po hlasování jsou úkoly rozděleny tak, aby počet přidělených SP každého vývojáře byl přibližně stejný (ideálně vyšší), než v předchozím Sprintu.

Měření probíhalo od prvního Sprintu týdne, kdy nebylo možné brát v potaz hodnoty z přecházející iterace, z toho důvodu se u Senior developer 1 vyskytuje vyšší rozdíl mezi plány prvního a druhého Sprintu. Další důležitým faktorem bylo, že Student 3 a Student 4 začínali svoji stáž ve vývojářském týmu zároveň se zavedením metody Scrum.

V průběhu získávání dat byl zaznamenáván počet splněných SP u všech vývojářů každý den, díky čemuž bylo možné vytvořit tzv. Burndown Chart obsahující pracovní postup všech členů týmu zvláště pro každý Sprint. Následně byla vytvořena tabulka pro shromáždění hodnot plánovaných a splněných SP ze všech Sprintů.

3. VÝSLEDKY A DISKUZE

Z naměřených dat (viz. tab 1: Počet plánovaných (P) a splněných (S) SP v jednotlivých Sprintech) je možné sledovat motivovanost členů týmu pomocí rostoucího počtu SP během jednoho Sprintu. Zde u čtyř z šesti Sprintů byla hodnota splněných SP vyšší než plánovaná. Klesající tendence SP se projevila u Junior developera 1 a Studenta 3.

Student 3 byl od začátku nekomunikativní a nemotivovaný, z toho důvodu byl po třetím Sprintu upozorněn na možné ukončení spolupráce s týmem. Během následujícího Sprintu proběhlo zvýšení splněných SP, ale nedosáhl plánu, který mu byl přidělen. Z toho důvodu byl před zahájením pátého Sprintu propuštěn. Tato situace však měla neočekávaný vliv na ostatní studenty, kterým v následujícím Sprintu vzrostla produktivita (obr. 3).

Podobná situace vznikla rovněž u Junior developer 1, který je součástí týmu už téměř dva roky. Poslední rok však jeho práce má velkou chybovost v kódu, tudíž se mu vysoké množství práce vrací zpět a je nucen kód opravovat. Z toho důvodu má nižší počet SP než ostatní členové týmu na stejné pozici, navíc se tento počet v čase stále snižuje. Po ukončení Sprint 5 mu bylo oznámeno, že není jeho smlouva prodloužena a do 2 měsíců ve vývojovém týmu končí. Zde nastala opačná situace než u Student 3 a počet splněných SP se téměř u všech vývojářů snížil (obr. 4), dle předpokladů se jedná o pracovní napětí, které při dlouhodobém působení může vést k SV. S Junior developer 1 nejvíce spolupracoval Senior developer 2, který poprvé ve Sprint 6 nedosáhl hranice plánovaných SP. V případě Senior developer 2 se tedy kromě pracovního napětí pravděpodobně jedná i o vidinu budoucího pracovního přetížení, což je další příčinnou souvislostí SV.

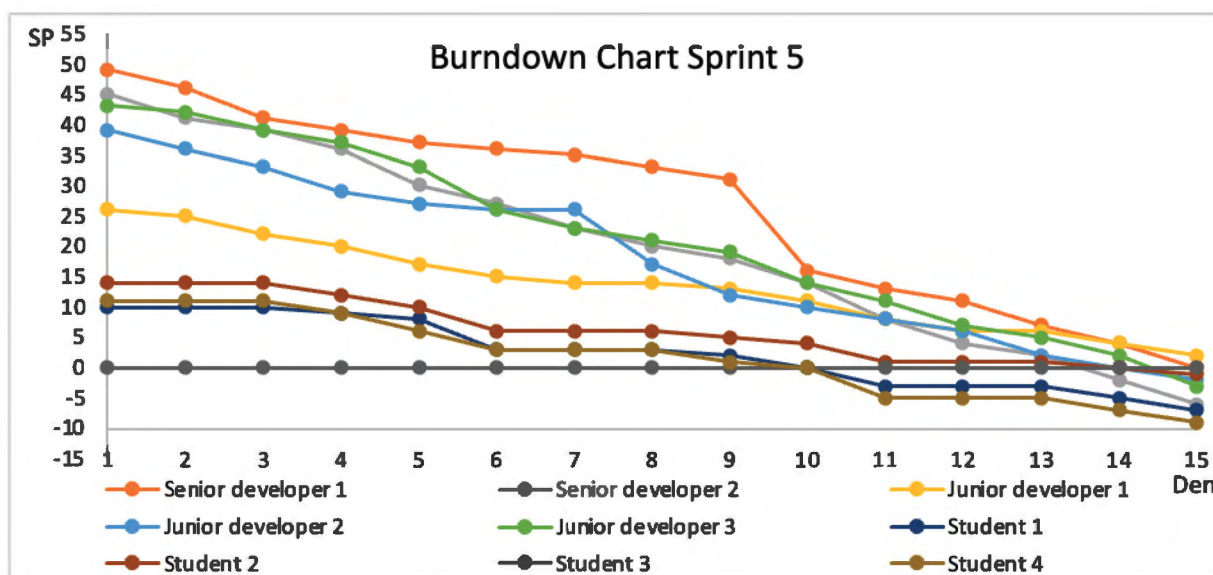
4. ZÁVĚR

Při využití metody Scrum je možné sledovat pracovní nasazení jednotlivých vývojářů v agilních týmech při vývoji produktu a vlivem krátkých iterací je možné případné výkyvy ve splněných Story points detekovat včas a vhodným způsobem na ně zareagovat. Příčinné souvislosti k syndromu vyhoření u jednotlivých vývojářů

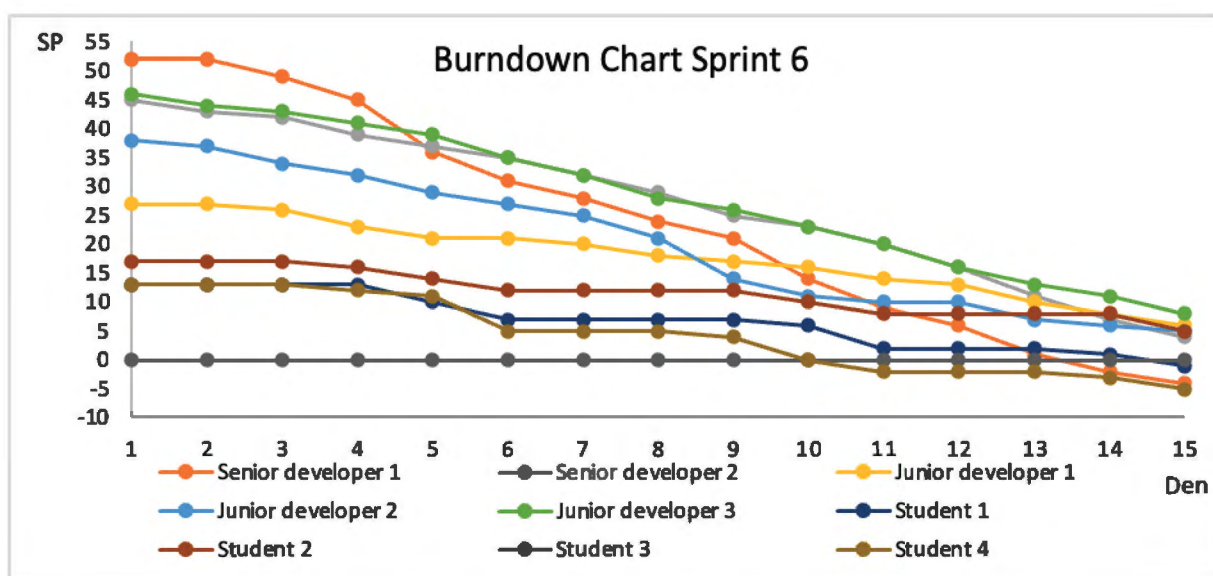
Tab. 1 Počet plánovaných (P) a splněných (S) SP v jednotlivých Sprintech.

Tab. 1 Count of planned (P) and completed (S) SP in individual sprints.

	Sprint 1		Sprint 2		Sprint 3		Sprint 4		Sprint 5		Sprint 6	
	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S
Senior developer 1	47	54	52	55	51	52	50	55	53	53	52	56
Senior developer 2	45	48	46	51	49	49	52	51	48	54	47	43
Junior developer 1	34	29	33	26	31	27	32	23	28	26	27	21
Junior developer 2	39	40	40	41	39	41	37	41	41	43	40	35
Junior developer 3	41	41	42	43	42	42	41	43	44	47	46	38
Student 1	9	9	12	12	11	13	14	15	12	19	15	16
Student 2	12	12	14	13	13	15	17	15	15	16	18	13
Student 3	8	6,5	8	2	8	1	8	5	0	0	0	0
Student 4	8	9	9	12,5	12	17	13	18	12	21	16	21
Celkem	243	248,5	256	255,5	256	257	264	266	253	279	261	234



Obr. 3 Graf splněných SP ve Sprint 5.
Fig. 3 Chart of completed SP in Sprint 5.



Obr. 4 Graf splněných SP ve Sprint 6.
Fig. 4 Chart of completed SP in Sprint 6.

je možné pomocí dlouhodobého měření hodnot Story points. Zmíněný předpoklad je potvrzen vlivem rozvádání spolupráce se Student 3, kdy u ostatních vývojářů na pozici Student byla zvýšena produktivita. Zároveň byl předpoklad potvrzen rovněž při rozvádání spolupráce s Junior developer 1, kdy u ostatních členů týmu došlo ke snížení produktivity pravděpodobně z důvodu pracovního napětí vlivem nejistoty na pracovišti. U vývojáře blízké spolupracujícího s Junior developer 1 došlo k nejvyššímu poklesu pravděpodobně z důvodu i možného budoucího pracovního přetížení. Je zde však nutné pokračovat s dalším výzkumem a zaměřit se na rozšíření o dotazníkové šetření psychického stavu vývojářů v průběhu experimentálního měření. Je nutné dále prozkoumat možné kombinace poklesu, či zvýšení počtu Story points u více členů týmu najednou. Zjištěná data pak ověřit i na větším počtu vývojářů v rozdílných prostředích.

5. LITERATURA

- [1] BECK, K., BEEDLE, M., BENNEKUM, A., COCKBURN, A., CUNNINGHAM, W., FOWLER, M., GRENNING, J., HIGHSMITH, J., HUNT, A., JEFFRIES, R., KERN, J., MARICK, B., MARTIN, R., MELLOR, S., SCHWABER, K., SUTHERLAND, J., THOMAS, D. *Manifest agilního vývoje software*.
- [2] KEBZA, V., ŠOLCOVÁ, I. Well-being jako psychologický a zároveň mezioborově založený pojem. *Čs. psychologie* 47, 2003, s. 333–345.
- [3] RADIGAN, D. *Story points and estimation*. Atlassian [online]. [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <https://www.atlassian.com/agile/project-management/estimation#:~:text=Story%20points%20are%20units%20of,work%2C%20and%20risk%20or%20uncertainty.>

- [4] TULITI, T. R. *et al.* *Burnout in software engineering: A systematic mapping study* [online]. 2023, 155 [cit. 2023-04-17]. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.107116>.
- [5] Scrum Methodology. *International Journal Of Engineering And Computer Science* [online]. 2016, 2016(5) [cit. 2023-05-14]. Dostupné z doi:10.18535/ijecs/v5i6.11
- [6] Pries-Heje, L., Pries-Heje, J. Why Scrum Works: A Case Study from an Agile Distributed Project in Denmark and India. *2011 Agile Conference*, Salt Lake City, UT, USA, 2011, pp. 20–28, doi: 10.1109/AGILE.2011.34.

Správná citace:

VAFEK, Z., KRESLÍKOVÁ, J. Syndrom vyhoření softwarových vývojářů v agilním vývoji. *Soudní inženýrství*, 2023, 34(1), 52–56. DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.52>. ISSN 1211-443X.

Zkušenosti s efektivní realizací průzkumů obsazenosti vozidel MHD prostřednictvím automatizovaných systémů

Experience with Effective Implementation of Public Transport Vehicle Occupancy Surveys Through Automated Systems

Richard Turek*, Adam Bystrianský, Radim Striegler, Jan Krátký

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

Abstrakt

Předmětem článku je představení moderních způsobů, pomocí kterých lze provádět dopravní průzkumy v městské hromadné dopravě a zkušenosti s jejich použitím. Jde o příspěvek k metodologii práce znalců oboru doprava, odvětví doprava silniční, specializace posuzování provozu veřejné hromadné dopravy. Ještě nedávno se tyto průzkumy dělaly tzv. „čárkováním“, tedy za pomoci sčítačů a zapisovacích archů. Tento způsob je i dodnes využíván jako rezerva při selhání moderních technologií. V Centru dopravního výzkumu byla vytvořena mobilní aplikace a webové rozhraní pro automatizaci těchto průzkumů, úsporu času a zvýšení efektivity práce v terénu.

Klíčová slova: přepravní průzkum, obsazenost, MHD, automatizace.

Abstract

The subject of this paper is to present modern methods that can be used to conduct traffic surveys in urban public transport and experiences with their use. It is a contribution to the methodology of expert witness work in the field of transport, road transport sector, specialization of public transport traffic assessment. Until recently, these surveys have been done by so-called “crossing”, i.e. with the help of counters and recording sheets. This method is still used today as a backup in case of failure of modern technologies. A mobile application and web interface have been developed at the Transport Research Centre (CDV) to automate these surveys, saving time and increasing the efficiency of fieldwork.

Keywords: transport research, occupancy, urban mass transport, automation.

1. ÚVOD

Realizace dopravního průzkumu představuje velký objem činnosti. Vlastní průzkum se zpravidla skládá z přípravné části, fyzického průzkumu a následně ze zpracování dat včetně tvorby analytických výstupů. Uvedené činnosti jsou do značné míry náročné na čas i finance, a proto je vhodné tyto činnosti, co nejvíce zautomatizovat při využití výpočetní techniky. Dalším důvodem pro automatizaci je objem spojů, který může nabývat velkého množství (např. MHD Zlín a Otrokovice zahrnuje cca 1 700 spojů v pracovní den). Z těchto důvodů byl vytvořen automatizovaný systém zahrnující dvě části: část pro správu a zpracování dat – webové rozhraní pro zpracovatele a část pro zadávání – mobilní aplikace pro sčítače, které budou popsány v dalším textu.

2. PRŮZKUMY MHD

Průzkumy městské hromadné dopravy mají povahu přepravních i dopravních průzkumů. Předmětem průzkumů je získání údajů o intenzitách anebo směřování přepravních proudů, které jsou následně využity pro případné úpravy dle zjištěných poznatků, ev. deficitů za účelem optimalizace stávajícího systému MHD – počet spojů na linkách, vedení linek, ev. úprava tarifu. Jako podklady pro posouzení stávajícího stavu je rovněž možné využít statistické ukazatele z evidence dopravce. Pro posuzování systému MHD jsou využívány také zvláštní průzkumy zaměřené např. na rychlost, zpoždění, zdržení na zastávkách. Získaná data rovněž slouží k doplnění databáze přepravních a dopravních výkonových ukazatelů. V případě dat dopravního charakteru se jedná o jízdní

Dodáno do redakce: 4. 5. 2023
Recenzní řízení: od 5. 5. 2023 do 16. 5. 2023

DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/Sl.2023.1.57>

*Korespondenční adresa: richard.turek@cdv.cz

výkonové parametry týkající se jednotlivých linek, skladby, vypravenosti a kapacity vozidel apod., které jsou často předmětem analýzy i v rámci primární přepravního průzkumu a umožní lépe posoudit efektivitu provozu MHD [1].

Průzkumy MHD se podle způsobu zaznamenávání i sledovaných ukazatelů dělí následovně:

- průzkum intenzity přepravních proudů,
- průzkum počtu přepravených osob,
- směrový průzkum,
- zvláštní průzkum.

2.1 Průzkum intenzity přepravních proudů

Uvedený průzkum umožňuje zjistit množství přepravovaných osob, které projedou sledovaným profilem trasy (mimo zastávky) za zvolené období. Při rozlišení jednotlivých linek, ev. spojů lze sledovat průběh obsazenosti v průběhu konkrétní trasy dané linky vztahený k počtu sčítacích profilů. Sčítači dle typu vozidla zaznamenávají do sčítacích formulářů stupeň obsazenosti, udávající přibližný počet cestujících. Obecně je používáno 6 stupňů obsazenosti (0 – prázdné vozidlo, 5 – max. obsazení). Konkrétní hodnoty lze najít v odborné literatuře. Výsledky je možné použít k rámcovému porovnání poptávky a nabídky v dané trase. Nevýhodou je nižší přesnost získaných údajů. Podvariantou může být sčítání ve vozidle, kdy jsou sečtení všichni cestující mezi dvěma zastávkami, případně je možné sledovat obrat cestujících na zastávkách, což je však předmětem dalšího průzkumu.

2.2 Průzkum počtu přepravených osob

Náplní průzkumu je zaznamenávání vystupujících a nastupujících na jednotlivých zastávkách. Sčítač se při průzkumu zpravidla nachází ve vozidle, případně mohou být sčítači na zastávkách. Druhý způsob je značně náročný na personální pokrytí. Při sčítání ve vozidle sčítač v průběhu jízdy (každého spoje) zapisuje na každé zastávce počty vystupujících a nastupujících. Pro ověření správnosti sčítač provádí kontrolní výpočet, zda koresponduje počet cestujících ve voze po odjezdu. Případně je možné zaznamenávat pouze nástupy a počet ve voze a výstupy dopočítat. Při sčítání na zastávkách sčítač eviduje obsazenost vozidla na příjezdu a počty vystupujících a nastupujících. Pro jednotlivé linky, ev. spoje je možné na základě průzkumu znázornit průběh obsazenosti v průběhu trasy i míru výměny cestujících na jednotlivých zastávkách. Podobně také srovnání počtu nabízených/požadovaných míst. Alternativu k ručnímu zaznamenávání představují automatická zařízení pro počítání cestujících.

2.3 Směrový průzkum

Předmětem směrových průzkumů je zjistit zdroje a cíle cest, velikosti přepravních vztahů a případně také účel (charakter) cesty. Uvedené aspekty jsou nezbytným podkladem pro návrh sítě MHD ev. úpravu stávajícího systému. Jedná se zejména o trasování linek, umístění zastávek, četnost spojů v jednotlivých relacích ve vazbě na předchozí průzkumy. Uvedený průzkum je náročný na velké množství sčítačů, vlastní provedení i následné vyhodnocení. Provedení průzkumu je tak spojeno s vysokými náklady. Mezi používané metody patří:

- metoda sčítacích lístků,
- metoda ústního dotazu během přepravy,
- metoda písemného dotazu během přepravy.

Způsob provádění i charakter zjišťovaných údajů podle jednotlivých metod je blíže popsán v odborné literatuře. Dílčím podkladem mohou být také výsledky z PDCH (průzkum dopravního chování), pokud je zahrnut dostatečný rozsah cestující veřejnosti využívající MHD.

2.4 Zvláštní průzkum

Zvláštním průzkumem jsou označovány průzkumy cestovní rychlosti a průzkum zdržení vozidel MHD. Sledované parametry je možné měřit buď ve vozidle nebo mimo vozidlo. V případě měření ve vozidle sčítač stopkami měří jízdní doby mezi zastávkami, zdržení na zastávkách a na křižovatkách. Při měření mimo vozidlo se liší způsob měření pro cestovní rychlost a zdržení zastávkách. Při měření rychlosti záznam provádí dva sčítači na vybraném/určeném úseku (na začátku a konci). Při zaznamenávání zdržení na zastávkách pozorovatel sleduje příjezd a odjezd každého vozidla. Pro zjištění průměrných hodnot a eliminaci náhodných vlivů je vždy třeba provést opakovaná měření.

2.5 Další možnosti získání dat o obsazenosti

V současnosti jsou již vozidla MHD většinou standardně vybavena moderními prvky odbavovacího a informačního zařízení. Nedílnou součástí informačního systému vozidla je obvykle i jednotka GPS. Údaje o poloze vozidel je tak následně možné využít při hodnocení provozu i předání informací o zpoždění cestujícím a umožňují tak zkvalitnění provozu.

Kromě standardních přepravních průzkumů, ev. dalších průzkumů popsaných v předchozích kap. patří mezi další možné způsoby získání dat o intenzitách přepravního proudu a obsazenosti spojů v jednotlivých úsecích tyto zdroje:

- odbavovací systémy, turnikety,
- interní průzkumy dopravce,
- automatické sčítače cestujících,
- vážící systémy.

V případě odbavovacích systémů jsou prostředkem pro získání dat o prodaných jízdenkách palubní počítače ve vozidlech (pokladny u řidiče), které jsou využívány hlavně u příměstské a dálkové dopravy, kdy cestující nastupují předními dveřmi. Případně v provozech MHD s daným způsobem odbavení – zde však neznáme výstupy. (např. Karviná, Prostějov). V případě linek s kilometrickým tarifem jsou data velmi přesná. U integrovaných systémů s uplatňovaným zónovým či pásmovým tarifem je určitým způsobem omezena vypovídající hodnota, přičemž známe pouze informaci o nástupu a počtu projetých zón. V případě předplatních jízdenek bez vazby na elektronický nosič (např. bankovní kartu) pak není možné vytěžit reálně žádné informace o jednotlivých cestách. Výhodou těchto dat jsou nízké náklady vzhledem k tomu, že data jsou získávána automaticky jako součást prodeje, avšak obvykle nejsou k dispozici ucelená data. V případě železniční dopravy pro nákup jízdenek slouží převážně pokladní přepážky ve stanicích. Nemusí zde však být vždy vazba na konkrétní spoj ale pouze den a trasu. U dálkové dopravy sem patří také rezervační systém, zejména u spojů s povinnou rezervací místa. Část cestujících využívá pro nákup také mobilní aplikace a internet.

V podmínkách MHD zpravidla cestující využívají nejčastěji předplatní jízdenky či jednotlivé jízdenky, ev. SMS jízdenky apod. Přičemž k označení papírové jízdenky či přiložení bankovní karty

dochází pouze při nástupu v případě jednotlivého jízdého (ev. u kratších cest přiložení karty i při výstupu). Nejsou tak k dispozici ucelené údaje o nástupech/výstupech na jednotlivých zastávkách. Ve vybraných městech jsou využívány bezkontaktní čipové karty (BČK), které jsou přikládány při nástupu i výstupu, např. Pardubice, ev. např. Havířov, Trenčín, kde jsou označovány jen nástupy. Jednou z dalších možností monitorování intenzit cestujících jsou turnikety či sloupky osazené senzory na vstupu/výstupu na/z nástupiště používané zpravidla nejčastěji v uzavřených systémech – metro apod. (v ojedinělých případech mohou být osazeny ve vozidle). Data mají spíše obecný charakter o počtu cestujících, např. v různých částech dne bez vazby na konkrétní spoj či cestu. Mohou však být využita pro obecné srovnání počtu vstupujících cestujících a počtu nabídnutých míst (souprav) za jednotku času. Zahraničním příkladem může být např. londýnský Transport for London (TfL), kde je v metru využíván systém tzv. Touch in, touch out, což znamená, že cestující přikládá ke čtečce na turniketu (případně systém funguje bezkontaktně pomocí NFC – near field communication) svou Oyster card jak při nástupu (touch in), tak také při výstupu (touch out). V případě autobusu a tramvaje je karta přikládána pouze při nástupu. V ostatních okolních zemích jsou obvykle využívány jednotlivé jízdenky či předplatní jízdenky s možností zakoupení např. v automatech na jízdenky, prodejnách jízdenek či přes mobilní telefon, které se zpravidla nikam nepřikládají podobně jako ve většině měst ČR a není je tak možné použít pro posouzení obsazenosti jednotlivých spojů.

Alternativní způsob získání počtu cestujících v jednotlivých spojih představuje také zjednodušená forma sčítání osob pověřenou osobou dopravce během obvyklé pracovní činnosti, nejčastěji např. průvodčí. V případě průvodčích je prostředkem přenosná osobní pokladna (POP), která zahrnuje rozhraní pro zjednodušené zadávání výstupů/nástupů. Nevýhodou tohoto způsobu je omezená přesnost (zejména u spojů s vyšší obsazeností) v důsledku toho, že se jedná o vedlejší pracovní náplň, která je vykonávána souběžně s kontrolou či prodejem jízdních dokladů ev. další činností. Podobně bývá využíváno i řidičů MHD, kteří do formuláře zaznamenávají stupeň obsazenosti na vybraných zastávkách.

V rámci snahy o získání co nejkomplexnějších informací z provozu je vybavení vozidel postupně rozšiřováno o automatická zařízení pro sčítání cestujících. Osazování těmito zařízeními je spojeno s obnovou vozového parku, ev. modernizací stávajících vozidel. Systém je určen ke sledování vytíženosti jednotlivých dopravních prostředků a následnou tvorbu statistik. Automatické sčítače jsou založené na automatickém sčítání a vyhodnocování dat na základě snímání nástupů a výstupů. V případě tohoto způsobu mohou být nainstalovány senzory nad dveřmi vozidla. Snímání je založeno na principu infračervených paprsků nebo kamer s integrovaným systémem rozpoznávání bez pořizování obrazového záznamu. Uvedený systém s sebou nese určitá technická specifika, kdy fungování čidel musí být upraveno a schváleno pro každý typ vozidla zvlášť. Jednotky jsou obvykle umístěny nad dveře do vnitřní části vozidla s tím, že mezi temenem hlavy musí být minimálně 20 cm volného prostoru. Detailní popis a princip automatického počítání cestujících (APC) i popis počítačích jednotek je uveden na webových stránkách výrobců – Herman systems, s.r.o., ABIRAIL CZ s.r.o., ev. další. Např. výrobce Herman systems, s.r.o. popisuje používaný princip následovně: „Senzorická jednotka sčítacího systému UCP-02 (unit of counting passengers) je

vybavena výkonnou řídicí jednotkou sloužící ke snímání a hlavně následnému zpracování obrazu. Snímaný signál ze stereo kamery je výpočetně on-line zpracován v jednotce a převeden na číselnou podobu v čidle (nastupující/vystupující cestující v době otevření dveří)“ [7]. Dle technických parametrů výrobců počítačích jednotek je přesnost až 98%. Dodavatel ABIRAIL CZ s.r.o. uvádí 95–98% [8]. Dle odborné zahraniční literatury, např. [4] je přesnost těchto systémů o něco nižší. Vážicí systémy jsou založeny na aktuálním obsazení – zatížení vozidla. K vážení jsou využívány systémy založené na sledování zatížení měchů s následným výpočtem změny hmotnosti vozidla v souvislosti s měnící se obsazeností v mezizastávkových úsecích. Daný způsob je zatížen výraznou nepřesností z důvodu rozdílné hmotnosti jednotlivých cestujících. Přičemž při výpočtu je počítáno s jednotnou – průměrnou hmotností cestujícího 80 kg. Literatura udává přesnost tohoto systému 60–65% [5]. I přes postupné zavádění automatizovaných systémů jsou tyto zaváděny zatím spíše v omezené míře, např. vybraná část vozidel z každé trakce nebo pouze vozy vybrané trakce (Olomouc, Zlín). Např. v Plzni bylo dle výroční zprávy z r. 2017 [9] pokryto cca 23% vozidel. Vozy vybavenými APC v různé míře disponují také DP Liberce a Jablonce n. Nisou, Olomouce, Zlína, Brna, Prahy a další. Vážicí systém je částečně využíván např. v Ústí nad Labem. Dveřní sčítače jsou postupně rozšiřovány např. ve Spojených státech amerických, i zde je však stále využíváno ruční počítání cestujících (např. Houston) [11].

Z výše uvedeného výčtu možných způsobů zjišťování obsazenosti vozidel VHD vyplývá, že prezentovaná koncepce elektronického způsobu vozidlového průzkumu nemá v současnosti obdoby, což dokládá např. stále ruční provádění průzkumů obsazenosti vozidel PID (mimo metro), jakožto největšího systému integrované dopravy) s nutností přepisu do elektronické formy. Přepsaná data jsou pouze následně vyexportována v předdefinovaných souhrnných sestavách ASW JŘ. Určitou analogii lze spatřovat pouze v případě pokladen POP, u kterých se však jedná o doplňkovou a zjednodušenou funkci. Zde může k nepřesnosti přispívat kromě toho, že jde o sekundární činnost vedle kontroly jízdních dokladů např. také neprůchodnost souprav. Zároveň je nemožnou využívat oproti předkládanému způsobu externí sčítači. Nejvíce konkurenční přístup představují automatické sčítače, které jsou však zatím málo rozšířené (nejčastěji obvykle u větších dopravních dopravců, jen část vozidel). Prezentovaný způsob je tedy vhodným způsobem pro většinu měst, kde vozidla těmito systémy vybavena nejsou anebo pouze částečně.

3. ZKUŠENOSTI S VYTVOŘENÝMI DIGITÁLNÍMI NÁSTROJI PŘI PRŮZKUMU OBSAZENOSTI

Ve srovnání se systémy APC ev. dalšími mají standardní průzkumy stále své opodstatnění. Umožňují především zachytit ucelený přehled o počtech cestujících v jeden den napříč všemi linkami a spoji MHD. Podmínkou je řádné vyškolení, výhodou jsou předdefinované zastávky i automatické počítání cestujících ve voze. Sčítač se tak může zcela věnovat vlastnímu sledování výstupů a nástupů. Přesnost je možné zvýšit zvýšenými nároky při náboru sčítačů (věk, vzdělání) i jejich počtem např. kloubová vozidla standardně 2 sčítači. Dlouholetým realizátorem dopravních průzkumů v silniční i veřejné dopravě je také Centrum dopravního

výzkumu, v.v.i., které v letech 2010 a 2020 realizovalo Celostátní sčítání dopravy a řadu dalších průzkumů např. v rámci zpracování plánů udržitelných měst apod. Postupem času začaly být na vzestupu nástroje automatizace anebo digitalizace jak pro sběr dat, tak i pro následné zpracování a tvorbu analytických výstupů. Příkladem je např. CSD 2020. Obdobně jako v případě dopravních průzkumů v silniční dopravě byly elektronické nástroje pro digitální záznam údajů aplikovány také při realizaci dopravních průzkumů MHD. V kontextu jednotlivých úkonů a potřebných informací při vlastním sčítání bylo vytvořeno uživatelské prostředí mobilní aplikace a naprogramována potřebná vstupní data a informace. Poznatky a zkušenosti z několika provedených sčítání cestujících v MHD pomocí mobilních přístrojů jsou předmětem dalšího textu.

3.1 Příprava

Největší úskalí představuje formát vstupních dat, která velmi často mohou mít podobu souboru PDF a není možné s nimi dále pracovat. Je tedy nutné vykomunikovat poskytnutí strojově zpracovatelného formátu přímo od zadavatele (ev. dopravce), ať už se jedná o linkový jízdní řád, turnusy vozidel ev. kombinaci (služební JŘ). Podle dostupných informací (emailová komunikace s dodavateli) jsou např. v případě podnikového SW Skeleton výstupy ve formátu XLS, CSV zahrnuté v rámci jiných výstupů, systémově vytvořených pro účel dopravního průzkumu samostatně. V případě SW Edison je třeba stávající výstupy v XLS modifikovat na požadovanou podobu. Je tedy vhodné s dopravcem vykomunikovat, zda těmito disponuje nebo je nutné uvedené řešit alternativně. V méně členěných podkladech je případně možné tyto převést ve vybraném SW např. R-software, apod. Vhodnější je však použít zpracovatelné vstupní soubory vygenerované přímo z informačního systému dopravce, a to i z důvodu výskytu řady specifických symbolů, kdy by alternativní transformace mohla znamenat zanesení chyby.

Mezi používané podnikové systémy v oblasti veřejné dopravy patří např.:

- CHAPS spol. s r.o. – systém SOCRET (Praha, Brno, Ostrava),
- FS Software s.r.o. – systém Skeleton® (např. Zlín, Jihlava, Most a Litvínov, Č. Budějovice, Pardubice),
- M-line – systém EDISON (např. Karviná, Prostějov).

V rámci programování automatizovaného systému bylo vzhledem k drobným odlišnostem v podobě vstupních dat od dopravce odvislé od používaného SW třeba nadefinovat jednotný formát struktury vstupních dat a tomuto poskytnutý soubor od dopravce přizpůsobit. Současně bylo třeba definovat jednotlivé atributy a proměnné pro další zpracování.

Příprava průzkumu následně zahrnuje sestavení směn sčítačů, které vychází z oběhů vozidel tak, aby byl zajištěn pohyb sčítačů ve sledu pohybu daného vozidla bez nutnosti přestupu v rámci jedné směny. Jednotlivé rozvrhy zahrnují informaci o jednotlivých jízdách (č. linky, spoje, čas odjezdu, čas příjezdu na konečnou apod.) Na základě číselného označení konkrétní linky a spoje je možné jednotlivé jízdy v aplikaci jednoznačně přiřadit konkrétním směnám a je tak možné zajistit, aby se dané spoje zobrazovaly v aplikaci pouze po přihlášení na konkrétní směnu dle vygenerovaného hesla. Provázání rozvrhů s jízdními řády umožňuje zobrazení konkrétních zastávek v průběhu spoje, což bez jednotné databáze není možné.

Předdefinování konkrétních zastávek pro jednotlivé spoje je velmi vhodné také v záložních sčítacích formulářích pro snazší orientaci sčítače v průběhu trasy. Na základě rozdělení sčítačů na jednotlivé směny je poté možné zahájit nábor sčítačů. Následně je potřeba provést školení sčítačů, jak ovládat mobilní aplikaci a předat jim potřebné podklady (přihlašovací údaje a rezervní sčítací archy). Takové školení lze provést online formou pomocí předem připravené prezentace. Před samotnou realizací bylo rovněž nutné otestovat správnost chování nadefinovaného ovládání mobilní aplikace i správné provázání se vstupními daty.

3.2 Sběr dat

Samotná realizace průzkumu v terénu spočívá v zadávání počtu výstupů/nástupů jednotlivými sčítači do mobilní aplikace na jednotlivých zastávkách na všech spojích v rámci dané směny, případně zaznamenávání na sčítací formulář v případě tech. problému (vybitá baterie, aj.). Důležité je řádné vyškolení a zamezení nelogického zadávání (výstupy na první zastávce/nástupy na konečné, vyjma specifických případů, např. kdy cestující pokračují přes konečnou). Ovládání by mělo být intuitivní a srozumitelné. Obrazovka by měla obsahovat základní atributy každého spoje – čas odjezdu z výchozí zastávky, cílovou zastávku a aktuální zastávku. Další část tvoří tlačítka pro zadávání četnosti výstupů/nástupů. Výhodou je existence kompletní databáze, umožňující zobrazení informace o aktuální zastávce v návaznosti na konkrétní spoj, případně je-li daná zastávka na znamení. Pro lepší orientaci sčítače je také možné zobrazit pořadové číslo zastávky, ev. spoje v rámci směny. Mobilní aplikace sčítače upozorňuje na zastávky na znamení a konečné zastávky. Aplikace automaticky odesílá data na server každé 2 minuty během dopravního průzkumu, pokud je sčítač v online režimu. Průzkum lze provádět i na mobilním zařízení, které není připojeno k internetu. Při práci v off-line režimu vyzve aplikace sčítače na konci směny k odeslání dat na server, které lze provést i z domu po připojení k internetu. V případě problémů s propojením aplikace a webového rozhraní je možné data stáhnout z mobilu v podobě CSV souboru.

Ukázka zadávacího menu je uvedena na obr. 1.

Nedílnou součástí je dohled nad průběhem sčítání. Koordinátor má na webovém rozhraní k dispozici přehled spojů a může tak

Sčítání MHD

Směna: TR-28A

Konečná zastávka 4 z 8

L:8 S:129 směr: 7:20 Náměstí Míru

Aktuální zastávka: 2 z 10

POZOR! Zastávka na znamení!

L:8 S:129 7:21 X Česká

ve voze:

7

Nastoupilo:

- 7 +

Vystoupilo:

- 8 +

Odeslat

Obr. 1 Uživatelské prostředí pro sčítače.
Fig. 1 User interface for enumerators.

EDITACE

Editace dat - návod	Kopie dat	Úspěšnost	Přehled sčítání, s daty	Přehled sčítání, jen nekompletní	Přehled sčítání, všechna
Úseky s chybou v součtu	Nenulová konečná, vše	Nenulová konečná, nekroubové	Nenulová konečná, kloubové	Smazat data směry	Ruční vložení směry

VÝSTUP

Vygenerování sum úseků	Suma nástupů celkem	Nasčítané hodnoty v jízdním řádu	Zatížení podle linek a intervalů	Úseky podle sumy přepravených	Max. obsazenost úseků podle linek
Vytíženost úseků s kapacitou	Vytíženost úseků celkově	Sumy nástupů	Úseky obsazené nad nebo pod XX%	Noční provoz podle stanic, 22 - 04	Kompletní provoz podle stanic
Obraty podle stanic, časová pásma	Počet spojů podle linek				

projekt: zlin2, linka: 8, spoj: 85

Skrýt vyřazené | Zobrazit vyřazené | Den sčítání (např. 2022-06-07):

ID	Pořadí	Číslo	Směna	Linka	Spoj	Čas	Čas uložení	Odhylka minut	Zastávka	Nastoupilo	Vystoupilo	Celkem
6716	0	1	TR-4A-2	8	85	5:22	2022-06-07 05:22:49	1	5:22 Jižní Svahy,Kocanda	0	0	0
6717	1	2	TR-4A-2	8	85	5:23	2022-06-07 05:25:48	3	5:23 X Česká	10	0	12
6718	2	3	TR-4A-2	8	85	5:24	2022-06-07 05:25:52	2	5:24 X Křiby	10	0	18
6719	3	4	TR-4A-2	8	85	5:25	2022-06-07 05:30:43	6	5:25 X Slunečná	4	0	17
6720	4	5	TR-4A-2	8	85	5:26	2022-06-07 05:30:50	5	5:26 X Družstevní	4	0	21
6721	5	6	TR-4A-2	8	85	5:28	2022-06-07 05:30:54	3	5:28 X Pod Babou	4	0	25
6722	6	7	TR-4A-2	8	85	5:29	2022-06-07 05:30:58	2	5:29 X Čepkov	0	1	24
6723	7	8	TR-4A-2	8	85	5:31	2022-06-07 05:32:41	2	5:31 U Zámku	2	8	18
6724	8	9	TR-4A-2	8	85	5:33	2022-06-07 05:36:22	3	5:33 Školní	4	6	16
6725	9	10	TR-4A-2	8	85	5:35	2022-06-07 05:36:27	1	5:35 Dlouhá	1	3	14
6726	10	11	TR-4A-2	8	85	5:37	2022-06-07 05:41:15	4	5:37 X Cigánov	0	0	14
6727	11	12	TR-4A-2	8	85	5:38	2022-06-07 05:41:24	3	5:38 X Kúty	1	1	14
6728	12	13	TR-4A-2	8	85	5:39	2022-06-07 05:41:30	3	5:39 X Padělký IX.	3	1	16
6729	13	14	TR-4A-2	8	85	5:40	2022-06-07 05:41:31	2	5:40 X Zálešná V.	0	0	16

Obr. 2 Webové rozhraní pro koordinátora.
Fig. 2 Web interface for the coordinator.

průběžně kontrolovat průběh sčítání i odesílaná data. Je tak možné identifikovat případné nesrovnalosti a kontaktovat sčítače ještě v průběhu sčítání. Kontrolu fyzické přítomnosti sčítačů ve vozech namátkově zajišťuje technický dozor, zejména v případě podezřelých dat, ev. času a operativně řeší případné problémy v terénu. Uvedená koncepce přispívá k eliminaci dodatečně zjištěných chyb a nesrovnalostí. Ukázka webového rozhraní pro správu je znázorněna na obr. 2.

3.3 Zpracování dat

Existence ucelené databáze umožňuje další zpracování, filtraci a automatizovanou tvorbu tabelárních a grafických výstupů pro potřeby analýzy a ucelených exportů dat (ve formě JŘ). Webové rozhraní rovněž umožňuje identifikovat možné nepřesnosti/

případy, kdy případně nekoresponduje počet cestujících (např. při nestandardní editaci) ev. zbývají cestující na konečné zastávce ve voze. Pro analytickou část bylo třeba nadefinovat konkrétní vstupy a naprogramovat předmět a způsob výpočtu pro získání konkrétních výsledků a nadefinovat podobu výstupů v tabelární nebo grafické podobě. Dílčím problematickým aspektem v případě generování výstupů zaměřených na poptávku/nabídku na konkrétních mezizastávkových úsecích bylo např. odlišné vedení některých spojů, které v rámci dané linky jedou jiným směrem a neobsluhují tak některé zastávky. Mezi hlavní vyhodnocované parametry řadíme obsazenost, vytíženost úseků, sumy přepravených osob mezi vybranými zastávkami, sumy nástupů nebo lze např. filtrovat všechny úseky, které mají vyšší obsazenost než 90% nebo nižší než 30%. Příklady možných výstupů (screeny) jsou uvedeny na obr. 3–7.

Zastávka A	Zastávka B	4-9h	9-13h	13-18h	18-22h	22-04h	Celkově
		Sum.	Sum.	Sum.	Sum.	Sum.	
Čepkov	U Zámku	2909	2268	4627	1220	381	11405
Pod Babou	Čepkov	2749	2242	4482	1244	436	11153
Poliklinika	Náměstí Práce	2942	2236	4277	1156	423	11034
Zahradnická	Poliklinika	2932	2023	4084	1175	400	10614
Prštné	Zahradnická	2907	1934	4051	1135	398	10425
Družstevní	Pod Babou	2393	2005	3876	1175	405	9854
Podhoří/sídlíště	Prštné	2423	1739	3670	1089	363	9284

Obr. 3 Zatížení úseků na síti MHD.
Fig. 3 Load of sections on the public transport network.

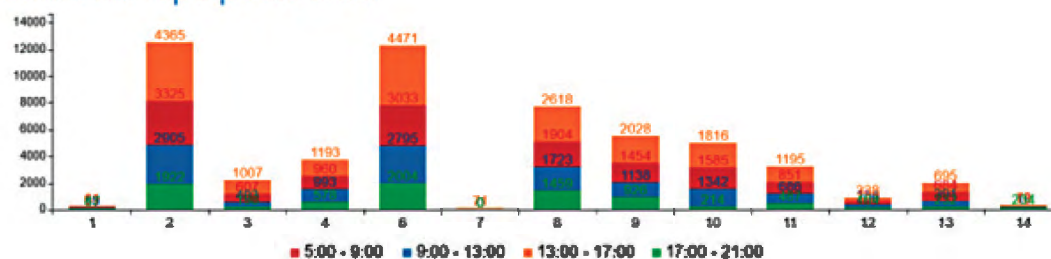
Z	Do	4-9h		9-13h		13-18h		18-22h		22-04h	
		Sum.	Nab.	Sum.	Nab.	Sum.	Nab.	Sum.	Nab.	Sum.	Nab.
Poliklinika	Náměstí Práce	17	320	27	480	3	320	15	535	0	80
Náměstí Práce	Školní	22	320	58	480	12	320	21	535	0	80
Školní	Slovenská	34	320	72	480	20	320	26	535	0	80
Slovenská	Prostřední	28	320	71	480	22	320	25	535	0	80
Prostřední	Spojovací	16	320	47	480	22	320	23	535	0	80
Spojovací	Příční-lékárna Revnavita	15	320	51	480	41	320	19	535	0	80
Příční-lékárna Revnavita	Obeciny	16	320	57	480	42	320	11	535	0	80

Obr. 4 Zatížení úseků linky, kapacita.
Fig. 4 Load of line sections, capacity.

Zastávka	4-9h			9-13h			13-18h			18-22h			22-04h			Celkem
	N	V	O	N	V	O	N	V	O	N	V	O	N	V	O	
Náměstí Práce	366	610	976	557	459	1016	798	600	1398	134	49	183	18	5	23	3596
U Zámku	266	640	906	379	376	755	735	533	1268	225	91	316	33	22	55	3300
Dlouhá	161	440	601	381	417	798	765	531	1296	213	138	351	22	5	27	3073
Slunečná	317	256	573	371	366	737	481	653	1134	110	124	234	20	16	36	2714
Náměstí Míru	184	214	398	369	157	526	844	350	1194	249	66	315	23	5	28	2461
Školní	152	568	720	190	270	460	369	376	745	79	84	163	7	3	10	2098
Jižní Svahy, Středová	561	57	618	217	156	373	185	459	644	14	112	126	8	19	27	1788
Česká	295	93	388	153	166	319	198	273	471	49	97	146	1	10	11	1335

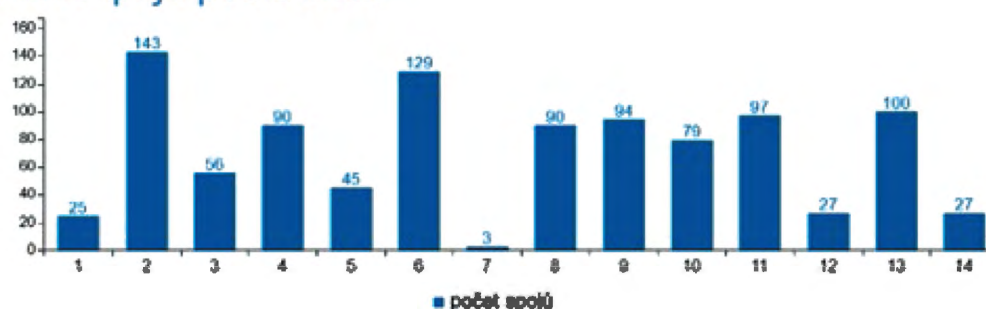
Obr. 5 Obraty na zastávkách na síti MHD.
Fig. 5 Exchanging passengers at stops.

Suma nástupů podle linek



Obr. 6 Počty přepravených osob.
Fig. 6 Numbers of persons transported.

Počet spojů podle linek



Obr. 7 Počty spojů na linkách MHD.
Fig. 7 Numbers of connections on public transport lines.

3.4 Příklady využití automatizovaných systémů v praxi

Např. v roce 2021 zpracovávalo Centrum dopravního výzkumu velký průzkum obsazenosti vozidel městské hromadné dopravy ve Zlíně. Průzkumu ve Zlíně byl rozsáhlý, probíhal v několika dnech a zúčastnilo se ho 164 sčítačů, kteří jezdili celkem na 29 linkách. Během průzkumu byla využita mobilní aplikace i následné vyhodnocení průzkumu pomocí webového rozhraní. Tyto automatizované systémy přinesly velkou úsporu času, zvýšily efektivitu práce v terénu i snížily další možnou chybovost při srovnání s běžným manuálním záznamem do sčítacího archu při následném přepisu dat z papírových formulářů do digitální podoby.

4. ZÁVĚR

Klíčovým problémem sběru a zpracování dat nejen z přepravního průzkumu je časová a finanční náročnost zejména následného zpracování, kdy je nutný přepis zaznamenaných údajů do elektronické podoby. Kromě časové náročnosti se jedná také o osobní náklady, které je nutné vynaložit na vlastní činnost přepisu dat. Elektronický způsob sběru dat umožňuje přímý přenos zadávaných dat do elektronické databáze a umožňuje tak efektivní automatizované zpracování dat včetně vyhodnocení. Webové rozhraní pro správu a zpracování dat poskytuje komplexní prostředí pro přípravu, dohled v průběhu realizace v terénu, a především také následné vyhodnocení. Jednotlivé kroky a funkce jsou přehledně zobrazeny v hlavním menu, které obsahuje tlačítka členěná podle příslušné fáze průzkumu – Import, Editace, Výstupy. Mobilní aplikace představuje vhodný prostředek pro zadávání dat v terénu.

Zkušenosti ukazují, že nejvíce problematickou částí je formát vstupních dat a nutnost ošetřit případné eventualy a specifika, což klade nároky na správnou syntaxi pro přesné nadefinování konkrétních vstupních dat a specifik, způsob jejich zpracování, ev. výpočtu a podoby jednotlivých výstupů. Tyto aspekty a činnosti jsou však v celkovém objemu práce ve srovnání se způsobem bez použití automatizace nepoměrně časově i personálně daleko méně náročné.

Kromě vzdáleně podobné aplikace vyvinuté pro Celostátní sčítání dopravy, která je však určena pro průzkum IAD není pro přepravní průzkum ve veřejné dopravě aktuálně k dispozici žádný obdobný nástroj (vyjma POP, který je určen pouze pro pracovníky dopravce – ČD a.s.). Tuto skutečnost dokládá ruční způsob sběru dat např. na autobusových linkách v rámci PID (mimo metro), jakožto největšího systému integrované dopravy. Zároveň i přes postupné rozšiřování vybavení vozidel o jednotky APC je pokrytí vozidlového parku těmito systémy stále velmi omezené a závislé na postupné modernizaci.

Nespornou výhodou existence tohoto SW řešení je zároveň univerzální koncepce použitého systému umožňující další použití v obdobných typech průzkumu jakéhokoliv rozsahu.

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

5. LITERATURA

- [1] SMĚLÝ, M. *Dopravní inženýrství. Modul 1 – Dopravní a přepravní průzkumy*. VUT v Brně, Fakulta stavební, 2007.
- [2] KOČÁRKOVÁ, D. *Základy dopravního inženýrství*. Vydavatelství ČVUT, Praha, 2004. ISBN 80-01-03022-9
- [3] DRDLA, P. *Osobní doprava regionálního a nadregionálního významu*. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Pardubice, 2014. ISBN 978-80-7395-787-2
- [4] BOTUR, D. *Sčítání cestujících ve veřejné osobní dopravě*. Pardubice, 2020. Digitální knihovna UPCE [online]. Copyright ©2007 [cit. 10.05.2023]. Dostupné z: <https://dk.upce.cz/handle/10195/75936>
- [5] ŠLEJSTR, M. *Systémy pro počítání cestujících*. Pardubice, 2017. Digitální knihovna UPCE [online]. Copyright ©2007 [cit. 10.05.2023]. Dostupné z: <https://dk.upce.cz/handle/10195/68950>
- [6] VDV Recommendation 457, Automatic Passenger Counting Systems (APCS), Německo: VDV, 2018
- [7] Počítací jednotka UCP-02 | Ing. Ivo Herman, CSc.. Ing. Ivo Herman, CSc. | Inovace v elektronice, projekty na míru [online]. Copyright © 2015 Ing. IVO HERMAN, CSc. [cit. 10.05.2023]. Dostupné z: <https://www.berman.cz/cs/produkty/vybava/scitani-cestujících/sledovací-jednotka-ucp-02/>
- [8] Optimalizace dopravy s využitím počítání cestujících – ABIRAIL CZ s.r.o.. Sbírejte a vizualizujte data – ABIRAIL CZ s.r.o. [online]. Dostupné z: https://www.abirail.cz/pripadove_studie/optimalizace-dopravy-s-vyuzitim-pocitani-cestujících/
- [9] Výroční zprávy :: Povinně zveřejňované údaje :: O nás – Plzeňské městské dopravní podniky, a.s.. PMDP – Plzeňské městské dopravní podniky a.s. [online]. Copyright © PMDP, a.s. [cit. 10.05.2023]. Dostupné z: <https://www.pmdp.cz/o-nas/povinne-udaje/vyrocní-zpravy/>
- [10] VOZŇÁK, M., HYL MAR, J. © Autorský kolektiv, 2016. *Specifický způsob odbavení cestujících a počet přepravených cestujících* [online]. Ostrava, 2016 [cit. 10.05.2023]. ISBN 978-80-248-4018-5. Dostupné z: <https://comtech.vsb.cz/metodika.pdf>
- [11] Passenger Counting Technologies And Procedures [online]. Washington, D.C., 1998, 59 [cit. 10.05.2023]. Dostupné z: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/terp/tsyn29.pdf>
- [12] Ropid začne využívat data z mobilů pro plánování hromadné dopravy – Deník.cz. Deník.cz – informace, které jsou vám nejbližší [online]. Copyright © [cit. 10.05.2023]. Dostupné z: <https://www.denik.cz/ekonomika/ropid-zacne-vyuzivat-data-z-mobilu-pro-planovani-hromadne-dopravy-20181205.html>

Správná citace:

TUREK, R., BYSTRIANSKÝ, A., STRIEGLER, R., KRÁTKÝ, J. Zkušenosti s efektivní realizací průzkumů obsazenosti vozidel MHD prostřednictvím automatizovaných systémů. *Soudní inženýrství*, 2023, 34(1), 57–63. DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.57>. ISSN 1211-443X.

Vliv nastavení geometrie přední nápravy nákladního vozidla na opotřebení pneumatik a spotřebu paliva

Influence of Vehicle Geometry on Tire Durability and Fuel Consumption

Vladimír Sláma*

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Brno

Abstrakt

Tento příspěvek je zaměřen na vliv nesprávně nastavené geometrie přední nápravy na opotřebení běhounu pneumatiky a spotřebu nákladního vozidla. Příspěvek se zaměřuje na sbíhavost, jako na klíčový parametr nastavení přední nápravy. Testování proběhlo na třech totožných tahačích DAF XF s rozdílně nastavenou geometrií. Geometrie jednoho vozidla byla nastavena dle požadavků výrobce a u dalších dvou vozidel byla sbíhavost zvýšena. Předpokladem je zvýšené opotřebení běhounu pneumatik vlivem vyšší sbíhavosti a rovněž vyšší spotřeba paliva. Kromě opotřebení pneumatik a spotřeby paliva se příspěvek zaměřuje i na ekonomickou stránku dané problematiky. Aby byla zajištěna věrohodnost výsledků, testování probíhalo dlouhodobě při komerčním provozu na pozemních komunikacích.

Klíčová slova: geometrie nápravy, nákladní vozidla, spotřeba pohonných hmot, opotřebení pneumatik nákladních vozidel, životnost pneumatik.

Abstract

This paper focuses on the effect of incorrectly adjusted front axle alignment on tyre tread wear and truck fuel consumption. The paper focuses on toe-in as a key parameter of front axle alignment. Testing was carried out on three identical DAF XF tractors with different toe-in settings. The geometry of one vehicle was set according to the manufacturer's requirements, *i.e.* 1–2 mm/1 m, for the second vehicle 4 mm/1 m and for the third vehicle 7 mm/1 m. The assumption is increased tread wear and also higher fuel consumption due to higher toe-in. In addition to tyre wear and fuel consumption, the paper also focuses on the economic side of the issue. In order to ensure the credibility of the results, testing was carried out over a long period of time in commercial road use.

Keywords: axle geometry, freight vehicles, fuel consumption, wear of truck tires, tire lifespan.

1. ÚVOD A CÍL MĚŘENÍ

Pneumatiky jsou klíčovým prvkem, který hraje roli v bezpečnosti provozu silničních vozidel. Je to jediný prvek, který zajišťuje přímý styk vozidla a vozovky. Přenáší příčné i podélné síly a svislé zatížení. Stav pneumatik proto přímo ovlivňuje, jak bezpečný bude pohyb vozidla a je proto třeba dbát na jejich údržbu a rovněž přihlížet a brát do úvahy faktory ovlivňující jejich životnost. [1]

Nesprávné nastavení může vést k nerovnoměrnému a zvýšenému opotřebení a rovněž je možná zvýšená spotřeba paliva. Tyto dopady poté mohou mít i ekonomické důsledky. Cílem je vyhodnotit, do jaké míry se nesprávně nastavená sbíhavost podílí na zvýšeném opotřebení a zvýšené spotřebě. Testy opotřebení pneumatik jsou uskutečněny v reálném provozu a jde o testy dlouhodobé.

2. POPIS MĚŘENÍ

Jízdní testy, získávání dat z nich a jejich vyhodnocení bylo možné díky spolupráci více subjektů. Vozidla, která byla používána pro sérii jízdních testů byla součástí fleetu společnosti JAPO – transport s. r. o. Pneumatiky byly dodány společností Continental Barum, s. r. o. Plánování, nastavení, pomoc s měřením a konzultace probíhaly s panem Alešem Langerem z této společnosti. S nastavením a měřením geometrie pomohla společnost AD TECHNIK, s. r. o. Měření a testování probíhalo v roce 2021 a první polovině roku 2022.

2.1 Popis zkušebních vozidel a řidičů

Aby bylo možné dosáhnout porovnatelných výsledků, pro jízdní zkoušky byla zvolena tři nákladní vozidla z Fleetu společnosti JAPO – transport s. r. o. Na vozidla byl požadavek, aby nebyla

Dodáno do redakce: 25. 5. 2023

Recenzní řízení: od 30. 5. 2023 do 13. 6. 2023

DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/ST.2023.1.64>

*Korespondenční adresa: Vladimir.Slama@vutbr.cz



Obr. 1 Zkušební tahače DAF XF 460 společnosti JAPO – transport s. r. o.
Fig. 1 Test trucks DAF XF 460 provided by JAPO – transport s. r. o.

uplně nová, aby byla konstrukčně shodná (jde o stejná vozidla) a aby jezdila srovnatelné trasy. Společnost JAPO – transport s. r. o. se specializuje na přepravy mezi ČR a Itálií a lze říci, že vozidla jezdí po srovnatelných trasách. Všechna vozidla byla značky DAF, model XF 460 FT. Jde o tahače návěsů a provozovány jsou s návěsů značky Schmitz.

Na opotřebení pneumatik, má nemalý vliv i jízdní styl daného řidiče, proto byli vybráni řidiči s dlouholetou praxí. Řidič 1 měl 48 let a 26 let pracoval jako řidič nákladních vozidel. Řidič 2 měl 51 let a 16 let pracoval jako řidič nákladních vozidel. Řidič 3 měl 50 let, 16 let pracuje jako řidič nákladních vozidel přímo pro společnost JAPO – transport s. r. o. a dříve byl zaměstnán jako řidič u Armády České republiky.

2.2 Zkušební pneumatiky

Na všechna tři vozidla byly nasazeny přední pneumatiky Barum BF 200 R o rozměru 315/60 R22.5, hmotnostní index 125/148,



Obr. 2 Zkušební pneumatiky Barum BF 200 R.
Fig. 2 Test tires Barum BF 200 R.

rychlostní index L. Jde o pneumatiky silniční, hodící se pro dálkový dálniční provoz i regionální cesty. Životnost těchto pneumatik je za ideálních podmínek více než 250 000 kilometrů. Nové pneumatiky měly hloubku dezénových drážek 13 mm.

2.3 Nastavení geometrie

Úskalím celého měření už ve fázi příprav bylo právě nastavení geometrie. Při použití tří vozidel se došlo k závěru, že vhodné bude mít jedno referenční vozidlo s geometrií nastavenou správně dle výrobce. Životnost pneumatik v takovém případě, pokud nedojde k fyzickému poškození pneumatik by měla být 100%. U dalších dvou vozidel bylo cílem snížení životnosti o přibližně 50% a 70%. U všech vozidel se budeme zabývat pouze vlivem sbíhavosti. Nastavení sbíhavosti vozidel je uvedeno v tab. 1.

Tab. 1 Nastavení sbíhavosti jednotlivých tahačů.
Tab. 1 Toe-in settings of each truck.

Nastavení sbíhavosti	
Vozidlo 1	7 mm/1 m (nejvyšší sbíhavost)
Vozidlo 2	4 mm/1 m (střední sbíhavost)
Vozidlo 3	1–2 mm/1 m (standardní sbíhavost)

2.4 Měřicí zařízení

Jako měřicí zařízení posloužily hloubkoměr Fieldmann FDAM 0201, běžně používaný k měření hloubky dezénu a Translogik TL-G1 kombinující hloubkoměr s pružinou a tlakoměr. Translogik TL-G1 je zařízení používané společností Continental na kontrolu fleetových vozidel.

Hlavní rozdíl mezi posuvným měřidlem vzorku a Translogik TL-G1 je v tom, že posuvné měřidlo neklade žádný odpor vůči pneumatice, je citlivé na správný úhel měření a výsledky se nechají snadno zkusit. Oproti tomu Translogik TL-G1 má v sobě pružinu, která na místo měření mírně tlačí silou přibližně 6 N, jak je uvedeno v tabulce. Pneumatika se tedy v místě měření lehce poddá, což umožňuje měřit s konzistentnějšími výsledky v průběhu různých

měření. Při měření posuvným měřidlem se poddajnost pneumatiky v úvahu nebere a o kolik se hrot posuvného měřidla při měření posune, tolik ukáže na displeji. [4]



Obr. 3 Měřicí zařízení Translogik TL-G1 [4] a měřicí zařízení Fieldmann FDAM 0201. [5]

Fig. 3 Measuring devices Translogik TL-G1 [4] and Fieldmann FDAM 0201. [5]

3. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Na základě naměřených dat bylo možné prokázat požadované vlivy na opotřebení pneumatik a na spotřebu paliva. V následujících podkapitolách se podíváme na dílčí výsledky konkrétněji. Měření u Vozidla 1 s největší sbíhavostí skončilo po opotřebení pneumatik. U Vozidla 2 a 3, kde docházelo k pomalejšímu opotřebení, se v rámci měření nepodařilo dostat až na konec životnosti pneumatik, nicméně výpočtové modely predikující životnost pneumatik potvrzují očekávaný trend opotřebení.

3.1 Vliv na opotřebení pneumatik

Na 3 vozidlech s různě nastavenou sbíhavostí jsme sesbírali data v celkem 19 měřeních. Část byla sesbírána pomocí posuvného hloubkoměru Fieldmann, část byla nasbírána pomocí měřicího zařízení Translogik TL-G1 společnosti Continental. Data byla zanášena do systému společnosti Continental. Jedná se o interní

software Fleet Check Tool, který umožňuje posílání získaných dat z měřidla pomocí aplikace v telefonu rovnou do systému. Systém pak umožňuje kontrolu současného stavu, predikci zbývajících nájezdu a další funkce. Data byla následně ze systému exportována a zpracována pomocí MS Excel.

Do systému Fleet Check Tool lze data zadávat i manuálně, proto dílčí měření posuvným měřidlem Fieldmann byla do systému zanášena také. Systém Fleet Check Tool provádí odhad a výpočet předpokládané životnosti na základě dosavadního průběhu opotřebení. Trend opotřebení není v průběhu životnosti pneumatiky zcela lineární. Ze začátku má pneumatika tendenci se opotřebovávat rychleji. Později se rychlost opotřebení zpomaluje a na konci své životnosti je pneumatika nejodolnější vůči opotřebení. Predikce životnosti lze ve zjednodušené formě určit lineárně. Pro přesnější odhad je lépe počítat s parabolickým průběhem a zpomalujícím se opotřebováním tak, jak to dělá systém Fleet Check Tool. Systém Fleet Check Tool do opotřebení 50% vzorku pouze hrubě odhaduje, jaká bude životnost pneumatiky. Se zvyšujícím se opotřebováním, blízcím se k 70%, a s přesnějšími daty se predikce životnosti zpřesňuje. Díky dalším získaným datům a díky výpočtovému modelu systému Fleet Check Tool můžeme zpřesnit predikci životnosti pneumatiky



Obr. 4 Fotografie běhounu pneumatik po seřízení sbíhavosti a po ujetí 30 000 km. [3]

Fig. 4 Picture of tire tread after toe-in settings and after 30 000 km of usage. [3]

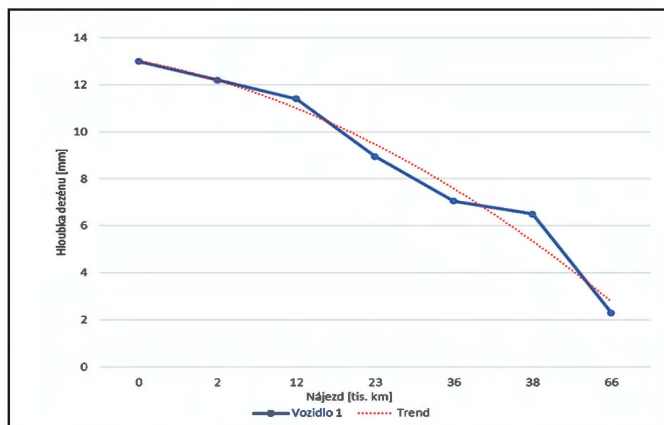


Obr. 5 Opotřebení pravé přední pneumatiky po 66 139 km. Je viditelný odhalený první nárazník. [2]

Fig. 5 Wear of right front tire after 66 139 km of usage. Tire belt is visible. [2]



Obr. 6 Opotřebení levé přední pneumatiky po 66 139 km. Je viditelné silně asymetrické opotřebení v oblasti vnějšího ramene.
Fig. 6 Wear of front left tire after 66 139 km of usage. There is strong asymmetric shoulder wear visible on the outer side.



Obr. 7 Vývoj opotřebení Vozidla 1 s největší sbíhavostí.
Fig. 7 Wear progress of Vehicle 1 with highest toe-in.

a rovněž validovat předpokládané životnosti z první etapy testování. Křivka trend v jednotlivých grafech znázorňuje předpokládané opotřebení dle modelu Fleet Check Tool. [2]

3.1.1 Vozidlo 1 (7 mm/1 m)

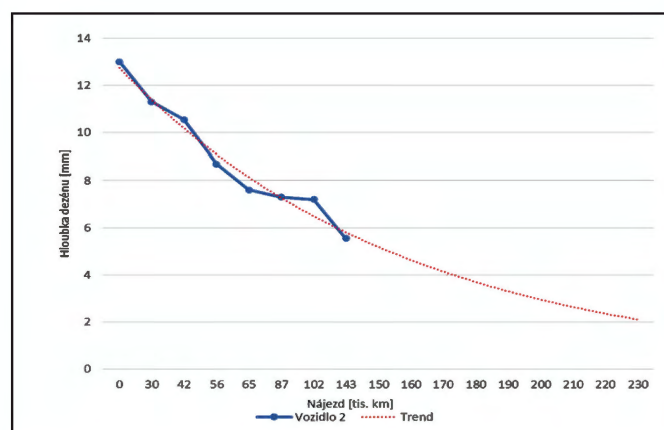
Vozidlo 1 s nejvyšší sbíhavostí již od začátku vykazovalo nejvyšší rychlost opotřebení (až 0,76 mm za 10 000 km). Po 66 139 km najetých se sbíhavostí 7 mm/1 m došlo k přílišnému opotřebení ramen běhounu a ukočení jízdních testů na tomto vozidle.

3.1.2 Vozidlo 2 (4 mm/1 m)

Vozidlo 2 se sbíhavostí 4 mm/1 m bylo sledováno 143 367 km. Pneumatiky byly sundány ve stavu ještě neopotřebovaném, a to z důvodu ucházejícího ventilu. Vozidlo 2 tak dále pokračovalo s jinými pneumatikami a v rámci měření se již nepodařilo nechat tyto pneumatiky nasadit zpět na toto vozidlo.



Obr. 8 Opotřebení předních pneumatik po sundání po 143 367 km provozu s mírně zvýšenou sbíhavostí.
Fig. 8 Wear of front tires after 143 367 km of usage with middle toe-in settings.



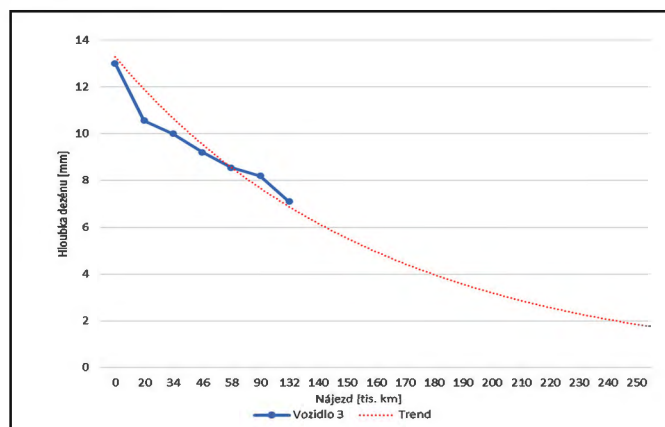
Obr. 9 Vývoj opotřebení Vozidla 2 se střední sbíhavostí.
Fig. 9 Wear progress of Vehicle 2 with middle toe-in settings.

Jako v případě Vozidla 1 je viditelné asymetrické opotřebení. V tomto případě ovšem vykazuje jiný charakter, neboť se zde sešly dva různé faktory, tedy nízký tlak a zvýšená sbíhavost. Na levé fotografii je vidět začínající zvýšené opotřebení vnějšího ramene. Na pravé fotografii je detail opotřebení typu river wear, které se objevilo na vnitřním rameni. Rovněž je zde vidět nižší opotřebení středových figur na běhounu, které potvrzuje dlouhodobější jízdu s nižším než předepsaným tlakem.

Dle metricky Fleet Check Tool se pneumatiky ke dni 3. 4. 2022 nachází v přibližně 65 % životnosti (35 % ještě zbývá) a předpokládaný nájezd činí celkově 221 000 km.

3.1.3 Vozidlo 3 (1–2 mm/1 m)

Vozidlo 3 vykazovalo v první etapě nejmenší rychlost opotřebení běhounu, jelikož sbíhavost by zde měla být nastavena dle předpisu



Obr. 10 Vývoj opotřebení Vozidla 3 se standardní sbíhavostí.
Fig. 10 Wear progress of Vehicle 3 with correct toe-in settings.

výrobce. Poslední měření Vozidla 3 proběhlo při nájezdu pneumatik 132 194 km. Dle Fleet Check Tool byly přední pneumatiky opotřebený z 51 % (49 % životnosti ještě zbývalo) a celkový předpokládaný nájezd má být dle metriky Fleet Check Tool 257 945 km. Původní předpokládaná životnost předních pneumatik je 250 000 a více. Data tak ukazují, že testované pneumatiky Barum jsou skutečně schopné původní životnosti, pokud je sbíhavost nastavena správně. Je nutné ovšem vzít v úvahu, že přesnější odhad životnosti je až při vyšším opotřebení, jelikož není jisté, zda do rychlosti opotřebení nevejdou ještě další faktory, jako je zatížení, jízdní profil apod.

3.2 Vliv na spotřebu paliva

Spotřeba paliva byla v průběhu celého testování měřena a vyhodnocována telematikou ve vozidlech DAF. Data jsou dále procesována systémem EchoTrack společnosti Auris CZ s. r. o. na měsíční bázi. Mezi sledované hodnoty patří:

- Řidiči, kteří vozidlo řídili (vyhodnocováno dle dat z tachografu).
- Celkový čas jízdy.
- Celkový čas stání.
- Počet zastávek/100 km.
- Čas volnoběhu.
- Ujetá vzdálenost.
- Průměrná spotřeba
- Podíl nízké, střední a vysoké zátěže a průměrná spotřeba v těchto pásmech.
- Podíl jízdy na tempomat.
- Průměrná rychlost.
- Podíl překročení rychlosti.
- Podíl překročení otáček.
- Zatížení motoru.
- Podíl jízdy na nejvyšší převod.
- Podíl volných dojezdů.
- Podíl jízdy s plynovým pedálem na maximum.
- Počet brzdění na 100 km.
- Počet kritických brzdění.
- Vypočítané skóre eko jízdy.

Posouzení vlivu geometrie na opotřebení je netriviální problém s velkým množstvím proměnných parametrů, jako je zatížení,

tlak pneumatik, jízdní profil, jízdní styl řidiče a další. Pro získaná data byla zavržena metrika na základě porovnání aritmetických průměrů, neboť se jeví jako nedostatečná. Zjištění vlivu nesprávně nastavené geometrie na spotřebu paliva bylo provedeno u jednoho vozidla, a to u toho s největší nastavenou sbíhavostí. U vozidla se středně nastavenou sbíhavostí telematika nefungovala správně a u vozidla se správně nastavenou sbíhavostí by nebylo co zjišťovat. Porovnávat spotřeby vozidel mezi sebou je bezpředmětné, neboť trasy, zatížení, nájezd i řidiči jsou rozdílní.

Zvolen byl proto výběr konkrétních měsíců z období, kdy vozidlo jezdilo ještě s běžně nastavenou geometrií a z období provozu s vysokou sbíhavostí. Mezi těmito měsíci bylo možné nalézt navzájem takové, kde bylo vozidlo provozováno s podobným poměrem zatížení. V rámci získaných dat se podařilo nalézt z celkových 7 měsíců provozu s vysokou sbíhavostí 3 takové, které měly podobné rozdělení zatížení a alespoň řádově srovnatelný měsíční nájezd. U těchto nalezených měsíců se podařilo prokázat, že v období s vysokou sbíhavostí se spotřeba zvýšila v prvním případě o 0,8 l/100 km, ve druhém případě o 0,3 l/100 km a ve třetím případě o 1,2 l/100 km. To je v průměru zvýšení o 0,76 l/100 km paliva. Průměrná spotřeba paliva Vozidla 1 dle všech dostupných dat činí 29,6 l/100 km. Zvýšení o 0,76 l/100 km znamená zvýšení o 2,56 %.

Pro zpřesnění výsledků by bylo potřeba provést více jízdních testů, a to na pravidelné trase. Ze získaných dat lze ovšem s vysokou mírou jistoty konstatovat, že nesprávně nastavená geometrie vliv na spotřebu paliva má a zvyšuje ji v průměru o 2,56 %. Je zřejmé, že jízdní styl, celkové zatížení, profil trasy a povětrnostní podmínky se na celkové spotřebě budou podílet výrazně ztlačněji.

3.3 Vliv na bezpečnost provozu

Vliv nastavení geometrie na jízdní vlastnosti budeme posuzovat na základě výpovědí řidičů, kteří svá vozidla každodenně řídí a znají. Nejzajímavější zjištění jsou ta z rozhovoru s řidičem Vozidla 1. Řidič má toto vozidlo přiděleno od začátku jeho provozu, má s ním tedy najeto již více než 800 000 km. Zjištěny byly okolnosti konstatování, že pneumatiky je třeba vyměnit pro jejich vysoké opotřebení a subjektivní hodnocení toho, jak se s vozidlem jezdilo.

Dle tvrzení řidiče Vozidla 1 bylo toto vozidlo říditelné stejně před změnou sbíhavosti, po nastavení vysoké sbíhavosti i po návratu geometrie zpět do normálu. Nebyl poznat žádný rozdíl. Vozidlo netáhlo na žádnou stranu, ani nebyly znatelné vyšší jízdní odpory a ani se nijak nesnížil komfort. Pneumatiky na konci životnosti řidič upozoroval namátkou, když kola byla vytočena, a tak bylo dobře vidět na běhoun.

Vliv na bezpečnost lze dovodit z toho, jak rychle se mohou pneumatiky opotřebit. Pokud se stav pneumatik sleduje alespoň na týdenní bázi, lze opotřebení, kdy se na běhounu odhalí nárazník, včas odhalit dříve, než bude pneumatika natolik poškozena, že by mohlo dojít k defektu. Ani při vysoké sbíhavosti se přední pneumatiky neopotřebí na mez konce životnosti například za běžný turnus řidiče v mezinárodní nákladní dopravě. Zároveň je velmi pravděpodobné, že pokud by sbíhavost byla velmi vysoká, a to takovým způsobem, že by se pneumatiky opotřebovaly ještě vyšším tempem nebo vyloženě náhle, tak by to již na jízdních vlastnostech vozidla muselo být s největší pravděpodobností poznat. Při velmi vysoké sbíhavosti vzniká nadměrné tření a je pravděpodobná i vyšší hlučnost při provozu a zvýšené jízdní odpory. Taková velmi vysoká sbíhavost by mohla být viditelná i pouhým okem.

Pokud uvažujeme řidiče, který při náznačce opotřebených pneumatik vozidlo odstaví a nebude ho dále provozovat, pak lze říct, že velká sbíhavost nemá přímý akutní dopad na bezpečnost silničního provozu. Pokud se ovšem zanedbají pravidelné kontroly, může už opotřebená pneumatika představovat riziko, a to zejména při dálničním provozu. Pokud se podíváme na další parametry geometrie, vážný dopad na bezpečnost může mít asymetrická geometrie, kdy vozidlo může mít odchylku od přímého směru jízdy, nebo zdánlivě nesprávně nasazený volant. Zejména pokud má odchylku od přímého směru ke středu vozovky, jde o velmi nebezpečnou situaci.

Celkově lze z uvedených informací konstatovat, že geometrie přední nápravy do jisté míry nemusí mít přímo vliv na jízdní vlastnosti, pokud se bavíme o sbíhavosti. Další parametry geometrie mohou mít dopad na jízdní vlastnosti vyšší, ale vždy záleží na míře nesprávného nastavení daného parametru.

3.4 Vliv na ekonomiku provozu

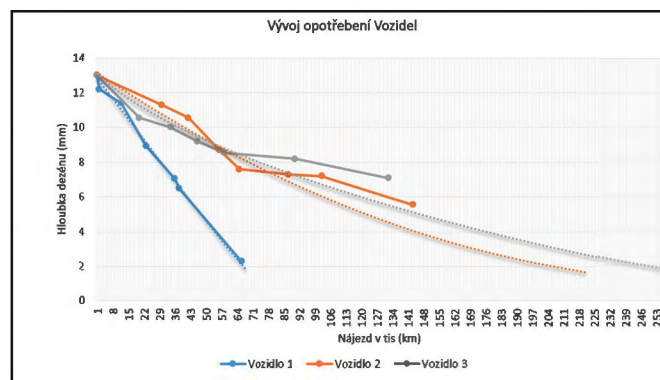
Uvažujme modelovou situaci, kdy porovnáváme náklady na provoz u vozidla s nesprávně nastavenou (větší) sbíhavostí přední nápravy a u vozidla s běžně nastavenou sbíhavostí. v modelové situaci uvažujeme nájezd 250 000 km, což je prokázána životnost předních pneumatik při provozu se správně nastavenou geometrií. Hranice 250 000 km je také často u těžkých nákladních vozidel uvažována jako čtvrtina předpokládané životnosti (společnosti se často vozidel zbavují při nájezdu kolem 1 000 000 km).

Pokud se spotřeba průměrně zvýší o 0,76 l/100 km, pak to na 250 000 km znamená, že nákladní vozidlo spotřebuje o 1 900 litrů paliva více. Při současné ceně pohonných hmot 33 Kč/l (ke dni 28. 4. 2023) znamená 1 900 litrů paliva navíc náklady ve výši 62 700 Kč. Dále je potřeba započítat cenu pneumatik, která dle portálu e-agropneu.cz činí 14 974 Kč s DPH za 1 kus Barum BF 200 R. Při správném nastavení geometrie nám na 250 000 km bude stačit jedna sada pneumatik. Pokud počítáme náklady navíc, tak při životnosti 66 000 km u vozidla s vysokou sbíhavostí budeme potřebovat 4 sady předních pneumatik. Z toho 3 sady pneumatik jsou navíc, což činí vícenáklad ve výši 89 844 Kč s DPH. Náklady na výměnu pneumatik mohou být ve výši 600 Kč s DPH za 1 kolo. Tři výměny dvou předních pneumatik budou stát 3600 Kč s DPH navíc. Dohromady vysoká sbíhavost na přední nápravě může stát až 156 144 Kč s DPH.

Vícenáklady ve výši 156 144 Kč s DPH na 250 000 km provozu lze vyjádřit též v nákladech na 1 km, kdy zvýšená sbíhavost může zvýšit cenu na 1 km až o 0,62 Kč.

4. ZÁVĚR

Bylo prokázáno, že sbíhavost má zásadní vliv na opotřebenění běhounu předních pneumatik. Životnost se u jedné sady pneumatik snížila na přibližně 26 % dosažitelné životnosti dané pneumatiky. U druhé sady pneumatik došlo ke snížení na 84 % dosažitelné



Obr. 11 Graf vývoje opotřebení u všech vozidel.
Fig. 11 Wear graph for all vehicles.

životnosti. Třetí sada pneumatik, umístěná na vozidle se správnou geometrií se opotřebovávala dle předpokladů a dosažitelnou životností by tato sada byla schopna naplnit. znázorňuje vývoj opotřebení předních pneumatik u všech vozidel a přibližný trend budoucího vývoje.

Dále bylo prokázáno, že nadměrná sbíhavost má vliv i na spotřebu paliva, zvyšuje ji. Podle získaných dat a navržené metriky bylo prokázáno zvýšení spotřeby v průměru o 0,76 l paliva na 100 km. Což je při průměrné spotřebě 29,6 litrů zvýšení o 2,56 %. Vliv je poměrně malý ve srovnání s ostatními vlivy, jako je zatížení vozidla, jízdní styl a profil trasy, ale při dlouhodobějším provozu se i takové zvýšení projeví negativně.

Na modelové situaci jsme při nájezdu 250 000 km analyzovali vícenáklady pro vozidlo s vysokou sbíhavostí, které činí 156 144 Kč navíc oproti vozidlu se sbíhavostí dle požadavků výrobce. To činí zvýšené náklady ve výši 0,62 Kč/km.

5. LITERATURA

- [1] VLK, F. *Podvozky motorových vozidel*, Brno, 2006. ISBN 80-239-6464-X
- [2] SLÁMA, V. *Vliv nastavení geometrie podvozku nákladního vozidla na opotřebení běhounu pneumatiky a spotřebu paliva*. Brno, 2022. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/135640>. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství.
- [3] FUCHSOVÁ, K. *Vliv nastavení geometrie vozidla na opotřebení běhounu pneumatiky*. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/127916>. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství.
- [4] *TL-G1 Product specification: RMS Omega Technologies* [online], [cit. 2023-04-20] Dostupné z: http://rmsomega.com/wp-content/uploads/2018/02/TLG1_Probe_ENG_v01.pdf
- [5] *Fieldmann FDAM 0201: tsbohemia.cz* [online], [cit. 2023-04-20] Dostupné z: <https://www.tsbohemia.cz/fieldmann-fdam-0201-d316829.html>

Správná citace:

SLÁMA, V. Vliv nastavení geometrie přední nápravy nákladního vozidla na opotřebení pneumatik a spotřebu paliva. *Soudní inženýrství*, 2023, 34(1), 64–69. DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.64>. ISSN 1211-443X.

Různé metody zjišťování skutkového stavu v právu oproti jiným vědním oborům

Different Methods of Determining Facts of the Case in Law Compared to other Scientific Disciplines

Tomáš Čuda*

Okresní státní zastupitelství v Děčíně, státní zástupce, Děčín

Abstrakt

Článek pojednává o specifických metodách zjišťování skutkového stavu zejména v trestním právu oproti jiným vědním oborům a na to navazujícím způsobem vysvětluje případné důvody pro zdánlivě odlišné rozhodnutí úředníků, policistů, státních zástupců či soudců od znalců, kteří v dané kauze vyhotovili znalecký posudek. Výstupy článku se dají aplikovat na jakoukoliv trestnou činnost. Svými příklady se zaměřuje zejména na metody posouzení věci trestné činnosti v dopravě, okrajově ovšem též ve zdravotnictví. Metody trestního práva jsou svázány přísnými kritérii postupu v pochybnostech ve prospěch obviněného, ze kterého plyne zcela odlišný přístup v objasňování skutkového stavu, který nemusí být v souladu s metodikou znaleckou. Na třech příkladech článek postupně popisuje zásadu umělé izolace jevů jakožto zásadní metodu trestního práva pro zjišťování příčinné souvislosti, včetně odlišností této metody od metod vlastních jiným vědním oborům. Článek je nedoslovnou citací příspěvku autora z konference soudních znalců Expert forensic science dne 26.–27. ledna 2023 v Mikulově.

Klíčová slova: metody zjišťování skutkového stavu, teorie umělé izolace jevů, occamova břitva, dopravní nehoda, trestní právo, znalectví, znalecký posudek, příčina dopravní nehody, trestní proces, zavinění.

1. ÚVOD

Článek si klade za cíl vysvětlit, proč policisté, advokáti, státní zástupci, soudci, či jiní, zdánlivě nerozhodnou v souladu s odborným hodnocením skutku podaným znalcem ve věci. Jako dovětek názvu by se proto hodilo dodat: „*aneb proč právníci občas neposlouchají znalce*“. Je předmětem častých disputací a nedorozumění mezi těmi, kdož o skutecích podávají zprávy odborné, a těmi, kteří o skutecích rozhodují v otázkách právních, co je a není příčinou a které jednání je a není postižitelné právem.

Dodáno do redakce: 15. 6. 2023

Recenzní řízení: od 21. 6. 2023 do 21. 6. 2023

*Korespondenční adresa: tcuda@osz.dec.justice.cz

Abstract

Article deals with specific methods of determining facts of a case in criminal law compared to other scientific disciplines and explains occasional reasons for seemingly different decisions of clerks, policeman, prosecutors or judges contrary to experts that drew up their expert evaluation of the case. Outcomes of the article can be applied on any criminal cases. By examples, the article focuses on methods of determining facts of criminal cases, especially traffic accidents, but also healthcare. Criminal law methods are bound by strict criteria of „beyond reasonable doubt“ principle, which is a completely different principle in comparison to methods of other scientific branches. Based on three examples article gradually describes „phenomenon isolation method“, that is fundamental for criminal law and compares it to other methods typical for other scientific fields. Article is close to literal quotation of oral contribution of its author to Expert forensic science conference that took part on 26.–27. January 2023 in Mikulov, Czechia.

Keywords: methods of determining fact of the case, phenomenon isolation method, occam's razor, traffic accident, criminal law, expert forensic science, cause of traffic accident, criminal process, actus reus, mens rea.

Na třech příkladech proto snad vysvětlím, proč i já občas zdánlivě neuposlechnu znalce.

2. OCCAMOVA BŘITVA

Právo, a zejména právo trestní, stojí na základní zásadě *in dubio pro reo*, v pochybnostech ve prospěch věci, která znamená, že veškeré skutkové okolnosti je nutno interpretovat způsobem prospívajícím obviněnému / tomu, vůči komu se vede řízení. Z této

DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.70>

poněkud extrémní zásady vyvěrá i metoda zjišťování skutkového stavu nazývaná zásadou **umělé izolace jevů**. Zásada **umělé izolace jevů** posuzuje celkový skutkový stav na základě jeho jednotlivých dílčích jevů, kterým je možno přiřadit hodnocení, zda jsou v souladu či v rozporu s právem. Tím se značně právo odlišuje od jiných vědních oborů, které „své“ metody zjišťování skutkového stavu mají podstatně méně přísné co do jejich kredibility. Není možno těmto oborům nižší kritéria vytýkat, jsou zcela přirozená. Pokud by historikové měli být na své zdroje stejně přísní jako právníci, neměli bychom dějiny.

Příkladem z opačného spektra oproti zásadě **umělé izolace jevů** je logicky úsporná **occamova břitva**. **Occamova břitva** postuluje, že nejjednodušší vysvětlení je vysvětlením správným a možné příčiny je nežádoucí množovat více než na nezbytně nutné. Tím je v přímé kontradikci s umělou izolací jevů, která naopak veškeré příčiny žádá náležitě popsat a případně logickou úvahou vyloučit jakožto možnou příčinu následku. Přesto ovšem znalec podávající znalecký posudek ve věci může metodu **occamovy břitvy** uplatňovat, neboť může jít o legitimní prostředek objasňování skutkového stavu, vlastní danému vědnímu oboru.

Podílel jsem se na rozhodování trestní věci vedené proti obviněné matce ze skutku zkráceně spočívajícího v tom, že údajně poměrně krátce před smrtí přestala krmit své dítě, kojence trpícího zároveň průjmem, který vlivem dehydratace zemřel. Znalec ve věci provádějící soudní pitvu zcela jednoznačně jako závěr o příčině úmrtí dítěte uzavřel, že dítě zemřelo na dehydrataci. Matka byla ovšem obžaloby zproštěna. Ve věci kromě daného znalce byl slyšen též znalec z oboru pediatrie. Tento znalec uvedl, že podle diferenciální diagnosy je pravdou, že tam, kde je medicínsky zjištěna jiná příčina, není možno diagnostikovat syndrom náhlého úmrtí kojence. Podle akademické definice při zjištění jiné možné příčiny úmrtí dítěte je vyloučena klasifikace náhlého úmrtí kojence. Taková kategoričnost ovšem neodpovídá jeho zkušenostem klinika, kde se může objevit souběh několika faktorů. Úbytek váhy kojence o 10% je indikací k odvozu dítěte do nemocnice, nejde ovšem o akutní ohrožení života. To nastupuje až za hranici 15%, proto dehydrataci jako příčinu smrti zpochybňoval, u dítěte 15% úbytek na váze zjištěn nebyl. Zejména podtržená část textu zcela jednoznačně uplatňuje metodu **occamovy břitvy**. Akademická paradigma zjištění příčiny úmrtí kojence tuto metodu jednoznačně uplatňuje, jde-li o možný syndrom náhlého úmrtí kojence.

Ve věci též byly opatřovány další důkazy. Matka své dítě do té doby řádně krmila, dokonce je přerušovala. Na pokyn pediatra několik dnů před událostí počala vůči dítěti uplatňovat určitý časový režim spánku, krmení atd. Dítě kvůli přerušování trpělo též lehkým průjmem. Oproti tomu o syndromu náhlého úmrtí kojence podle pediatra svědčilo naplnění většiny rizikových faktorů vyjma mužského pohlaví, tedy spánek společně s rodiči, na měkké podložce, v pozici na boku, předčasný porod z matky kuřačky, pobyt v zakouřeném prostředí. Přesné mechanismy vzniku náhlého úmrtí kojence pak nebyly lékařskou vědou zcela objasněny.

A tak navzdory tomu, že znalecký posudek ve věci byl přijat i s prezentovaným závěrem, že příčinou úmrtí kojence byla dehydratace, nebyl opatřen žádný revizní znalecký posudek, neboť i konkurenční názor uznával, že *de lege artis medicinae* není možno tvrdit, že kojeneček nezemřel náhlým úmrtím kojence, nebyl znalecký závěr o dehydrataci pro trestní právo natolik jednoznačný a vylučující jiné možné příčiny úmrtí, aby na základě něho byl

učiněn závěr o trestném činu matky spočívajícím v zanedbání péče o své dítě.

Byť si tedy v tomto případě lékařská věda vytvořila racionální a z medicínského pohledu legitimní systém, kterým diagnostikuje syndrom náhlého úmrtí dítěte, není tento systém natolik nezpochybnitelný, aby z něho samotného, bez dalších důkazů nebo dokonce s dalšími důkazy v rozporu, mohl soud konstruovat příčinnou souvislost mezi jednáním obžalované a následkem spočívajícím v úmrtí jejího dítěte.

Byť je soud co do odborných skutkových závěrů vázán na odborné posouzení znalců, tato skutečnost jej nezabývá povinnosti zkoumat, jakým způsobem přistupuje daná odbornost k vyvození svých závěrů. Pokud závěry nejsou vyvozeny objektivně nad míru rozumných pochybností, ale jsou výsledkem odborného paradigmatu, tedy dohodě mezi odborníky o tom, jakým způsobem budou na určitý jev nahlížet, nelze o takové závěry, stojí-li osamocené v neprospěch obžalované, nekriticky převzít jejich skutkový závěr, neboť by došlo k porušení zásady *in dubio pro reo*.

Obdobně se pak vyjadřuje i rozsudek Vrchního soudu v Praze z 24. 9. 2015, sp. zn. 2 To 75/2015, podle kterého: *Znalecký posudek, popř. odborné vyjádření, hodnotí soud podle zásady volného hodnocení důkazů stejně jako jakýkoli jiný důkaz. Podle zásady iura novit curia (soud zná právo) však nesmí zdůvodněný názor znalce (resp. odborníka) nahradit vlastním, v podstatě laickým, názorem. V případech, kdy nelze ani po vyčerpání všech relevantních důkazů s jistotou určit, která z více reálných variant odpovídá skutkovému stavu věci, je třeba zvolit tu, která je pro obviněného nejprůzračnější.*

3. UMĚLÁ IZOLACE JEVŮ

Oproti výše uvedené metodě v právu stojí jako zásadní metoda objasnění zavinění tzv. umělá izolace jevů. **Umělá izolace jevů** zkoumá veškeré možné verze skutkového děje, jejichž jednotlivé jevy je možno posoudit, zda jsou: *v souladu se zákonem / v rozporu se zákonem*, a na základě změny jejich pravdivostní hodnoty zkoumá, zda tím došlo či nedošlo k následku, který je předmětem právní ochrany. Tato zřejmě ne zcela srozumitelná definice v sobě skrývá poměrně jednoduchý myšlenkový experiment.

Vezměme dopravní nehodu na křižovatce s hlavní a vedlejší silnicí. Po hlavní silnici jede žena, z vedlejší silnice vyjíždí muž. Muž ženě nedá přednost v jízdě, vozidla se střetnou. Příčinou dopravní nehody je tak nedání přednosti v jízdě mužem. Jde o jev, který je možno posoudit jako protiprávní, neboť nesplnil povinnost dát přednost v jízdě. Zároveň jde o příčinu dopravní nehody proto, že když by ženě přednost dal, k nehodě by nedošlo (otočení pravdivostní hodnoty jevu). Porušení povinnosti mužem je možno též popsat jako *conditio sine qua non*, tedy podmínku, bez které nelze / bez které by k události nedošlo.

Uvedené je možno zakreslit do jednoduché tabulky – tab. 1.

Tab. 1 Jedna příčina.

Tab. 1 One cause.

Jev skutkového děje	Následek
muž dal přednost v jízdě,	proto k nehodě nedošlo.
muž nedal přednost v jízdě	proto k nehodě došlo.

Příklad zkomplikujme. Muž nedá ženě přednost v jízdě. Maximální dovolená rychlost v daném místě ovšem byla omezena na 50 km/h, přičemž žena jela 90 km/h. Kdo je viníkem dopravní nehody? V daném případě již intuice může selhávat, často též selhávat. V posledních letech je patrný posun intuitivního hodnocení příčin dopravních nehod veřejností směrem k rychlosti.

V rámci myšlenkového experimentu zde musíme zkoumat dva příčinně relevantní jevy, jednak rychlost ženy, jednak přednost v jízdě muže. Když by muž ženě přednost dal, k nehodě by nedošlo. Když jí přednost nedal, k nehodě došlo. Jeho jednání tak jednoznačně příčinou nehody je. Když by žena nejela rychle, došlo by k nehodě? Na danou otázku musí odpovědět znalec oboru doprava. Pokud znalec odpoví, že když by žena jela jen maximální dovolenou rychlostí, mohla nehodě například bržděním předejít, pak bude žena zodpovídat za nehodu stejně jako muž. V takovém případě je nehoda spoluzaviněním ideálním (50/50), protože každá z osob mohla nehodě předejít tím, když by dodržela své povinnosti.

Jednotlivé řádky tab. 2 doporučuji číst jako větu. V tabulce jsou červeně označena jednání účastníků, která jsou protiprávní, zeleně pak ta, která jsou v souladu se zákonem. Z tabulky plyne již jednou uvedené, že když by oba účastníci dodrželi své povinnosti, k nehodě by nedošlo. Jednání obou dvou tak je podstatné pro vznik nehody. Oproti tomu jednání každého z nich samostatně k samotné nehodě nepostačovalo. Jde tedy o spoluzavinění ideální.

Tab. 2 je nutno číst tak, že toliko v případě, že dojde k následku dopravní nehody, je nutno se podívat na předchozí dva sloupce, kdo je jejím viníkem. V uvedeném řádku jsou červeně označeni oba jevy, tedy oba aktéři jsou viníky dopravní nehody.

Pakliže ovšem znalec odpoví, že i přesto, kdyby žena jela dovolenou maximální rychlostí, ke střetu vozidel by došlo, pak její jednání nemá podstatný vliv na nehodový děj, byť je případně odpovědná za přestupek, a za celou nehodu může pouze muž.

V relevantních řádcích 2 a 4 tab. 3, u kterých došlo k dopravní nehodě, je nutno si povšimnout, že pokaždé je následek vyvolán protiprávním jednáním muže. Jednání ženy ovšem bylo irelevantní, neboť ať již by svou povinnost dodržela nebo ne, k nehodě by došlo tak jak tak. Za nehodu proto odpovídá výhradně muž.

K této verzi příkladu je ovšem nutno uvést velké ALE. Tím je zásada *Lex non cogit ad impossibilia*, zákon nezavazuje k nemožnému. Znalec v daném případě musí též být dotázán,

zda bylo v technických možnostech muže ženu včas zahlédnout, rozpoznat a na základě toho se též rozhodnout a provést manévr nebo jeho přerušení tak, aby ženě přednost dal. Pokud se tedy žena vlivem o 40 km/h vyšší rychlosti bude v relevantní moment nacházet ještě za zatáčkou, do které muž nevidí, čímž mu zjevně **znemožní dát jí přednost v jízdě**, odpovědnosti muže za nehodu tím **zprostí**. Výsledkem pak bude, že za nehodu bude moci toliko po hlavní rychle jedoucí žena. Důvodem bude, že muž přednost v jízdě ženě dát ani nemůže, neboť ta se chová takovým způsobem, který technicky znemožňuje, aby muž dal či nedal přednost v jízdě. V takovém případě totiž není možno shledat, že by jí muž nedal přednost v jízdě v právním smyslu slova. Dát přednost znamená, že určitým způsobem reagujeme na podnět. Pokud tento podnět nepřichází (žena není vidět), nemohu povinnost porušit ale ani splnit.

Toto je tedy odpověď na případný dotaz, o kolik musí jet řidič na hlavní více, aby byl viníkem nehody, přestože mu někdo nedal přednost. V každé dopravní situaci tato rychlost bude odlišná, každou situaci je nutno hodnotit individuálně a v každém případě bude nutné položit znalci jednoznačné otázky, bez kterých by byl závěr o zavinění obtížný.

Komplikujme příklad dále. Co se pro znalce mění v případě, kdy rychle jedoucí žena bude policistka jedoucí policejním vozidlem se zapnutým majákem? Jednoduchá odpověď je nic. V zadání znaleckých úkolů se nic nemění. Maják může mít toliko vliv na posouzení rozpoznatelnosti jízdy ženy, obdobně i siréna. Samotná skutečnost, že jde o vozidlo s právem přednostní jízdy, ovšem na znaleckém zkoumání nemění ničeho. Již pojem „právo přednostní jízdy“ je zjevně otázkou právní, nikoliv skutkovou. Znalec v takovém případě má vzít v úvahu funkci majáků, sirény atd., samotná přednostní jízda tohoto vozidla je ovšem na posouzení právním, nemá být soudem opomenuta, znalcem ovšem tato okolnost hodnocena být nemá potud, pokud siréna a majáky nemohly mít vliv na rozpoznatelnost její jízdy. Předstřetový pohyb vozidel je shodný s majákem i bez něho.

A ještě trochu komplikací. Co totiž v případě, kdy náš poslední příklad upravíme ještě tak, že žena s majákem jela 90 km/h po hlavní silnici, muž jí nedal přednost, ovšem žena užila majáky neoprávněně? Odpověď z hlediska znaleckého je totožná jako předchozí. Nic. Tato skutečnost znovu nemá být

Tab. 2 Dvě příčiny, verze první.

Tab. 2 Two causes, first version.

Verze prvního jevu	Verze druhého jevu	Následek
muž dal přednost a	žena jela do 50 km/h	proto k nehodě nedošlo.
muž nedal přednost a	žena jela do 50 km/h	proto k nehodě nedošlo.
muž dal přednost a	žena jela 90 km/h	proto k nehodě nedošlo.
muž nedal přednost a	žena jela 90 km/h	proto k nehodě došlo.

Tab. 3 Dvě příčiny, verze druhá.

Tab. 3 Two causes, second version.

Verze prvního jevu	Verze druhého jevu	Následek
muž dal přednost a	žena jela do 50 km/h,	proto k nehodě nedošlo.
muž nedal přednost a	žena jela do 50 km/h,	proto k nehodě došlo.
muž dal přednost a	žena jela 90 km/h,	proto k nehodě nedošlo.
muž nedal přednost a	žena jela 90 km/h,	proto k nehodě došlo.

soudem opomenuta, ovšem z hlediska znaleckého zkoumání skutkového děje nemění ničeho oprávněnost užití VRZ, stejně jako neoprávněnost užití VRZ.

Autor je v této části též nucen poznamenat, že článek zcela pomíjí další způsob zjišťování skutkového stavu, resp. jistou nadstavbu umělé izolace jevů. Tou je nazýván princip gradace příčinné souvislosti, který přiznává jednotlivým jevům různou váhu. Gradace příčinné souvislosti je však mimo rámec daného článku, o tom až případně příště.

4. FAKTA PODSTATNÁ A NEPODSTATNÁ

Úvahy výše uvedené stran rychlosti oproti přednosti v jízdě často vyvolávají emoce. Proto jsem uvedený příklad též zvolil. Je přirozené, že se člověk v každém příběhu ztotožňuje s jednou nebo druhou stranou. Toto ztotožnění ovšem v případě zjišťování a objasňování skutkového stavu není na místě. Zjišťování příčin je vždy výhradně otázkou formální, racionální, logickou až necitlivou. Proto poslední příklad bude příkladem formální logiky, který si čtenář může vyzkoušet na sobě.

Mějme před sebou položeny 4 karty. Karty mají rub a líc. Vidíme líc, nevidíme však rub, neboť jsou položeny. Na prvé z nich je liché číslo, na druhé je sudé číslo. Na třetí kartě je samohláska a na čtvrté souhláska. Platí, že je-li na jedné straně karty liché číslo, na druhé straně je samohláska. Karty před námi leží podle obr. 1.



Obr. 1 Karty.
Fig. 1 Cards.

Otázka na čtenáře zní, kterou z karet obrátíme, chceme-li ověřit platnost pravidla, že lichá karta má na druhé straně samohlásku?

Bezesporu se mi čtenáře podařilo zmást. Aby čtenáři na odpověď nesklouzly oči, odpověď najdete v závěru příspěvku. Doporučuji s ní ovšem vyčkat.

Představme si, že jsme policisté, kteří mají 4 podřízené. Naším úkolem je ověřit, zda mládeži, osobám mladším 18 let, není prodáván alkohol. Z místního nočního podniku přišli ráno 4 naši podřízené, každý s kamerovým záznamem, který má několik hodin. Každý z policistů měl za úkol natočit, zda mládež není prodáván alkohol, každý zvolil jinou strategii. První policista kameru nasměroval na bar, kde se prodává alkohol, a natáčel všechny návštěvníky klubu, kteří si ten večer alkohol objednávali. Druhý policista taktiku okoukal od prvního, nedomyšlením věci však umístil kameru na druhý bar, kde se prokazatelně prodávají výhradně nealkoholické nápoje. Třetí policista zvolil taktiku, že se celý večer zaměřil na chlapce, kterému bylo 16 let a celý večer natáčel, co vše chlapec v klubu dělá, kupuje i konzumuje. Čtvrtý

policista celý večer sledoval dívku stejně jako třetí policista, následně však zjistil, že dívka je 19 let. Videá mají několik hodin, přehrávat je všechny by bylo náročné. Které bychom si ovšem měli přehrávat, abychom kontrolu pití alkoholu řádně provedli? Které záznamy musíme vidět, abychom ověřili, zda osoby mladší 18 let nekoupily alkohol? A které videozáznamy oproti tomu můžeme pominout?

Odpověď je shodná, jako na předchozí otázku...respektive odpověď je stále stejná, vizte závěr příspěvku. Z hlediska formální logiky totiž nejde o druhou otázku. Oba dva příklady jsou shodné. Ve formální logice bychom je zapsali: $A \Rightarrow B$; rozvinutou větou: pokud A, tedy B; pokud liché číslo, tedy samohláska; pokud věk osoby menší než 18 let, tedy nesmí být prodán alkohol. Z tautologického hlediska se jedná o implikaci.

V prvním případě podstatná část lidí ve správné odpovědi selhává. I autor, když poprvé otázku dostal, ve správné odpovědi selhal. Druhá otázka je ovšem podstatně intuitivnější, nemá smysl přehrávat si video s nealkoholickým barem ani dospělou ženou, neboť na nich neověřím, zda osoba mladší 18 let zakoupila alkohol. Jen ostatní dvě videa mi pomohou zjistit, zda zákaz je dodržován.

Důvodem pro tento paradox je přirozený způsob uvažování lidí. Všichni uvažujeme lépe názorně než abstraktně. Všichni se identifikujeme s některým z aktérů příběhu. Tímto příběhem může být román, ale i dopravní nehoda nebo příklad s pitím alkoholu v baru. Proto s mnohými se na vyhodnocení příčiny dopravní nehody, kde proti sobě stojí rychlost řidiče na hlavní pozemní komunikaci oproti nedání přednosti v jízdě řidičem vyjíždějícím z vedlejší, neshodneme, dokud používáme čirou intuici. Někteří z nás si připouští, že se jim může snadno stát, že někoho přehlédnou a nedají mu přednost. Jiní jsou si v této otázce více jistí a věří, že i rychle se dá jet v rámci bezpečnostních mezí. Podle toho intuitivně výše uvedený příklad hodnotí.

I dojmy a pocity, intuitivní úvahy o tom, co je správné a špatné, spravedlivé či nespravedlivé, patří k rozhodování soudu, státních zástupců, ad. Proto se soudci nemusí obávat, že by je kdy mohla vytlačit umělá inteligence. Tyto hodnoty ovšem nepatří rozhodně do části, kde se zkoumá příčinná souvislost mezi jednáním osoby a následkem, který její jednání vyvolalo. Daná část posouzení trestného činu se nazývá kauzálním nexem a zkoumá se v rámci posouzení tzv. objektivní stránky trestného činu. Tato část má vždy zůstat ryze logickou a racionální úvahou. Až při zkoumání subjektu trestného činu, subjektivní stránky, míry porušení nebo ohrožení objektu trestného činu a případných kritérií přiměřenosti trestu, mají nastupovat i pocitové úvahy, které mohou být individuální. I proto nemusí vždy rozhodnutí práva být totožné s hodnocením odborníka.

S poděkováním Mgr. Michalu Roubíčkovi a doc. JUDr. Tomáši Sobkovi, Ph.D.

5. LITERATURA

- [1] Rozsudek Vrchního soudu v Praze z 24. 9. 2015, sp. zn. 2 To 75/2015,

Správná citace:

ČUDA, T. Různé metody zjišťování skutkového stavu v právu oproti jiným vědním oborům. *Soudní inženýrství*, 2023, 34(1), 70–73. DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.70>. ISSN 1211-443X.

Discrete Event Simulation-Based Risk Analysis for Efficient, Sustainable and Resilient Transportation

Christoph Kogler*

University of Natural Resources and Life Sciences Vienna, Institute of Production and Logistics, Vienna, Austria

Abstract

In a resource-constrained world the avoidance of transport-related emissions is crucial to fulfill the sustainable development goals, the Paris agreement on climate change and the Aichi biodiversity targets. Transport simulation enables the development of transport fleet strategies in risk scenarios to further improve efficiency, sustainability and resilience of supply chains. Discrete event simulation is a valuable methodology for transport simulation, because it focuses on business processes for a digital representation of supply chains and provides an intuitive approach for facilitating stakeholder participation. Consequently, discrete event simulation models for unimodal, multimodal and multi-echelon unimodal wood transport are presented, which enable multicriteria-based strategy development, optimal fleet configuration as well as risk management and wood quality preservation. Furthermore, the verified and validated discrete event simulation models were used in game-based stakeholder workshops to establish credibility, provide hands-on decision support and facilitate knowledge transfer between science, industry and education. A previous version of this revised and extended journal article was published as conference paper in the Proceedings of the XIVth Junior Forensic Science Conference (JuFoS), 18–19 May 2023 in Brno.

Keywords: supply chain management, risk management, logistics, transportation, decision support, game-based learning, simulation workshops.

1. INTRODUCTION

Supply chains are dynamic networks of information and material flows between and within different stakeholders and therefore, supply chain and risk management cover crucial decisions to plan, design, operate, control and monitor the entire supply chain. The wood supply chain comprises growing, harvesting, extraction,

transporting, storing, (pre-)processing, (re-)using and recycling of wood on strategic, tactical and operational horizons. [1]

The discrete event simulation method enables a realistic, digital mapping of wood supply chains (*i.e.*, business process-based structure, visualization, animation) and their quantitative analysis in risk scenarios (*e.g.*, parameter variation, what-if analyses) based on key performance indicators. Moreover, it has major strengths

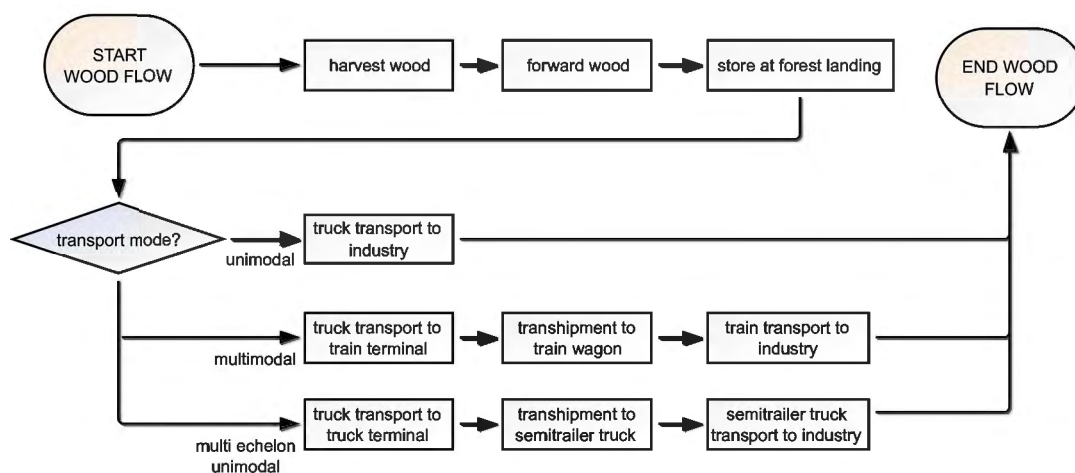


Fig. 1 Transport modes for the wood flow through the supply chain.

Dodáno do redakce: 15. 5. 2023

Recenzní řízení: od 16. 5. 2023 do 31. 5. 2023

DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/Sl.2023.1.74>

*Korespondenční adresa: christoph.kogler@boku.ac.at

in integrating stochastic elements, complex interactions, time dynamics and bottleneck-related queuing systems. [2]

Therefore, discrete event simulation is an ideal method providing urgently needed decision support for stakeholders, researchers and students to improve the efficiency, sustainability and resilience of transportation along wood supply chains. Fig. 1 provides an overview of the relevant transport modes, which are the connective links along wood supply chains. Single echelon unimodal transport defines direct transport from forest landings to the wood-based industry with self-loading trucks. Multi-echelon unimodal transport includes a transshipment operation to a semitrailer truck and multimodal transport covers a transshipment operation to a train.

Wood value chain resilience is the adaptive capability of the collaborative acting stakeholders of wood supply chains to withstand crisis through risk management (analyze and prepare), contingency planning (decide and act) and knowledge management (reflect and learn) aiming to recover to an economically, ecologically and social more sustainable post-crisis state. Benchmarking [3] and contingency planning [4, 5] have proven to be helpful tools to implement collaborative supply chain and risk management to improve the resilience and sustainability as well as save costs. Consequently, the following sections provide a compact overview of the application potentials for the discrete event simulation method for logistics, transportation, supply chain and risk management as well as references to further information.

2. DISCRETE EVENT SIMULATION MODELS

2.1 Quality-preserving wood transport

Quality-preserving wood transport strategies are based on the significant correlation between lead-time and quality loss of logs

during storage and transport (mainly caused by fungal and insect infestation). The discrete event simulation model demonstrates the potential of vegetation zone-based risk forecast to develop unimodal and multimodal transport strategies that prioritize wood at risk of devaluation and thus avoid wood value loss.

Fig. 2 shows the animation view of the discrete event simulation model developed in the Java-based AnyLogic software. It visualizes abstract illustrations of forests in three altitude zones (left), a train terminal (right) and piles (representing one truckload of 25 cubic meters roundwood) with fresh sawlogs (green), risky roundwood facing devaluation (yellow) and devaluated roundwood (red) transported by self-loading trucks and trains. For further insights on how quality development of transported goods were tracked and modeled as well as which transport strategies performed best refer to [6] and [7].

2.2 Multimodal transport

Multimodal wood transport strategies reduce negative environmental impacts (e.g., CO₂, noise) and increase resilience (e.g., additional transport capacity after calamities, storage capacity at the terminal) through short self-loading truck transportation to train terminals and subsequent rail transport. However, multimodal supply chain management is more challenging compared to unimodal transportation, making the simulation model a needed quantitative decision support tool for developing transport fleet strategies based on multi-criteria metrics defined with practice experts.

Fig. 3 presents a management cockpit consisting of key performance indicators, which are automatically updated in real time. The decision relevant statistics for production, stockyards, transport and duration give an overview and interactive feedback of the actual and past performance of the entire wood supply chain. The developed strategies for challenging real life scenario

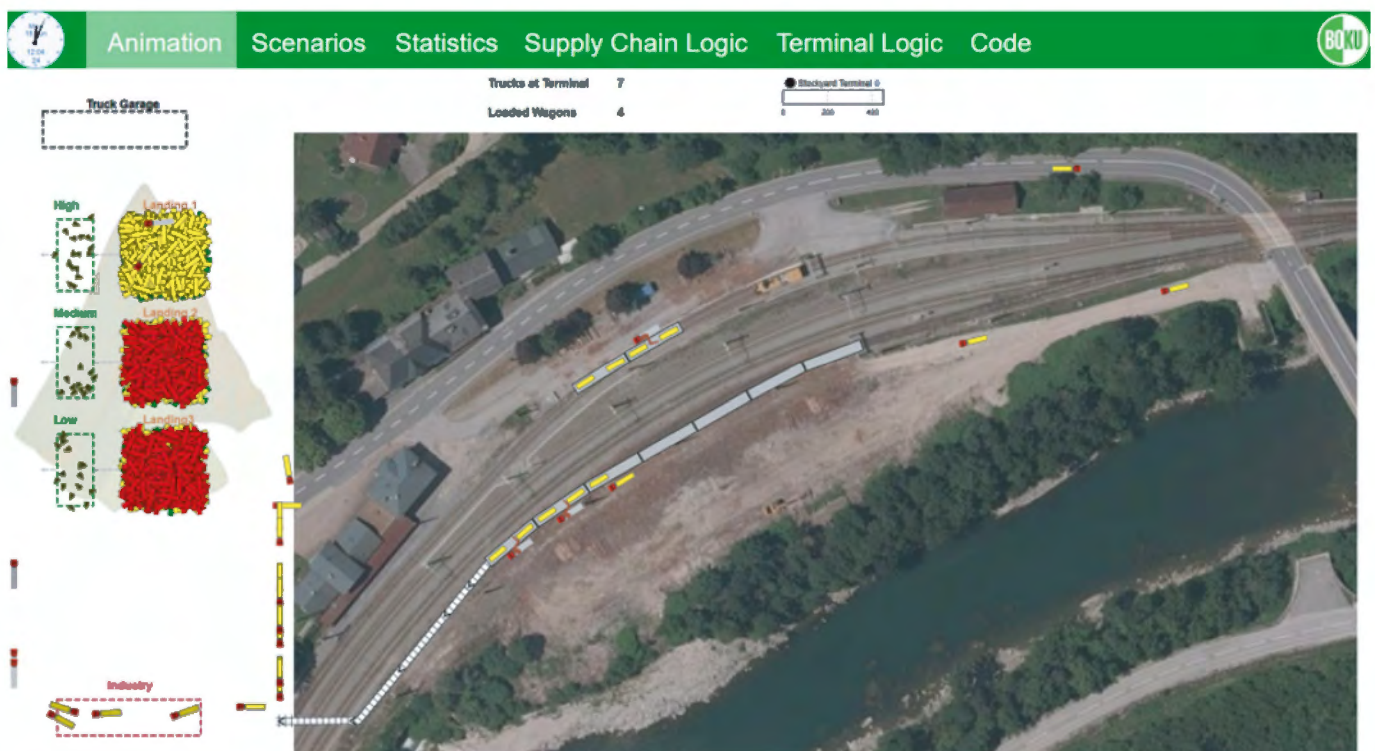


Fig. 2 Animation view of a virtual wood supply chain.

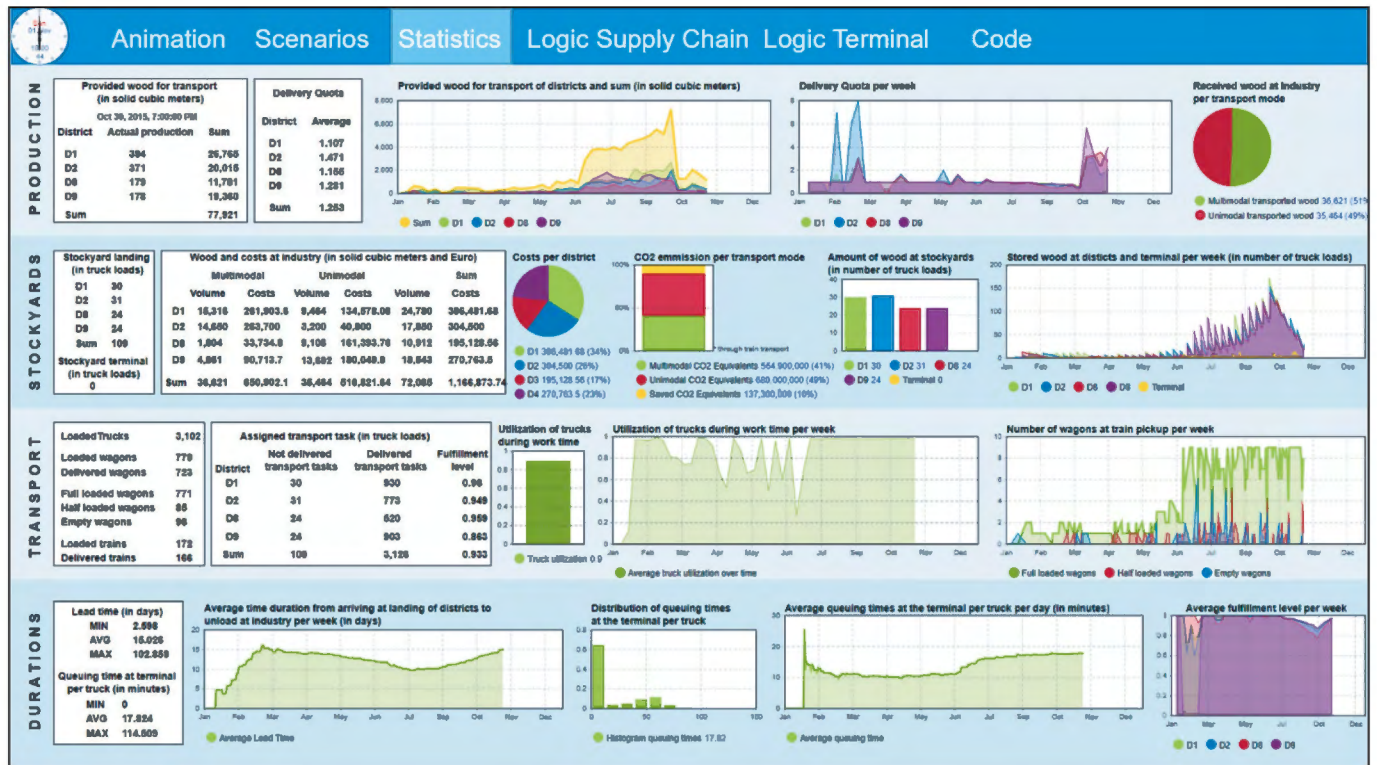


Fig. 3 Key performance indicator cockpit of a virtual wood supply chain.

settings were evaluated based on multi-criteria metrics for e.g., the transported volume, delivery quota, queuing time at terminal, stockyard volume, lead time, number of loaded wagons, carbon dioxide equivalents, fulfillment level, truck utilization and transport costs. A detailed description of the covered case study as well as the discrete event simulation model (modules: forest, truck transport, terminal, train transport, industry), views (i.e., animation, parameterization, management cockpit, supply chain processes and logic, terminal processes and logic, statistics) and parameterization for the performed simulation experiments can be found in [8] and [9].

2.3 Multi-echelon unimodal transport

Multi-echelon unimodal wood transport strategies are based on short self-loading truck transportation to transshipment terminals. There semitrailers are provided for the subsequent transport with prime mover trucks. The lower tare weight of semitrailers compared to self-loading trucks increases transport efficiently as well as alleviates the drastic self-loading truck driver bottleneck. The multi-echelon unimodal model allows the simultaneous optimization of the fleet as well as handling infrastructure (i.e., number of transshipment slots, self-loading trucks, semitrailers) based on complete enumeration.

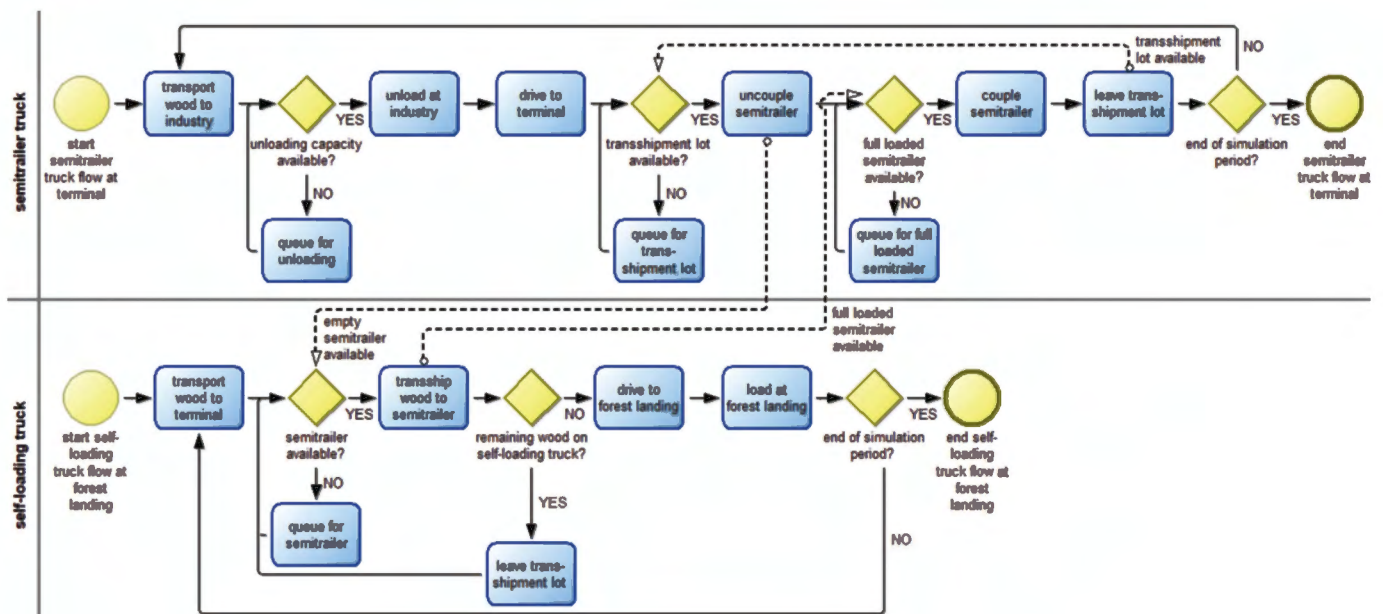


Fig. 4 Transport processes of self-loading trucks, prime mover trucks and semitrailers.

Fig. 4 represents the logic and interactions of self-loading trucks, prime mover trucks and semitrailers in a diagram model in the open access Bee-Up software environment (available on omilab.org) corresponding the standards of the Business Process Model and Notation (2.0). For further information on the optimal truck fleet configurations and detailed descriptions of the simulation model refer to [10] and [11].

3. GAME-BASED STAKEHOLDER WORKSHOPS

In order to enhance the scientific support for today's (managers) and tomorrow's (students) decision makers, state of the art simulation methods were integrated with stakeholder participation in tool development and analyses. The scientific discrete event simulation models for supply chains were further developed with special focus on animation, visualization and intuitive usability in a workshop setting. They proved to facilitate needed decision support for managers and to provide means to train students and sensitize researchers. This enabled a learning process through playing a serious game and analyzing the outcome of decisions according to key performance indicators in group discussions. The collaborative development of supply chain control strategies by means of a participatory simulation environment enhanced the development of advanced risk management and therefore improved supply chain resilience, efficiency, and sustainability.

Fig. 5 shows the workshop control view of a discrete event simulation model with harvesting volumes for each region for the upcoming week (A) as well as the harvesting volumes of the past weeks (B). Furthermore, the transport plan for the upcoming week can be defined by choosing the number of train wagons (1), number of trucks (2), number of train pickups per day (3), transport mode

split (4) and transport priority (5). After the current situation of the supply chain was analysed by observing the management cockpit, animation and logic views, the transport strategy for the upcoming week is selected and the simulation for the next week starts (6).

The workshop consists of a input, learning by doing and analysis stage, each with a duration between 30 and 60 minutes. The input stage gives an overview of the workshop agenda, problem setting and goals. Furthermore, the discrete event simulation model is introduced by a live demonstration of process flows, a detailed animation and changes of key performance indicators to observe the behavior of the system. The learning by doing stage starts with a clear scenario definition, before participants get hands-on experience and play the defined simulation scenario in small groups from 3 to 5 people. Week-by-week, every group discusses their strategies and decides on the transport plan for the next week. At the end of the simulation runs in the analysis stage, the key performance indicators are exported, discussed with the participants and transport strategies applicable in practice are developed based on the learnings. Further insights on the didactical concepts and concrete workshop program with feedback of testruns can be found in [12] and [13].

4. CONCLUSION

Current and future challenges require innovative, digital and quantitative decision support tools for the stakeholders along wood supply chains. The presented wood transport models demonstrate the high suitability of the discrete event simulation method for contingency planning (e.g., concrete transport planning tables), risk management (e.g., climate crisis-related extreme scenarios, wood quality development) and strategy development (e.g., serious

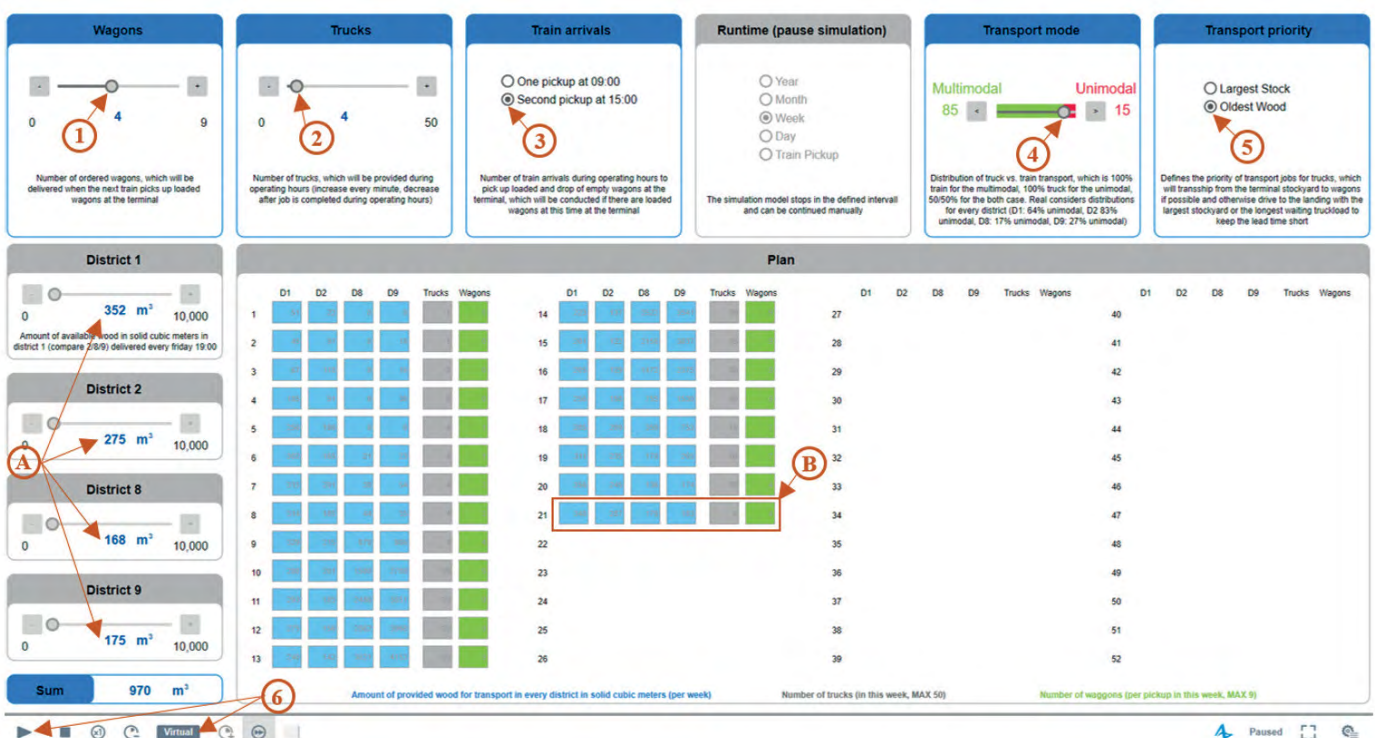


Fig. 5 Workshop control view of a discrete event simulation model.

game-based simulation workshops) to improve the efficiency, sustainability and – according to the presented definition – resilience of wood logistics.

The scientific impact of the presented models includes an unique level of detail in the modeling of multimodal wood supply chains combined with the most comprehensive key performance indicator representation, first simultaneous optimization of the multi-echelon unimodal fleet configuration and the handling infrastructure as well as first-time quantification of wood value losses caused by lead times and avoidance of these losses through the development of logistics strategies for proactive risk management. Further development opportunities for wood transport simulation include the integration of real-time data and artificial intelligence [14].

5. LITERATURE

- [1] KOGLER, Ch. *Decision support by discrete event simulation for the wood supply chain*. Dissertation at the University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna. 123 p. 2020. <https://permalink.obvsg.at/bok/AC16139733>.
- [2] KOGLER, Ch., RAUCH, P. Discrete event simulation of multimodal and unimodal transportation in the wood supply chain: a literature review. *Silva Fennica*, 52(4), 1–29. 2018 <https://doi.org/10.14214/sf.9984>.
- [3] KOGLER, Ch. *et al.* Benchmarking procurement cost saving strategies for wood supply chains. *Forests*, 12(8), 1–18. 2021. <https://doi.org/10.3390/f12081086>.
- [4] KOGLER, Ch., RAUCH, P. Contingency plans for the wood supply chain based on bottleneck and queuing time analyses of a discrete event simulation. *Forests*, 11(4), 1–23. 2020. <https://doi.org/10.3390/f11040396>.
- [5] KOGLER, Ch., RAUCH, P. *A Contingency Planning Toolbox in the Wood Supply Chain*. Proceedings of the 2020 Winter Simulation Conference. Extended Abstract: bit.ly/ABSTRACTWSC2020, Poster: bit.ly/POSTERWSC2020.
- [6] KOGLER, Ch., RAUCH, P. *Lead time and quality driven transport strategies for wood supply chains*. Research in Transportation Business & Management. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2023.100946>.
- [7] KOGLER, Ch., RAUCH, P. *Quality driven transport strategies for the wood supply chain*. Proceedings of the 2022 Winter Simulation Conference. Extended Abstract: bit.ly/ABSTRACTWSC2022, Poster: bit.ly/POSTERWSC22.
- [8] KOGLER, Ch., RAUCH, P. A discrete event simulation model to test multimodal strategies for a greener and more resilient wood supply. *Canadian Journal of Forest Research*, 49(10), 1298–1310. 2019. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2018-0542>.
- [9] KOGLER, Ch. *A discrete event simulation model to test multimodal strategies for a greener and more resilient wood supply in Austria*. Proceedings of the 2018 Winter Simulation Conference. Extended Abstract: bit.ly/ABSTRACTWSC2018, Poster: bit.ly/POSTERWSC2018.
- [10] KOGLER, Ch., *et al.* Simulating combined self-loading truck and semitrailer truck transport in the wood supply chain. *Forests*, 11(12), 1–15. 2020. <https://doi.org/10.3390/f11121245>.
- [11] KOGLER, Ch., *et al.* *Simulating truck fleet configuration for wood terminals*. Proceedings of the 2021 Winter Simulation Conference. Extended Abstract: bit.ly/ABSTRACTWSC2021, Poster: bit.ly/POSTERWSC2021.
- [12] KOGLER, Ch., and RAUCH, P. Game-based workshops for the wood supply chain facilitate knowledge transfer. *International Journal of Simulation Modelling*, 19(3), 446–457. 2020 <https://doi.org/10.2507/IJSIMM19-3-526>.
- [13] KOGLER, Ch., RAUCH, P. *Introducing a discrete event simulation model for the wood supply chain in workshops for students, scientists and managers*. Proceedings of the 2019 Winter Simulation Conference. Extended Abstract: bit.ly/ABSTRACTWSC2019, Poster: bit.ly/POSTERWSC2019.
- [14] KOGLER, Ch., MAXERA, P. *Supply chain analyses integrating discrete simulation modelling and machine learning*. Under review.

Správná citace:

KOGLER, Ch. Discrete Event Simulation-Based Risk Analysis for Efficient, Sustainable and Resilient Transportation. *Soudní inženýrství*, 2023, 34(1), 74–78. DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.74>. ISSN 1211-443X.

Proměna sociální struktury Kamenné čtvrti

Transformation of the Social Structure of the Kamenná District

Sofie Pokorná*, Klára Francová

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Brno

Abstrakt

Článek popisuje vznik nouzových a dělnických kolonií ve městě Brně od počátku 20. let 20. století. Dále stručně seznamuje s historií Kamenné čtvrti a s jejími obyvateli od jejího vzniku přes 70.–90. léta 20. století až po současnost. Primárním cílem práce bylo zmapovat aktuální vzdělanost a profesní zastoupení v Kamenné čtvrti, což bylo vypracováno pomocí dotazníkového šetření po internetu i v terénu. Nově získaná data byla srovnána s daty průzkumu z roku 2019 a s axiomy z historie, které jsou o Kamenné čtvrti známy. Data z obou šetření byla srovnávána také s daty z celé České republiky a z Brna. Aktuální profesní složení pracujících v Kamenné čtvrti bylo srovnáváno s přízvisky, která Kamenná čtvrť získala v době svého vzniku (nouzová/dělnická kolonie) a v době obměny obyvatel v 70.–90. letech (čtvrť umělců a bohémů). V diskuzi jsou uvedena témata, která místní obyvatelé aktuálně řeší. Zjištění těchto témat vycházelo z již zmiňovaného kvantitativního výzkumu z roku 2023. Průzkum vzdělanosti a profesního složení byl dělán z důvodu hypotézy probíhající gentrifkace v Kamenné čtvrti. Tato hypotéza průzkumem nebyla vyvrácena, naopak výsledky průzkumu poukazují na možný průběh gentrifkace. K jejímu definitivnímu potvrzení bude však potřeba dalšího výzkumu.

Klíčová slova: Kamenná čtvrť, vzdělanost, zastoupení profesí, nouzové kolonie, Brno, gentrifkace.

Abstract

The article describes the emergence of emergency and workers' colonies in Brno from the early 1920s. It also briefly introduces the history of the Kamenná District and its inhabitants from its foundation through the 1970s–1990s to the current times. The main aim of the thesis was to map the educational and occupational representation in the Kamenná District, which was done through a questionnaire survey over the internet and in the field. The newly collected data was compared to the 2019 survey data and to the axioms of history that are known about the Kamenná District. Data from both surveys were also compared with data from the Czech Republic and Brno. The current occupational composition of the workers in the Kamenná District was compared to the nicknames that the Kamenná District was given at the time of its founding (shanty town/worker's colony) and at the time of population turnover in the 1970s–1990s (artists' and bohemians' quarter). The discussion includes topics that local residents are currently addressing. The identification of these topics was based on the aforementioned quantitative research from 2023. The survey of educational and occupational composition was done because of the hypothesis of ongoing gentrification in the Kamenná District. This hypothesis was not refuted by the survey; on the contrary, the survey results point to a possible progression of gentrification. However, further research will be needed to confirm it definitively.

Keywords: Kamenná district, education, representation of professions, shanty town, Brno, gentrification.

1. ÚVOD

1.1 Vznik dělnických kolonií v Brně

V návaznosti na průmyslovou revoluci (1760–1840) byly v Brně zakládány nové podniky, což generovalo nová pracovní místa. Ty nebylo možné zaplnit stávajícími občany města, a proto se do Brna přistěhovalo mnoho nových obyvatel. Vliv migrace i přirozený růst Brna vyžadoval celkové řešení bytové otázky – v roce 1919 nastala bytová krize, kdy v Brně chybělo 2 000 bytů. Město na tuto situaci

reagovalo výstavbou cca 10 000 domů v období První republiky. Jednalo se převážně o bytové domy, které skýtaly asi 35 000 nových bytových jednotek. V tomto období se výrazným urbanistickým prvkem Brna staly funkcionalistické obytné soubory sídlištního charakteru, které měly řešit bytovou nouzi slabší ekonomické vrstvy obyvatel. Volných bytů bylo ve městě dost, avšak díky nové výstavbě byly i dělnické byty poměrně drahé. [1] Rodiny se dvěma příjmy si ale mohly běžně dovolit bydlet v nájmu v takovémto bytovém domě. V průběhu 20. let se, v důsledku přibližující se

Dodáno do redakce: 19. 5. 2023

Recenzní řízení: od 19. 5. 2023 do 25. 5. 2023

DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.79>

**Korespondenční adresa: sofie.pokorna@vut.cz*

Tab. 1 Přehled dělnických kolonií existujících ve 30. letech 20. století v Brně [7].

Tab. 1 Overview of workers' colonies existing in Brno in the 1930s.

Lokalita	Vznik kolonie	Zřizena	Počet domů v r. 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	také 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 Úhelnách	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	

hospodářské krize, v brněnských podnicích propouštělo nebo se zkracovaly úvazky, což mnoho rodin uvrhlo pod hranici bídy. [2]

Reakcí na to se stal vznik nouzových kolonií, které byly ve větší míře budovány 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. V roce 1927 je zaznamenán extrémní přírůstek 187 nově postavených nouzových obydlí. V roce 1929 tvořily tyto nouzové obydlí již několik souvislých celků a počet nouzových obydlí čítal zhruba 4,5 % z celkové obytné výstavby. Po roce 1935 začal růst dělnických kolonií opadat. Koncem První republiky bylo v Brně asi 20 nouzových kolonií. V těchto koloniích žilo přes 7 000 obyvatel v 1 100 domcích, dalších více než 500 obyvatel bydlelo v maringotkách, stájích, stodolách či kůlnách. Velikost a počet těchto kolonií se v průběhu 40. let značně měnil a některé, zejména ty se stabilnější zástavbou, se zachovaly dodnes. [1]

1.2 KAMENNÁ ČTVRŤ

1.2.1 Stručná historie

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 stávající dům č. 1 a v prostoru Dolní skaly se začalo stavět. 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 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 nejnutnějším 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 a 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. Ve 40. letech bylo v Kamenné kolonii evidováno 132 nouzových domků. V 50. letech město intenzivně usilovalo o zrušení kolonie, proti kterému se vymezili komunisté. [3, 4, 5]

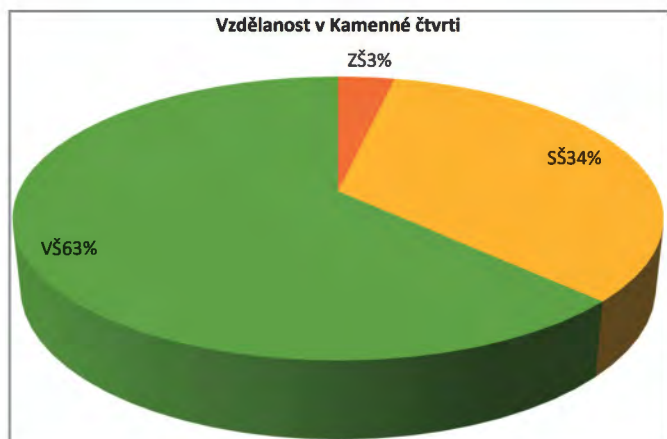
1.2.2 Obyvatelé Kamenné čtvrti

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, kdy se část původního obyvatelstva odstěhovalo na nová brněnská sídliště. Přirozeným tokem času zůstávající původní

obyvatelé stárli a vymírali. V tomto období je veřejností Kamenná čtvrť vnímána velmi negativně a její obyvatelé jako problémová a nepřizpůsobiví. Samotní obyvatelé svůj původ často vnímají jako stigma, které jim zhoršuje veřejné styky a možnosti ve vzdělávání i v pracovních příležitostech. Opakem je vyhrcožený „skalácký“ patriotismus, který se objevuje u výrazně menší části místní populace. [3]

V době 70. až 90. let probíhala nová vlna osídlování Kamenné kolonie, kdy se do čtvrti stěhovali mladí bohémové, kteří byli nadšeni geniem loci. Z hlediska gentrifikace je možné je nazývat průkopníky. Z hlediska profesního se jednalo často o umělce, učitele či řemeslníky. Průkopníci odkoupili domy za nízké ceny, svá obydlí zrenovovali, založili zde rodiny a aktivně se podíleli na kulturním rozvoji lokality. 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. [8]

Dnešní obyvatelé se od dob, kdy obyvateli byli výlučně chudí lidé s dělnickými 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 proměnil do dnešní podoby, kdy by se dalo mluvit jako o nadprůměrně vzdělané lokalitě viz obr. 1 z roku 2019.



Obr. 1 Výsledek dotazníkového řízení na téma vzdělanost v Kamenné čtvrti z roku 2019. [6]

Fig. 1 Result of the questionnaire survey on education in the Kamenná district in 2019.

1.3 Gentrifikace

Slovo gentrifikace (anglicky gentrification) poprvé použila anglická socioložka Ruth Glass v roce 1964 ve své studii, která se týkala sociální proměny v původně industriální čtvrti Londýna (konkrétně Islington). V této studii bylo zachyceno stěhování nižší šlechty v průběhu 60. let 19. století z venkovských oblastí a periferií města do centra Londýna a postupně, ale masivní vyloučení původní dělnické třídy. Vystěhování starousedlíků bylo reakcí na ekonomický nátlak nově příchozích obyvatel. [11] Slovo vychází z anglického slova „gentry“, což by se dalo přeložit jako venkovská nebo nižší šlechta. [14]

Jde tedy o socio-kulturně-ekonomickou transformaci původně chudé či vyloučené lokality města v lokalitu lukrativní a drahou. V rámci tohoto jevu se postupně obměňuje obyvatelstvo lokality, vznikají nové služby a obchody, opravují a přestavují se nemovitosti a jejich hodnota v průběhu procesu stoupá. Především zvyšování

cen nájmu a nemovitostí má za následek vytlačování původního obyvatelstva a nahrazování lidmi z vyšších společenských vrstev. Postižení vlivem getrifikace jsou tedy jednoznačně lidé s omezeným ekonomickým příjmem. Jedná se především o chudé, migranty a starší občany v důchodovém věku. [12, 14]

Gentrifikaci je potřeba chápat, jako proces, nikoli jako finální stádium. Tento proces se odvíjí po jednotlivých fázích, které nemají jasné hranice a nelze vyhledat ani konec celkového jevu. Jde o sociologický jev, který můžeme sledovat a do jisté míry ovlivňovat, nemůžeme ale očekávat jeho vyvrcholení a ukončení. [13, 14]

1.4 Výzkumná hypotéza

Pozorováním změn v Kamenné čtvrti vyvstala otázka, zda v této původně nouzové kolonii neprobíhá již od konce 70. let gentrifikace. Vzhledem k výše řečenému je potřeba se zaměřit na 3 typy výzkumu – na proměnu složení obyvatelstva, kulturní transformaci lokality a na průzkum trhu s nemovitostmi. Vzhledem k obsáhlosti tématu byla práce rozdělena do několika etap. Současný článek odpovídá na výzkumnou otázku: „Jak se mění složení obyvatelstva v Kamenné čtvrti?“ Ukazatelem sociálních změn v Kamenné čtvrti byla zvolena vzdělanost a profese. V případě potvrzení hypotézy by se jednalo o jeden z ukazatelů gentrifikace.

2. MATERIÁLY A METODY

V rámci této práce bylo cílem získat data z kvantitativního průzkumu technikou dotazníkového šetření v Kamenné čtvrti. Dotazníky byly jednak rozeslány pomocí emailů a sociálních sítí sdružujících místní obyvatele a dále proběhl sběr pomocí papírové verze téhož dotazníku přímým oslovením místních obyvatel v terénu. Stežejní otázky dotazníku se týkaly na vzdělanost a profesi místních obyvatel, další dobrovolné otázky se ptaly na pozitiva a negativa života v Kamenné čtvrti. Byla sumarizována také data o dosažení nejvyššího vzdělání v průběhu od roku 1950 do roku 2021 v České republice a celém Brně.

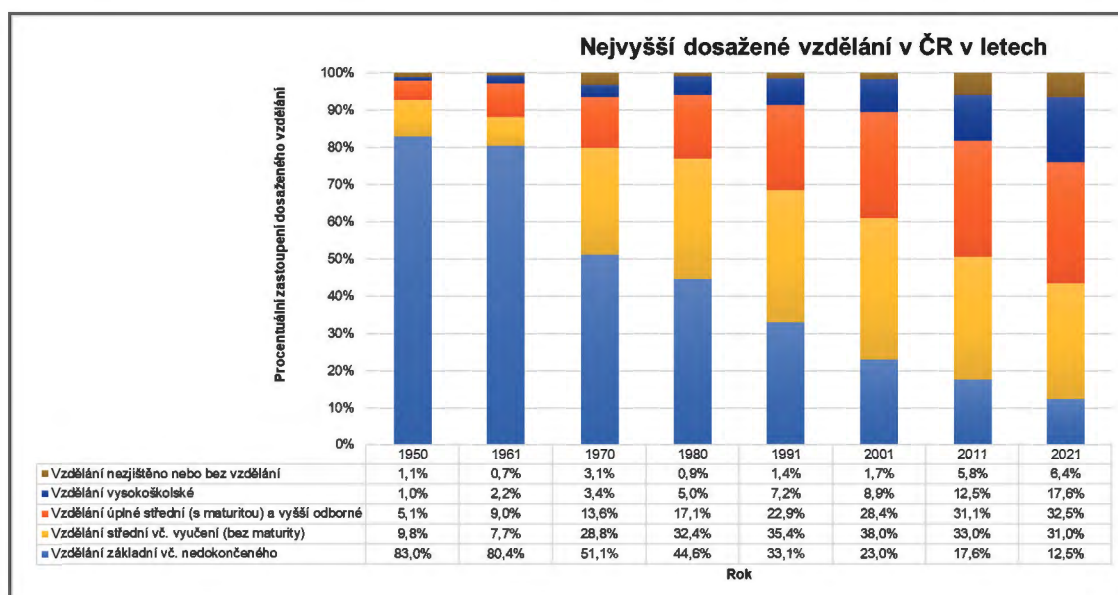
Data vzdělanosti a profesního zastoupení získána z dotazníkového šetření byla zpracována do grafů. Metodou komparace byla vzdělanost srovnána s širšími daty o zbytku republiky, s celým Brnem a se známými daty z průzkumu z roku 2019 v Kamenné čtvrti. Zařazení profesí do jednotlivých profesních skupin bylo zpracováno na základě metodiky Českého statistického úřadu. Otevřené výzkumné otázky zaměřené na vnímání pozitiv a negativ v Kamenné čtvrti byly využity pro diskusi a dále budou sloužit jako podklad pro budoucí průzkum.

3. VÝSLEDKY

3.1 Vzdělání

3.1.1 Vzdělanost v Českých zemích 1921–2021

Ačkoli povinná školní docházka byla v českých zemích zavedena již v roce 1774, bylo při sčítání lidu v roce 1921 zjištěno 2,5% negramotných občanů starších 5 let. Toto procento do roku 1930 pokleslo na 1,2%, přičemž šlo převážně o nejstarší osoby, které postupně vymíraly. Z této doby neexistují data o vzdělání obyvatelstva. Sčítání z roku 1950 však ukázalo, že věkové skupiny



Obr. 2 Nejvyšší ukončené vzdělání obyvatel českých zemí podle údajů sčítání lidu 1950–2021.

Fig. 2 Highest educational level of the Czech population according to the 1950–2021 Census of Population.

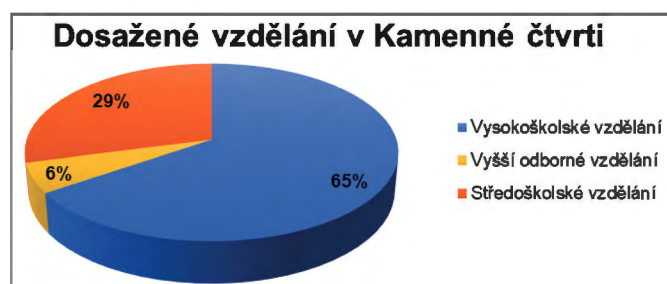
osob, které byly starší 15 let v době první republiky mělo vyšší než základní vzdělání pouze 5–7%. V období komunismu o vzdělávání dětí ve věku 14–15 let rozhodovali ředitelé škol na základě platných politických a třídních hledisek. [9] Na obr. 2 lze vidět progres v dosažení vzdělání v průběhu let od roku 1950 po rok 2021. V letech uvedených v tabulce (tedy 1950, 1961, 1970, 1980, 1991, 2001, 2011 a 2021) bylo vždy provedeno sčítání obyvatel a výsledky by tak měly mít maximální valenci vzhledem k počtu respondentů.

3.1.2 Výsledky průzkumu v Kamenné čtvrti

Dotazníkového šetření se zúčastnilo 55 respondentů, což odpovídá více než 1/3 domů v Kamenné čtvrti. Dotazováno bylo 30 žen a 25 mužů, ve věku od 29 do 74 let. Věkový průměr všech dotázaných byl 44,7 let. Vzhledem k požadovanému zadání zastoupení profesí a dosaženého vzdělání, byli záměrně vyřazeni studenti a jedinci na rodičovské dovolené. U osob v důchodu, byla v dotazníku uváděna profese, kterou se živil před nástupem do důchodu, popř. kterou stále částečně vykonávají. Na základě dotazníkového šetření i pozorování lze konstatovat, že velká část obyvatel Kamenné čtvrti pracuje alespoň na částečný úvazek i v důchodovém věku.

3.1.3 Vzdělání

Žádný z respondentů nevedl, jako nejvyšší dosažené vzdělání základní, 29% respondentů uvedlo středoškolské, 6% dotázaných



Obr. 3 Vzdělanost v Kamenné čtvrti v roce 2023.

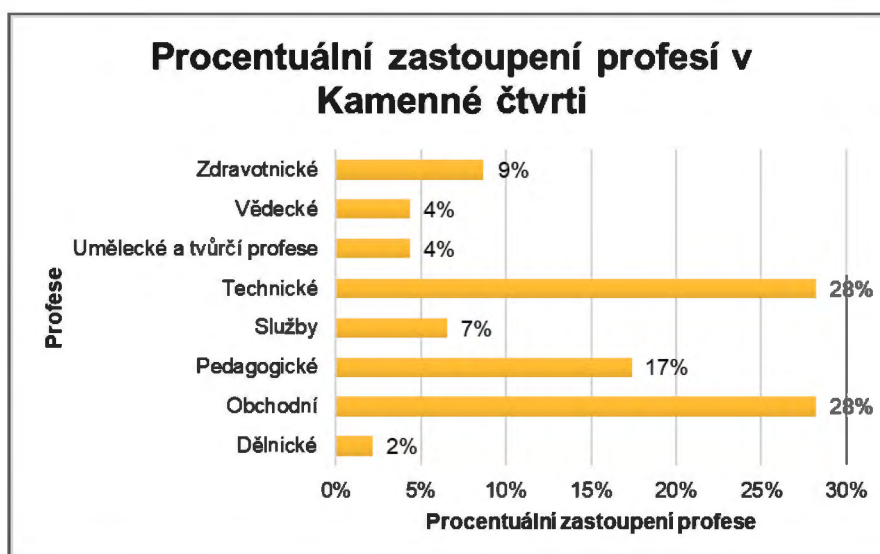
Fig. 3 Education in Kamenná district in 2023.

uvedlo vyšší odborné a 65% respondentů vysokoškolské vzdělání viz obr. 3. Z těchto výsledků lze vyčíst aktuální vysokou míru vzdělání v rámci Kamenné čtvrti.

3.2 Profese

Profese, jež se mezi dotázanými objevily, byly rozděleny do těchto skupin: dělnické, obchodní, pedagogické, služby, technické, umělecké a tvůrčí profese, vědecké a zdravotnické. Toto rozdělení proběhlo na základě metodiky uvedené Českým statistickým úřadem. Největší zastoupení bylo zjištěno v obchodním a technickém profesním odvětví a to shodně 28%, ve velmi hojném počtu bylo zjištěno zastoupení pedagogických profesí se 17%, dále zdravotnické s 9%. Ve službách pracuje 7% dotázaných. Dělnické profese vyšly s 2% zastoupení a skupina uměleckých a tvůrčích profesí byla zastoupena ze 4%, což byla jedna ze tří nejméně zastoupených profesních skupin v dotazníkovém šetření v Kamenné čtvrti. Vědecké profese dosáhly taktéž 4% zastoupení mezi respondenty.

Srovnání vzdělanosti a profesního složení může pomoci k orientačnímu zařazení současných obyvatel do sociální třídy. V roce 2019 proběhl výzkum, který vznikl na základě spolupráce Akademie věd, Českého rozhlasu a skupiny sociologů. Tento výzkum rozdělil českou společnost do sedmi tříd. Jedním z hlavních kritérií ve výzkumu byl příjem a majetek. [15] Otázky tohoto typu nebyly ze strategických důvodů v Kamenné čtvrti pokládány, a tak je možné současné obyvatele Kamenné čtvrti přibližně začlenit dle mezinárodně užívané klasifikace, která jednotlivé společenské vrstvy označuje písmeny. Toto dělení se odkazuje nejen k vykonávané profesi a majetku, ale současně také k nejvyššímu stupni dosaženého vzdělání. Dle tohoto řazení je Kamenná čtvrť aktuálně složena ze zástupců tzv. vyšší a vyšší střední třídy doplněné nižší střední třídou. Zástupci dělnické či spodní třídy se v Kamenné čtvrti dle výsledku šetření již nevyskytují. V profesním zastoupení vyšly 2% zařazené do dělnické profese, vzhledem k tomu že i tato profese byla kvalifikovaná a podmíněna středoškolským vzděláním, byla by dle použitého dělení řazena do nižší střední třídy.



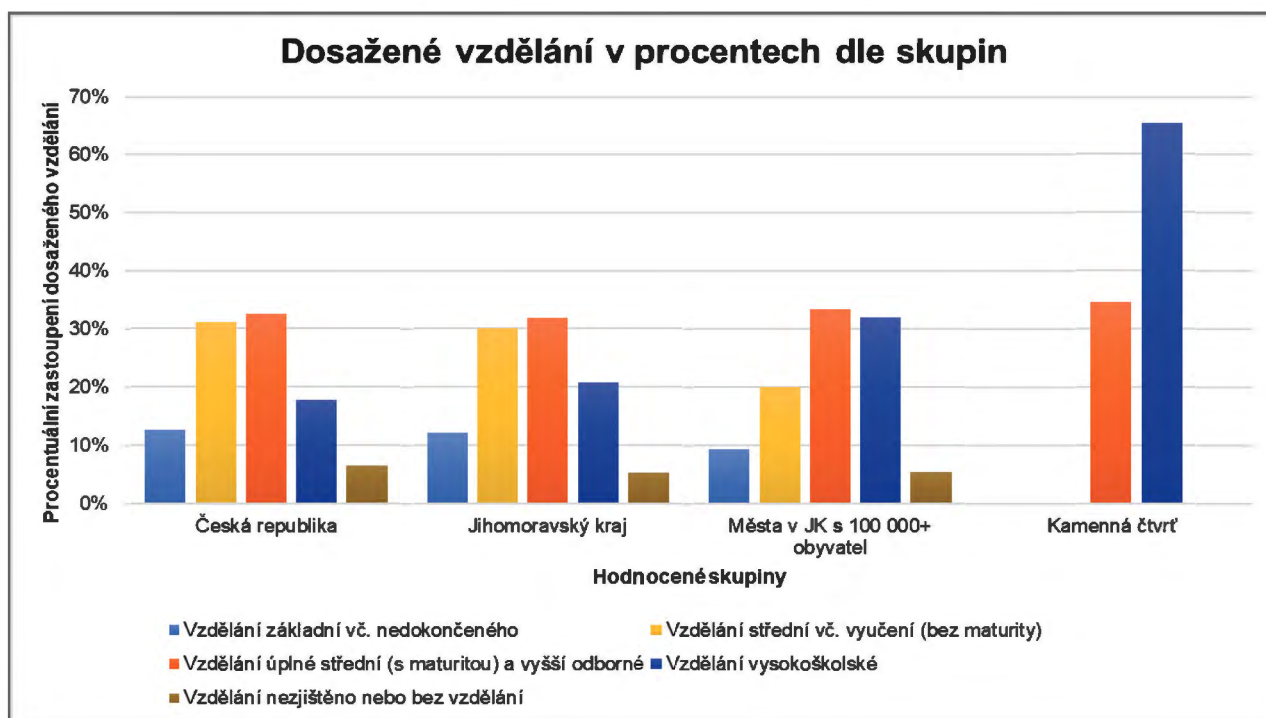
Obr. 4 Zastoupení profesí v Kamenné čtvrti v roce 2023.
Fig. 4 Profession representation in the Kamenná district in 2023.

4. DISKUSE

I když z let vzniku Kamenné čtvrti neexistují data, která by prozrazovala složení obyvatel, můžeme považovat za axiom, že se jednalo o dělnickou třídu, která dosahovala maximálně základního vzdělání. Negramotnost v této kolonii byla rozhodně vyšší než v běžných brněnských čtvrtích. V průběhu let se však vzdělání zvyšovalo, a dokonce i mezi lety 2019 a 2023 lze vidět malý posun. To důležité je však srovnání Kamenné čtvrti se zbytkem republiky či celého Brna. V tomto srovnání se aktuální vzdělanost v Kamenné čtvrti jeví, jako extrémně vysoká a ani v nejmenším

dnes neodpovídá původnímu dělnickému obyvatelstvu viz obr. 5. Počet respondentů se středoškolským vzděláním dosahuje výsledků velmi podobných, jako jediné město s počtem obyvatel nad 100 tisíc v Jihomoravském kraji, tedy Brno.

Z hlediska profesí je progres od dělnických profesí po současný stav také jasně patrný. Původní obyvatelé Kamenné kolonie byli dělníci nebo nezaměstnaní, v 80. a 90. letech byla tato lokalita považována za uměleckou. V aktuálním výzkumu jsou skupiny dělnických i uměleckých a tvůrčích profesí zcela odsunuty do pozadí. Dělnické profese byly zastoupeny pouze 2% dotázaných. Umělecké a tvůrčí profese byly zastoupeny ze 4%, což se jeví



Obr. 5 Srovnání vzdělanosti v ČR/Jihomoravském kraji/Městech v JK s obyvateli nad 100 tisíc (pouze město Brno)/Kamenné čtvrti 2021–2023.
Fig. 5 Education comparison in the Czech Republic/South Moravia/Cities in the SM with a population over 100,000 (only the city of Brno)/Kamenná district 2021–2023.

aktuálně za nízký výsledek. Pravdou ale je, že některé profese jsou velmi mezioborové a použité rozdělení nemůže zohledňovat všechny aspekty těchto prací. Příkladem lze nalézt hned několik, s vysvětlením ale nízkého počtu uměleckých a tvůrčích zaměstnání bude uveden příklad u oboru architektury – architektky a architekti jsou řazeni v technickém odvětví, ačkoliv je jejich práce vysoce tvůrčího charakteru.

V rámci šetření byly mimo jiné pokládány i otázky „Proč chci žít v Kamenné čtvrti“ a „Co mi v Kamenné čtvrti chybí“. V odpovědích na první zmíněnou otázku se často vyskytoval argument související s geniemi loci a s umístěním Kamenné kolonie v blízkosti centra města a přírody při zachování vesnického charakteru. Mnoho respondentů také zmiňovalo dobré sousedské vztahy, komunitní život a možnost samostatného pohybu dětí po lokalitě. V odpovědích na otázku „Co mi v Kamenné čtvrti chybí“ se nejčastěji vyskytoval argument týkající se absence kanalizace v Horní skale, špatného vodovodu v Dolní skale, nevyřešeného parkování a pohybu aut. Ve velké míře byl zmiňován i problém s nemožností vykoupit od města pozemky pod domy, malá frekvence spojů městské hromadné dopravy či absence obchodu se základními potravinami.

5. ZÁVĚR

Průzkum v Kamenné čtvrti ukázal extrémně velké zastoupení vysokoškolsky vzdělaných osob, a to 65 %. Respondentů se středoškolským vzděláním bylo 29 %, což se téměř shoduje s výsledky celorepublikovými a nejvíce se přibližuje výsledkům celého města Brna. Absence dotázaných se základním vzděláním či úplně bez vzdělání se v rámci srovnání s celorepublikovými výsledky vymyká. Výsledky průzkumu z letošního roku (2023) i z výzkumu z roku 2019 jasně ukazují na obměnu obyvatel v původně nouzové kolonii. Obyvatelé se základním vzděláním či úplně bez vzdělání byli vystřídáni obyvateli se středním a vysokoškolským vzděláním.

Stejný závěr plyne i z výsledků profesního složení v Kamenné čtvrti. Dělnické profese jsou zastoupeny jen ze 2 %, což poukazuje na fakt, že mluvit v přítomném čase o Kamenné čtvrti jako o dělnické kolonii je již zcela mimo realitu. Umělecké a tvůrčí profese, které poukazují na období 70. až 90. let, jsou aktuálně zastoupeny ve výzkumné lokalitě pouze ze 4 %. Jak bylo již zmiňováno výše, takto nízký podíl tohoto segmentu profesí může být způsoben použitým rozdělením, kde jsou mezioborové tvůrčí profese řazeny mezi technické apod. Zůstává tedy na návštěvnících samotných, jestli čtvrt' budou i nadále vnímat jako bohémskou a uměleckou. Genius loci je však v Kamenné čtvrti stále neopomenutelný.

Při propojení výsledků vzdělání a profesního složení obyvatel Kamenné čtvrti bylo možné přibližně začlenění místních obyvatel do společenských tříd. Vzhledem k dosaženému vzdělání a nutné kvalifikaci při práci, nebyli zástupci dělnické třídy v aktuálním složení Kamenné čtvrti vůbec zjištěni. Nejvyšší podíl si mezi sebe rozdělili zástupci vyšší a vyšší střední třídy, které doplňovali zástupci nižší střední třídy.

Změny v sociální struktuře Kamenné kolonie jsou nyní podloženy daty a poukazují na probíhající gentrifikaci. Gentrifikaci je však potřeba zkoumat z více úhlů, a proto je nutné pokračovat v těchto výzkumech a její průběh v Kamenné čtvrti potvrdit i například na základě trhu s nemovitostmi.

6. PODĚKOVÁNÍ

Průzkum byl zpracován za podpory Specifického vysokoškolského výzkumu MŠMT č.j. ÚSI-J-23-8373.

7. LITERATURA

- [1] KUČA, K. Brno: vývoj města, předměstí a připojených vesnic. Praha: Baset, 2000, 644 s. ISBN 80-862-2311-6
- [2] SVOBODA, P., ZAVADIL, Z. *Brněnský Písečník: místo, které nespojil čas*. Brno: Národní památkový ústav, Metodické centrum moderní architektury v Brně, 2017, 44 s. ISBN 978-80-7480-099-3
- [3] BOCHOLÁŘ, T. *Způsob života dělnických rodin v brněnské Kamenné čtvrti*. Brno 1979. Diplomová práce. Katedra etnologie UJEP.
- [4] LAICHMAN, M. Brněnské nouzové kolonie za předmnichovské republiky, Brno: *Vlastivědný věstník moravský XIV*, 1959, s. 25–29.
- [5] SVOBODOVÁ, J. Brněnské obytné kolonie. Brno: *Brno v minulosti a dnes XV*, Archiv města brna. 381–462 s. ISBN 80-902931-5-8
- [6] POKORNÁ, S. Vliv specifické lokality na cenu rodinného domu: Brno – Kamenná kolonie. Brno, 2019. Diplomová práce. VUT v Brně, ÚSI.
- [7] POKORNÁ, S. Dělnické kolonie města Brna. In: *Sborník příspěvků konference Junior Forensic Science Brno 2022*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2022, s. 105–114. ISBN 978-80-214-6063-8.
- [8] ČEPELÁKOVÁ, J. *Slovesné projevy v nouzové dělnické kolonii Kamenná čtvrt' v Brně*. Brno, 1981. Diplomová práce. Katedra etnologie UJEP.
- [9] KUČERA, M. *Acta demographica ...: POPULACE ČESKÉ REPUBLIKY 1918–1991*. Str. 13. Praha: Česká demografická společnost, 1994. ISBN 80-901-6747-0
- [10] *Český statistický úřad* [online]. Praha: ČSÚ, 2019 [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: www.czso.cz
- [11] GLASS, R. Centre for Urban Studies report, MacGibbon & Kee. No. 3. London: University College, London. Centre for Urban Studies, 1964. OCLC 1618199.
- [12] SQUIRES, G. D. *From Redlining To Reinvestment*. Philadelphia: Temple University Press, 1992. ISBN 978-1-4399-0165-6
- [13] LEES, L., SLATER, T., WYLY, E. *Gentrification*. New York: Routledge, 2007. ISBN 9780415950374
- [14] POKORNÁ, S. Gentrifikace. In: *XIII. ročník odborné konference doktorandského studia*. Brno: VUT v Brně, ÚSI, 2021, s. 137–146. ISBN 978-80-214-5963-2
- [15] PROKOP, D., TABERY, P., BUCHTÍK, M., DVOŘÁK, T., PILNÁČEK, M. *Rozdělení svobodou: česká společnost po 30 letech*. V Praze: Radioservis, 2019. ISBN 978-80-88286-08-0

Správná citace:

POKORNÁ, S., FRANCOVÁ, K. Proměna sociální struktury Kamenné čtvrti. *Soudní inženýrství*, 2023, 34(1), 79–84. DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.79>. ISSN 1211-443X.

Využití kamerových záznamů pro zpřesnění vzájemné polohy vozidla a chodce

Use of Camera Recordings for Mutual Position Refinement of a Vehicle and a Pedestrian

Michal Křížák*

Ústav soudního inženýrství VUT v Brně, Brno

Abstrakt

V článku je na případové studii ukázán přístup ke stanovení polohy chodce vůči kameře za využití prvků okolí a porovnání výsledků oproti nesprávnému postupu ovlivněnému navíc ručním oříznutím snímků kamerového záznamu, které je prakticky znehodnotilo. Při stanovení polohy chodce bylo využito experimentu na místě a následně také fotogrammetrie. Dále jsou ukázány postupy prvního znalce při vyhodnocení záznamu palubní kamery, které vedly k jeho nesprávným závěrům.

Klíčová slova: videozáznam, fotogrammetrie, dopravní nehoda, případová studie, chyby.

Abstract

In the article, the approach to determining the position of the pedestrian in relation to the camera using the elements of the environment is shown on a case study, and the results are compared with the incorrect procedure, which is additionally influenced by the manual cropping of the frames from the camera recording, which practically spoiled their information value. An on-site experiment was used to determine the pedestrian's position, followed by photogrammetry. Furthermore, are shown methods of the first expert while evaluating the on-board camera recording and which led to his incorrect results.

Keywords: videorecording, photogrammetry, traffic accident, case study, mistakes.

1. ÚVOD

Jak se s přibývajícím počtem kamer ve vozidlech i mimo nich zvyšuje počet nehod zaznamenaných na videozáznam, zvyšují se nároky na znalce ohledně vyhodnocení kamerových záznamů a zejména jejich správné interpretaci. Jak je zmiňováno v téměř všech pracích zabývajících se touto tematikou, při vyhodnocení záznamu je důležité získané informace také správně interpretovat.

Jak bude ukázáno na následující případové studii nehody, při které byl sražen chodec, při analýze videozáznamu existuje poměrně velký potenciál také pro znehodnocení, či pozměnění videozáznamu do takové míry, že to vede k naprosto nesprávným závěrům, na základě kterých pak byla také provedena rekonstrukce na místě s chybnými závěry.

Pro řešení dané nehody byly při zpracování revizního znaleckého posudku provedeny tři základní kroky pro posouzení postavení chodce vůči vozidlu:

- detailní analýza videozáznamů snímků po snímku,
- znalecký experiment na místě, kterým byla ověřena poloha chodce vůči vozidlu,
- fotogrammetrie místa nehody a posouzení postavení chodce v simulačním programu vůči prvkům okolí ve vytvořeném bodovém mračnu.

2. PŘÍPADOVÁ STUDIE

2.1 Přehled nehody

V daném případě se jednalo o situaci, kdy chodec stál před zaparkovaným vozidlem. Řidič vozidla na chodce zatroubil, vytočil kola plně vlevo a rozjel se, načež došlo ke sražení chodce pravou přední částí vozidla. Pokud nebude uvedeno jinak, popis levé a pravé strany bude v dalším textu uvažován ve směru jízdy vozidla, resp. pohledu kamery. Mezi zatroubením a rozjetím vozidla

Dodáno do redakce: 15. 5. 2023

Recenzní řízení: od 29. 5. 2023 do 11. 6. 2023

DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/Sl.2023.1.85>

*Korespondenční adresa: michal.krizak@usi.vutbr.cz



Obr. 1 Situace v místě sražení chodce.
Fig. 1 Situation on pedestrian accident site.

chodec mírně přešlapoval na místě a provedl krátký úkrok směrem vlevo. Situace na místě je také patrná z obr. 1. Chodec dopadl na kapotu vozidla, sklouzl na vozovku, kde zůstal ležet a řidič vozidla s vozidlem zastavil.

K dispozici byly zejména:

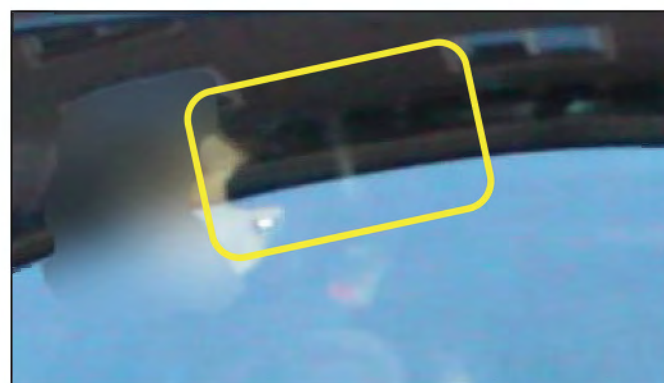
- výpovědi řidiče vozidla, chodce, spolujezdkyně z vozidla a svědkyně ve větší vzdálenosti od místa nehody,
- záznam palubní kamery z vozidla,
- videozáznam z fotoaparátu, který měl chodec,
- videozáznam a protokol z provedené rekonstrukce za účasti prvního znalce.

Ve článku je detailně rozebírán pouze pohled z palubní kamery vozidla, pro řešení byl ovšem využit také videozáznam z fotoaparátu chodce, zejména pro stanovení přesného postavení vozidla a pro určení přibližné polohy palubní kamery za prostředním zpětným

zrcátkem na straně spolujezdců, která byla na záznamu patrná, viz obr. 2. Přesnější dokumentace nebyla ze strany Policie při DN ani při následné rekonstrukci provedena. Nebylo tak možné ani ověřit, o jakou kameru se jednalo. Její parametry však neměly vliv na výstupy, kdy byla zjišťována poloha chodce pouze vůči prvkům okolí. Ani zkreslení objektivu ani úhel záběru kamery, ani jiný parametr nemůže ovlivnit geometrické uspořádání na daném místě. Odchylka polohy kamery se vzhledem ke geometrickému uspořádání situace projeví v menším rozsahu v postavení chodce. Např. pokud by odchylka polohy kamery byla 10 cm, pak by odchylka polohy chodce byla méně jak 10 cm – chodec musí zůstat na úsečce spojující kameru a okno na domu v pozadí.

I ze záznamu chodce byly porovnávány záběry ze znaleckého experimentu a z nehody a také záběry ze simulačního programu.

Při analýze videozáznamů bylo zjištěno značné množství informací o časovém průběhu událostí na místě včetně doby, kdy



Obr. 2 Poloha kamery patrná z videozáznamu chodce.
Fig. 2 Camera position as seen from pedestrian's videorecording.



Obr. 3 Porovnání postavení chodce na záznamu palubní kamery a při experimentu.
Fig. 3 Comparison of pedestrian's position on dash camera and during experiment.

se chodec díval kterým směrem, jak se choval chodec, co dělal řidič vozidla apod. Ve zkratce z časového hlediska řidič troubil na chodce 4 až 5 sekund před střetem, poté chodec poprvé mírně ukročil doleva. Cca 1,7 sekundy před střetem chodec dokončil tento útok, chvíli na to se vozidlo začalo rozjíždět. Během rozjezdu vozidla udělal chodec další útok směrem vlevo.

Při rekonstrukci za účasti prvního znalce byla stanovována poloha chodce vůči vozidlu. Vzhledem k tomu, že rekonstrukce neprobíhala na přesně stejném místě, nebylo při rekonstrukci možné porovnat postavení chodce vůči okolí. Poloha byla stanovována odhadem k poloze na snímcích kamery a vzhledem k lomu světla světlometu na kalhotách chodce.

2.2 Znalecký experiment

Nejjednodušším způsobem ověření postavení chodce vůči vozidlu bylo porovnat záznam palubní kamery z doby nehody se záznamem palubní kamery pořízeným při znaleckém experimentu, kdy byla poloha chodce po malých krocích měněna. Vozidlo pochopitelně bylo ustaveno do přesně shodné polohy, jako v době nehody (poloha

z doby nehody byla zadokumentovaná ve videozáznamu pořízeným chodcem). Jako první poloha byla zvolena poloha stanovená při rekonstrukci, následně byly polohy chodce po cca 20 cm posouvány k levému boku vozidla. Prostým porovnáním polohy chodce vůči okolí – konkrétně vůči oknům domu v pozadí, pak bylo možné stanovit polohu chodce vůči vozidlu. Porovnání záznamu palubní kamery a záznamu jedné z poloh při experimentu, která byla nejbližší záznamu palubní kamery, je vidět na obr. 3.

2.3 Fotogrammetrie místa a využití simulačního programu

Pro detailnější rozbor postavení chodce a možnost vyhodnocení i drobných změn v postavení chodce byla provedena fotogrammetrie místa a jeho okolí se zaměřením na dům, který snímala palubní kamera.

Snímky pro fotogrammetrii byly pořizovány pouze „z ruky“ ve výšce očí, případně z natažených rukou nad hlavou. Z praktického hlediska je zpracování modelu pomocí fotogrammetrie je relativně časově náročné, i když samotné pořízení fotografií nikoliv. V daném případě bylo pořízeno celkem 273 snímků za dobu cca 15 minut.



Obr. 4 Pozice snímků při fotogrammetrickém modelování.
Fig. 4 Camera positions from photogrammetry modelling.



Obr. 5 Postavení chodce v simulačním programu vůči bodovému mračnu okolí.
Fig. 5 Pedestrian's position in simulation software in relation to point cloud of the scene.



Obr. 6 Postavení chodce v simulačním programu vůči bodovému mračnu okolí.
Fig. 6 Pedestrian's position in simulation software in relation to point cloud of the scene.

Pozice pořízení snímků jsou viditelné na obr. 4 (modré obdélníky). Následné zpracování trvalo cca 2 hodiny převážně strojního času, následně čištění a úpravy bodového mračna zabraly do 1,5 hodiny.

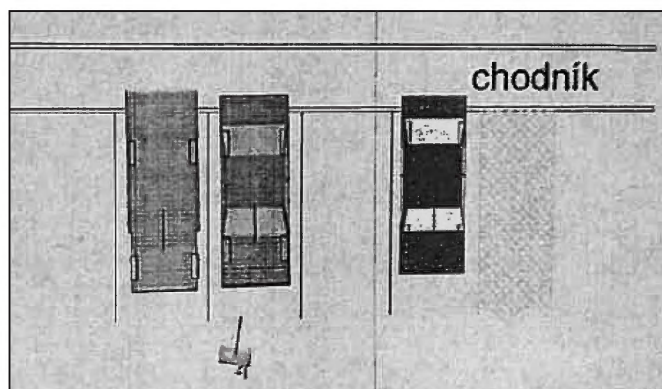
S výsledným modelem, který byl vyčištěn o zbytečné body (vzdálené body, nebo body, které nesouvisely s řešením), bylo dále pracováno v simulačním programu Virtual Crash, je však možné použít libovolný program umožňující práci s bodovými mračny, modely a pohledy ve 3D, kde byla ustavena poloha vozidla, v něm byla umístěna kamera a následně byla nastavována poloha chodce tak, aby odpovídala záznamu palubní kamery. Výsledná poloha chodce je viditelná na obr. 5 a 6. Je vidět, že chodec stál přibližně ve střední části vozidla, mírně k levému boku vozidla. Zobrazovaná poloha je ještě před prvním ukročením chodce vlevo z pohledu kamery.

Na obr. 6 jsou zvýrazněné v bodovém mračnu zachycené polohy nohy chodce zaznamenané při znaleckém experimentu. Je vidět, že kvalita bodového mračna byla dostatečně velká i pro zaznamenání takto jemných detailů na místě.

Ačkoliv se tedy jedná o relativně náročnou metodu, lze získat velmi detailní a přesný model daného místa, na základě kterého lze dospět k výsledným závěrům a zpřesnění informací získaných jinými metodami, např. prostým porovnáním postavení chodce z videozáznamu a při experimentu na shodném místě.

3. VLIV POSTUPU PRVNÍHO ZNALCE NA JEHO ZÁVĚRY

Znalec, který zpracovával znalecký posudek pro Policii, stanovoval polohu chodce nejprve blíže nespécifikovaným porovnáním pohledu ze simulace v programu PC-Crash se záznamem palubní kamery. Následně byla provedena rekonstrukce na místě DN, na základě které znalec konstatoval, že jím stanovená poloha



Obr. 7 Prvním znalce stanovené postavení chodce.
Fig. 7 Position of pedestrian as per the first expert.



Obr. 8 Fotografie pořízená ze záznamu palubní kamery vozidla Policií ČR a snímek použitý znalcem (nejedná se o shodný okamžik).
Fig. 8 Picture from dash camera made by Police and picture used by first expert (pictures are not from the same time).



Obr. 9 Snímek z palubní kamery se zvýrazněným výřezem použitým znalcem.
Fig. 9 Picture from dash camera with highlighted section used by the first expert.

byla stanovena korektně. Postavení chodce dle prvního znalce je zachyceno na obr. 7.

Při provádění rekonstrukce byla na základě fotografií Policie ČR vytvořených ze záznamu palubní kamery a na základě snímků z videa, které vytvořil znalec stanovena poloha chodce mimo obrys vozidla před pravým předním světlotmetem vozidla. Rekonstrukce neprobíhala na přesně stejném místě, takže nebylo možné porovnat postavení chodce na původním záznamu vůči prvkům okolí (domu v pozadí). Bylo tedy vycházeno jen z odhadu postavení chodce dle jeho polohy na obrázku.

Fotografie Policie i snímky použité znalcem jsou na obr. 8. Snímky nezobrazují shodný čas, postavení chodce se tedy liší, porovnáním s originálním snímkem ze záznamu kamery je však zřejmé, že snímky byly ručně oříznuty. Je nutné zdůraznit, že se nejednalo pouze o jeden snímek, který je zde zobrazen pro ilustraci a bylo evidentní, že znalec každý snímek ořízнул jiným způsobem, je tedy možné téměř jistě vyloučit, že k těmto ořezům došlo omylem. Pro porovnání je na obr. 9 zachycen snímek časově odpovídající snímku znalce. Na snímku je vyznačen výřez, který první znalec použil na obrázku. Je vidět, že byla znalcem oříznuta nesymetricky

zejména první část snímku. Takový ořez, ze kterého bylo následně znalcem vycházeno, nejspíše vedl k výraznému ovlivnění vnímání polohy chodce vůči vozidlu. To bylo patrné i z videozáznamu z provádění rekonstrukce a komunikace mezi komisařem a znalcem, kdy postavení chodce na snímku rozebírali (mj. nad snímky policie konstatovali že „... ale tady nestojí uprostřed, že?“).

Z jakého důvodu znalec i Policie snímky tímto způsobem ořezávali, proč ve znaleckém posudku toto znalec alespoň nezmínil, a proč potom z ořezaných snímků bylo vycházeno při stanovení polohy chodce (polohou chodce vůči snímku jako celku), když navíc nebylo možné při rekonstrukci provést porovnání postavení chodce s okolím, zůstává nevyřešenou otázkou.

Při rekonstrukci komisař, ani znalec nebrali v potaz tvrzení chodce, ani neověřovali polohu chodce v porovnání s videozáznamem pořízeným chodcem. Kdyby toto bylo provedeno, muselo by být zjištěno, že z polohy stanovené při rekonstrukci nemohl chodec natočit záběry, které natočil.

Jako další sporný postup bylo stanovení polohy chodce na základě lomu světelného kužele světlotmetu vozidla na nohavici chodce (myšlen byl zlom horní hrany obrazce světla, který prodlužuje



Obr. 10 Porovnání postavení chodce dle prvního znalce a dle záznamu palubní kamery.
Fig. 10 Comparison of pedestrian's position according to the first expert and dash camera recording.

dosvit na pravé straně). Primárním problémem bylo, že tento nepatrný zlom znalec určil na nohavici kalhot, které samy o sobě nejsou rovnou plochou a světlo na nich vytváří různé obrazce. Druhým a zásadním problémem bylo, že znalec vycházel z předpokladu, že se jednalo o světlý kužel pravého světloometu, aniž by zdůvodnil, proč. Analýzou videa bylo zjištěno, že se však jednalo o světlý kužel z levého světloometu.

Výsledkem kumulace uvedených nesprávných postupů znalce pak bylo i při rekonstrukci stanovení polohy chodce zcela v rozporu se záznamem palubní kamery z doby události, jak je vidět z obr 10. Na něm je růžově oblečený chodec v pozici dle prvního znalce a rekonstrukce, oranžově oblečený chodec je v pozici odpovídající záznamu palubní kamery.

Na závěr rekonstrukce bylo zjištěno, že při výjezdu vozidla v postavení chodce během rekonstrukce ani po provedených úkrocích chodce nedošlo ke kontaktu vozidla s chodcem. Rekonstrukce tak jen prokázala, že v poloze, ve které byl chodec ustaven při rekonstrukci, se v době nehody nemohl nacházet.

4. POROVNÁNÍ ŘEŠENÍ ZVOLENÝCH V PRVOTNÍM A REVIZNÍM ŘEŠENÍ VĚCI

Prvotní posudek:

- Primárně ruční oříznutí snímků z videozáznamu kamery a zkresení vnímání o poloze chodce vůči palubní kameře. Chodec se po ořezu nacházel v pravé místo levé části snímku.
- Při rekonstrukci nebyl zadokumentován pohled palubní kamery pro porovnání se záznamem z DN. Nebylo možné porovnat ani polohu chodce vůči okrajům snímku.
- Rekonstrukce prováděna na jiném místě, díky čemuž nebylo možné porovnat postavení chodce vůči prvkům okolí (domu v pozadí) a vůči kameře.
- Při rekonstrukci nesprávně stanovená poloha chodce na základě oříznutých snímků z videozáznamu. Byla určena pouze jedna poloha, nikoliv více a poloha nebyla důkladně ověřena vůči záznamům palubní kamery a videozáznamu chodce.
- Dalším prvkem pro stanovení polohy chodce byl lom světla na nohavici chodce. Nohavice není rovný povrch, vznikají na ní tedy různá zkresení světla. Navíc nebylo řešeno, zda lom pochází z pravého nebo levého světloometu vozidla. Ve skutečnosti byly kalhoty chodce nasvícené levým světloometem.

Revizní posudek:

- Experiment byl prováděn na přesně shodném místě, bylo tedy možné vycházet při porovnání i z postavení vůči ostatním prvkům okolí (dům v pozadí).
- Chodec byl ustanoven do několika postavení, při každém byl zadokumentován záběr z palubní kamery i z kamery chodce. Bylo pak možné posoudit, které postavení odpovídalo skutečnosti.
- Provedeno fotogrammetrické zpracování místa a vytvoření 3D modelu pro další zpracování. Tím bylo možné ve 3D prostředí ustanovit chodce v simulačním programu do shodné polohy vůči domu v pozadí jako v době DN.
- Bylo pracováno s původními neoříznutými snímky kamerových záznamů. Nemohlo dojít ke zkresení vnímání při změně postavení chodce na snímku.

5. ZÁVĚR

Lze shrnout, že se opět potvrdilo, že nesprávným zacházením s kamerovým záznamem došlo k jeho naprostému znehodnocení a nesprávné interpretaci s výsledky velmi odlišnými od skutečnosti. Při řádném provedení rekonstrukce na shodném místě a při ověření a porovnání záběrů palubní kamery z doby nehody a rekonstrukce by jednoznačně bylo možné stanovit korektní postavení chodce a nebylo by nutné spoléhat na v lepším případě velmi nepřesné odhady, navíc zkresené oříznutím záběru palubní kamery.

Provedení experimentu na místě, kdy byl chodec ustavován postupně na různá místa časově nezabralo víc, než provedení rekonstrukce – časová náročnost experimentu byla cca 1 hodina včetně přípravy. Výsledkem byla nesrovnatelně vyšší kvalita výstupů pro porovnání s kamerovým záznamem z DN.

Rozdíly ve výsledku jsou pak dosti podstatné – první znalec konstatoval, že řidič mohl chodce bezpečně objet oproti situaci, kdy chodec stál ze začátku uprostřed vozidla, postupně pak i víc k levé straně a kde řidič neměl možnost chodce objet, tím spíše bezpečně objet.

6. LITERATURA

- [1] Archív ÚSI VUT.

Správná citace:

KŘIŽÁK, M. Využití kamerových záznamů pro zpřesnění vzájemné polohy vozidla a chodce. *Soudní inženýrství*, 2023, 34(1), 85–91.
DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.85>. ISSN 1211-443X.

Podrobnější statistika počtu znalců, znaleckých kanceláří a znaleckých ústavů v České republice – květen 2023

More Detailed Statistics of the Number of Experts, Expert Offices and Expert Institutes in the Czech Republic – May 2023

Albert Bradáč, emeritní profesor*

Abstrakt

Příspěvek pojednává o vývoji znalectví v České republice, zejména po novele zákona a prováděcích vyhlášek, z hlediska počtu znalců, znaleckých ústavů a znaleckých kanceláří. Jsou uvedena a komentována volně přístupná statistická data, vyplývající ze seznamu znalců na webu Ministerstva spravedlnosti v měsíci květnu 2023.

Klíčová slova: znalec, znalecký ústav, znalecká kancelář.

Abstract

The paper discusses the development of expert knowledge in the Czech Republic, especially after the amendment of the law and the implementing decrees, in terms of the number of experts, expert institutes and expert offices. Freely accessible statistical data resulting from the list of experts on the website of the Ministry of Justice in May 2023 are presented and commented on.

Key words: expert, expert institute, expert office.

Od data účinnosti nového zákona o znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech, včetně jeho prováděcích vyhlášek [1–5], uplynuly již více než dva roky; podívejme se tedy, nakolik se podařilo naplnit důvody, jež k novelizaci vedly. Na obrázku č. 1 je uveden detailně počet znalců – fyzických osob po měsících (vždy k prvnímu daného měsíce) od účinnosti nového zákona (data ze serveru Ministerstva spravedlnosti <https://seznat.justice.cz/?OpenForm>). Je zřejmá pokračující tendence z posledních let, trvale klesající počet znalců, a to i po razantním zvýšení hodinových sazeb odměn od 1. ledna 2023. Na obr. 2 je uveden vývoj počtu znaleckých kanceláří (dříve znalecké ústavy I. oddílu) a znaleckých ústavů (dříve znalecké ústavy II. oddílu) v letech 2007–2023.

V seznamu znalců na webu Ministerstva spravedlnosti jsou odděleně uvedeni znalci původní, jmenovaní ještě podle zákona č. 36/1967 Sb., podle původního členění oborů a odvětví, a znalci zapsaní podle nového zákona č. 254/2019 Sb., zapsaní podle nového členění. Podle § 46 nového zákona jsou znalci původní oprávněni vykonávat znaleckou činnost podle nového zákona nejdéle po dobu pěti let ode dne nabytí jeho účinnosti, tj. do 31. 12. 2026; uplynutím této doby nebo zápisem do seznamu znalců podle nového zákona ve stejném oboru a odvětví dosavadní znalecké oprávnění zaniká.

Pro zápis do seznamu vyžaduje nový zákon v § 10 vstupní zkoušku, jež se skládá:

- a) z obecné části, kterou se ověřují zejména znalosti právních předpisů upravujících výkon znalecké činnosti a řízení, v nichž se znalecká činnost vykonává, a náležitostí znaleckého posudku, a
- b) zvláštní části, kterou se ověřuje zejména schopnost vypracovat znalecký posudek a znalosti z oboru a odvětví, s přihlédnutím ke specializaci, pokud byla zvolena.

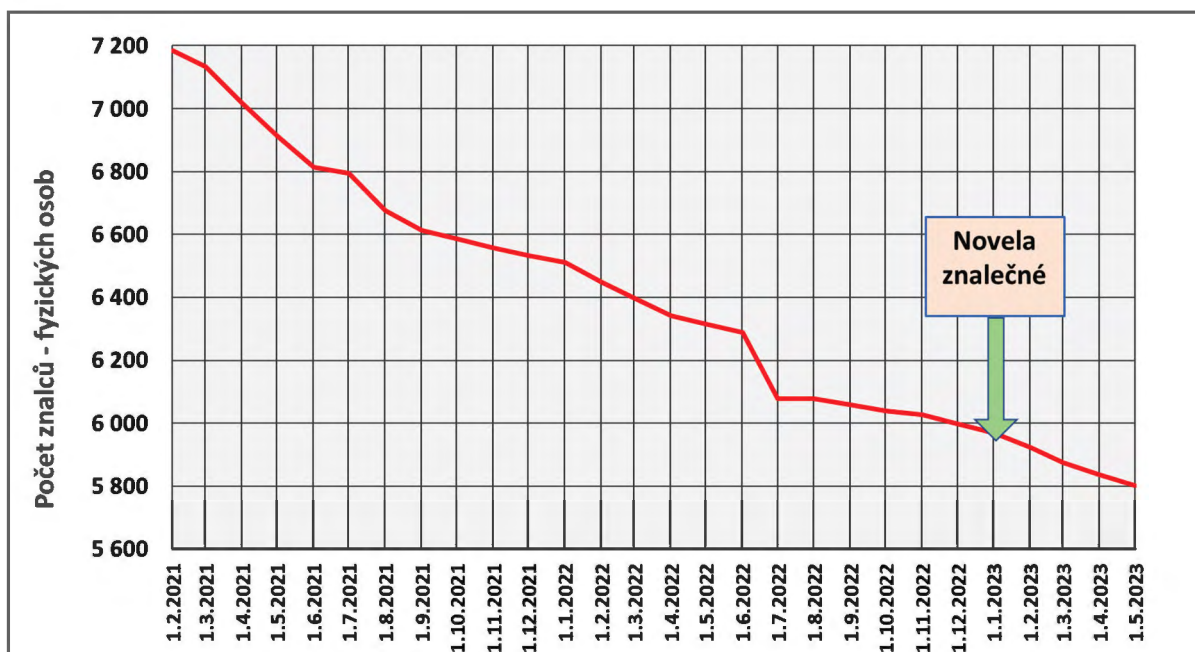
Podá-li znalec jmenovaný podle zákona č. 36/1967 Sb. před uplynutím přechodného období žádost o zápis do seznamu znalců podle nového zákona, považuje se zvláštní část vstupní zkoušky za splněnou; zbývá mu ovšem složit část obecnou. Vstupní zkoušku lze opakovat pouze jedenkrát; poplatek za vykonání obecné části vstupní zkoušky, resp. umožnění jejího opakování, činí 3 000 Kč.

Z dané lhůty pěti let (60 měsíců) uplynulo od ledna 2021 do konce dubna 2023 celkem 28 měsíců, tj. 47%; pojďme se podívat, jaký byl v tomto období zájem původních znalců resp. znaleckých ústavů o nový zápis. V tab. 1 je uveden přehled znalců, znaleckých kanceláří (původně ústavy I. oddílu) a znaleckých ústavů (původně ústavy II. oddílu), zapsaných pro jednotlivé znalecké obory podle zákona č. 254/2019 Sb., ve srovnání s původními, zapsanými ještě

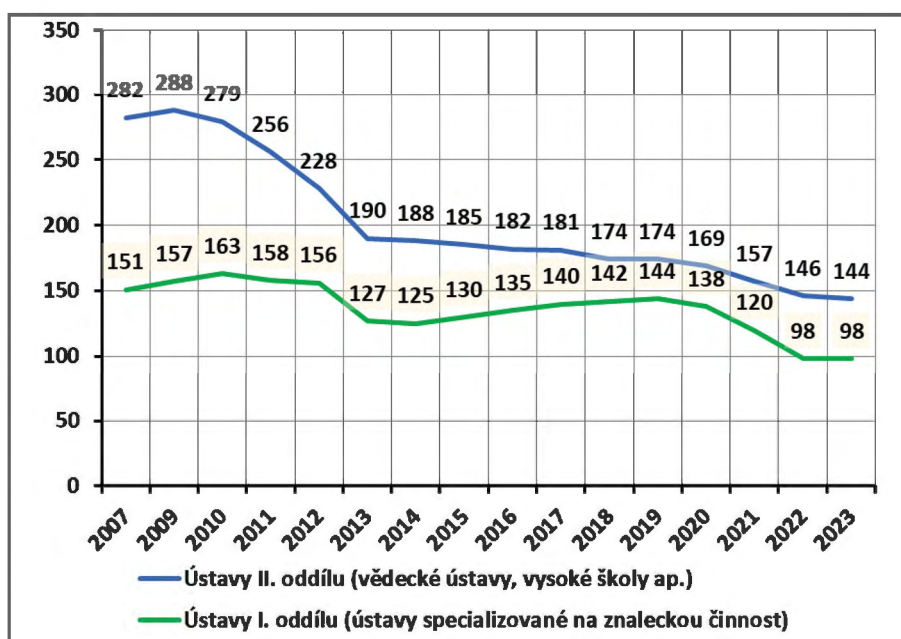
Tab. 1 Seznam znalců, porovnání v květnu 2023 – počet zapsaných pro jednotlivé znalecké obory podle nového zákona č. 254/2019 Sb. a původních, zapsaných podle zákona č. 36/1967 Sb.

Tab. 1 List of experts, comparison in May 2023 – number of registered for individual expert fields according to the new Act No. 254/2019 Coll. and original ones, registered under Act No. 36/1967 Coll.

Obor	Počet						Poměr v procentech – nové proti starým
	Znalci		Znalecké kanceláře		Znalecké ústavy		
	nově	původní	nově	původní	nově	původní	
1. Archivnictví	0	–	0	–	0	–	–
2. Bezpečnost práce a ergonomie	5	0	0	0	1	0	–
3. Bionika a biotechnika (36/67 Biologie)	0	0	0	0	0	4	–
4. Drahé kovy a kameny	0	30	0	0	0	0	0,00
5. Doprava	3	220	0	2	0	6	1,32
6. Dřevo	0	33	0	0	0	4	0,00
7. Elektronické komunikace a poštovní služby	0	–	0	–	0	–	–
8. Elektronika a elektrotechnika	0	161	0	4	1	6	0,58
9. Ekonomika	22	3 804	5	76	2	19	0,74
10. Energetika	0	49	0	1	1	3	1,89
11. Expertíza písma (36/67 Písmoznalectví)	2	23	0	0	0	1	8,33
12. Geologie, těžba, hutnictví (36/97)	1	90	0	1	0	6	1,03
13. Chemie	0	55	0	0	1	13	1,47
14. Informační a komunikační technologie	0	1	1	1	0	0	50,00
15. Jaderná fyzika a jaderná chemie (36/67 Jaderná fyzika)	0	0	0	0	0	2	0,00
16. Keramika, porcelán, sklo	0	1	0	0	0	1	0,00
17. Kriminalistika	0	103	0	0	0	12	0,00
18. Kultura	0	0	0	0	0	9	0,00
19. Kůže a kožešiny	0	14	0	0	0	2	0,00
20. Kybernetická bezpečnost	0	132	1	5	0	3	0,71
21. Lesnictví (36/67 Lesní hospodářství)	0	145	0	1	0	5	0,00
22. Meteorologie	0	2	0	0	0	1	0,00
23. Myslivost, rybářství a rybníkářství	0	–	0	–	0	–	–
24. Odpadové hospodářství, obaly	0	1	0	0	0	2	0,00
25. Ochrana, obrana a bezpečnost	0	–	0	–	0	–	–
26. Paliva	0	5	0	0	0	0	0,00
27. Papír	0	1	0	0	0	1	0,00
28. Polygrafie	0	3	0	0	0	0	0,00
29. Potravinářství	0	12	0	0	0	6	0,00
30. Požární ochrana	0	40	0	1	1	2	2,33
31. Projektování	2	70	1	3	0	5	3,85
32. Právní vztahy k cizině	2	6	0	1	0	1	25,00
33. Průmyslové vlastnictví (36/67 Patenty a vynálezy)	0	34	0	1	0	0	0,00
34. Psychologie	5	0	0	0	1	1	–
35. Pyrotechnika, munice a výbušniny	0	0	0	0	1	0	–
36. Restaurování	0	–	0	–	0	–	–
37. Služby	0	16	0	0	0	3	0,00
38. Sociální (společenské) vědy	1	4	0	0	0	2	16,67
39. Speciální technické obory (36/67 Technické obory + Tech. ob. (různé))	0	127	0	3	0	6	0,00
40. Sport	0	43	0	1	0	4	0,00
41. Stavebnictví	4	951	2	17	0	16	0,61
42. Strojírenství	3	556	0	4	0	9	0,53
43. Školství (36/67 Školství + Školství a kultura)	0	158	0	2	0	21	0,00
44. Tabák	0	1	0	0	0	0	0,00
45. Textilie, textil a obuv (36/67 Textilie)	0	11	0	0	0	3	0,00
46. Veterinární medicína	0	0	0	0	0	3	0,00
47. Vodní stavby a vodní hospodářství	0	62	0	0	0	6	0,00
48. Zbraně a střelivo	0	0	0	0	0	0	0,00
49. Zemědělství	0	135	0	1	0	17	0,00
50. Zeměměřičtví (36/67 Geodézie a kartografie)	0	33	0	0	0	2	0,00
51. Zdravotnictví	20	743	1	3	3	17	3,15
52. Životní prostředí včetně přírody a krajiny (36/67 Čistota ovzduší + Ekologie)	1	15	0	1	1	8	8,33
Celkem vybrané obory (někteří i více oborů)	71	7 890	11	129	13	232	1,15
Celkem nových vůči původním	0,90 %		8,53 %		5,60 %		1,15 %



Obr. 1 Vývoj počtu soudních znaleců ČR celkem od února 2021 po měsících do května 2023 (= 5803 celkem fyz. osob).
Fig. 1 Development of the total number of forensic experts in the Czech Republic from February 2021 by month until May 2023 (= 5,803 individuals in total).



Obr. 2 Vývoj počtu znaleckých ústavů (dříve znalecké ústavy II. oddílu) a znaleckých kanceláří (dříve znalecké ústavy I. oddílu) v letech 2007–2023.
Fig. 2 Development of the number of expert institutes (formerly expert institutes of the II. section) and expert offices (formerly expert institutes of the I. section) in the years 2007–2023.

podle zákona č. 36/1967 Sb., a to ke květnu 2023. Porovnání je provedeno podle nového členění oborů k oborům stejně nazvaným resp. analogickým podle zákona předchozího, pokud to bylo možné; místy nebylo možno srovnání provést z důvodů dělení nulou resp. extrémů, ale zdá se, že zde se jedná jen o malou část.

Výsledek je tristní; za 47% lhůty je nově zapsaných jen:

- 0,9% znaleců – fyzických osob (!),

- 8,5 % (tj. 11) znaleckých kanceláří a
- 5,6% (tj. 13) znaleckých ústavů.

Jaké jsou asi příčiny nezájmu stávajících znaleců o nový zápis? Již v roce 2021, tedy v prvním roce účinnosti nového zákona, se autoři Petr Aigel, Martina Somerlíková a Radek Dohnal pokusili o zjištění názorů na nový zákon, a to formou ankety u 1002 dotázaných

znalců, z nichž 427 odpovědělo [10]. Na plný úvazek znaleckou činnost z oslovených respondentů vykonávalo pouze 21 %, ostatní spíše jako přivýdělek, znalectví by je neuživilo (pozn.: stav před novelizací odměn 2023). K dalšímu setrvání po novelizaci uvedlo 32 % z oslovených znalců, že ukončí svou činnost, dalších 36 % pak, že spíše ano. K přezkušování se oslovení znalci stavěli celkem jednoznačným způsobem: více jak dvě třetiny (70 % z oslovených) s ověřováním znalostí nesouhlasí, považuje je za obtěžující, časově zatěžující, a označují zkoušku jako jeden z důvodů pro ukončení činnosti. Mezi důvody uvedli zejména (cit.):

- Nevím, zda je cílem větší vzdělanost nebo redukce počtu znalců?
- Už je mi to jedno, 31. 12. 2021 končím (i kvůli té zkoušce).
- Nepřijde mi nezbytná pro znalce, kteří jsou v této činnosti aktivní.
- Již jsem absolvoval kurz, vypracování vzorového posudku a zkoušku před komisí soudu. Proč to celé opakovat, když v principu ke změně nedošlo?
- Požadavek vychází z předpokladu, že stávající znalci jsou nekompetentní a že se kompetentnost získá zkouškou, což je omyl.
- Zbytečné, zatěžující. Nic to neřeší.

Pro dokreslení ještě k obecné části vstupní zkoušky z vyhlášky č. 503/2020 Sb., o výkonu znalecké činnosti (§§ 5 až 13):

- Obecná část vstupní zkoušky se koná formou písemného testu, je neveřejná.
- Testovými otázkami se v rozsahu potřebném pro výkon znalecké činnosti ověřuje zejména znalost právních předpisů upravujících výkon znalecké činnosti a řízení, ve kterých se znalecká činnost vykonává, schopnost tyto předpisy aplikovat a znalost náležitostí znaleckého posudku. Řízeními, ve kterých se vykonává znalecká činnost, se rozumí občanské soudní řízení, trestní řízení, soudní řízení správní a řízení před správním orgánem.
- Testové otázky jsou neveřejné, ledaže je ministerstvo vyřadilo z užívání.
- Žadatel může použít během písemného testu jako pomůcky pouze právní informační systém a další programové vybavení, zpřístupněné ministerstvem, a psací potřeby.
- Písemný test trvá nejdéle 150 minut.
- Žadatel splnil obecnou část vstupní zkoušky, pokud odpověděl správně na alespoň 75 % testových otázek, neodstoupil od vstupní zkoušky a nebyl z ní vyloučen.
- Ministerstvo vyrozumí žadatele o hodnocení písemného testu nejpozději po uplynutí 90 minut od jeho zahájení.
- Pokud žadatel podle hodnocení písemného testu splnil obecnou část vstupní zkoušky, hodnocení písemného testu je konečné.
- Pokud žadatel podle hodnocení písemného testu nesplnil obecnou část vstupní zkoušky, hodnocení písemného testu je prozatímní. Ministerstvo zpřístupní žadateli současně s vyrozuměním o prozatímním hodnocení písemného testu též testové otázky, na které žadatel podle prozatímního hodnocení odpověděl nesprávně, včetně nabídky odpovědi s označením správné odpovědi a odpovědi žadatele.

- Žadatel, který podle prozatímního hodnocení písemného testu obecnou část vstupní zkoušky nesplnil, může v písemném testu pokračovat nebo se může práva pokračovat v písemném testu vzdát. V písemném testu lze pokračovat nejdéle 60 minut. Pokud se žadatel vzdal práva pokračovat v písemném testu, prozatímní hodnocení písemného testu se stává jeho konečným hodnocením. Pokud žadatel pokračuje v písemném testu, může doplnit svou odpověď na otázku, na kterou podle prozatímního hodnocení písemného testu odpověděl nesprávně, o její odůvodnění. Ministerstvo posoudí doplnění odpovědi a provede konečné hodnocení písemného testu, o kterém žadatele písemně vyrozumí. Ministerstvo ve vyrozumění též stručně uvede důvody posouzení.
- Ministerstvo vyrozumí žadatele o výsledku obecné části vstupní zkoušky bezprostředně poté, kdy se prozatímní hodnocení písemného testu stalo konečným. Pokud žadatel odstoupil od vstupní zkoušky bezprostředně před zahájením obecné části vstupní zkoušky nebo v jejím průběhu nebo pokud byl ze vstupní zkoušky vyloučen v průběhu obecné části vstupní zkoušky, ministerstvo jej vyrozumí o výsledku obecné části vstupní zkoušky bezprostředně po odstoupení nebo vyloučení. Ministerstvo ve vyrozumění též stručně uvede důvody splnění nebo nesplnění obecné části vstupní zkoušky.

Je ještě řada důvodů kritického přístupu znalců k výkonu znalecké činnosti; podle názoru autora je ovšem na pováženou skutečnost, že stát přichází zcela zbytečně o řadu zkušených odborníků, ochotných při objasňování důležitých skutečností. Všem znalcům byly zavedeny datové schránky; snad by tedy bylo možno napravit problémy, vnesené do znalectví minulým vedením Ministerstva spravedlnosti, neprodleným doplněním vyhlášky č. 503/2020 Sb., o výkonu znalecké činnosti, o přechodné ustanovení o dálkovém provedení obecné části pro původní znalce elektronickou cestou, a to bezplatně; otázky by se měly týkat výhradně snad jen nových předpisů o znalcích, poněvaž jejich novelou se další předpisy, týkající se řízení soudního apod., nezměnily. Soubor otázek pak by měl být znám předem, obdobně jako například při získávání řídičského oprávnění.

LITERATURA

- [1] Zákon č. 254/2019 Sb., o znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech.
- [2] Vyhláška č. 503/2020 Sb., o výkonu znalecké činnosti.
- [3] Vyhláška č. 504/2020 Sb., o znalečném.
- [4] 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.
- [5] Vyhláška č. 370/2022 Sb., kterou se mění vyhláška č. 504/2020 Sb., o znalečném.
- [6] Zákon č. 36/1967 Sb., o znalcích a tlumočnících.
- [7] Vyhláška č. 37/1967 Sb., k provedení zákona č. 36/1967 Sb., o znalcích a tlumočnících.

- [8] <https://seznat.justice.cz/?OpenForm>
- [9] BRADÁČ, A., VÉMOLA, A., BRADÁČ, A. Soudní znaleství ve vybraných technických a ekonomických oborech. Brno: Akademické nakladatelství CERM® Brno, s.r.o., 2023. 325 s. ISBN 978-80-7623-106-1
- [10] AIGEL, P., SOMERLÍKOVÁ, M., DOHNAL, R. Dopad zákona č. 254/2019 Sb., O znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech. *Soudní inženýrství*, 2022, 33(2), 2–10. DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2022.2.2>. ISSN 1211-443X.

Správná citace:

BRADÁČ, A. Podrobnější statistika počtu znalců, znaleckých kanceláří a znaleckých ústavů v České republice – květen 2023. *Soudní inženýrství*, 2023, 34(1), 92–96. DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.92>. ISSN 1211-443X.

Nové předpisy od 3. 12. 2022 do 22. 5. 2023

New Regulations

Albert Bradáč, emeritní profesor*

Č ve Sb.	Předpis
126/2023	Zákon, kterým se mění zákon č. 416/2009 Sb., o urychlení výstavby dopravní, vodní a energetické infrastruktury a infrastruktury elektronických komunikací (liniový zákon), ve znění pozdějších předpisů (v příloze doplněn do seznamu horkovod z Jaderné elektrárny Dukovany do Brna).
99/2023	Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů (zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje a) označení pozemních komunikací, b) péči vlastníka o komunikace a jejich evidenci, c) technické podmínky pro připojování komunikací a sousední nemovitosti na komunikaci, d) stavební úpravy komunikací, e) obecné technické požadavky na komunikaci, f) uzavírky a objízďky a zvláštní užívání komunikací, g) rozsah, způsob a časové lhůty pro odstraňování závad ve sjízdnosti, h) styk komunikací s vodními toky, dráhami, inženýrskými sítěmi a jinými vedeními, i) kontrolní vážení vozidel a j) informační formulář.
98/2023	Nářízení vlády – Vyhláška, kterou se mění vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 108/1997 Sb., kterou se provádí zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů, ve znění pozdějších předpisů (týká se bezpilotních letadel).
88/2023	Zákon, kterým se mění zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřičství a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 47/2020 Sb., kterým se mění zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřičství a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony, ve znění pozdějších předpisů.
85/2023	Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 467/2022 Sb., o změně sazby základní náhrady za používání silničních motorových vozidel a stravného a o stanovení průměrné ceny pohonných hmot pro účely poskytování cestovních náhrad pro rok 2023 (viz níže).
26/2023	Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 478/2000 Sb., kterou se provádí zákon o silniční dopravě, ve znění pozdějších předpisů (týká se průkazu řidiče taxislužby).
469/2022	Sdělení Ministerstva financí o vydání výměru MF č. 01/2023, kterým se vydává seznam zboží s regulovanými cenami pro rok 2023 (viz níže).
467/2022	Vyhláška o změně sazby základní náhrady za používání silničních motorových vozidel a stravného a o stanovení průměrné ceny pohonných hmot pro účely poskytování cestovních náhrad pro rok 2023 (viz níže).
458/2022	Zákon, kterým se zrušuje zákon č. 112/2016 Sb., o evidenci tržeb, ve znění pozdějších předpisů, a mění a zrušují další související právní předpisy.
434/2022	Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 209/2018 Sb., o hmotnostech, rozměrech a spojitelnosti vozidel.
432/2022	Zákon, kterým se mění 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., ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony.

*Korespondenční adresa: albert@bradac.cz

Č ve Sb.	Předpis
431/2022	Zákon, kterým se mění zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony (<i>týká se provozování bezpilotních prostředků</i>).
429/2022	Zákon, kterým se mění zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském , o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony.
424/2022	Zákon, kterým se mění zákon č. 67/2013 Sb., kterým se upravují některé otázky související s poskytováním plnění spojených s užíváním bytů a nebytových prostorů v domě s byty, ve znění pozdějších předpisů (<i>týká se měření tepla</i>).
410/2022	Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 553/2020 Sb., o seznamu obecních úřadů a úřadů městských částí nebo městských obvodů, které jsou kontaktními místy veřejné správy, ve znění vyhlášky č. 503/2021 Sb.
403/2022	Vyhláška o zveřejňování soudních rozhodnutí.
401/2022	Vyhláška o stanovení výše základních sazeb zahraničního stravného pro rok 2023 (<i>Podle státu 35–60 EUR resp. USD</i>).
400/2022	Nařízení vlády o prohlášení některých kulturních památek za národní kulturní památky Za národní kulturní památky byly prohlášeny tyto: v Plzeňském kraji Klášter augustiniánů v Pivoni, v Ústeckém kraji zámek Jezeří s arboretem a klášter augustiniánů v Roudnici nad Labem, v Jihomoravském kraji Hrad Veveří, klášter augustiniánů s chrámem Nanebevzetí Panny Marie na Starém Brně, zámek Moravský Krumlov a zámek Rosice, v Olomouckém kraji Zámek Plumlov.
389/2022	Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 345/2020 Sb., o stanovení správních obvodů obcí s pověřeným obecním úřadem , a vyhláška č. 346/2020 Sb., o stanovení správních obvodů obcí s rozšířenou působností, území obvodů hlavního města Prahy a příslušnosti některých obcí do jiného okresu.

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

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

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

Vyhláška č. 467/2022 Sb.,

o změně sazby základní náhrady za používání silničních motorových vozidel a stravného a o stanovení průměrné ceny pohonných hmot pro účely poskytování cestovních náhrad pro rok 2023

§ 1 Sazba základní náhrady za používání silničních motorových vozidel

Sazba základní náhrady za 1 km jízdy podle § 157 odst. 4 zákoníku práce činí nejméně u

- jednostopých vozidel a tříkolek 1,40 Kč,
- osobních silničních motorových vozidel 5,20 Kč.

Stravné

§ 2

Za každý kalendářní den pracovní cesty přísluší zaměstnanci stravné podle § 163 odst. 1¹⁾ zákoníku práce nejméně ve výši

- 129 Kč, trvá-li pracovní cesta 5 až 12 hodin,
- 196 Kč, trvá-li pracovní cesta déle než 12 hodin, nejdéle však 18 hodin,
- 307 Kč, trvá-li pracovní cesta déle než 18 hodin.

§ 3

Za každý kalendářní den pracovní cesty přísluší zaměstnanci stravné podle § 176 odst. 2²⁾ zákoníku práce ve výši

- 129 Kč až 153 Kč, trvá-li pracovní cesta 5 až 12 hodin,
- 196 Kč až 236 Kč, trvá-li pracovní cesta déle než 12 hodin, nejdéle však 18 hodin,
- 307 Kč až 367 Kč, trvá-li pracovní cesta déle než 18 hodin.

¹⁾ Pozn. autora: U zaměstnavatele, který není uveden v § 109 odst. 3

²⁾ Pozn. autora: U zaměstnavatele, který je uveden v § 109 odst. 3, tj. u zaměstnavatele, kterým je stát, územní samosprávný celek, státní fond, příspěvková organizace, jejíž náklady na platy a odměny za pracovní pohotovost jsou plně zabezpečovány z příspěvku na provoz poskytovaného z rozpočtu zřizovatele nebo z úhrad podle zvláštních právních předpisů, školská právnická osoba zřízená Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy, krajem, obcí nebo dobrovolným svazkem obcí podle školského zákona, nebo regionální rada regionu soudržnosti, s výjimkou peněžitého plnění poskytovaného občanům cizích států s místem výkonu práce mimo území České republiky.

§ 4 – Průměrná cena pohonných hmot

Výše průměrné ceny pohonné hmoty podle § 158 odst. 3 věty třetí zákoníku práce činí

- a) 41,20 Kč za 1 litr benzínu automobilového 95 oktanů,
- b) 45,20 Kč za 1 litr benzínu automobilového 98 oktanů,
- c) 44,10 Kč za 1 litr motorové nafty,
- d) 6,00 Kč za 1 kilowatthodinu elektřiny. (Od 1. 4. 2023: 8,20 Kč podle vyhl. č. 85/2023 Sb.)

...

§ 6

Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. ledna 2023.

Výměr MF č. 01/2023 ze dne 15. prosince 2022, kterým se vydává seznam zboží s regulovanými cenami³⁾

Ministerstvo financí

Č.j.: MF- 33541/2022/1601-2

(Položky, týkající se nemovitých věcí)

Část I. – Seznam zboží, u něhož se uplatňují úředně stanovené ceny

Oddíl A – Maximální ceny stanovené Ministerstvem financí

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

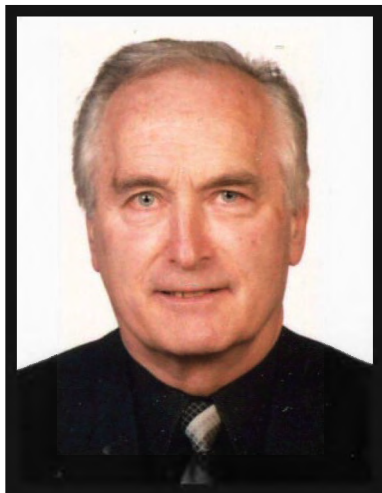
Pořad. číslo	Lokalita pozemku (počet obyvatel v obci)	Maximální nájemné v Kč/m ² /rok
1.	Praha	147,-
2.	Brno, Ostrava	91,-
3.	České Budějovice, Františkovy Lázně, Hradec Králové, Jihlava, Karlovy Vary, Liberec, Mariánské Lázně, Olomouc, Opava, Pardubice, Plzeň, Ústí nad Labem, Zlín	67,-
4.	Český Krumlov, Děčín, Frýdek Místek, Havířov, Chomutov, Jáchymov, Karviná, Kladno, Luhačovice, Mladá Boleslav, Most, Poděbrady, Přerov, Teplice	49,-
5.	v ostatních městech, výše nevyjmenovaných, která byla do 31. 12. 2002 sídly okresních úřadů	36,-
6.	v ostatních obcích nad 25 000	31,-
7.	v obcích do 25 000 včetně	24,-

2. V rámci stanoveného maximálního nájemného je pronajímatel povinen při sjednávání výše nájemného zohlednit umístění pozemku v obci, jeho vybavení a další určené podmínky podle § 2 odst. 1 zákona o cenách, a v obcích uvedených pod pořadovým číslem 7. rovněž přihlídnout k velikosti obce podle počtu obyvatel trvale bydlících na území obce periodicky zveřejňovaného Českým statistickým úřadem v Malém lexikonu obcí ČR platným v době sjednávání cen.
3. Pro účely této položky se pozemkem sloužícím k podnikání nájemce rozumí i pozemek, z něhož se užívá k podnikání jen určitá část nebo který je zastavěn stavbou sloužící k podnikání. Je-li pozemek zastavěn stavbou, která není určena k podnikání, avšak v jejíž části se podniká, rozdělí se pro účely stanovení nájemného v poměru, v jakém je podlahová plocha celé stavby nesloužící k podnikání, k podlahové ploše části stavby sloužící k podnikání.
4. Regulace nájemného podle této položky se nevztahuje na pozemky ve vojenských újezdech a na pozemky, u nichž je nájemné stanoveno jiným právním předpisem. (Zákon č. 222/1999 Sb., o zajišťování obrany České republiky, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů.)

³⁾ https://www.mfcr.cz/assets/cs/media/2022-12-15_Cenovy-vestnik-25-2022.pdf

Vzpomínka na přátele

Albert Bradáč, emeritní profesor

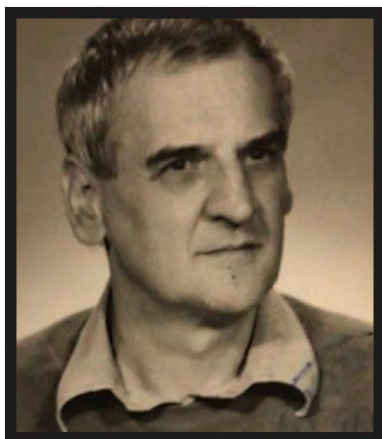


V loňském roce nás po delší nemoci ve věku 82 let opustil vynikající odborník, pan **Ing. Lubomír Weigel, CSc.** Stavební inženýr, odborník po stránce teoretické i praktické, vynikající pedagog. Absolvent Fakulty stavební VUT v Brně. V letech 1977 až 1979 absolvoval doplňkové pedagogické studium na Kabinetu pedagogiky VUT v Brně, specializace Výuka odborných předmětů, v roce 1992 obhájil kandidátskou disertační práci v oboru pozemní stavby a konstrukce na FAST VUT v Brně. V letech 1994 až 1996 absolvoval postgraduální studium technického znalectví na ÚSI VUT v Brně v oboru stavebnictví a ekonomika. V roce 1997 byl jmenován znalcem v oborech ekonomika (odvětví ceny a odhady, specializace oceňování nemovitostí) a stavebnictví (odvětví stavby obytné, průmyslové a zemědělské).

Řadu let byl učitelem a později ředitelem Střední průmyslové školy stavební v Brně, v roce 1997 nastoupil jako odborný asistent Ústavu soudního inženýrství VUT v Brně. Zde působil současně jako výzkumný pracovník, v období 1998 až 2009 jako vedoucí odboru znalectví ve stavebnictví a oceňování nemovitostí. Pro výuku přednášených předmětů napsal skripta jak pro studenty VUT v Brně, tak i pro slovenské studenty na STU v Bratislavě; jeho koníčkem byly současné metodiky oceňování nemovitostí ve srovnání se staršími předpisy, až do doby Rakousko-Uherska. Dlouhodobě se také věnoval práci se studenty doktorského studijního programu Soudní inženýrství a jejich aktivitám na konferencích Juniorstav a JuFoS na VUT v Brně, u čtyř úspěšných doktorandů byl jejich školitelem. Od roku 2010

se podílel na zavedení a výuce navazujícího magisterského studijního programu Soudní inženýrství na ÚSI VUT v Brně, byl také vedoucím řady diplomových prací studentů tohoto magisterského studijního programu a závěrečných prací posluchačů kursů technického znalectví.

Nejdůležitější publikace: „*Oceňovanie nehnuteľností – staršie cenové predpisy*“ (STU Bratislava 2000), „*Oceňování nemovitostí dle předchozích cenových předpisů na území ČR*“, Brno 2002, druhé upravené a doplněné vydání pak 2012. Byl autorem resp. recenzentem odborných článků pro časopis Soudní inženýrství. Vědeckou radou byl oceněn stříbrnou medailí Vysokého učení technického v Brně za zásluhy o rozvoj oboru Soudní inženýrství a aktivní odborný přínos na ÚSI a VUT v Brně. Podílel se také na založení a práci Asociace znalců a odhadců ČR, z.s. jako aktivní člen prezidia.



Nedávno znaleckou obec zarmoutila také zpráva, že dne 2. března 2023 nás náhle ve věku nedožitých 83 let opustil další excelentní znalec, tentokrát v oboru analýzy silničních nehod a odhadů motorových vozidel, pan **Ing. Petr Ptáček, Ph.D.**

Narodil se v Kladně; po válce se s rodiči přestěhovali do Karlových Varů, kde vychodil základní a jedenáctiletou střední školu. Následovalo studium na ČVUT v Praze. Po absolvování základní vojenské služby pracoval jako řidič nákladního vozu Tatra u ČSAD Sokolov; láska k nákladním automobilům mu spolu s hlubokými znalostmi zůstala po celý život. V druhé polovině šedesátých let se přestěhoval do Plzně, kde vykonával funkci vedoucího Odboru dopravy MěNV; z této funkce byl po roce 1968 odvolán, neboť odmítl vstoupit do KSČ. Pracoval pak na SPŠ dopravní jako učitel. Po přestěhování do Ledeč u Plzně v roce 1981 odešel ze školy a vedl v místě bydliště půjčovnu osobních automobilů Dopravního podniku Mariánské Lázně; současně se pro tento podnik podílel na konstrukci autobusu, který DP nějakou dobu vyráběl.

Potom se přidala kariéra soudního znalce. V akademickém roce 1966/67 absolvoval na ÚSI VUT v Brně postgraduální studium „Technická analýza silničních nehod a oceňování motorových vozidel“; své vědomosti si soustavně doplňoval, mimo jiné také účastí na setkáních analytiků silničních nehod

ve Spolkové republice Německo a studiem německých odborných časopisů (zejména *Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik*), jež později zcela nezištně věnoval Ústavu soudního inženýrství VUT v Brně.

V kursech znalců na ÚSI několik let vedl předmět „*Tachografy a vyhodnocování jejich záznamů*“ a byl autorem kapitoly stejného názvu v „*Příručce znalce – analytika silničních nehod*“ (1985). Byl také spoluautorem publikace „*Přeprava nákladu v silniční nákladní dopravě*“ (2002).

V rámci doktorského studijního programu byl kolega Ptáček na VUT v Brně prvním doktorandem oboru Soudní inženýrství; jeho školitelem byl prof. Ing. Albert Bradáč, DrSc. Tématem doktorské práce byla „*Možnost využití řídičských trenažerů pro znalecké zkoumání chování řidičů při analýze silničních nehod*“; v rámci práce mj. zorganizoval praktické zkoušky vlivu postupně zvyšovaného množství alkoholu v krvi na rychlost a správnost reakce řidiče na nenadálou situaci, zobrazenou na řídičském trenažeru, a přitom i porovnání výsledků řidičů ještě střízlivých s výsledky dřívějších zkoušek firmy Mercedes Benz v běžném silničním provozu. Pokusnými osobami byli účastníci dvou běhů kursů soudního znalectví v oboru analýzy silničních nehod na ÚSI, za odborného dohledu soudní lékařky a soudní psychologky. Dne 30. května 2001 obhájil kolega Ptáček doktorskou disertační práci na uvedené téma a obdržel akademický titul doktor (Ph.D.).

