ExFoS 2025

Expert Forensic Science 2025

XXXIII. mezinárodní vědecká konference Soudního inženýrství
33rd International Scientific Conference of Forensic Engineering

Sborník příspěvků
Proceedings

Mikulov, 21. až 22. ledna 2025
Mikulov, 21st to 22nd of January 2025

Název: ExFoS 2025, sborník příspěvků

Sestavili: Ing. Michal Křižák, Ing. Albert Bradáč, Ph.D.

Vydalo: Vysoké učení technické v Brně,
Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno

Vyšlo: leden 2025

Vydání: první

ISBN: 978-80-214-6309-7

Tento sborník obsahuje všechny příspěvky konference, které byly autory včas dodány. Příspěvky neprošly jazykovou ani redakční korekturou. V následujícím obsahu jsou v jednotlivých sekcích řazeny příspěvky abecedně, dle příjmení prvního autora.

OBSAH

OBSAH

SEKCE SPOLEČNÁ

OBSÁHLÉ PŘÍLOHY ZNALECKÝCH POSUDKŮ FORMOU ZIP SOUBORŮ JAKO SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY A JEJICH KRYPTOGRAFICKÁ VERIFIKACE
EXPANSIVE ATTACHMENTS OF EXPERT OPINIONS IN THE FORM OF ZIP FILES AS SEPARATE ATTACHMENTS AND THEIR CRYPTOGRAPHIC VERIFICATION
Vladimír Tichomirov 6

SEKCE ANALÝZA SILNIČNÍCH NEHOD, OCEŇOVÁNÍ MOTOROVÝCH VOZIDEL, STROJŮ A ZAŘÍZENÍ

PODÉLNÁ DYNAMIKA ELEKTROKOL
LONGITUDINAL DYNAMICS OF ELECTRIC BICYCLES
Piotr Ciępka 14

PODÉLNÁ DYNAMIKA ELEKTROKOL
LONGITUDINAL DYNAMICS OF ELECTRIC BICYCLES
Piotr Ciępka 25

STŘETY BOKŮ VOZIDEL POD ÚHLEM 8° PŘI RŮZNÝCH RYCHLOSTECH
SIDE COLLISIONS OF VEHICLES AT THE ANGLE OF 8° AT DIFFERENT SPEEDS
Ing. Tomáš Praus, Ing. Vlastimil Rábek, Ph.D. 36

VLIV ODHODOVÉ RYCHLOSTI BŘEMENE NA POŠKOZENÍ VOZIDLA
EFFECT OF LOAD EJECTION SPEED ON VEHICLE DAMAGE
Jiří Straus 71

PŘESNOST MOBILNÍHO TELEFONU PŘI DOKUMENTOVANÍ MÍSTA DN
ACCURACY OF THE MOBILE PHONE IN DOCUMENTING THE ACCIDENT SITE
Ing. Peter Vertaľ, Ph.D., Ing. Juraj Veverka 83

ÚDAJE O RYCHLOSTI ZAZNAMENANÉ POMOCÍ IPHONŮ
SPEED DATA LOGGED BY IPHONES
Jakub Zębala , Robert Radziszewski 94

REJESTRY PRĘDKOŚCI W TELEFONACH IPHONE
SPEED DATA LOGGED BY IPHONES
Jakub Zębala, Robert Radziszewski 106

SEKCE STAVEBNICTVÍ A OCEŇOVÁNÍ NEMOVITOSTÍ

HODNOCENÍ VAD STAVEB A JEJICH DRUHY
EVALUATION OF BUILDING DEFECTS AND THEIR TYPES
Ladislav Bukovský 119

NOVÝ ÚZEMNÍ PLÁN MĚSTA BRNA V DETAILU NOVÉHO STAVEBNÍHO ZÁKONA VE VĚCECH ÚZEMNÍHO PLÁNOVÁNÍ
NEW ZONING PLAN OF THE CITY OF BRNO IN DETAIL OF THE NEW BUILDING ACT IN MATTERS OF SPATIAL PLANNING
Ing. Arch. Markéta Diakovová, Ph.D. 125

NEMATERIÁLNÍ FAKTOR OVLIVŇUJÍCÍ CENU NEMOVITOSTÍ: SOUSEDSTVÍ A DOBRÁ ADRESA
INTANGIBLE FACTOR AFFECTING THE PRICE OF REAL ESTATE: NEIGHBOURHOOD AND GOOD ADDRESS
Monika Doležalová 137

POROVNÁNÍ CEN BYTOVÝCH JEDNOTEK MEZI OCENĚNÍM PROVEDENÝM ODBORNÍKEM A OCENĚNÍM PROGRAMEM
COMPARISON OF RESIDENTIAL UNIT PRICES BETWEEN EXPERT VALUATION AND PROGRAM VALUATION
Klára Francová, Martin Cupal 145

SOUČASNÉ MOŽNOSTI MODERNIZACE FUNKCIONALISTICKÝCH BYTOVÝCH DOMŮ Z 30. LET
CURRENT POSSIBILITIES OF MODERNISATION OF FUNCTIONALIST APARTMENT BUILDINGS FROM THE 1930S
Leonard Hobst, Monika Doležalová, Pavel Klika, Vítězslava Hlavinková 156

VADY A PORUCHY ZATEPLOVACÍCH SYSTÉMŮ A FASÁD OBECNĚ Z POHLEDU ZNALCE

DEFECTS AND FAILURES OF INSULATION SYSTEMS AND FACADES IN GENERAL FROM THE POINT OF VIEW OF AN EXPERT

Petr Kapička 168

SEKCE SPOLEČNÁ

OBSÁHLÉ PŘÍLOHY ZNALECKÝCH POSUDKŮ FORMOU ZIP SOUBORŮ JAKO SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY A JEJICH KRYPTOGRAFICKÁ VERIFIKACE

EXPANSIVE ATTACHMENTS OF EXPERT OPINIONS IN THE FORM OF ZIP FILES AS SEPARATE ATTACHMENTS AND THEIR CRYPTOGRAPHIC VERIFICATION

Vladimír Tichomirov [1)]

ABSTRAKT:

Elektronická podoba znaleckého posudku se obvykle tvoří ve formátu „word“ včetně příloh a poté se převede do formátu „ pdf“ pro opatření kvalifikovaným elektronickým podpisem.
V případě obsáhlých příloh jako mohou být části projektové dokumentace, velké soubory fotografií apod. je problém tyto do formátu „word“ zapracovat.
A přiložení samostatné přílohy ve formě souborů „pdf“ je problematické, neboť nejsou verifikovány v rámci posudku a jejich opatřování samostatným elektronickým podpisem by bylo složité.
Proto jsem hledali cestu možné verifikace takového souboru a ve spolupráci s autoritami ze společnosti Elektronický podpis jsme tuto cestu našli ve verifikaci souboru v komprimované podobě 7-zip. pomoci kryptografického kódu SHA 256, který je funkcionalitou souboru 7-zip.

ABSTRACT:

The electronic form of an expert opinion is usually created in the "word" format including attachments and then converted to the "pdf" format for provision with a qualified electronic signature.
In the case of extensive attachments such as parts of project documentation, large photo files, etc., it is a problem to incorporate them into the "word" format.
And attaching a separate attachment in the form of "pdf" files is problematic, because they are not verified within the scope of the opinion and providing them with a separate electronic signature would be difficult.
Therefore, we were looking for a way to verify such a file and in cooperation with authorities from the company Electronic Signature, we found this way in verifying the file in compressed form 7-zip. using the cryptographic code SHA 256, which is the functionality of the 7-zip file.

KLÍČOVÁ SLOVA:

elektronický podpis, verifikace příloh, kryptografický kód, sha 256, komprimovaný soubor, soubor 7-zip

KEYWORDS:

electronic signature, attachment verification, cryptographic code, sha 256, compressed file, 7-zip file

1 ÚVOD

V rámci digitalizace státní správy, která se samozřejmě týká i oblasti znalecké činnosti, bude nabývat na významu podávání znaleckých posudků v elektronické podobě online způsobem.

[1)] Tichomirov, Vladimír, Doc. Ing. , CSc., LL.M. – Technický a zkušební ústav stavební Praha s.p.

S tím je spojená i problematika kvalifikovaného elektronického podpisu a komplexní elektronické podoby znaleckého posudku, kdy obsáhlé přílohy např. části projektové dokumentace, velké soubory fotografií nebo dílčí zprávy odborných konzultantů je nepohodlné, nemožné nebo nepraktické zapracovávat přímo do posudku.

A protože ve znalecké praxi společnosti TZUS Praha s.p. je popsaný problém denní praxí, snažili jsme se tento problém konstruktivně řešit.

2 KOMPETENCE A SLUŽBY SPOLEČNOSTI TZUS PRAHA S.P.

Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p., je renomovaný podnik s tradicí již od roku 1953 je největší zkušební a certifikační organizací v České republice v oblasti posuzování shody stavebních výrobků, mezinárodně uznávaný poskytovatel komplexních služeb v této i jiných oblastech, významný partner výrobců, dovozců projektantů a realizátorů staveb, veřejné správy výzkumné a vývojové sféry , člen řady národních i mezinárodních organizací jakož i aktivní účastník procesu tvorby technických předpisů a norem.

Jeho součástí je též znalecký ústav, který tradičně zajišťuje vypracovávání znaleckých posudků pro soudní řízení, zejména v případech, kde je požadována vysoká úroveň odbornosti. Posudky jsou často podávané jako revizní pro přezkoumání dříve zpracovaných posudků a expertiz.

Jeho oprávnění k výkonu znalecké činnosti je určeno zapsáním v druhém oddílu seznamu ústavů kvalifikovaných pro znaleckou činnost pro obor stavebnictví v souladu s rozhodnutím ministra spravedlnosti ČR ze dne 21. 9. 2005, č. j. 112/2005-ODS-ZN/5 podle zákona 36/1967 Sb. s rozsahem činností v oboru stavebnictví:

- osvědčování a certifikace stavebních materiálů, výrobků a konstrukcí
- průzkum a diagnostika pozemních a inženýrských staveb, stavebních technologií
- vady a poruchy staveb
- zkušebnictví ve stavebnictví.

Kromě činnosti pro soudní řízení nabízí ústav své služby i právnickým a fyzickým osobám. Znalecké posudky, které poskytuje, se zaměřují zejména na problematiku stavebních výrobků, jejich kvalitu a plnění požadovaných standardů. Dále se ústav věnuje diagnostice vad a poruch staveb, což zahrnuje analýzu příčin problémů, návrhy na jejich odstranění a posouzení možných rizik.

Díky svému zaměření a odbornému zázemí je Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p., klíčovým partnerem pro řešení složitých technických otázek, které vyžadují detailní znalosti stavební problematiky v kontextu právních požadavků.

3 STRUKTURA DIGITALIZACE V RESORTU MINISTERSTVA SPRAVEDLNOSTI

Digitalizace státní správy je záležitostí dobově nutnou a uživatelsky prospěšnou. Přes veškeré problémy při jejím řešení a zavádění ale přece jen jednoho dne dospěje ke kýženému cíli.

To samozřejmě platí i v oblasti justice[2], kdy program eJustice je specifickou oblastí eGovernmentu spočívající v užívání informačních a komunikačních technologií s cílem rozšířit možnosti přístupu k justici a zvýšit součinnost účastníků řízení a justičních subjektů prostřednictvím digitálních prostředků. eJustice přispívá k modernizaci justičních institucí a

[2] https://msp.gov.cz/web/msp/tiskove-zpravy/-/clanek/ministerstvo-spravedlnosti-naplnuje-digitalizaci-justice

celkové optimalizaci administrativních procesů v souladu s uživatelskými a legislativními potřebami.

Na úrovni strategického plánování lze uvést jako zásadní dva strategické dokumenty:

Strategický rámec eJustice 2023+[3] - dne 8.3.2023 schválen ministrem spravedlnosti a zveřejněn v databázi strategií MMR

Informační koncepce[4] – dne 5.5.2023 schválena ministrem spravedlnosti a od 1.8.2023 atestovaná (certifikát o atestaci) a zveřejněná v databázi strategií MMR

V tomto rámci hraje významnou roli tzv. **Architektonická rada**, která plní roli řídícího a poradního orgánu pro řízení změn a projektů eJustice v oblasti architektury.

Jejím hlavní úkolem je udržování architektonické koncepce napříč resortem justice a výměna informací v oblasti probíhajících nebo budoucích architektonických či legislativních změn majících dopad do architektury justice.

Pro znalce a znaleckou agendu z celkové koncepce je nejdůležitější součást modul eSpis jako základ pro vyřizování justičních agend.

Funkcionalita tohoto modulu bude beze sporu vyžadovat práci s podklady a doklady v elektronické podobě. Lze tedy předpokládat, že je v dohlednu doba, kdy bude podání znaleckého posudku vyžadováno výhradně v elektronické podobě. Což je v současné době možné pouze s výslovným souhlasem zadavatele.

4 KVALIFIKOVANÝ ELEKTRONICKÝ PODPIS PRO ÚČELY ELEKTRONICKÉ FORMY ZNALECKÉHO POSUDKU

S elektronickou podobou znaleckého posudku souvisí zvláštní podoba kvalifikovaného elektronického podpisu stanovená § 27 nového znaleckého zákona.

Tato problematika není přímo předmětem tohoto příspěvku, ale dovolím si odkaz na informace obsažené v [5].

A považuji za vhodné upozornit na konstatování autorit z Elektronického podpisu, že podoba elektronického podpisu s uvedením pojmu „znalec“, „znalecké kancelář“ nebo „znalecký ústav“ nemá charakter pečeti soudního znalce a že je tedy možné tuto podobu používat i pro jiné než znalecké účely. Což by bylo určitě vhodné doplnit metodickým stanoviskem odpovědného orgánu.

To je totiž zásadní rozdíl proti kvalifikovanému elektronickému podpisu autorizované osoby, který vydává pouze ČKAIT jako jedinečné elektronické autorizační razítko i s uvedením čísla autorizace (vzory těchto podpisů jsou pro informaci uvedeny v příloze – podpis fyzické osoby OSVČ, podpis s uvedením slova „Znalec“, podpis s uvedením slov „Znalecký ústav“ a podpis jako jedinečné elektronické autorizační razítko). Příklady podpisů v příloze příspěvku.

[3] https://www.databaze-strategie.cz/cz/ms/strategie/strategicky-ramec-ejustice-2023

[4] https://www.databaze-strategie.cz/cz/ms/strategie/informacni-koncepce-ministerstva-spravedlnosti-pro-obdobi-2023-2028

[5] https://www.elektronickypodpis.cz/elektronicky-podpis-pro-znalce-od-1-1-2021-zakon-c-254-2019-sb-a-vse-kolem-elektronickeho-podpisu/

5 VERIFIKACE POMOCÍ KRYPTOGRAFICKÉHO KODU SHA 256

Elektronická podoba znaleckého posudku se tvoří v textovém formátu „MS WORD“, kdy se do tohoto formátu vkládají všechny případné přílohy, fotografie a event. další související podklady.

Tento formát se následně po dokončení převede do formátu „pdf“, opatří kvalifikovaným elektronickým podpisem ve formě podle § 27 nového znaleckého zákona s kvalifikovaným časovým razítkem a předá online cestou nebo na elektronickém nosiči dat.

Tato forma uživatelsky odpovídá písemnému vyhotovení, kdy při studiu posudku musí uživatel listovat mezi textem a přílohami, což v písemné podobě je jednodušší než při „rolování“ v elektronické podobě.

Tato forma uživatelsky odpovídá písemnému vyhotovení, kdy při studiu posudku musí uživatel listovat mezi textem a přílohami, což v písemné podobě je jednodušší než při „rolování“ v elektronické podobě.

A v případě potřeby přiložit do posudku výkresy projektové dokumentace, protokoly zkušebních postupů nebo obsáhlé fotografické přílohy je to výše popsaným způsobem tvorby posudku prakticky nemožné.

S touto skutečností jsme v našich posudcích konfrontování velmi často, a proto jsme hledali cestu, jak toto zjednodušit jak pro zpracovatele posudku, tak i pro všechny, kteří budou s posudkem dále pracovat.

Velice jednoduchou cestou je takové výše zmíněné přílohy shrnout do jednoho souboru a v zazipované podobě ho přiložit k elektronické verzi znaleckého posudku.

Problém ovšem spočívá v tom, že tato příloha není nedílnou součásti posudku uzavřeného kvalifikovaným elektronickým podpisem a rozhodně by obsah a věrohodnost takové přílohy byla lehce zpochybnitelná v neprospěch celého posudku.

Hledali jsme tedy cestu, jak tyto zazipované soubory verifikovat jako nedílnou součást posudku, Vzhledem k naší výborné spolupráci s autoritami Elektronického podpisu se tyto se pokusily vyhovět našemu požadavku.

A navrhli cestu kryptografické verifikace za pomoci kryptografického kódu SHA 256, který je funkcionalitou souboru „7-zip“ a je generován při ukládáni souboru do zip podoby. Pro zajímavost lze uvést, že tento kryptografický kód je používán pro kódování kryptoměny „Bitcoin“.

Tento kód lze nalézt ve vlastnostech souboru po jeho vytvoření. Jeho podoba je následná např.:

SHA256:
182EE4F66D899B93E5082C7A2B63BFE458DCA0908A25533F4193B7AC65614754

Tento kód je pak vložen do posudku jako součást popisu příloh při vypracováni posudku a je tedy součástí posudku v jeho celkové podobě opatřené kvalifikovaným elektronickým podpisem, tím by měla být jednoznačně dána nezpochybnitelnost příloh samostatně předávaných v zazipovaném souboru.

Při práci s posudkem pak tento způsob výrazně zjednodušuje studium posudku, kdy je otevřen samostatně posudek a samostatně přílohy a lze jednoduše přecházet z textu posudku do otevřených příloh.

Je nutno věnovat pozornost předávání posudku a takto zazipovaných příloh, kdy je nutno předávat originální odkaz na službu předávání elektronických dokumentů nebo tyto soubory předávat na elektronickém nosiči dat.

Stažením a uložením zazipované přílohy se totiž kryptografický řetězec mění a opakované přiložení již jednou stažené přílohy by neneslo stejný kryptografický kód.

Tento způsob, který jsme s pomocí autorit z Elektronického podpisu zavedli pro naše posudky v elektronické podobě, používáme a dosud tento způsob nikdo nerozporoval.

Samozřejmě by bylo vhodné, kdyby rovněž k tomuto způsobu existovalo metodické stanovisko odpovědného orgánu.

6 ZÁVĚR

Doufáme, že tímto příspěvkem pomáháme k prohlubování možností podávání znaleckých posudků v elektronické podobě, když v současnosti požadavky soudů směřují v převažující většině k podání posudků v písemné podobě a pokud soud požaduje vzhledem k počtu účastníků např. 6 exemplářů a každý má přes 80 stránek, tak jednak nešetříme naše lesy a dále podstatně přispíváme k růstu výšky spisů na pracovní stole soudce.

A samozřejmě pro tuto písemnou podobu jsme nuceni nahrávat přílohy na CD nosič a vkládat v obalu do posudku a svázat společně s ním. A CD jsou pak při práci s posudkem nezřídka předmětem hledání, neboť se na pracovním stole zatoulají případně sama nevyskočí z CD mechaniky.

Rovněž podávání poštou takového množství a hmotnosti není zcela komfortní ani levnou záležitostí a rozhodně to neodpovídá globálním snahám o zjednodušení administrativy zaváděním digitalizace.

A v případě uvedení do praxe kompletní digitalizace v rámci Ministerstva spravedlnosti bude stejně podávání znaleckých posudků v elektronické podobě nejen nezbytnou nutností, ale zřejmě závaznou povinností.

7 PŘÍLOHY

Vzor přílohy s odvoláním na samostatné předání ve formě 7-zip souboru s kryptografickou verifikací

Soubor Přílohy

je přiložen k elektronické formě tohoto posudku formou souboru ve formátu 7-zip. a je předán vzhledem k velikosti současně s posudkem prostřednictvím služby „Úschovna“ nebo na elektronickém nosiči dat a obsahuje:

1. Příloha č.1
2. Příloha č.2
3. Příloha č.3
4. Příloha č.4
5. Příloha č.5 s fotodokumentací

Následující textový řetězec SHA-256 je kryptografický řetězec verifikující zazipovaný 7-zip. soubor „Přílohy k ZP č. 040-…….“ , který posíláme jako samostatnou přílohu znaleckého posudku č. 040-……..

Tento řetězec byl vygenerován automaticky jako kryptografický kód ve vlastnostech souboru 7-zip. při jeho tvorbě.

SHA256:
182EE4F66D899B93E5082C7A2B63BFE458DCA0908A25533F4193B7AC65614754

Tento jedinečný a jednorázový kryptografický řetězec slouží pro ověření integrity příloh, které nejsou opatřeny elektronickým podpisem, kdy tento řetězec ale je uveden v původním posudku opatřeném kvalifikovaným elektronickým podpisem a je tak nezpochybnitelný.

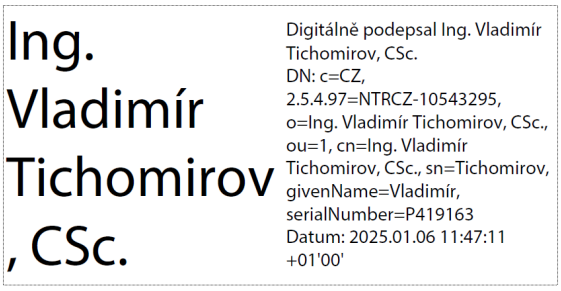
Po obdržení přílohy prostřednictvím služby elektronického předání ve formě souboru .zip po stažení souboru můžete v programu zip -7 ve vlastnostech souboru nahledat SHA-256, kde se Vám zobrazí kryptografický textový řetězec, který musí být shodný s řetězcem uvedeným výše.

Toto však musí být provedeno ihned po obdržení před otevřením souboru nebo jakékoli manipulaci s ním. Tím totiž dochází ke změně řetězce SHA256.

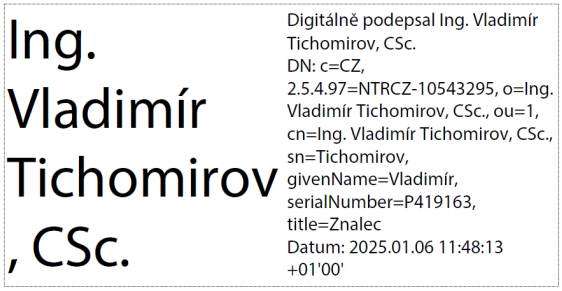
Takto je jednoznačně kryptograficky ověřena integrita samostatně předávaných příloh.

Příklad různých forem kvalifikovaného elektronického podpisu

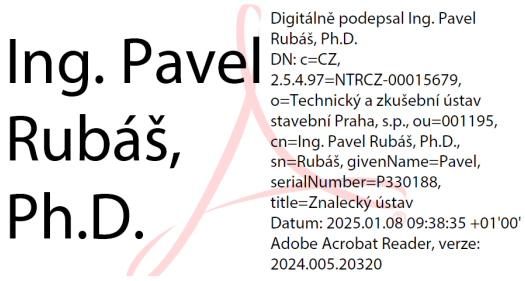
Kvalifikovaný elektronický podpis fyzické osoby



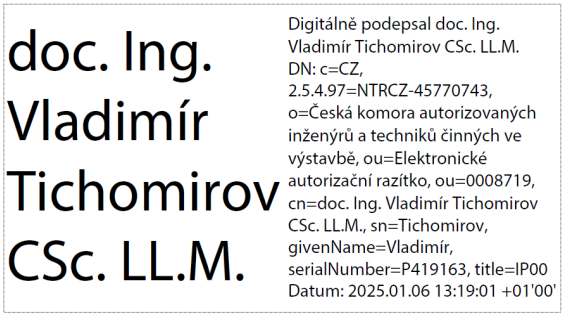
Kvalifikovaný elektronický podpis s uvedením slova „Znalec“



Kvalifikovaný elektronický podpis s uvedením slov „Znalecký ústav“



Kvalifikovaný elektronický podpis jako jedinečné autorizační razítko



SEKCE ANALÝZA SILNIČNÍCH NEHOD, OCEŇOVÁNÍ MOTOROVÝCH VOZIDEL, STROJŮ A ZAŘÍZENÍ

PODÉLNÁ DYNAMIKA ELEKTROKOL

LONGITUDINAL DYNAMICS OF ELECTRIC BICYCLES

Piotr Ciępka[1)]

ABSTRAKT:

V Evropě se stále více používají elektrokola. V literatuře existuje jen málo výsledků o dynamice provozu těchto jízdních kol. Tento článek uvádí výsledky testů zrychlení a prudkého brzdění elektrokol se zaměřením na hodnoty průměrného zrychlení a zpomalení na suché vozovce. Tyto testy byly provedeny na dvou modelech elektrokol Unibike - Swift a Optima.

ABSTRACT:

In Europe, more and more electric bicycles are used. There are few research results on the dynamics of such bicycles in the literature. The article presents the results of research of the acceleration and intensive braking of electric bicycles, focusing on the average values of acceleration and deceleration on a dry surface. Research were carried out using two models of Unibike electric bicycles – Swift and Optima

KLÍČOVÁ SLOVA:

Elektrokolo, zpomalení, zrychlení, silniční testy

KEYWORDS:

Electric bike, deceleration, acceleration, road tests

1 ÚVOD

Elektrická kola představují alternativu nejen k automobilům poháněným spalovacími motory, ale také k jízdním kolům poháněným svaly. Kvůli dopravním zácpám tráví lidé cestující autem ve špičkách ve svých vozidlech mnohem více času, než by vyplývalo z prostého vztahu silnice - rychlost. Cestování na kole je nejen rychlejší, ale také mnohem méně nákladné a přispívá ke zlepšení výsledků v oblasti veřejného zdraví, protože přechod z automobilu na kolo zvyšuje úroveň fyzické aktivity [1]. Jízda na elektrokole sice vede ke zkrácení doby intenzivní fyzické zátěže ve srovnání s běžným jízdním kolem, ale poskytuje možnost zvýšit dojezd.

Elektrokolo - EPAC podle evropské normy 15194 - je vozidlo, které vznikne přidáním pomocného elektrického pohonu ke klasickému jízdnímu kolu. Podle předpisů je tedy elektrický pohon považován za pomocný a aby takové vozidlo mohlo být považováno za jízdní kolo, musí být možné jej používat bez elektrického pohonu. Existuje řada studií dynamiky klasických jízdních kol [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8], ale žádné studie elektrických jízdních kol. Tento článek tento nedostatek částečně zaplňuje.

2 SILNIČNÍ PRŮZKUMY

2.1 Studijní předměty

Testy byly provedeny na dvou jízdních kolech - Unibike Swift (obrázek 1) a Unibike Optima (obrázek2). Obě jízdní kola byla v souladu s platnými předpisy vybavena pomocným

[1)] Ciępka, Piotr, mgr inż. – Instytut Ekspertyz Sądowych w Krakowie, +48 12 618 57 23, pciepka@ies.gov.pl

elektrickým pohonem aktivovaným tlakem na pedály, s jmenovitým výkonem 250 W, který se postupně snižoval a po překročení rychlosti 25 km/h klesl na nulu. Unibike Swift měl elektromotor Bafang M420 umístěný ve spodní konzole, který generoval maximální točivý moment 80 Nm. Naproti tomu kolo Unibike Optima mělo elektromotor Bafang H400B umístěný v náboji zadního kola, který generoval maximální točivý moment 45 Nm. Technické údaje kol jsou uvedeny v tabulce 1.

Obr. 1 - Elektrokolo Unibike Swift
Fig. 1 – Electric bike Unibike Swift

Obr. 2 - Elektrokolo Unibike Optima
Fig. 2 – Electric bike Unibike Optima

Tabulka 1 - Technické údaje kol použitých ve studii
Tab. 1 – Technical data of the bicycles used in the research

	Unibike Swift	**Unibike Optima**
Motor	Bafang M420	Bafang H400B
Baterie	I1+ 522 Wh	I1+ 630 Wh
Klikový mechanismus	Bafang / 38T	FSA AL-8T / 38T
Zadní přehazovačka	Shimano NEXUS C3000-7	Shimano ALTUS M310
Páčky přehazovačky	Shimano NEXUS C3000-7	Shimano M315
Více režimů	Shimano NEXUS / 18T	Shimano HG31 / 11-32T
Pneumatiky	Schwalbe DELTA CRUISER PLUS / 28x1,75 / REFLEX	Schwalbe DELTA CRUISER PLUS / 28x1,75 / REFLEX
Brzdy	Shimano MT200 (hydraulický, kotoučový)	Shimano MT200 (hydraulický, kotoučový)
Vlastní hmotnost	27,0 kg	25,9 kg

Kola byla vybavena snadno čitelnými a intuitivními displeji, které uživateli umožňovaly kontrolovat stav baterie a volit úroveň asistence. Kolo Unibike Swift bylo vybaveno displejem LCD DP C10.UART, který zobrazoval také informace o rychlosti (obrázek 3). Kolo Unibike Optima bylo vybaveno displejem DP E8.UART LED, který nezobrazoval informace o rychlosti, takže pro účely studie bylo dovybaveno cyklopočítačem Sigma Base 1200 (obrázek 4).

Obr. 3 - Ovládání jízdního kola Unibike Swift
Fig. 3 – Electric bike display Unibike Swift

Obr. 4 - Ovládání jízdních kol Unibike Optima
Fig. 4 – Electric bike display and speedometer Unibike Optima

2.2 Měřicí zařízení

Ve studii bylo použito zařízení VBox Sport, které bylo namontováno na stojany na kola (obrázek 5). Zařízení použité ve studii zaznamenává rychlost s frekvencí 20 Hz a přesností 1 km/h. Rychlost se vypočítává na základě Dopplerova jevu. Studie ukazuje, že měřicí zařízení VBox Sport splňuje požadavky kladené na zařízení měřící podélnou dynamiku vozidla [9].

Obr. 5 - VBox Sport namontovaný na nosiči kol Unibike Swift
Fig. 5 – The VBox Sport mounted on the rack of a Unibike Swift bicycle

2.3 Místo a podmínky testování

Testy byly provedeny na asfaltové vozovce udržované v dobrém stavu. Všechny zkoušky byly provedeny v letních podmínkách, za slunečného počasí, kdy byly vozovky suché.

2.4 Účastníci studie

Studie se zúčastnilo deset osob (šest mužů a čtyři ženy). Před zahájením studie každá osoba vyplnila dotazník, v němž uvedla svůj věk, výšku a hmotnost a upřesnila své zkušenosti s jízdou na kole (tabulka 2).

Tabulka 2 - Údaje o účastnících studie
Tab. 2 – Data of people taking part in the research

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Pohlaví	M	M	M	M	M	Ž	Ž	M	Ž	Ž
Věk	64	28	34	69	53	45	39	48	42	28
Výška [cm]	176	186	180	176	177	171	161	182	163	167
Tělesná hmotnost [kg]	72	90	80	85	88	79	82	78	57	57
Zkušenosti (standardní kolo)	velké	velké	malé	velké	Střední	Střední	velké	velké	Střední	velké
Zkušenosti (elektrické jízdní kolo)	ne	Střední	ne	malé	ne	ne	ne	velké	ne	ne

Za zmínku stojí, že první čtyři osoby (1-4) prováděly testy s oběma koly, další tři (5-7) pouze s kolem Unibike Swift a poslední tři (8-10) pouze s kolem Unibike Optima, takže v prezentovaných výsledcích průzkumu je sedm osob pro každý typ kola.

2.5 Průběh studie

Před zahájením testů dostal každý vybrané elektrokolo, na kterém se mohl projet a absolvovat nezaznamenané zkoušky zrychlení a brzdění a další volné manévry, aby se s konkrétním kolem seznámil. Osoby, které dosud na elektrokole nejezdily, měly rovněž možnost seznámit se během této doby se specifiky elektrické asistence.

Každý testovaný subjekt provedl tři brzdné zkoušky z rychlosti 25 km/h, přičemž postupně brzdil oběma brzdami, brzdou působící na zadní kolo a brzdou působící pouze na přední kolo.

Akcelerace byla realizována ve třech variantách. V prvních dvou variantách byla elektrická asistence nastavena na maximální hodnotu. V první variantě lidé akcelerovali "normálním" způsobem, tj. tak, jak by akcelerovali při běžné jízdě, a ve druhé variantě "maximálním" způsobem, který spočíval v maximálním využití i jejich fyzických možností. Ve třetí variantě byla elektrická asistence vypnuta a lidé byli požádáni, aby maximalizovali své fyzické schopnosti.

2.6 Zjištění

2.6.1 Výpočty

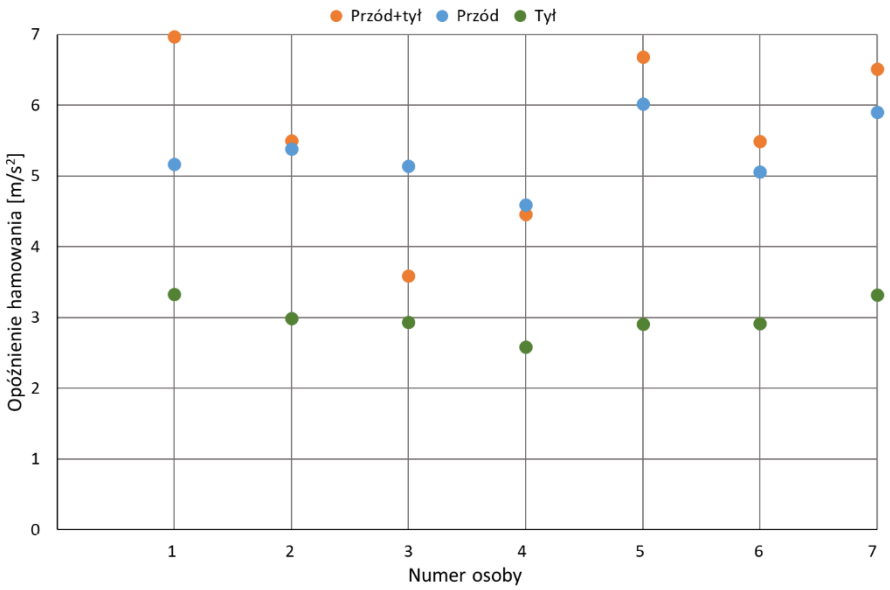
VBox Sport zaznamenává změny rychlosti v závislosti na čase. Při sestavování výsledků testů software VBOX Test Suite vypočítal pro brzdové testy průměrné brzdné zpomalení při plném rozvinutí MFDD (v souladu s normou EHK) a pro testy zrychlení průměrné zrychlení od okamžiku rozjezdu do rychlosti 25 km/h.

2.6.2 Výsledky testu brzdění

V tabulce 3 jsou uvedeny výsledky brzdných zkoušek na jízdním kole Unibike Swift v podobě průměrných hodnot brzdného zpomalení (MFDD) a průměrných a maximálních hodnot pro různé režimy brzdění. Na obr. 6 je znázorněna vizualizace vypočtených hodnot MFDD.

Tabulka 3 - Zpomalení při brzdění dosažené na kole Unibike Swift
Tab. 3 – Braking decelerations achieved on the Unibike Swift

Číslo osoby	Přední + zadní	Přední	Zadní
1	7,0	5,2	3,3
2	5,5	5,4	3,0
3	3,6	5,1	2,9
4	4,5	4,6	2,6
5	6,7	6,0	2,9
6	5,5	5,1	2,9
7	6,5	5,9	3,3
Průměr	**5,6**	**5,3**	**3,0**
Max	**7,0**	**6,0**	**3,3**

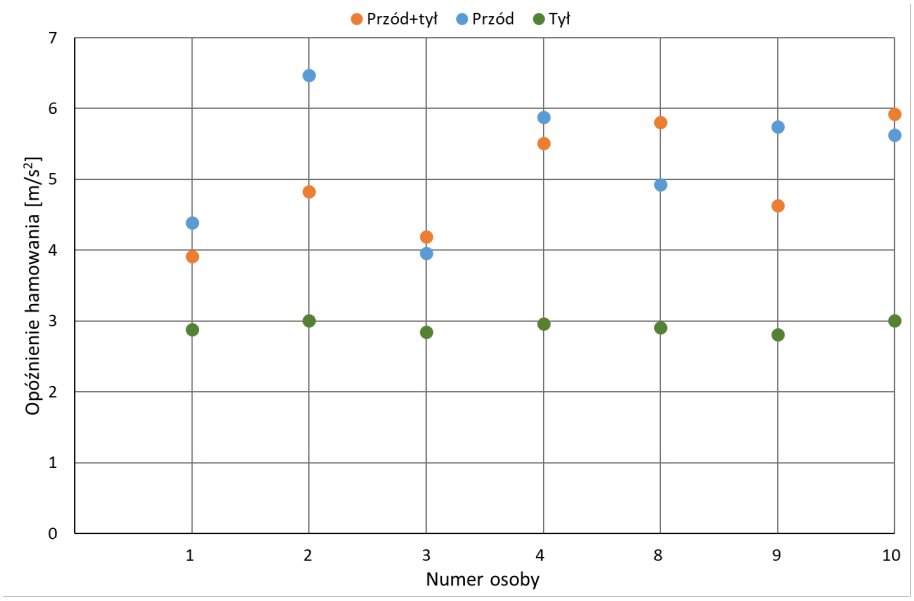


Obr. 6 - Dosažené zpomalení při brzdění na kole Unibike Swift
Fig. 5– Braking decelerations achieved on the Unibike Swift

V tabulce 4 jsou uvedeny výsledky brzdných zkoušek modelu Unibike Optima v podobě průměrných hodnot brzdného zpomalení (MFDD) a průměrných a maximálních hodnot pro různé režimy brzdění. Na obr. 7 je znázorněna vizualizace vypočtených hodnot MFDD.

Tabulka 4 - Zpomalení při brzdění dosažené na kole Unibike Optima
Tab. 4 – Braking decelerations achieved on the Unibike Optima

Číslo osoby	Přední + zadní	Přední	Zadní
1	3,9	4,4	2,9
2	4,8	6,5	3,0
3	4,2	4,0	2,9
4	5,5	5,9	3,0
8	5,8	4,9	2,9
9	4,6	5,7	2,8
10	5,9	5,6	3,0
Průměr	**5,0**	**5,3**	**2,9**
Max	**5,9**	**6,5**	**3,0**



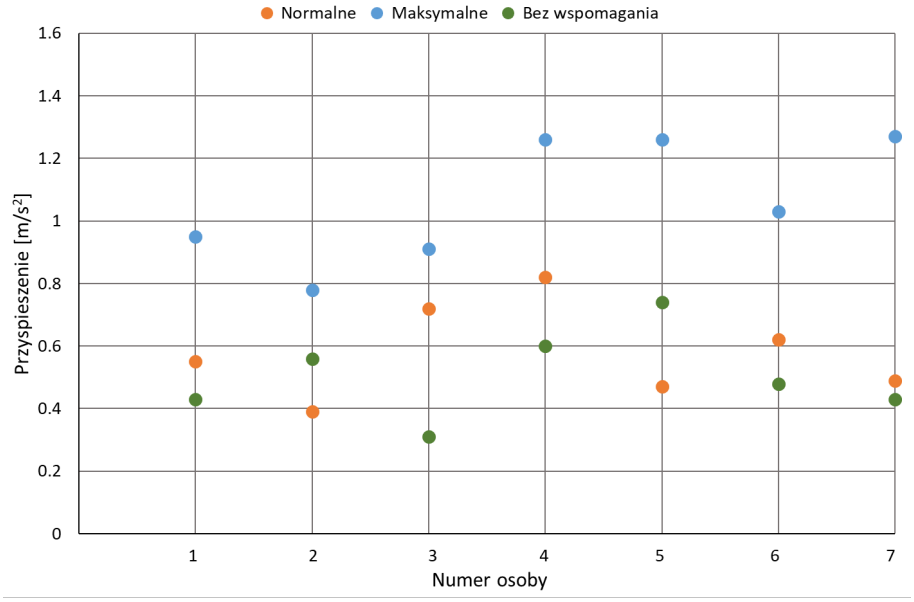
Obr. 7 - Dosažené zpomalení při brzdění na kole Unibike Optima
Fig. 7 – Braking decelerations achieved on the Unibike Optima

2.6.3 Výsledky testů zrychlení

Tabulka 5 uvádí průměrné a maximální hodnoty zrychlení vypočtené pro testy provedené s jízdním kolem Unibike Swift pro různé možnosti zrychlení. Obr. 8 ukazuje vizualizaci vypočtených hodnot zrychlení.

Tabulka 5 - Zrychlení dosažená účastníky studie na kole Unibike Swift
Tab. 5 – Acceleration achieved by research participants on the Unibike Swift bicycle

Číslo osoby	Možnost zrychlení		
	Normální	Rychlé	Bez pomoci
1	0,6	1,0	0,4
2	0,4	0,8	0,6
3	0,7	0,9	0,3
4	0,8	1,3	0,6
5	0,5	1,3	0,7
6	0,6	1,0	0,5
7	0,5	1,3	0,4
Průměr	**0,6**	**1,1**	**0,5**
Max	**0,8**	**1,3**	**0,7**

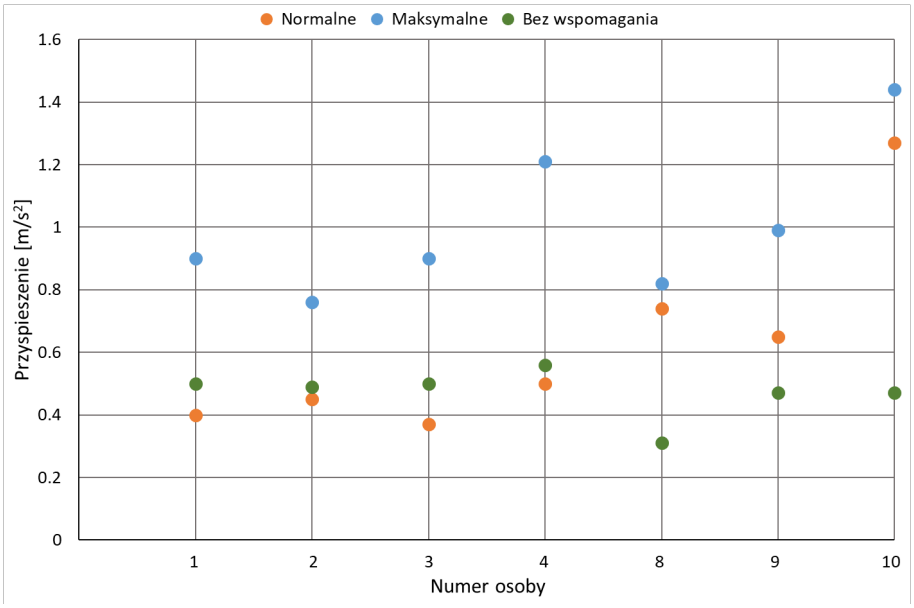


Obr. 8 - Zrychlení dosažená na kole Unibike Swift
Fig. 8 – Acceleration achieved on the Unibike Swift bicycle

Tabulka 6 uvádí průměrné a maximální hodnoty zrychlení vypočtené pro testy provedené s jízdním kolem Unibike Swift pro různé možnosti zrychlení. Na obr. 9 je znázorněna vizualizace vypočtených hodnot zrychlení.

Tabulka 6 - Zrychlení dosažená účastníky testu na kole Unibike Optima
Tab. 6 – Acceleration achieved by research participants on the Unibike Optima bicycle

Číslo osoby	Možnost zrychlení		
	Normální	Rychlé	Bez pomoci
1	0,4	0,9	0,5
2	0,5	0,8	0,5
3	0,4	0,9	0,5
4	0,5	1,2	0,6
8	0,7	0,8	0,3
9	0,7	1,0	0,5
10	1,3	1,4	0,5
Průměr	**0,5**	**1,0**	**0,5**
Max	**1,3**	**1,4**	**0,6**



Obr. 9 - Zrychlení dosažená na kole Unibike Optima
Fig. 9 – Acceleration achieved on the Unibike Optima bike

3 DISKUSE

Z analýzy výsledků vyplývá, že model elektrokola (ze dvou dotazovaných) je mnohem méně důležitý než osoba, která jej používá, takže diskuse by měla začít poznámkami o účastnících průzkumu.

Největšího zpomalení při brzdění dosáhla osoba s číslem 1 - 7 m/s$^{(2)}$, a to na kole Unibike Swift. K této hodnotě je však třeba přistupovat s opatrností, protože v tomto testu bylo brzdění

prováděno se zvednutou zadní částí kola, nebylo přerušováno a skončilo převrácením předního kola. Tato událost je v plném souladu s informacemi uvedenými v [3], kde se uvádí, že maximální brzdné zpomalení u hydraulických kotoučových brzd dosahuje 6,8 m/s^2 a že při vyšším zpomalení se zadní kolo zvedne a kolo se převrátí.

Osoba s číslem 3 dosáhla jedněch z nejnižších hodnot zpomalení, což nebylo překvapivé, protože má velmi malé zkušenosti s jízdou na klasickém kole a nikdy nejezdila na elektrokole.

Osoba číslo 4 byla jedním z hlavních iniciátorů dotyčné studie a v letní sezóně jezdí každý den na klasickém kole. Tato osoba jezdila během studie na obou kolech, přičemž Unibike Optima mu rozhodně vyhovoval více, a odtud pravděpodobně pramenily rozdíly ve zpomalení dosahovaném při prudkém brzdění.

Osoba 5 byla také jedním z hlavních iniciátorů daného výzkumu. V současné době téměř nejezdí na kole, ale je motocyklistou. Protože brzdění jízdním kolem a motocyklem je podobné, mají brzdná zpomalení získaná touto osobou vysoké hodnoty, přesahující 6 m/s^2.

Nejmladší účastnicí studie byla žena s číslem 10, která během letní sezóny ujede několik desítek kilometrů na klasickém kole několikrát týdně. Její zkušenosti vysvětlují dosažené vysoké hodnoty zpomalení a nejvyšší hodnoty zrychlení.

Poněkud překvapivé bylo zjištění, že hodnoty zrychlení dosažené se zapnutým posilovačem řízení se výrazně nelišily od hodnot klasických jízdních kol [8], ačkoli maximální hodnoty byly vyšší než hodnoty dosažené sportovními závodníky [2]. Rozdílné hodnoty zrychlení získané při testech prováděných bez elektrické asistence jsou způsobeny jednak rozdílnými fyzickými předpoklady osob účastnících se testů, ale pravděpodobně také rozdílným zapojením.

Zpomalení při brzdění u modelu Unibike Swift se pohybovalo v následujících rozmezích: 3,6-6,7 m/s^2 (brzdění oběma brzdami, bez ohledu na test, při kterém se kolo převrátilo), 4,6-6,0 m/s^2 (přední brzda), 2,6-3,3 m/s^2 (zadní brzda). Brzdná zpomalení dosažená na modelu Unibike Optima se pohybovala v následujících rozmezích: 3,9-5,9 m/s^2 (brzdění oběma brzdami), 3,9-5,9 m/s^2 (přední brzda), 2,8-3,0 m/s^2 (zadní brzda). Získané hodnoty se nelišily od hodnot uváděných v literatuře pro klasická jízdní kola [3, 5, 8].

Brzdění pouze přední brzdou nabízí možnost dosáhnout zpomalení srovnatelného s výsledky brzdných zkoušek s oběma brzdami, což je také v souladu s výsledky zkoušek klasických jízdních kol [3, 8].

4 ZÁVĚR

1 Maximální brzdné zpomalení při zkouškách, při kterých se kolo zastavilo, bylo 6,7 m/s^2.
2 Průměrné hodnoty zpomalení u jízdního kola Unibike Swift byly:

- při brzdění oběma brzdami 5,6 m/s^2,
- při brzdění přední brzdou 5,3 m/s^2,
- pro brzdění zadní brzdou 3,0 m/s^2.

3 Průměrné hodnoty zpomalení u jízdního kola Unibike Optima byly:

- při brzdění oběma brzdami 5,0 m/s^2,
- při brzdění přední brzdou 5,3 m/s^2,
- při brzdění zadní brzdou 2,9 m/s^2.

4 S elektrickou asistencí dosahovali cyklisté při běžném zrychlení zrychlení 0,4-1,3 m/s^2 a při maximálním zrychlení dosahovali hodnot až 1,4 m/s^2. Maximální zrychlení bez elektrické asistence bylo 0,7 m/s^2.

5 LITERATURA

[1] BERNTSEN, Sveinung a kol.: *Fyzická aktivita při jízdě na elektrickém kole s asistencí*. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity 14, 55 (2017).

[2] TESAŘ, Jaromír: *Analýza rozjezdu cyklistů*. Mezinárodní konference znalců - analytiků dopravních nehod, Brno 2006.

[3] BULLA, Manfred a kol.: *Messungen von Geschwindigkeiten, Verzoegerungen und Beschleunigungen mit neueren Fahrradtypen* und *Inline-Skates*, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, 6/2008, s. 193-200.

[4] JANOŠKO, Ivan: *Brzdná účinnost vybraných modelů jízdních kol*, Paragraf na Drodze 2008, 9/2008, s. 46-57.

[5] Bäumler, H: *Bremsverzögerungen von modernen Fahrrädern*. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, 11/2009, s. 347-349.

[6] REZA, Adam: *Brzdění, rychlost a zrychlení jízdních kol*. Paragraph on the Road 6/2009, s. 39-51.

[7] REZA, Adam: *Zpomalování a zrychlování jízdního kola*. Paragraph on the Road, 5/2010, s. 35-41.

[8] WYWIDER, Piotr a kol.: *Parametry cyklistické dopravy. Část 1: podélná dynamika*. Paragraf na silnici, 1/2013. s. 55-63.

[9] CIĘPKA, P. a kol. *Použití zařízení VBox Sport a VBox 3i při kontrole vozidel po nehodě*. Problémy kriminalistiky, 117/2019, s. 63-71.

PODÉLNÁ DYNAMIKA ELEKTROKOL

LONGITUDINAL DYNAMICS OF ELECTRIC BICYCLES

Piotr Ciępka[2)]

ABSTRAKT:

W Europie eksploatowanych jest coraz więcej rowerów elektrycznych. W literaturze jest niewiele wyników badań dynamiki ruchu takich rowerów. W artykule podano wyniki badań przyspieszania i intensywnego hamowania rowerów elektrycznych, koncentrując uwagę na wartościach średnich przyspieszeń i opóźnienień na suchej nawierzchni. Badania te przeprowadzano przy użyciu dwóch modeli rowerów elektrycznych marki Unibike – Swift i Optima.

ABSTRACT:

In Europe, more and more electric bicycles are used. There are few research results on the dynamics of such bicycles in the literature. The article presents the results of research of the acceleration and intensive braking of electric bicycles, focusing on the average values of acceleration and deceleration on a dry surface. Research were carried out using two models of Unibike electric bicycles – Swift and Optima

KLÍČOVÁ SLOVA:

Rower elektryczny, opóźnienie hamowania, przyspieszenie, badania drogowe

KEYWORDS:

Electric bike, deceleration, acceleration, road tests

1 ÚVOD

Rowery elektryczne stanowią alternatywę nie tylko dla samochodów napędzanych silnikami spalinowymi, ale także dla rowerów napędzanych siłą mięśni. Z uwagi na uliczne korki osoby podróżujące samochodami spędzają w godzinach szczytu dużo więcej czasu w swoich pojazdach, niż wynikałoby to z prostej relacji droga – prędkość. Podróżowanie rowerem jest nie tylko szybsze, ale także znacznie mniej kosztowne oraz przyczynia się do poprawy wyników w zakresie zdrowia publicznego, ponieważ zmiana środka transportu z samochodu na rower zwiększa poziom aktywności fizycznej [1]. Jazda na rowerze elektrycznym skutkuje wprawdzie skróceniem czasu intensywnego wysiłku w porównaniu z konwencjonalnym rowerem, ale daje możliwość zwiększenia zasięgu.

Rower elektryczny – EPAC zgodnie z normą europejską 15194 – to pojazd, który powstał po dodaniu do klasycznego roweru pomocniczego napędu elektrycznego. Zgodnie z przepisami napęd elektryczny jest więc traktowany jako pomocniczy i aby pojazd taki był traktowany jako rower, musi dawać możliwość korzystania z niego bez napędu elektrycznego. Istnieje szereg badań dynamiki wzdłużnej rowerów klasycznych [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8], ale brak jest badań rowerów elektrycznych. Niniejszy artykuł stanowi częściowe uzupełnienie tego braku.

[2)] Ciępka, Piotr, mgr inż. – Instytut Ekspertyz Sądowych w Krakowie, +48 12 618 57 23, pciepka@ies.gov.pl

2 BADANIA DROGOWE

2.1 Obiekty badań

Badania przeprowadzono przy wykorzystaniu dwóch rowerów – Unibike Swift (obr. 1) i Unibike Optima (obr. 2). Obydwa rowery były wyposażone zgodnie z obowiązującymi przepisami w uruchamiany naciskiem na pedały pomocniczy napęd elektryczny zasilany prądem o znamionowej mocy 250 W, która zmniejszała się stopniowo i spadała do zera po przekroczeniu prędkości 25 km/h. W rowerze Unibike Swift zamocowany był w suporcie silnik elektryczny Bafang M420, generujący maksymalny moment obrotowy 80 Nm. W rowerze Unibike Optima zamontowany był natomiast w piaście tylnego koła silnik elektryczny Bafang H400B, generujący maksymalny moment obrotowy 45 Nm. Dane techniczne rowerów przedstawiono w tab. 1.

Obr. 1 – Rower elektryczny Unibike Swift
Fig. 1 – Electric bike Unibike Swift

Obr. 2 – Rower elektryczny Unibike Optima
Fig. 2 – Electric bike Unibike Optima

Tab. 1 – Dane techniczne rowerów wykorzystanych w badaniach
Tab. 1 – Technical data of the bicycles used in the research

	Unibike Swift	**Unibike Optima**
Silnik	Bafang M420	Bafang H400B
Bateria	I1+ 522 Wh	I1+ 630 Wh
Mechanizm korbowy	Bafang / 38T	FSA AL-8T / 38T
Przerzutka tylna	Shimano NEXUS C3000-7	Shimano ALTUS M310
Dźwignie przerzutek	Shimano NEXUS C3000-7	Shimano M315
Wielotryb	Shimano NEXUS / 18T	Shimano HG31 / 11-32T
Opony	Schwalbe DELTA CRUISER PLUS / 28x1.75 / REFLEX	Schwalbe DELTA CRUISER PLUS / 28x1.75 / REFLEX
Hamulce	Shimano MT200 (hydrauliczne, tarczowe)	Shimano MT200 (hydrauliczne, tarczowe)
Masa własna	27,0 kg	25,9 kg

Rowery były wyposażone w czytelne i intuicyjne w obsłudze wyświetlacze, które umożliwiały kontrolowanie stanu naładowania baterii oraz wybór stopnia wspomagania. Rower Unibike Swift wyposażony był w wyświetlacz LCD DP C10.UART, na którym wyświetlane były również informacje o prędkości (obr. 3). Rower Unibike Optima wyposażony był w wyświetlacz LED DP E8.UART, który nie wyświetlał informacji o prędkości, dlatego na potrzeby badań został on doposażony w licznik rowerowy SIGMA Base 1200 (obr. 4).

Obr. 3 – Elementy sterowania roweru Unibike Swift
Fig. 3 – Electric bike display Unibike Swift

Obr. 4 – Elementy sterowania roweru Unibike Optima
Fig. 4 – Electric bike display and speedometer Unibike Optima

2.2 Urządzenie pomiarowe

W badaniach użyto urządzenia VBox Sport, które było montowane na bagażnikach rowerów (obr. 5). Wykorzystane w badaniach urządzenie rejestruje prędkość z częstotliwością 20 Hz i dokładnością 1 km/h. Prędkość jest obliczana na podstawie efektu Dopplera. Z badań wynika, że urządzenie pomiarowe VBox Sport spełnia wymagania stawiane urządzeniom do pomiaru parametrów dynamiki podłużnej pojazdów [9].

Obr. 5 – Urządzenie VBox Sport zamontowane na bagażniku roweru Unibike Swift
Fig. 5 – The VBox Sport mounted on the rack of a Unibike Swift bicycle

2.3 Miejsce i warunki wykonywania badań

Badania wykonano na asfaltowej jezdni utrzymanej w dobrym stanie technicznym. Wszystkie badania wykonano w warunkach letnich, przy słonecznej pogodzie, gdy nawierzchnie były suche.

2.4 Uczestnicy badań

W badaniach uczestniczyło 10 osób (6 mężczyzn i 4 kobiety). Przed rozpoczęciem badań każda osoba wypełniała ankietę podając wiek, wzrost i masę ciała, a także określając swoje doświadczenie w jeździe rowerem (tab. 2).

Tab. 2 – Dane osób biorących udział w badaniach
Tab. 2 – Data of people taking part in the research

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Płeć	M	M	M	M	M	K	K	M	K	K
Wiek	64	28	34	69	53	45	39	48	42	28
Wzrost [cm]	176	186	180	176	177	171	161	182	163	167
Masa ciała [kg]	72	90	80	85	88	79	82	78	57	57
Doświadczenie (rower standardowy)	duże	duże	małe	duże	średnie	średnie	duże	duże	średnie	duże
Doświadczenie (rower elektryczny)	brak	średnie	brak	małe	brak	brak	brak	duże	brak	brak

Warto zaznaczyć, że cztery pierwsze osoby (1–4) wykonały testy obydwoma rowerami, trzy kolejne (5–7) tylko rowerem Unibike Swift, a trzy ostatnie (8–10) tylko rowerem Unibike Optima, dlatego w przedstawionych wynikach badań jest po siedem osób dla każdego rodzaju roweru.

2.5 Przebieg badań

Przed rozpoczęciem badań każda osoba otrzymywała wybrany przez siebie rower elektryczny i mogła nim pojeździć, realizując nierejestrowane próby przyspieszania i hamowania oraz inne dowolne manewry w celu zapoznania się z konkretnym egzemplarzem roweru. Osoby, które nie jeździły wcześniej rowerem elektrycznym miały w tym czasie również możliwość zapoznania się ze specyfiką wspomagania elektrycznego.

Każda z osób biorących udział w badaniach wykonywała trzy testy hamowania z prędkości 25 km/h, hamując kolejno z użyciem obu hamulców, hamulca działającego na koło tylne i hamulca działającego wyłącznie na koło przednie.

Przyspieszanie realizowane było w trzech wariantach. W dwóch pierwszych wariantach elektryczne wspomaganie było ustawione ma maksymalną wartość. W pierwszym wariancie osoby przyspieszały w sposób „normalny", czyli taki w jaki przyspieszałyby w czasie zwykłej jazdy, a w drugim w sposób „maksymalny", który polegał na maksymalnym wykorzystywaniu także możliwości fizycznych. W trzecim wariancie wyłączono wspomaganie elektryczne, a osoby były proszone o maksymalne wykorzystywanie swoich możliwości fizycznych.

2.6 Wyniki badań

2.6.1 Obliczenia

Urządzenie VBox Sport rejestruje zmiany prędkości w zależności od czasu. Opracowując wyniki badań obliczono w programie VBOX Test Suite dla testów hamowania – średnie pełne

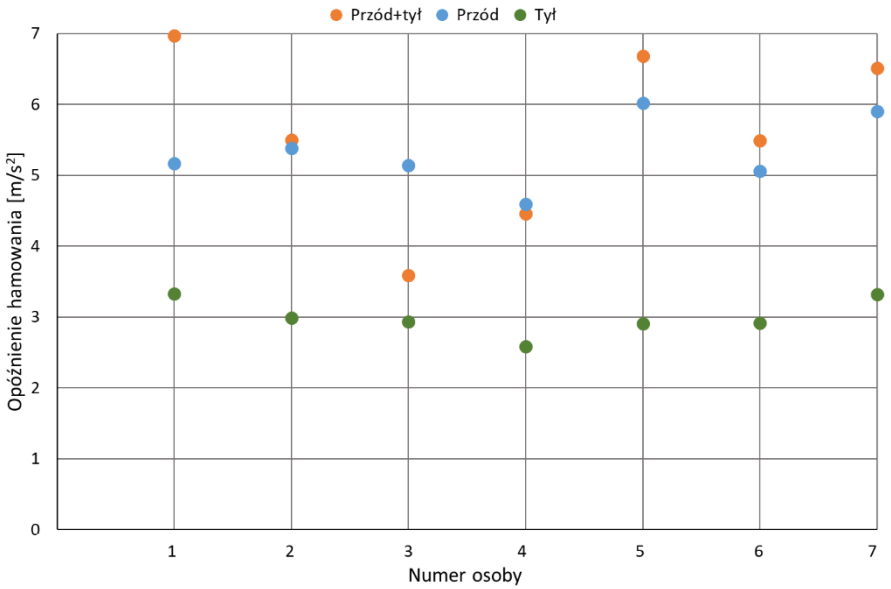
rozwinięte opóźnienie hamowania MFDD (zgodnie z normą ECE), a dla testów przyspieszania – średnie przyspieszenie na od chwili ruszenia do osiągnięcia prędkości 25 km/h.

2.6.2 Wyniki badań hamowania

W tab. 3 przedstawiono wyniki badań hamowania rowerem Unibike Swift w postaci wartości średniego opóźnienia hamowania (MFDD) oraz wartości średnich i maksymalnych dla poszczególnych sposobów hamowania. Obr. 6 przedstawia wizualizację obliczonych wartości MFDD.

Tab. 3 – Opóźnienia hamowania uzyskane na rowerze Unibike Swift
Tab. 3 – Braking decelerations achieved on the Unibike Swift

Nr	Przód+tył	Przód	Tył
1	7,0	5,2	3,3
2	5,5	5,4	3,0
3	3,6	5,1	2,9
4	4,5	4,6	2,6
5	6,7	6,0	2,9
6	5,5	5,1	2,9
7	6,5	5,9	3,3
Średnia	**5,6**	**5,3**	**3,0**
Max	**7,0**	**6,0**	**3,3**

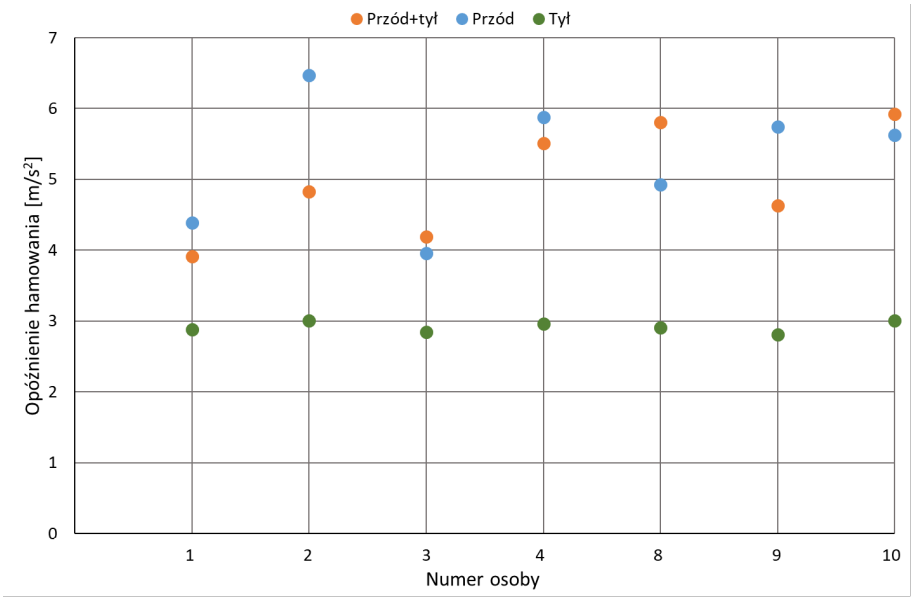


Obr. 6 – Opóźnienia hamowania uzyskane na rowerze Unibike Swift
Fig. 5– Braking decelerations achieved on the Unibike Swift

W tab. 4 przedstawiono wyniki badań hamowania rowerem Unibike Optima w postaci wartości średniego opóźnienia hamowania (MFDD) oraz wartości średnich i maksymalnych dla poszczególnych sposobów hamowania. Obr. 7 przedstawia wizualizację obliczonych wartości MFDD.

Tab. 4 – Opóźnienia hamowania uzyskane na rowerze Unibike Optima
Tab. 4 – Braking decelerations achieved on the Unibike Optima

Nr	Przód+tył	Przód	Tył
1	3,9	4,4	2,9
2	4,8	6,5	3,0
3	4,2	4,0	2,9
4	5,5	5,9	3,0
8	5,8	4,9	2,9
9	4,6	5,7	2,8
10	5,9	5,6	3,0
Średnia	**5,0**	**5,3**	**2,9**
Max	**5,9**	**6,5**	**3,0**



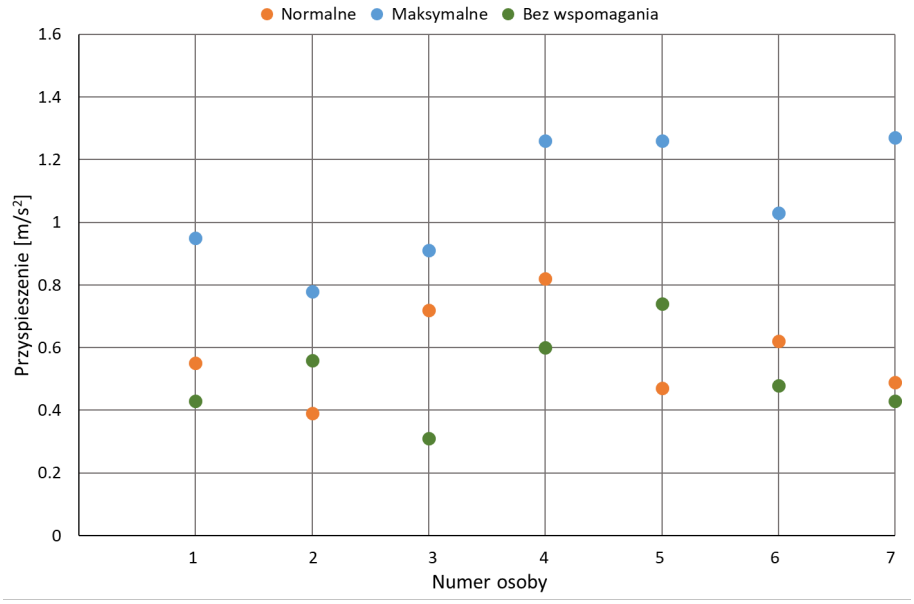
Obr. 7 – Opóźnienia hamowania uzyskane na rowerze Unibike Optima
Fig. 7 – Braking decelerations achieved on the Unibike Optima

2.6.3 Wyniki badań przyspieszania

W tab. 5 przedstawiono wartości średnich i maksymalnych przyspieszeń obliczonych dla testów wykonanych rowerem Unibike Swift dla poszczególnych wariantów przyspieszania. Obr. 8 przedstawia wizualizację obliczonych wartości przyspieszeń.

Tab. 5 – Przyspieszenia osiągane przez uczestników badań na rowerze Unibike Swift
Tab. 5 – Acceleration achieved by research participants on the Unibike Swift bicycle

Nr	Wariant przyspieszania		
	Normalne	**Szybkie**	**Bez wspomagania**
1	0,6	1,0	0,4
2	0,4	0,8	0,6
3	0,7	0,9	0,3
4	0,8	1,3	0,6
5	0,5	1,3	0,7
6	0,6	1,0	0,5
7	0,5	1,3	0,4
Średnia	**0,6**	**1,1**	**0,5**
Max	**0,8**	**1,3**	**0,7**

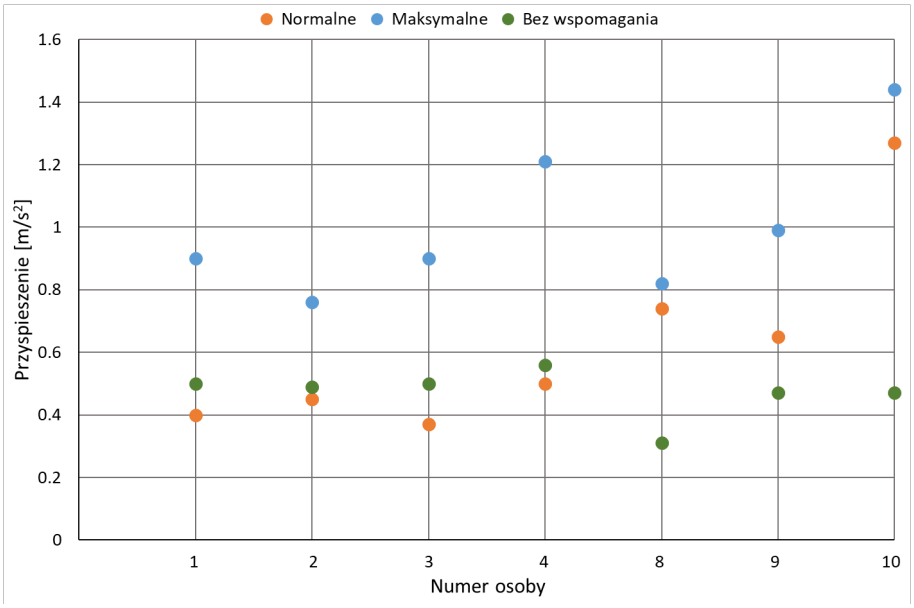


Obr. 8 – Przyspieszenia uzyskane na rowerze Unibike Swift
Fig. 8 – Acceleration achieved on the Unibike Swift bicycle

W tab. 6 przedstawiono wartości średnich i maksymalnych przyspieszeń obliczonych dla testów wykonanych rowerem Unibike Swift dla poszczególnych wariantów przyspieszania. Obr. 9 przedstawia wizualizację obliczonych wartości przyspieszeń.

Tab. 6 – Przyspieszenia osiągane przez uczestników badań na rowerze Unibike Optima
Tab. 6 – Acceleration achieved by research participants on the Unibike Optima bicycle

Nr	Wariant przyspieszania		
	Normalne	**Szybkie**	**Bez wspomagania**
1	0,4	0,9	0,5
2	0,5	0,8	0,5
3	0,4	0,9	0,5
4	0,5	1,2	0,6
8	0,7	0,8	0,3
9	0,7	1,0	0,5
10	1,3	1,4	0,5
Średnia	**0,5**	**1,0**	**0,5**
Max	**0,4**	**0,9**	**0,5**



Obr. 9 – Przyspieszenia uzyskane na rowerze Unibike Optima
Fig. 9 – Acceleration achieved on the Unibike Optima bike

3 DYSKUSJA

Analiza uzyskanych wyników wskazuje, że model roweru elektrycznego (spośród dwóch przebadanych) ma znacznie mniejsze znaczenie, niż osoba, która z niego korzysta, dlatego dyskusję należy rozpocząć od uwag dotyczących uczestników badań.

Największe opóźnienie hamowania osiągnęła osoba oznaczona numerem 1 – było to 7 m/s^2, osiągnięte na rowerze Unibike Swift. Do tej wartości należy jednakże podchodzić z ostrożnością, ponieważ w tym teście hamowanie było realizowane z uniesieniem tyłu roweru, nie zostało przerwane i zakończyło się wywróceniem roweru przez przednie koło. Zdarzenie to pozostaje w pełnej zgodności z informacją podaną w [3], gdzie wskazano, że maksymalne opóźnienie hamowania dla tarczowych hydraulicznych hamulców sięga 6,8 m/s^2, a przy większych opóźnieniach tylne koło unosi się i rower wywraca się.

Osoba oznaczona numerem 3 osiągnęła jedne z najmniejszych wartości opóźnień, co nie było to zaskoczeniem, ponieważ ma ona bardzo małe doświadczenie w jeździe klasycznym rowerem, a rowerem elektrycznym nie jeździła nigdy.

Osoba oznaczona numerem 4 była jednym z głównych inicjatorów omawianych badań i jeździ w sezonie letnim na co dzień klasycznym rowerem. W czasie badań osoba ta jeździła oboma rowerami, przy czym zdecydowanie bardziej odpowiadał jej rower Unibike Optima i zapewne stąd wzięły się różnice w opóźnieniach osiągniętych w czasie intensywnego hamowania.

Osoba nr 5 również była jednym z głównych inicjatorów omawianych badań. Aktualnie prawie w ogóle nie jeździ rowerem, ale jest motocyklistą. Z uwagi na to, że hamowanie rowerem i motocyklem przebiega w podobny sposób, opóźnienia hamowania uzyskane przez tę osobę mają duże wartości, przekraczające 6 m/s^2.

Najmłodszym uczestnikiem badań była osoba oznaczona nr 10. Była to kobieta, która w sezonie letnim kilka razy w tygodniu pokonuje klasycznym rowerem trasę kilkudziesięciu kilometrów. Jej doświadczenie tłumaczy duże wartości uzyskiwanego opóźnienia hamowania i największe wartości przyspieszania.

Pewnym zaskoczeniem było to, że uzyskane wartości przyspieszeń z włączonym wspomaganiem nie odbiegały znacząco od przyspieszeń na klasycznych rowerach [8], choć maksymalne wartości były większe od uzyskiwanych przez zawodników sportowych [2]. Uzyskane zróżnicowane wartości przyspieszeń w testach realizowanych bez wspomagania elektrycznego wynikają zarówno z różnych predyspozycji fizycznych osób biorących udział w badaniach, ale też zapewne z różnego zaangażowania.

Opóźnienia hamowania uzyskane na rowerze Unibike Swift zawierały się w następujących przedziałach: 3,6–6,7 m/s^2 (hamowanie z użyciem obu hamulców, z pominięciem testu, w którym doszło do wywrócenia roweru), 4,6–6,0 m/s^2 (przedni hamulec), 2,6–3,3 m/s^2 (tylny hamulec). Opóźnienia hamowania uzyskane na rowerze Unibike Optima zawierały się w następujących przedziałach: 3,9–5,9 m/s^2 (hamowanie z użyciem obu hamulców), 3,9–5,9 m/s^2 (przedni hamulec), 2,8–3,0 m/s^2 (tylny hamulec). Uzyskane wartości nie odbiegały od podawanych w literaturze dla klasycznych rowerów [3, 5, 8].

Hamowanie wyłącznie przodem daje możliwość osiągnięcia opóźnień porównywalnych do uzyskiwanych w testach hamowania z użyciem obu hamulców, co jest również zgodne z wynikami badań dla klasycznych rowerów [3, 8].

4 ZÁVĚR

1 Maksymalne opóźnienie hamowania w testach, które zakończyły się statecznym zatrzymaniem roweru wynosiło 6,7 m/s^2.

2 Średnie wartości opóźnień na rowerze Unibike Swift wynosiły:

- przy hamowaniu z użyciem obu hamulców 5,6 m/s^2,
- przy hamowaniu z użyciem hamulca przedniego 5,3 m/s^2,
- przy hamowaniu z użyciem hamulca tylnego 3,0 m/s^2.

3 Średnie wartości opóźnień na rowerze Unibike Optima wynosiły:

- przy hamowaniu z użyciem obu hamulców 5,0 m/s^2,
- przy hamowaniu z użyciem hamulca przedniego 5,3 m/s^2,
- przy hamowaniu z użyciem hamulca tylnego 2,9 m/s^2.

4 Ze wspomaganiem elektrycznym rowerzyści osiągali przyspieszenia 0,4–1,3 m/s^2 w czasie normalnego przyspieszania, a w czasie maksymalnego przyspieszenie osiągało wartości sięgające 1,4 m/s^2. Maksymalne przyspieszenie bez wspomagania elektrycznego wynosiło 0,7 m/s^2.

5 LITERATURA

[1] BERNTSEN, Sveinung a kol.: *Physical activity when riding an electric assisted bicycle*. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity 14, 55 (2017).

[2] TESAŘ, Jaromir: *Analyza rozjezdu cyklistu*. Mezinárodní konference znalců – analytiků dopravních nehod, Brno 2006.

[3] BULLA, Manfred a kol.: *Messungen von Geschwindigkeiten, Verzoegerungen und Beschleunigungen mit neueren Fahrradtypen und Inline-Skates*, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, 6/2008, s. 193–200.

[4] JANOŠKO, Ivan: *Efektywność hamowania wybranych modeli rowerów*, Paragraf na Drodze 2008, 9/2008, s. 46–57.

[5] Bäumler, H: *Bremsverzögerungen von modernen Fahrrädern*. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, 11/2009, s. 347–349.

[6] REZA, Adam: *Hamowanie, prędkość i przyspieszanie rowerów*. Paragraf na Drodze 6/2009, s. 39–51.

[7] REZA, Adam: *Opóźnienia i przyspieszenia rowerów*. Paragraf na Drodze, 5/2010, s. 35–41.

[8] ŚWIDER, Piotr a kol.: *Parametry ruchu rowerów. Część 1: dynamika podłużna*. Paragraf na Drodze, 1/2013. s. 55–63.

[9] CIĘPKA, P. a kol. *Application of VBox Sport and VBox 3i devices in the inspection of post-accident vehicles*. Problems of Forensic Sciences, 117/2019, s. 63–71.

STŘETY BOKŮ VOZIDEL POD ÚHLEM 8° PŘI RŮZNÝCH RYCHLOSTECH

SIDE COLLISIONS OF VEHICLES AT THE ANGLE OF 8° AT DIFFERENT SPEEDS

Ing. Tomáš Praus[3)], Ing. Vlastimil Rábek, Ph.D.[4)]

ABSTRAKT:

Příspěvek ve sborníku se zabývá problematikou určování rychlosti i úhlu kolize při tečných střetech dvou vozidel. V teoretické části je jednak popsána již dostupná literatura a jednak příprava znaleckého experimentu. V praktické části je popsán samotný experiment. Jeho výsledky jsou následně zpracovány a porovnány s odbornou literaturou v teoretické části. Cílem příspěvku je rozšířit znalosti o tečných střetech a omezit chybovost při určování nehodového děje ve znaleckých posudcích nebo škodných událostí v pojišťovnách, jelikož není vůbec snadné, ne-li nemožné stanovit hodnoty střetového úhlu a střetové rychlosti vozidel klasickými fyzikálními postupy s tím, že předmětné informace je třeba „číst" především z poškozených „plechů" obou vozidel, na kterých se nachází příslušné analyticky využitelné stopy.

ABSTRACT:

The paper in the proceedings deals with the problem of speed determination during tangent collisions of two vehicles. The theoretical part describes the available literature and the preparation of an expert experiment. The practical part describes the experiment itself. Its results are processed and compared with the literature in the theoretical part. The aim of work is to extend knowledge about tangent collisions and reduce the error rate in determining crash in the expert analysis or claims in insurance companies, , as the values of the collision angle and collision speed of vehicles are not determined in the solution.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Střet; tečný střet; poškození; vozidlo; analýza poškození

KEYWORDS:

Crash; tangent crash; damage; vehicle; damage analysis

1 ÚVOD

Přesnost a věcná správnost posouzení dopravní nehody znalcem nebo zaměstnancem pojišťovny má značný vliv na posouzení daného skutku, míry zavinění, popřípadě i míry protiprávního jednání. V dnešní době se téměř každý občan nebo někdo z jeho blízkého okolí účastnil nějaké dopravní nehody. Proto kvalitní a dobře zpracovaný posudek dopravní nehody pomáhá udržovat „důvěru" občana v instituce obecně.

Tečné střety vozidel se mohou vyskytnout v mnoha oblastech silniční dopravy, jako je například změna jízdního pruhu v provozu na pozemních komunikacích s vyšším počtem

[3)] Praus, Tomáš, Ing – 1. autor, Kooperativa pojišťovna, a.s., Lonkova 486, Pardubice, 53009, telefon: 604 806 816, email: tpraus1@koop.cz

[4)] Rábek, Vlastimil, Ing., Ph.D. – 2. autor, Fischerova 15, Olomouc – Nové Sady 779 00, telefon: 608 863 534, e-mail: v.rabek@volny.cz home page: www.rabek.xf.cz

jízdních pruhů. Takové kolize se navíc vyskytují ve všech rychlostních pásmech od nejvyšších rychlostí na dálnicích přes střední v městském provozu až po nízké rychlosti při parkovacích manévrech. U vyšších rychlostí lze předpokládat, že zavinění nebylo úmyslné, naopak u nehod parkovacích již je nutné úmysl zvážit. Ve znalecké praxi pak neznáme jak střetový úhel, tak i diferenční střetovou rychlost. Vyhodnocování nehod má význam zejména pro znalce v oboru dopravních nehod, ale i u zaměstnanců pojišťoven a Policie ČR.

Velká část pojistných podvodů ohledně poškození dopravních prostředků patří spíše do oboru tzv. „malých kolizí". S pomocí tzv. simulace nehodového děje se často nedaří splnit znalecký úkol, neboť nejsou na pozadí mezních jízdních stavů zpravidla fyzikálně determinovány konečné polohy těchto vozidel anebo tyto determinovány jsou, ale záleží pouze na vůli řidičů, kde odstaví svá vozidla. Při různých „ťukancích" totiž bývají změny hybností či absorpce deformační energie u vozidel zanedbatelné, navíc v drtivé většině případů nevznikají na vozovce žádné stopy. Proto je často nemožné nalézt technickou relevanci děje pomocí fyzikálních metod, které jsou založeny právě na změně pohybového stavu vozidel, energetické bilanci a korespondenci stop. [1]

Jediným řešením problému tedy zůstává analýza poškození vozidel. Proto má předmětný výzkum experimentální charakter a je současně také určitou sumační prací ohledně výzkumu dané problematiky provedeného stran německých a slovenských kolegů. Tato práce by měla posloužit odborníkům ze znalecké i pojišťovací praxe ke zjednodušení a upřesnění určování průběhu konkrétních nehod, případně k objasnění sporných škodných událostí.

Cíle výzkumu vycházejí z konkrétních problémů a potřeb praxe. Následná praktická použitelnost výsledků výzkumu by mohla být pro podobné typy prací velmi důležitá. Stěžejní inspirací pro zkoumání problematiky tečných střetů byla práce pana D. Schrödera a pana V. Rábka.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Všeobecná problematika tečných střetů

Jedním z nejčastějších záměrně vyvolaných kolizí dopravních prostředků jsou tečná najetí. U tohoto typu nehod je velmi obtížné rozlišit, zdali byla dopravní nehoda zaviněna úmyslně nebo neúmyslně. Škody způsobené na vozidle vyvolávají dojem vysokých nákladů na opravy, které byly vyčísleny pojišťovnami nebo znalci. Podle odborného posouzení se poškozené díly (dveře, blatníky apod.) musí vyměnit. Avšak skutečná cena opravy může být mnohonásobně nižší než odhad vzniklé škody. V praxi ale navzdory odbornému posouzení jsou vozidla opravována tou nejekonomičtější cestou. Dále jsou tečné kolize dobře technicky proveditelné a nepředstavují velké zdravotní riziko pro řidiče ovládající vozidlo, které střet zapříčinilo. [2]

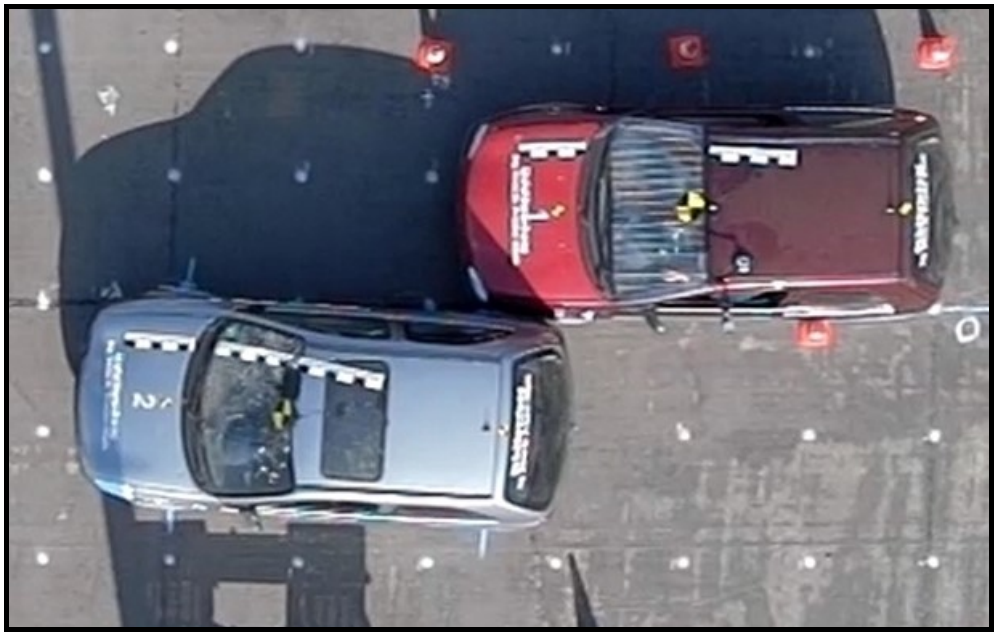
V těchto případech nedochází k charakteristickému otisku tvaru vozidla do vozidla spolukolidujícího. Nevzniká ani zjevné tvarové uspořádání stop a deformací (například otisky dílů nebo částí vozidel). Přesto však problematiku analýzy vzájemnosti deformací vozidel lze využít, budeme-li respektovat základní principy analýzy. V případě, že jsou známa poškození obou vozidel a jsou potvrzena dostatečným množstvím fotodokumentace, lze posuzovat korespondenci poškození vzhledem k tvarům vozidla, které nehodu způsobilo. To znamená, že lze vyloučit poškození, která již na vozidlech byla před nehodou, a nezahrnovat je tak do kalkulací odhadu škody. Nejistoty, které je třeba zvažovat, pak často vedou k neuspokojivým výsledkům ohledně posouzení kompatibility vzniklých poškození a deformací. Nelze totiž v některých případech vyloučit ani dokázat, že určitá poškození vznikla právě při konkrétní dopravní nehodě, jak může být tvrzeno účastníky kolize. [2]

2.2 Závěry podobných prací

2.2.1 Diplomová práce – Schröder „Experimentální výzkum pro rekonstrukci rychlosti srážky u tečných kolizí vozidel podle analýzy poškození a počítačové simulace“ [4]

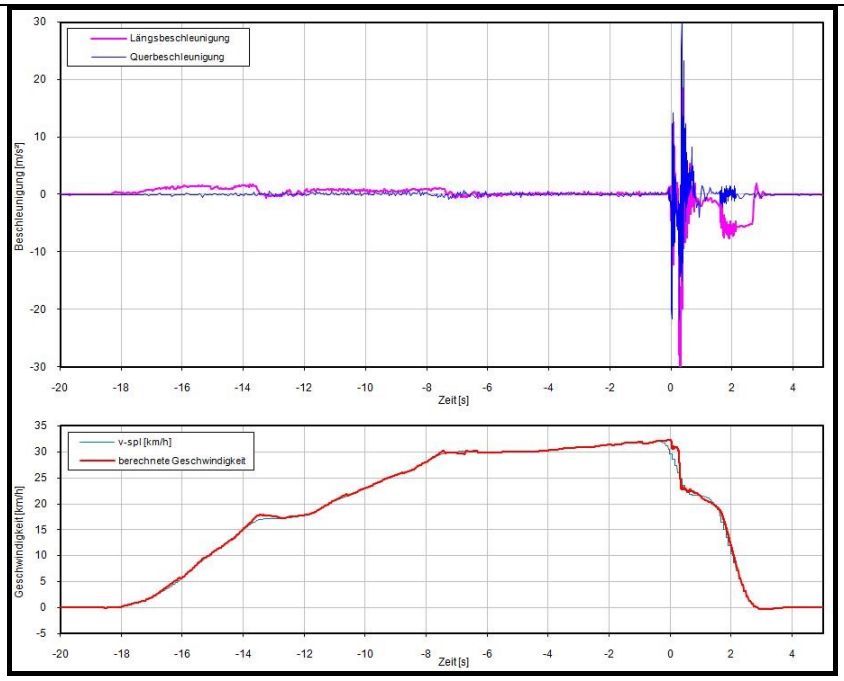
Diplomová práce pana Schrödera se taktéž zabývá tečnými kolizemi, ovšem s diferenčním úhlem kolize mezi vozidly 3°. Výsledkem práce mělo být vyjasnění závislosti rychlosti srážky a vzniklých poškození. [4]

Místo prvotního kontaktu se nacházelo těsně před zadní nápravou tak, aby vzniklo poškození po celé podélné straně vozidla. Hodnoty rychlostí vozidel u jednotlivých měření byly navrženy 10 km/h, 20 km/h, 30 km/h a 45 km/h. Testy byly v době střetu prováděny bez tlaku na věnec volantu a bez působení řidiče na brzdový pedál tak, aby nedošlo k ovlivnění výsledků. [4]



Obr. 1 – Příprava plochy, vodící pruh a nastavení vozidla na úhel 3° [4]
Fig. 1 – Preparation of the surface, guiding line, and setting the vehicle at an angle of 3°

Jedním z mnoha vyhodnocovaných údajů byla analýza podélného a příčného zrychlení vozidel a následně i složky jejich rychlostí (obr. 2). Ze získaných dat pan Schröder určoval jednotlivé fáze pohybu vozidla, fáze střetu (tj. Pre-Crash-Phase, In-Crash-Phase, Post-Crash-Phase) nebo špičky hodnot zrychlení. Zároveň diagram srovnává s tím, co se podle videozáznamů s vozidlem v danou chvíli událo.



Obr. 2 – Ukázka vyhodnocení dat (Překlad: Langbeschleunigung = Podélné zrychlení, Querbeschleunigung = Příčné zrychlení, Berechnete Geschwindigkeit = Vypočítaná rychlost) [4]
Fig. 2 – Sample Data Evaluation (Translate: Langbeschleunigung = longitudinal acceleration, Querbeschleunigung = lateral acceleration, Berechnete Geschwindigkeit = calculated speed)

Na obrázku 3 dole je zaznamenáno poškození narážejícího vozidla. Z jednotlivých obrázků lze rozpoznat rozsah poškození, který je omezen na přední blatník, krajní část nárazníku a levé přední kolo. Na obrázku 3 nahoře je uvedena část fotodokumentace stojícího vozidla. Poškození se vyskytuje po celém boku vozidla, od zadního kola po přední kolo a blatník.

Obr. 3 – Crashtest 1 – poškození stojícího (nahoře) a narážejícího (dole) vozidla [4]
Fig. 3 – Crash Test 1 – Damage to the stationary (top) and moving (bottom) vehicle

Reálné modely se poté pan Schröder pokouší převést do simulačních programů pomocí nejrůznějších modelů od základních až po složitější na bázi metody konečných prvků. [4]

Například metoda Kudlich-Slibar je poměrně jednoduchá metoda, která umožňuje výpočet parametrů post-kolizního pohybu vozidla na základě nekonečně krátkého času srážky a nepřihlíží se k pohybu vozidel během kontaktu. Tato metoda se po aplikaci s naměřenými daty jeví podle Schrödera jako nepoužitelná. Simulace zásadním způsobem neodpovídala reálnému průběhu nehody. [4]

Složitější variantu simulace tečného střetu vozidel představuje síťový model, tzv. „Mesh-model“. Model vozidla je již trojrozměrný a jeho obrysy jsou vykresleny pomocí ploch a uzlů. Sice je možné upravit tuhost jednotlivých oblastí karoserie, ale takový zásah není jednoduchý, protože by musel být celý model vozidla přeprogramován. [4]

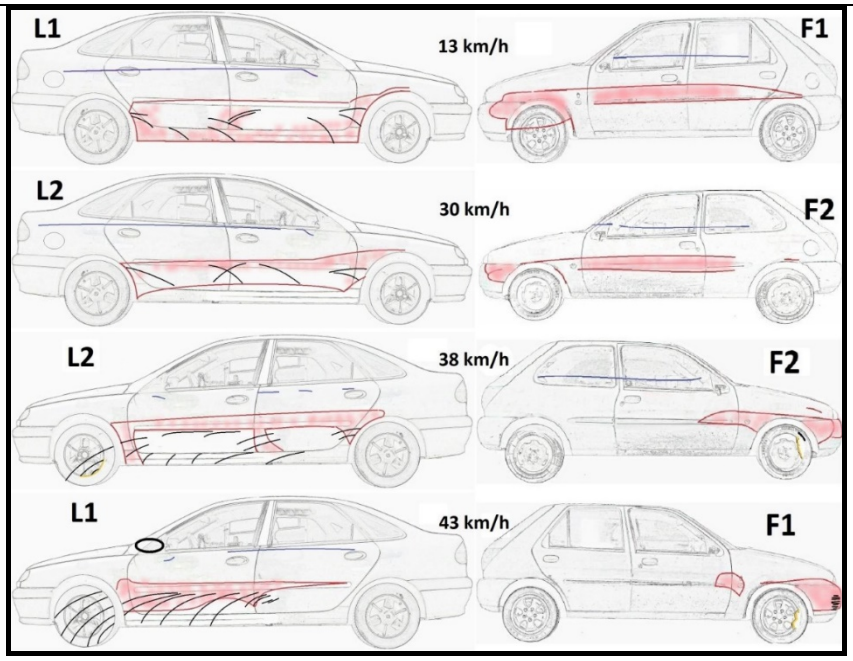
Závěrečným zjištěním práce bylo, že rekonstrukce kolizí nezávisí pouze na rychlosti, ale i na místě prvního nárazu a úhlu vozidel navzájem. Všechny experimenty ukázaly několik společných vlastností. Po prvotním nárazu do míst zadní nápravy následoval boční posun stacionárního vozidla a také zaklesnutí (resp. „zaháknutí“) předních kol v konečné fázi střetu. Zatímco charakteristiky poškození jsou ve všech rychlostech podobné, intenzita poškození byla s rostoucí rychlostí výraznější. Škrábance jsou ve všech experimentech přímé bez rozdílů. Pouze u nejnižší rychlosti byly zaznamenané mírně zvlněné rycí stopy, resp. „škrábance“. Z dat vyplynulo, že zpomalení se během všech nárazových zkoušek pohybovalo od 5,80 ms^{-2} do 7,60 ms^{-2} a rychlosti se snížily o 9 až 12 km/h. Tyto hodnoty mohou podle p. Schrödera odborníci využít při rekonstrukcích podobných nehod. [4]

2.2.2 Závěrečná práce – Bučko „Znalecký experiment, strety bokov vozidiel pod uhlom 5° pri rôznych rýchlostiach“ [5]

Tato diplomová práce systematicky navazuje na předchozí práci pana Schrödera. Podmínky testů jsou téměř shodné, liší se pouze ve střetovém úhlu, který byl zvolen na hodnotě 5° a hodnotách rychlostí 15 km/h, 25 km/h, 35 km/h a 45 km/h.

Obr. 4 – Příprava plochy, vodící pruh a nastavení vozidla na úhel 5° [5]
Fig. 4 – Preparation of the surface, guiding line, and setting the vehicle at an angle of 5°

Vyhodnocení dat spočívalo v detailní analýze poškození jednotlivých vozidel a zavlečení trosek po nárazu. Dále zjištění střetových rychlostí a konečných poloh stojících vozidel. Všechna poškození názorně a velmi přehledně sumarizoval do grafiky na obr. 5. [5]



Obr. 5 – Graficky vyznačená poškození vozidel [5]
Fig. 5 – Graphically marked vehicle damage

Z výzkumu pan Bučko usoudil, že lze získat informace o místu primárního kontaktu, průběhu kolize, charakteristickém poškození na obou vozidlech a vzdálenosti zavlečení trosek. Dále usoudil, že při nižších rychlostech střetu dochází k plošnějším škodám, u vyšších rychlostí se míra poškození zmenšovala a vznikala intenzivnější poškození. [5]

Dalším získaným poznatkem je, že rychlost nárazu není přímo závislá na délce zavlečení trosek. Ani z délky podélného nebo příčného posunutí vozidla nelze usuzovat, že je zde závislost na rychlosti nárazu. Hodnoty posunutí se napříč rychlostmi v podélném směru pohybovaly od 0 do 12 cm, v příčném od 4 do 12 cm u předního kola a u zadního od 0 do 12 cm. [5]

2.2.3 Závěrečná práce – Duscha „Vliv zásahů řidiče do řízení vozidla na charakter vzniklých škod při tečné kolizi dvou osobních vozidel“ [6]

Jako dvě předchozí práce se i tato zabývá tečnými střety vozidel a na základě charakteru jejich poškození usiluje o vyvození závěrů ohledně zásahů řidiče do řízení v případech tohoto typu střetů. Nárazové rychlosti se pohybovaly ve dvou pásmech, 10-15 km/h a 20-25 km/h. Úhel svírající osy vozidla byl variován od 5°, přes 15° do 25° a posledním proměnným parametrem byl zásah řidiče do řízení v době střetu, což mělo za cíl napodobit (resp. simulovat) úmyslné nebo neúmyslné najetí. [6]

Závěrem předmětného výzkumu bylo zjištění, že pokud úhel kolize nepřesahuje úhel 15°, dochází ke skluzu. V případě, že je úhel mezi vozidly větší než 15°, dochází již k větším deformacím vozidel a lze očekávat jejich zaklínění. V závislosti na způsobu provedení zásahu do řízení vznikají rozdílné charaktery průběhu stop. Z videozáznamů vyplynulo, že protiřízením narážejícího vozidla bývá vyvoláno značné příčné klopení stojícího vozidla a tím vzniká vlnovitý průběh stop.

Z délky kontaktního zasažení nelze vyvozovat žádné závěry kvůli nevýrazným délkovým rozdílům. Také na základě hloubek deformací nemohou být vyvozeny žádné závěry, poněvadž hloubka deformace byla nezávislá na provedení zásahu do řízení. Zkoušky se stejnými

parametry a rozdílným zásahem do řízení vykazovaly přibližně stejnou hloubku trvalých deformací. [6]

2.2.4 Závěrečná práce – Zander „Experimentální zkoumání tečných kolizí osobních vozidel za účelem rozlišení reálných dopravních nehod od úmyslně zapříčiněných poškození vozidel pomocí analýzy charakteru poškození vozidel“ [7]

Výzkum navazuje na práci p. Duscheho [6] a zabývá se především vyhodnocením změny pohybových parametrů osobních vozidel při tečném typu najetí. Narážející vozidlo mělo narazit rychlostí kolem 20 km/h pod úhlem kolize 5, 15 respektive 25°. Dalším variabilním parametrem zkoušek byl vliv zásahu do řízení.

U zkoušek bez provedení předkolizního zásahu do řízení se potvrdil předpoklad, že hodnoty zrychlení během kolize dosahují značně nižší úrovně, než je tomu u těch, u kterých byl během kontaktu proveden zásah do řízení. [7]

U případů s protiřízením a s natočeným věncem do přímého směru jízdy před kolizí lze vyvodit z naměřených dat několik závěrů. Pokud podélné nebo příčné zrychlení přesahuje hodnotu 15 ms^{-2}, je možno usoudit, že bylo provedeno protiřízení během kolize. Zaklínění vozidel nebylo u žádné z nárazových zkoušek zjištěno v případě, že řidič během testu vědomě působil na věnec volantu ve směru proti karoserii stojícího vozidla. [7]

3 VLASTNÍ NÁRAZOVÉ ZKOUŠKY

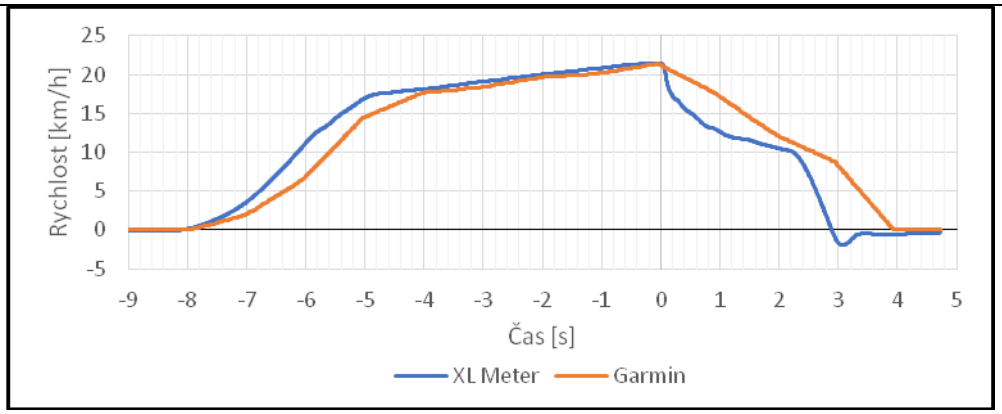
3.1 Experimentální postup

Bod prvního kontaktu vozidel byl zvolen tak, aby nedošlo k zavlečení (resp. „zaháknutí“) vozidel do sebe hned na počátku plánovaného tečného typu kolize. Místo prvního kontaktu vozidel se tedy nacházelo v oblasti těsně před zadní nápravou naráženého (stojícího) vozidla. Celkem byly provedeny čtyři nárazové zkoušky zaměřené na tečné střety. Úhel podélných os vozidel svírající 8° byl v každé zkoušce neměnný stejně jako místo primárního kontaktu. Proměnné byly pouze rychlosti, které byly variovány od 10 km/h do 40 km/h.

3.2 Analýza dat

3.2.1 Nárazová zkouška č. 1

Rychlost narážejícího vozidla Ford Fiesta byla vypočtena z podélného zrychlení zaznamenaného XL Metrem v okamžiku těsně před střetem. Ta nabyla hodnoty 21,34 km/h (= 5,94 m/s). K ověření správného výpočtu rychlosti bylo využito importovaných dat rychlostí z videozáznamu kamery Garmin. Hodnota předstřetové rychlosti se zastavila na 21,2 km/h (= 5,89 m/s).



Graf 1 – Porovnání rychlostí Fordu Fiesta získané z XL Metru a z videozáznamu Garmin
Graph 1 – Comparison of Ford Fiesta speeds obtained from XL Meter and Garmin Video recording

Na narážejícím vozidle bylo jasně rozpoznatelné poškození v oblasti levého předního blatníku. Dále méně výraznější poškození se nacházelo i na dveřích řidiče, zadních dveřích a na zadním blatníku. Avšak stojící vozidlo je poškozeno po téměř celé délce pravé strany. To je výsledkem dvou posuvných procesů. Prvním z nich byl poškozen pravý zadní blatník s pravým zadním kolem vozidla Renault Laguna. Po kontaktu kol kolidujících vozidel se tato od sebe oddělila a po několika desetinách sekund se opět střetla. Proto dřecí stopa pokračuje opět od oblasti pravých předních dveří vozidla Renault po pravý přední blatník, kde končí.

Obr. 7 – Poškození nárazového vozidla z experimentu 1
Fig. 7 – Damage to the impact vehicle from experiment 1

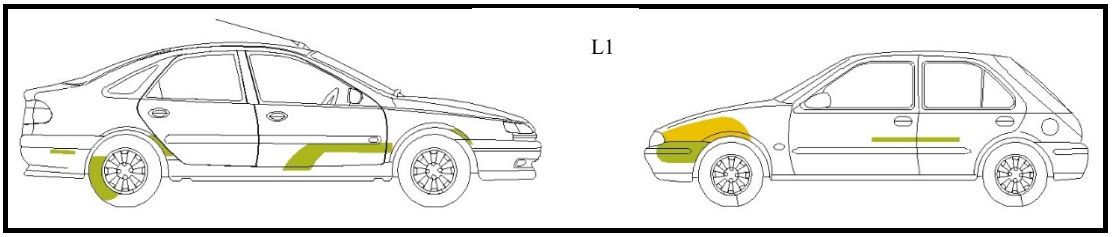
Lze také předpokládat, že po zaháknutí levého předního kola narážejícího vozidla Ford Fiesta se zadním kolem vozidla Renault Laguna byla výrazně poškozena geometrie obou náprav působením velkých kontaktních sil.

Obr. 8 – Poškození stojícího vozidla z experimentu 1
Fig. 8 – Damage to the stationary vehicle from experiment 1

Obrázek 8 ukazuje poškození stojícího vozidla Renault Laguna. Lze na něm jasně rozpoznat markantní stopy na zadním kole od pneumatiky narážejícího vozidla. Na poškození vozidla Renault Laguna nelze pozorovat jakékoliv zvlnění dřecích stop. V závěrech diplomové práce pana Schrödera [4] bylo konstatováno, že přímé dřecí stopy vznikají při diferenčních rychlostech vyšších, než je 50 km/h. Tento závěr však provedený experiment 1 nepotvrzuje.

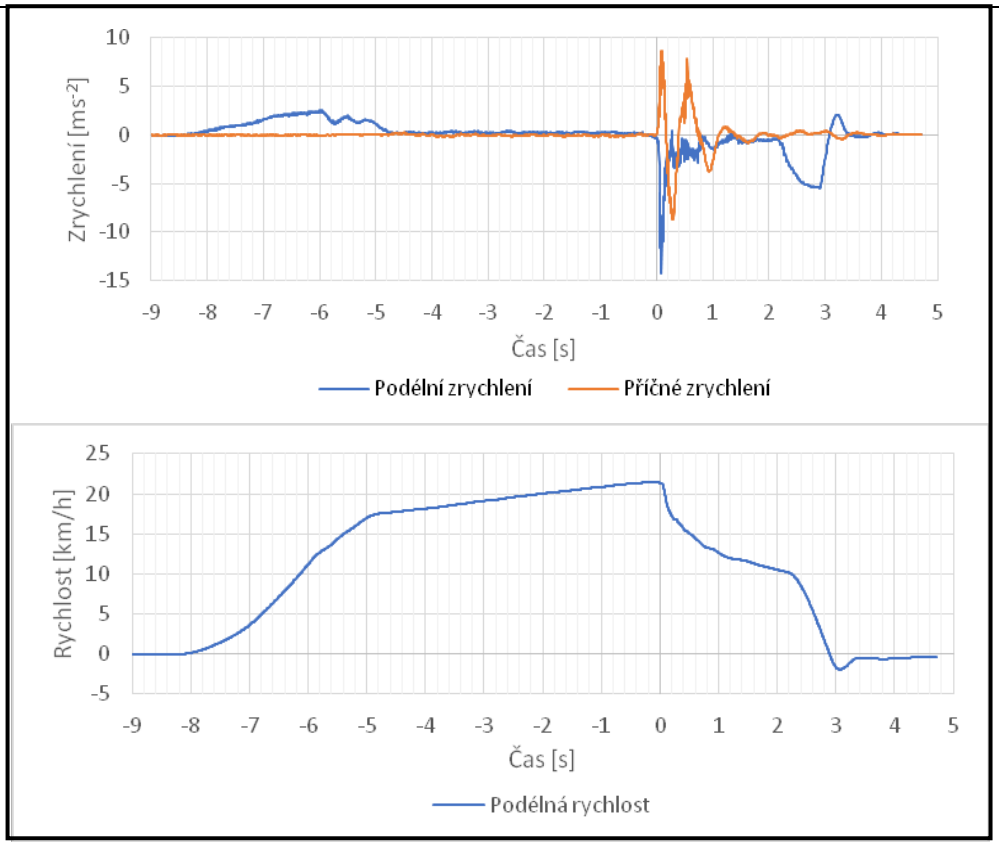
Největší oblast poškození u narážejícího vozidla je v přední části vozu na předním blatníku. Zde se poškození vyskytuje ve výšce od 388 mm do 676 mm. U stojícího vozidla se poškození v zadní části vozu nachází od 436 mm do 671 mm.

Pro přesnější kvalifikaci rozsahu a hloubek poškození byly zvoleny tři kategorie, zelená, žlutá a červená. Zelená kategorie značí hloubku poškození menší než 5 mm, žlutá poškození od 5 mm do 20 mm a červená nad 20 mm. Toto grafické vyjádření na obrázku 9 zvýrazňuje korespondenci poškození a jeho rozsah.



Obr. 9 – Rozsah poškození vozidel u nárazové zkoušky 1
Fig. 9 – Extent of vehicle damage from experiment 1

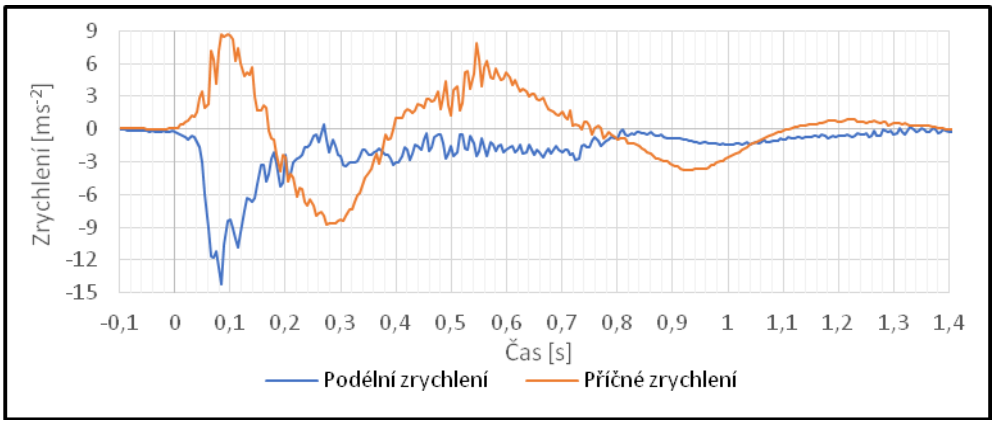
Dále jsou uvedeny vypočtené hodnoty pro grafické znázornění průběhu podélného, příčného zrychlení a také je uveden průběh rychlosti u vozidla Ford Fiesta v testu 1 (graf 2).



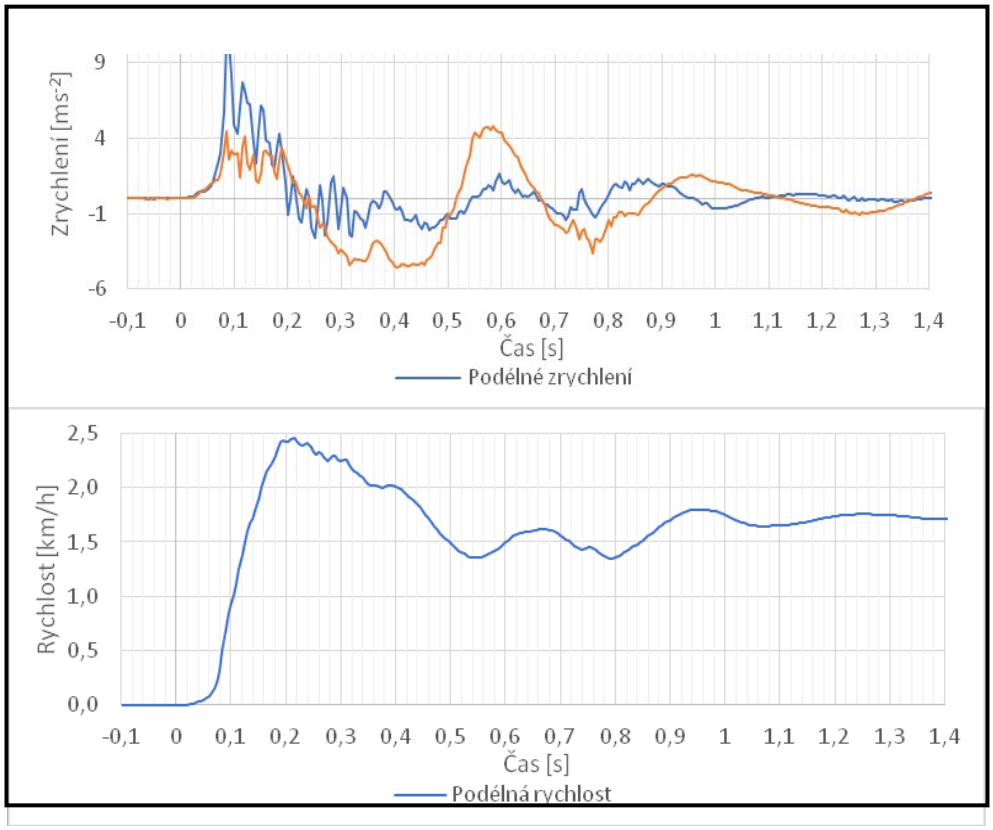
Graf 2 – Průběh zrychlení a rychlosti Fordu Fiesta v testu 1
Graph 2 – Acceleration and speed curves of the Ford Fiesta in test 1

Z grafu 2 dole jsou dobře vidět tři hlavní části testu, zrychlení, kolize a výběh, který zahrnuje zpomalení až do zastavení. Ve fázi Pre-Crash-Phase probíhá agresivnější zrychlování z nulové rychlosti a plynule přechází v mírně stoupající křivku, která odpovídá mírnému zrychlování až do rychlosti těsně před střetem.

Poté následuje impaktní proces, který je charakterizován silnými výkyvy zrychlení, což má za následek snížení rychlosti. Na diagramu 3 jsou v detailním pohledu znázorněna podélná i příčná zrychlení ve fázi In-Crash-Phase (tj. v průběhu srážky). Po 0,100 s po střetu dosahují zpomalení nejvyšších hodnot. Při porovnání s videozáznamem můžeme pozorovat začátek zaklesnutí kol vozidel. Bezprostředně poté následuje Post-Crash-Phase (graf 3).



Graf 3 – Složky zrychlení Fordu Fiesta – test 1
Graph 3 – Acceleration sequences of the Ford Fiesta – test 1



Graf 4 – Složky zrychlení vozidla Renault Laguna – test 1
Graph 4 – Acceleration sequences of the Renaultu Laguna – test 1

Na diagramech výše (graf 4) je znázorněný průběh obou složek zrychlení a rychlosti vozidla Renault Laguna. Po střetu se rychlost vozidla zvýšila o 2,4 km/h. Následné chování křivky může být zapříčiněno vychýlením měřícího přístroje z vodorovné hladiny.

Následující tabulka uvádí všechna důležitá charakteristická data vypočtená z XL Metru.

Tab. 1 – Charakteristické hodnoty z experimentu 1 vypočtené z XL Metru
Tbl. 1 – Characteristic values from experiment 1 calculated from the XL Meter

Nárazový děj	**Symbol**	**Narážející vozidlo**	**Stojící vozidlo**	**Jednotka**
Doba In-Crash-Phase	t_{ICP}	1,54	1,54	s
Předstřetová rychlost	$v_{před}$	21,3	0	km/h
Postřetová rychlost	v_{po}	11,5	1,8	km/h
Změna rychlosti	Δv	-9,8	1,8	km/h
Střední podélné zrychlení	a_x	-1,15	0,08	ms^{-2}
Maximální podélné zrychlení	$a_{x,\,max}$	0,43	10,56	ms^{-2}
Minimální podélné zrychlení	$a_{x,\,min}$	-14,27	-2,64	ms^{-2}

Nárazový děj	Symbol	Narážející vozidlo	Stojící vozidlo	Jednotka
Střední příčné zrychlení	a_y	0,16	0,02	ms^{-2}
Maximální příčné zrychlení	$a_{y,\,max}$	8,73	4,79	ms^{-2}
Minimální příčné zrychlení	$a_{y,\,min}$	-8,74	-4,53	ms^{-2}

Data uvedená v tabulce 1 by měla napomoci rekonstrukci podobného případu z praxe. U diferenční rychlosti 21,3 km/h bylo narážející vozidlo zpomaleno o $\Delta v_{F2} = -2{,}0\frac{km}{h}$, stojící bylo naopak urychleno o $\Delta v_{L1} = 0{,}9\frac{km}{h}$. Další důležité hodnoty jsou střední podélná zrychlení, která byla naměřena u narážejícího vozidla $a_{xF2} = -1{,}11\ ms^{-2}$, u stojícího vozidla bylo $a_{xL1} = 0{,}7\ ms^{-2}$.

3.2.2 Nárazová zkouška č. 2

Při druhém experimentu činila předstřetová hodnota rychlosti narážejícího vozidla 14,9 km/h.

Obr. 10 – Poškození nárazového vozidla u experimentu číslo 2
Fig. 10 – Damage to the impact vehicle from experiment 2

Porovnáním poškození vozidla Ford Fiesta z experimentu 1 a 2 můžeme jasně vidět jisté podobnosti. Narážející vozidlo je nejvýznamněji poškozeno v pravé přední části a dále mírněji poškozeno v oblasti dveří. Stojící vozidlo je však poškozeno od oblasti levého zadního kola až po levé přední kolo. Rozsah poškození vozidla v tomto experimentu je však vyšší. To je dáno místem prvotního kontaktu, které bylo v tomto případě až za zadním kolem vozidla Renault Laguna.

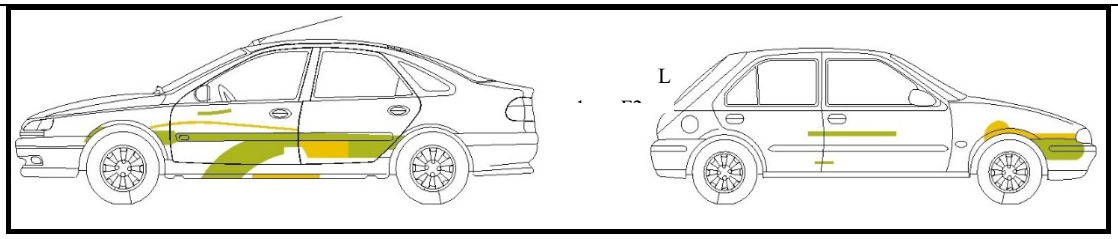
Obr. 11 – Poškození stojícího vozidla z experimentu 2
Fig. 11 – Damage to the static vehicle from experiment 2

Na nich je ohraničená oblast od začátku poškození po jeho konec. Největší rozsah poškození se podobně jako u experimentu 1 opakuje v oblasti přední části vozu. U stojícího vozidla se výškový rozsah poškození pohybuje od 227 mm do 617 mm. U narážejícího vozidla činí rozsah výšek poškození od 289 mm do 676 mm.

Poškození stojícího vozidla v oblasti zadního blatníku rozměrově odpovídá hraně podběhu kola narážejícího vozidla. Je možné, že již v tento okamžik v průběhu střetu došlo k vytvoření ostrých hran, které způsobily značná poškození v následujících kontaktních fází kolize.

Výrazné dřecí stopy na prahu stojícího vozidla jsou způsobeny kontaktem s diskem kola narážejícího vozidla. Potvrzuje to i nález otěru barvy a laku na plechovém disku narážejícího vozidla. Zaoblené stopy na levých předních dveřích značí kontakt karoserie s kolem narážejícího vozidla. Dále by mohla uvolněná padající ochranná plastová lišta ve fázi In-Crash-Phase zapříčinit malou dřecí stopu na narážejícím vozidle, která se nachází v oblasti B sloupku v dolní polovině bočních dveří. Poškození nacházející se na stojícím vozidle na blatníku je zapříčiněno předním nárazníkem narážejícího vozidla. Tomu by odpovídal přibližně i výškový rozdíl mezi vrchní hranou nárazníku a vrchní hranou podběhu kola narážejícího vozidla. Nejvýraznějším poškozením na stojícím vozidle je výrazná rýha táhnoucí se od středu vozidla až k levému přednímu kolu. Ta byla způsobena ostrou hranou, která se nachází nad pravým předním kolem na blatníku narážejícího vozidla. Navíc se tvar stopy podobá části sinusoidy. Podle [3] by se mohlo jednat o projev vlastní frekvence příčného klopení stojícího vozidla.

Na obrázku 12 jsou vidět graficky naznačené rozsahy poškození na karoseriích vozidel.

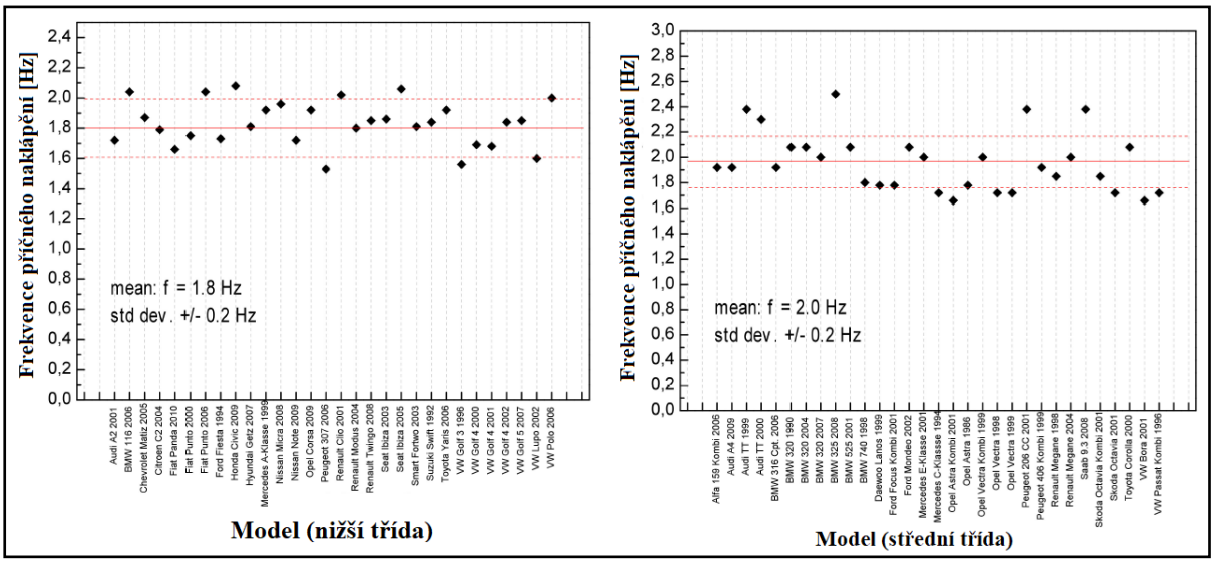


Obr. 12 – Rozsah poškození vozidel u nárazové zkoušky 2
Fig. 12 – Extent of vehicle damage from experiment 2

Při tečných kolizích často můžeme rozpoznat viditelnou dřecí stopu s charakterem sinusoidy (obr. 13). Tato je způsobena vlastní frekvencí příčného klopení karoserie. Podle zjištění z měření vlastní frekvence několika desítek vozidel spoluautorů M. Becke, S. Werner, T. Hoger se tyto frekvence pohybuje od 1,8 – 2,2 Hz. Dále je potřeba znát takovou délku rycí stopy, která bude odpovídat celé nebo alespoň části fáze harmonického kyvu (tj. poloviny nebo čtvrtiny kyvu). Podle těchto hodnot je dále možno vypočítat střetovou rychlost narážejícího vozidla s dostatečnou přesností. [3]

Obr. 13 – Ukázka vlnovitého průběhu rycích stop na boku zaparkovaného vozidla [3]
Fig. 13 – Example of wavy scratch marks on the side of a parked vehicle

Z měření vlastních frekvencí různých automobilů autorů zmíněných v této kapitole výše vznikly grafy, které znázorňují naměřenou frekvenci každého vozidla. Na obr. 14 vlevo je graf vozidel nižší třídy, které mají frekvenci příčného kmitání 1,8 ± 0,2 Hz. Na obr. 14 vpravo je graf vozidel kategorie střední třídy, jejichž frekvence se pohybuje 2,0 ± 0,2 Hz. [3]

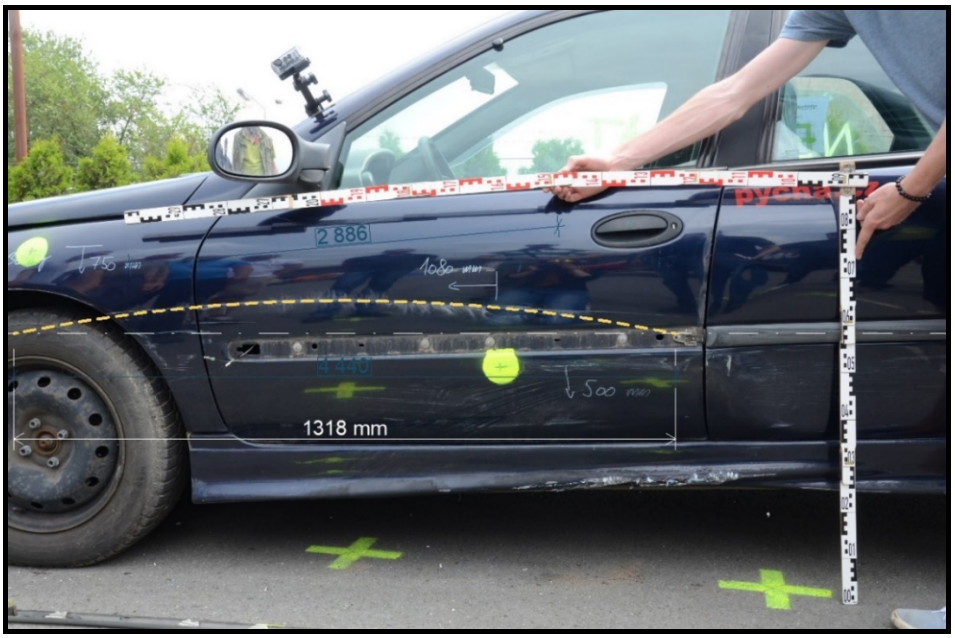


Obr. 14 – Frekvence příčného naklápění karoserie podle modelu v nižší třídě (vlevo) a střední třídě (vpravo) [3]

Fig. 14 – Frequency of lateral body roll according to model in the lower class (left) and middle class (right)

Čím menší je délka rycí stopy, tím je výsledná rychlost méně přesná. Proto je nejvhodnější použití metody u delších sinusoidních rycích stop. [3]

Z obr. 14 vlevo byla získána hodnota frekvence příčného klopení podobného vozu Ford Fiesta z roku 1994 $f_{F2} = 1{,}75\ Hz$. Z obr. 14 vpravo bylo zvoleno srovnatelné vozidlo Renault Megane 1998 s frekvencí příčného klopení $f_{L1} = 1{,}90\ Hz$. Rýha se vyskytuje na vozidle Renault Laguna, tudíž je třeba použít frekvenci právě tohoto vozidla. Délka poloviny kyvu vozidla byla změřena z obrázku 15 a zvýrazněna žlutou přerušovanou čarou. Hodnota činí $s_{EXP2} = 1{,}318\ m$. Jelikož se v tomto případě jedná o polovinu celého kyvu, je třeba použít koeficient $k_{EXP2} = 0{,}5$.



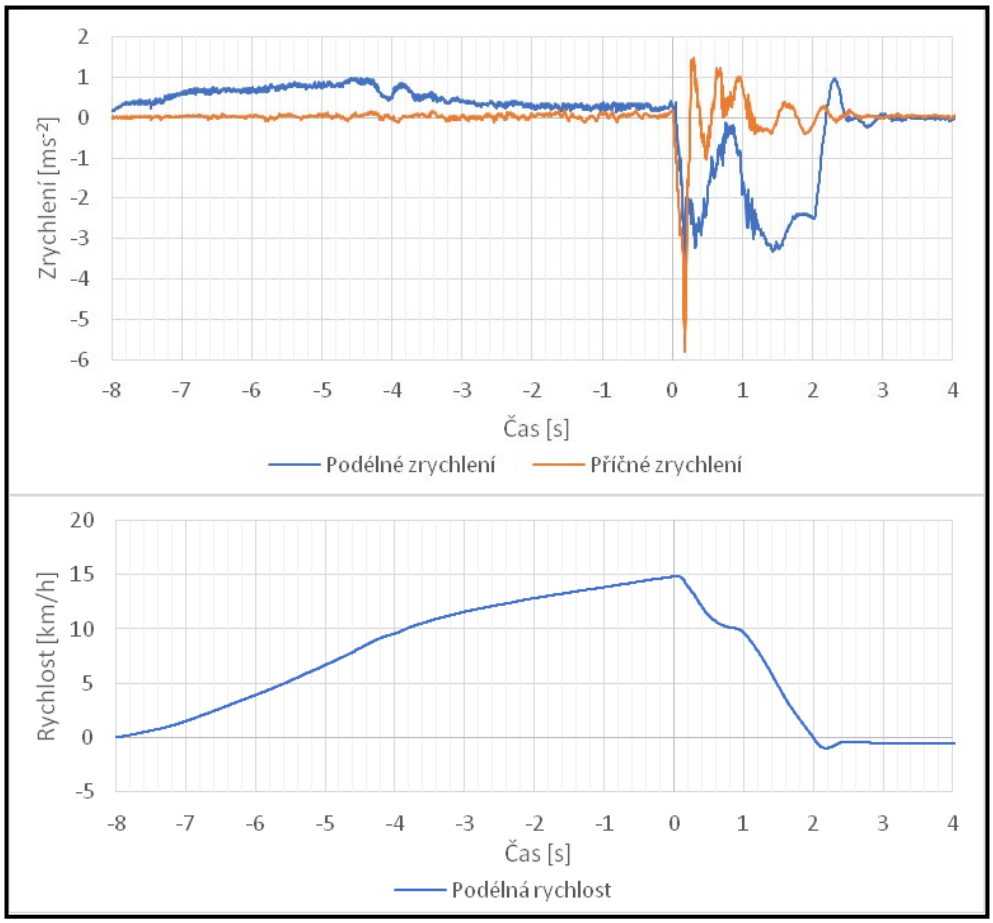
Obr. 15 – Délka dřecí stopy
Fig. 15 – Length of the scratch mark

Necelá část sinusoidy byla vhodně aproximována tak, aby bylo možné změřit polovinu kyvu a zpřesnit tak výpočet rychlosti.

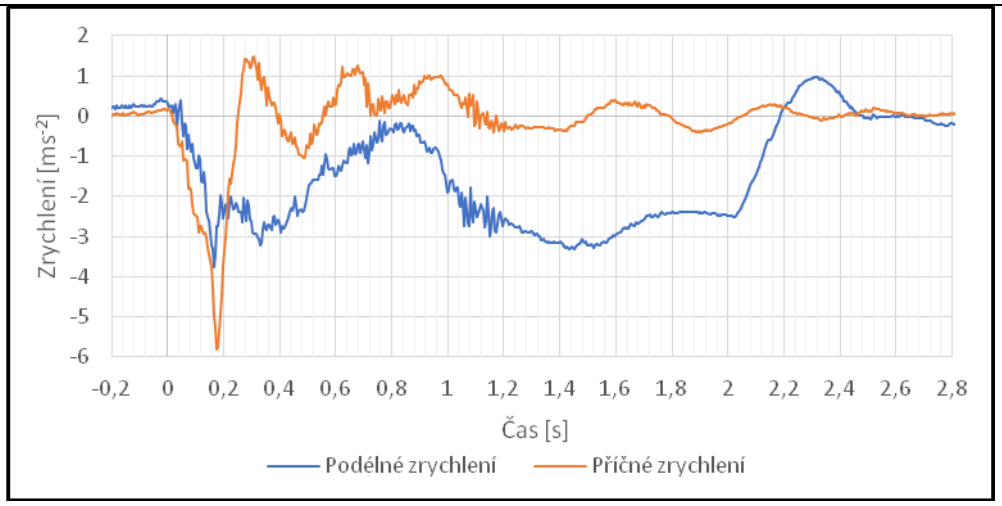
$$t_{EXP_2} = k_{EXP_2} * \frac{1}{f_{L_1}} = 0{,}5 * \frac{1}{1{,}90\ Hz} = 0{,}263\ s \qquad \text{Rovnice 1}$$

$$v_{EXP_2} = \frac{s_{EXP_2}}{t_{EXP_2}} = \frac{1{,}318\ m}{0{.}263\ s} = 5{,}01\ ms^{-1} = 18{,}0\ \frac{km}{h} \qquad \text{Rovnice 2}$$

Metoda určení diferenční rychlosti mezi dvěma vozidly se ukázala v tomto případě jako spolehlivá a správná. Rozdíl mezi vypočítanou hodnotou (18,0 km/h) podle [3] a naměřenou (14,9 km/h) je 3,1 km/h.



Graf 5 – Křivky zrychlení a rychlosti Fordu Fiesta v testu 2
Graph 5 – Acceleration and speed curves of the Ford Fiesta in test 2

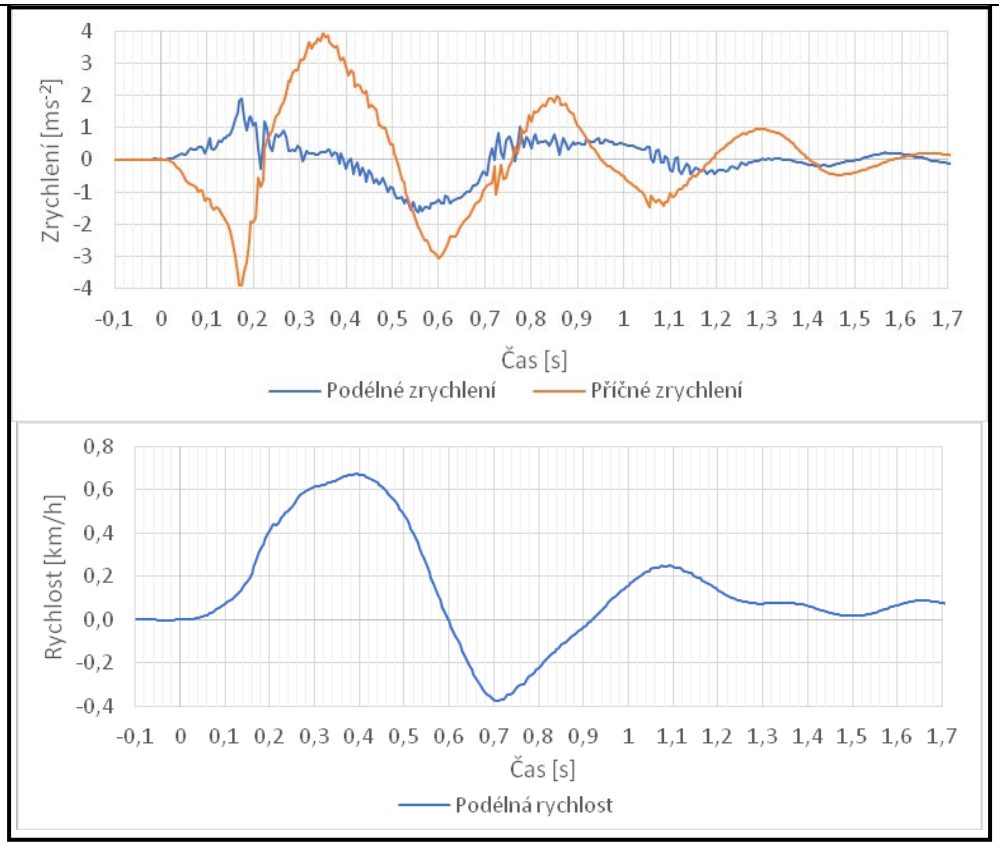


Graf 6 – Složky zrychlení Fordu Fiesta – test 2
Graph 6 – Acceleration sequences of the Ford Fiesta – test 2

Výsledky hodnocení druhého měření, které jsou vyobrazeny v grafech 5 a 6, přibližně odpovídají průběhu nárazové zkoušky 1. Rozdílem mezi druhým a prvním experimentem je délka In-Crash-Phase. Ta v prvním případě činila přibližně 1,50 s, v druhém případě tato fáze trvá 2,00 s. Jednak je to dáno nižší rychlostí o 6,5 km/h, ale i tím, že narážející vozidlo v průběhu fáze zcela zastavilo (obr. 16). Důvodem je nedodržení předepsaného postupu řidičem. Ten v čase 0,950 s začíná brzdit brzdovým pedálem, což potvrdil videozáznam, kdy se rozsvítilo brzdové světlo. Důsledkem tohoto konání je zvýšené zpomalení, respektive snížené zrychlení, v grafu 6 od 1,00 s po střetu a zároveň konstantní snížení rychlosti v grafu 5 do stavu klidu. Při porovnání podélného zrychlení je patrné, že u experimentu 1 je výrazně nižší než u experimentu 2 (o 10,5 ms^{-2}).

Obr. 16 – Konečná poloha vozidel
Fig. 16 – Final position of the vehicles

U druhého experimentu u stojícího vozidla můžeme na rozdíl od toho prvního pozorovat nižší hodnoty jak zrychlení, tak i rychlosti (graf 7). Důvod je opět stejný, příčinou je rozdílný průběh nárazu hlavně na začátku dřecí fáze, kde nedošlo k zaklesnutí kol vozidel. Proto nebyla rychlost Renaultu Laguna v druhém experimentu tak vysoká jako v prvním.



Graf 7 – Složky zrychlení Renaultu Laguna – test 2
Graph 7 – Acceleration sequences of the Renault Laguna – test 2

Následující tabulka uvádí všechna důležitá charakteristická data vypočtená z XL Metru.

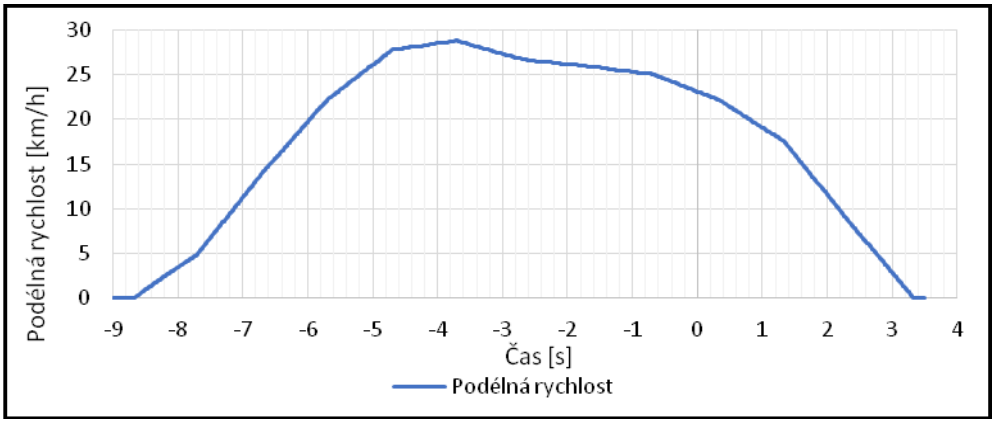
Tab. 2 – Charakt. hodnoty z experimentu 2
Tbl. 2 – Characteristic values from experim. 2

Nárazový děj	Symbol	Narážející vozidlo	Stojící vozidlo	Jednotka
Doba In-Crash-Phase	t_{ICP}	1,96	1,96	s
Předstřetová rychlost	$v_{před}$	14,9	0	km/h
Postřetová rychlost	v_{po}	0,3	0,05	km/h
Změna rychlosti	Δv	-14,6	0,05	km/h
Střední podélné zrychlení	a_x	-2,40	-0,04	ms^{-2}
Maximální podélné zrychlení	$a_{x,\,max}$	0,39	3,93	ms^{-2}
Minimální podélné zrychlení	$a_{x,\,min}$	-3,77	-3,93	ms^{-2}
Střední příčné zrychlení	a_y	0,02	0,03	ms^{-2}
Maximální příčné zrychlení	$a_{y,\,max}$	1,48	1,91	ms^{-2}
Minimální příčné zrychlení	$a_{y,\,min}$	-5,82	-1,62	ms^{-2}

Podélné zpomalení ve fázi In-Crash-Phase bylo naměřeno v této zkoušce u narážejícího vozidla $a_{xF2} = -2{,}40\ ms^{-2}$, u stojícího $a_{xL1} = -0{,}04\ ms^{-2}$. Diferenční rychlost byla 14,9 km/h a rychlost se změnila u Fordu Fiesta o $\Delta v_{F2} = -14{,}6\frac{km}{h}$, u stojícího vozidla Renault Laguna se změnila o $\Delta v_{L1} = 0{,}05\frac{km}{h}$.

3.2.3 Nárazová zkouška č. 3

Při třetím experimentu došlo k chybnému měření dat z XL Metru narážejícího vozidla Škoda Felicia. Proto byla rychlost převzata z dat kamery Garmin. Přesné zrychlení však již zjistitelné jiným způsobem nebylo možné. Hodnocení zkoušky bude spočívat pouze na datech ze stojícího vozidla Peugeot 406 a z porovnání poškození. Z grafu 8 lze po synchronizaci s videozáznamy určit předstřetovou rychlost Škody Felicia, která se zastavila na hodnotě 23,1 km/h.



Graf 8 – Graf rychlosti Škody Felicia u experimentu 3
Graph 8 – Speed graph of Škoda Felicia from experiment 3

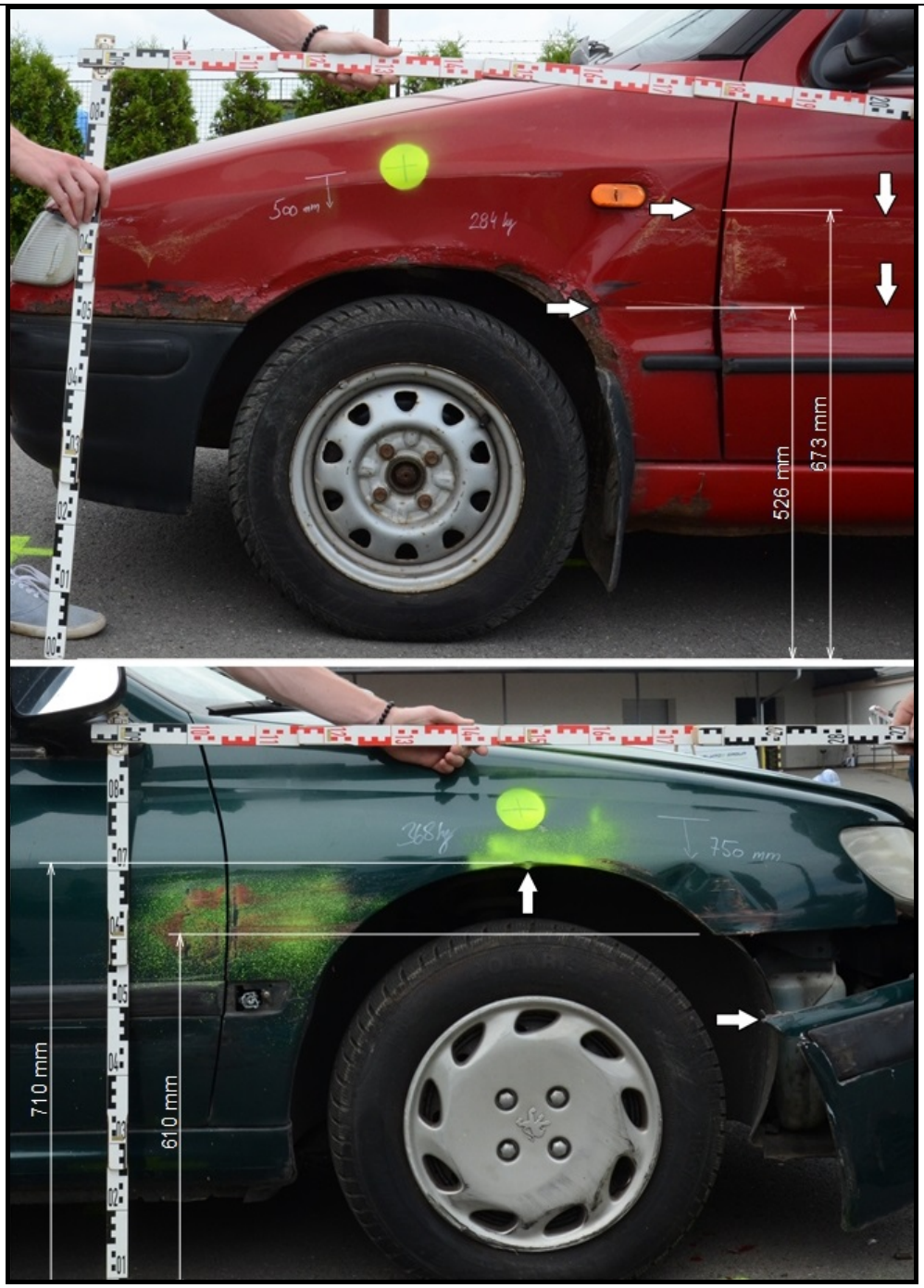
Následující obrázek 17 ukazuje poškození narážejícího vozidla. Dřecí stopy se již nevyskytují zejména v přední části vozu, ale vyskytují se již po celé délce vozidla Škoda Felicia. Nejrozsáhleji poškozeným dílem je stále levý přední blatník. Větší poškození mohou být způsobena pokročilou korozí na plechových dílech karoserie.

Obr. 17 – Poškození narážejícího vozidla u experimentu číslo 3
Fig. 17 – Damage to the impact vehicle from experiment 3

Obr. 18 – Poškození stojícího vozidla u experimentu 3
Fig. 18 – Damage to the static vehicle from experiment 3

Po celé délce vozidla Peugeot 406 je možné spatřit výrazné množství zanechaného červeného laku Škody Felicia. Na rozdíl od předchozích nárazových zkoušek se tato vyznačuje především mírou poškození na narážejícím vozidle. U předchozích pokusů se poškození koncentrovalo převážně do přední části vozidla. U pokusu č. 3 se poškození nachází po celé délce boku s tím, že nejhlubší poškození se charakteristicky nachází na předním blatníku.

Táhlé a konstantní poškození Peugeot 406 odpovídá jak výškově, tak i přibližně rozměrově bočnímu směrovému světlu umístěnému na Škodě Felicia na předním blatníku za nápravou.



Obr. 19 – Korespondence poškození vozidel Škoda Felicia a Peugeot 406
Fig. 19 – Correspondence of damage to Škoda Felicia and Peugeot 406

Výškový rozdíl u horní dřecí stopy (37 mm) je zapříčiněn příčným klopením stojícího vozidla. U spodní dřecí stopy činí výškový rozdíl 84 mm. To je pravděpodobně dáno tím, že roh předního nárazníku se ihned po kontaktu vytrhl z uchycení a vlivem deformace se zkroutil směrem dolů.

Spodní dřecí stopa však pravděpodobně nevznikala kyvem vozidla, ale deformací plastového dílu, proto je výpočet podle [3] nepoužitelný. Jiný případ však nastává u rýhy umístěné výše.

Zde by se jako v případě nárazové zkoušky č. 2 mohlo jednat o vlastní frekvenci příčného klopení.

Z obr. 14 byla stejně jako v předchozím případě získána hodnota frekvence příčného klopení podobného a srovnatelného vozu jako je Škoda Felicia. Tím byl zvolen Volkswagen Golf MK3 z roku 1996 s vlastní frekvencí klopení $f_{F1} = 1{,}55\ Hz$. Délka poloviny kyvu vozidla byla změřena z obrázku 20 a zvýrazněna žlutou přerušovanou čarou. Hodnota činí $s_{EXP3} = 2{,}123\ m$. Jelikož se v tomto případě jedná o polovinu celého kyvu, koeficient nabývá hodnoty $k_{EXP3} = 0{,}5$.

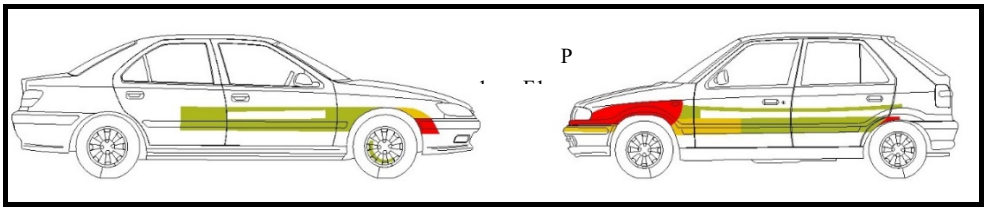
Obr. 20 – Délka dřecí stopy
Fig. 20 – Length of the scratch mark

$$t_{EXP3} = k_{EXP3} * \frac{1}{f_{F1}} = 0{,}5 * \frac{1}{1{,}55\ Hz} = 0{,}323\ s \qquad \text{Rovnice 3}$$

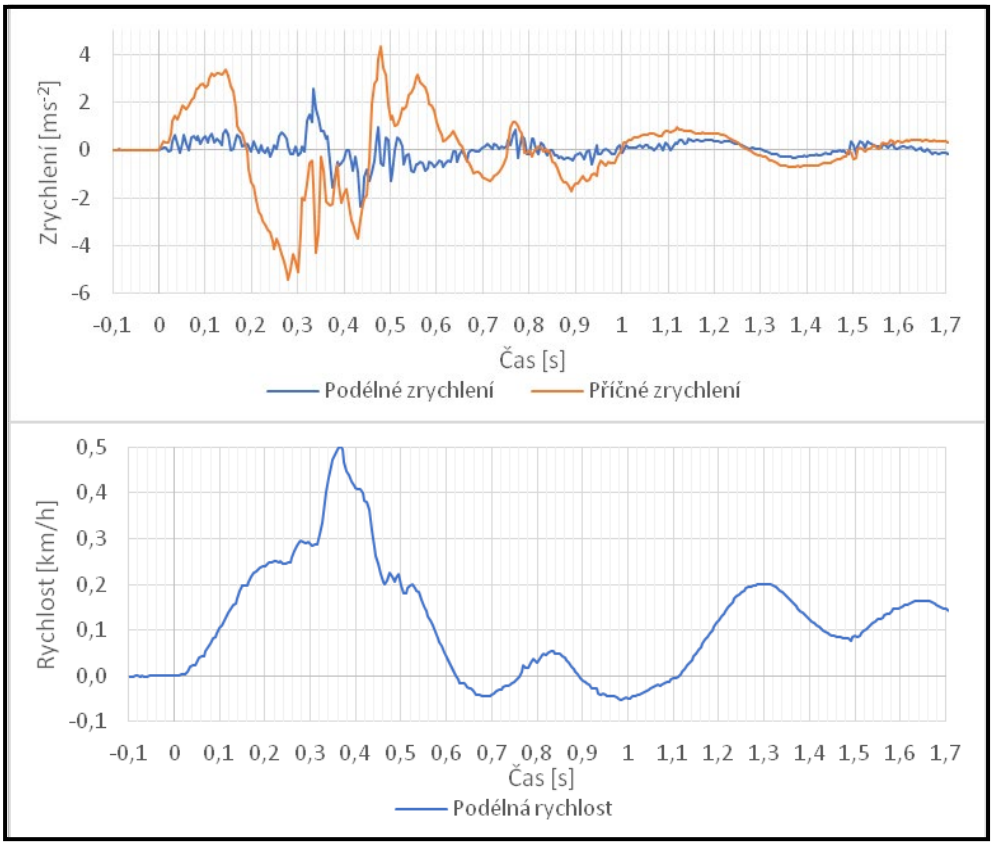
$$v_{EXP3} = \frac{s_{EXP3}}{t_{EXP3}} = \frac{2{,}123\ m}{0{,}323\ s} = 6{,}57\ ms^{-1} = 23{,}7\ \frac{km}{h} \qquad \text{Rovnice 4}$$

Rozdíl mezi rychlostí vypočtenou (23,7 km/h) a naměřenou (23,1 km/h) činí jen 0,6 km/h.

Ostatní poškození nemají žádný charakteristický tvar, který by odpovídal tvaru nebo poškození druhého vozidla. Graficky zpracované poškození je znázorněno na obr. 42.



Obr. 21 – Rozsah poškození vozidel u nárazové zkoušky 3
Fig. 21 – Extent of vehicle damage in experiment 3



Graf 9 – Složky zrychlení Peugeot 406 – test 3
Graph 9 – Acceleration sequences Peugeot 406 – test 3

V čase 0,33 s po primárním kontaktu se dostávají do kontaktu obě přední kola vozidel a začíná mezi nimi vznikat velké silové působení. V tomto okamžiku také vznikají dvě hluboké a téměř identické rýhy po celém boku narážejícího vozu. Ty lze spatřit od prostoru těsně za přední nápravou a pokračující přes přední a zadní dveře až nad zadní nápravu. Příčné zrychlení stejně jako u předchozích dvou měření nápadně připomíná tlumenou sinusoidu.

Následující tabulka uvádí všechna důležitá charakteristická data vypočtená z XL Metru.

Nárazový děj	**Symbol**	**Narážející vozidlo**	**Stojící vozidlo**	**Jednotka**
Doba In-Crash-Phase	t_{ICP}	0,83	0,83	s
Předstřetová rychlost	$v_{před}$	23,1	0	km/h
Postřetová rychlost	v_{po}	19,9	0,1	km/h
Změna rychlosti	Δv	-3,2	0,1	km/h
Střední podélné zrychlení	a_x	-	0,17	ms^{-2}
Maximální podélné zrychlení	$a_{x,\,max}$	-	4,33	ms^{-2}

Minimální podélné zrychlení	$a_{x,\,min}$	-	-5,38	ms^{-2}
Střední příčné zrychlení	a_y	-	0,05	ms^{-2}
Maximální příčné zrychlení	$a_{y,\,max}$	-	2,53	ms^{-2}
Minimální příčné zrychlení	$a_{y,\,min}$	-	-2,37	ms^{-2}

Tab. 3 – Charakteristické hodnoty z experimentu 3
Tbl. 3 – Characteristic values from experiment 3

Podélné zpomalení ve fázi In-Crash-Phase bylo naměřeno v této zkoušce u stojícího vozidla $a_{xP1} = -0{,}04\ ms^{-2}$. Diferenční rychlost činila 23,1 km/h a rychlost se změnila u Škody Felicia o $\Delta v_{F1} = -0{,}4\frac{km}{h}$, u stojícího vozidla Peugeot 406 se změnila o $\Delta v_{P1} = 0{,}2\frac{km}{h}$.

3.2.4 Nárazová zkouška č. 4

U experimentu číslo 4 byla změřena rychlost narážejícího vozidla 37,8 km/h. Náhled na poškození je vidět na následujícím obrázku.

Obr. 22 – Poškození nárazového vozidla z experimentu číslo 4
Fig. 22 – Damage to the impact vehicle from experiment 4

U posledního testu byl vůz Škoda Felicia poškozen pouze v přední části vozu. Nachází se převážně na předním blatníku a na kole včetně jeho zavěšení. Z obrázku 22 je jasně vidět, že je přední kolo vychýleno ze své původní osy směrem dozadu. Lze tedy předpokládat značnou výchylku geometrie náprav obou vozidel. Došlo také k deformaci plechového ráfku, což bylo příčinou úniku vzduchu. Drobné poškození je i na přední hraně předních dveří.

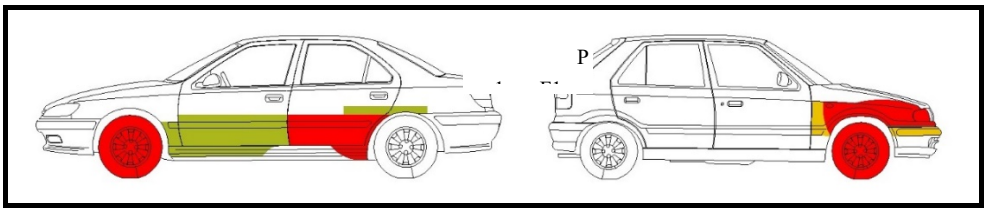
Obr. 23 – Poškození stojícího vozidla z experimentu 4
Fig. 23 – Damage to a static vehicle from experiment 4

U vozidla Peugeot 406 došlo po primárním kontaktu, na rozdíl od předchozích testů, k hluboké a trvalé deformaci od přední části zadního blatníku po přední část zadních dveří. Utvořila se takzvaná kapsovitá deformace. Dřecí stopy poté v menší míře plynule navazují na předních dveřích a částečně i na předním blatníku. Při této rychlosti již nelze pozorovat kyv vozidel, a tedy ani vlnitost dřecích stop, ty mají zcela lineární průběh.

Na rozdíl od předchozích zkoušek je již nyní rozpoznatelné, že na narážejícím vozidle Škoda Felicia je poškození koncentrováno téměř výhradně jen do oblasti předního blatníku a kola. U stojícího vozidla Renault Laguna jsou poškození několikanásobně rozsáhlejší.

Výška poškození na zadním blatníku vozidla Peugeot 406 odpovídá nejvýše zjištěnému poškození vozidla Škoda Felicia. Otisk lišty na stojícím vozidle lze nalézt na narážejícím vozidle pod blikačem na pravém blatníku (dva rovnoběžné vodorovné otěry černé barvy) Výrazná hloubková deformace v prostoru před zadním kolem v oblasti nad prahem stojícího vozu mohla být způsobena kontaktem s diskem kola narážejícího vozidla.

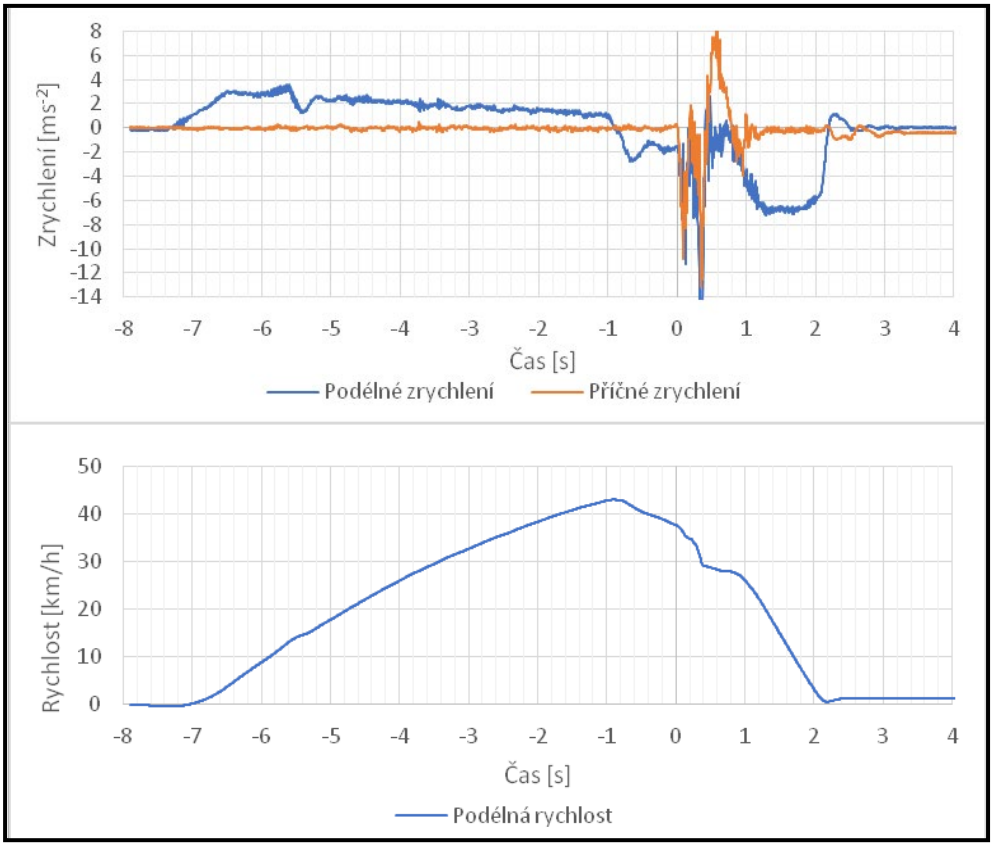
Celá výška poškození levého boku byla způsobena blatníkem narážejícího vozidla. Současně s předním blatníkem narážejícího vozidla byl poškozen i jeho přední světlomet (obr. 24).



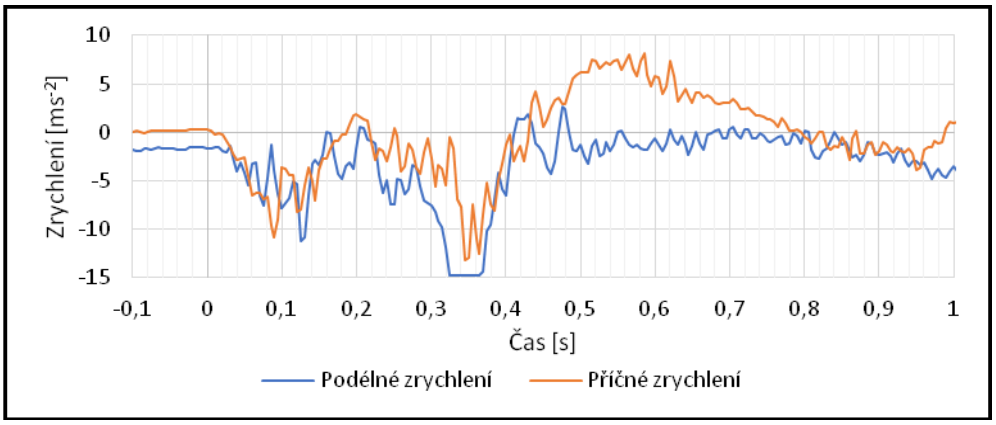
Obr. 24 – Rozsah poškození vozidel u nárazové zkoušky 4
Fig. 24 – The extent of damage to vehicles in experiment 4

Deformace disků předních kol, které jsou navzájem velmi podobné, jsou způsobeny jejich zahákováním. Po první fázi kontaktu se Škoda v čase 0,35 s odděluje od stojícího vozidla a obě

vozidla se začínají stáčet. V grafech příčného zrychlení se tento pohyb projevil vysokými hodnotami. U narážejícího vozidla byla naměřena i maximální hodnota podélného zpomalení.



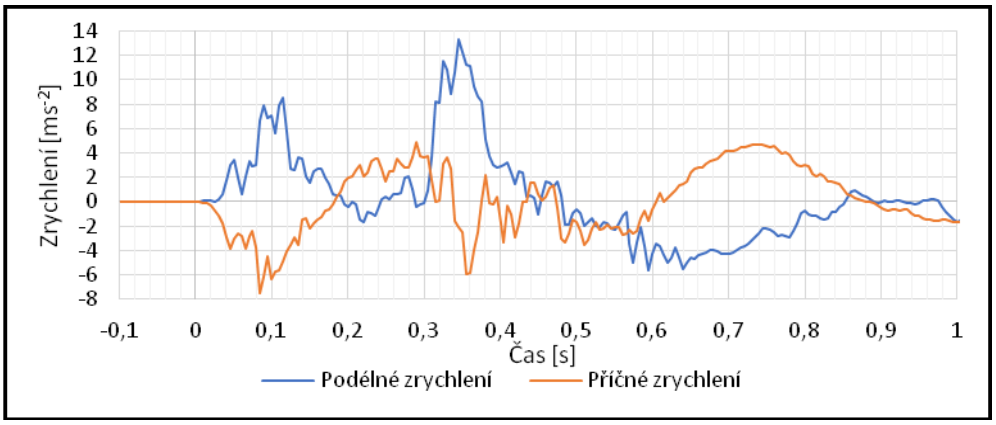
Graf 10 – Složky zrychlení a rychlosti vozidla Škoda Felicia – test 4
Graph 10 – Skoda Felicia acceleration and speed curves – test 4



Graf 11 – Složky zrychlení Škoda Felicia – test 4
Graph 11 – Acceleration sequences of the Skoda Felicia – test 4

Diagramy 10 a 11 ukazují procesy během fáze střetu. U obou grafů se první větší výkyv příčných i podélných zrychlení vyskytuje kolem 0,1 s po prvním kontaktu vozidel. V reálné situaci je tento proces důkazem vzniku kapsovité deformace před zadním kolem stojícího vozidla. Největší špička podélných zrychlení v čase 0,35 s u obou vozidel značí vzájemné zahákování předních kol vozidel. Odpovídá tomu i princip akce a reakce. Narážející vozidlo bylo výrazně zpomaleno (-14,75 ms^{-2}), naopak stojící vozidlo bylo urychleno (13,3 ms^{-2}).

Rozdíl mezi zrychlením a zpomalením je dán transformací na příčné zrychlení nebo jinou energii.



Graf 12 – Složky zrychlení Peugeot 406 – test 4
Graph 12 – Acceleration sequences Peugeot 406 - test 4

Následující tabulka uvádí všechna důležitá charakteristická data vypočtená z XL Metru.

Tab. 4 – Charakteristické hodnoty u experimentu 4
Tbl. 4 – Characteristic values from experiment 4

Nárazový děj	**Symbol**	**Narážející vozidlo**	**Stojící vozidlo**	**Jednotka**
Doba In-Crash-Phase	t_{ICP}	0,45	0,45	s
Předstřetová rychlost	$v_{před}$	37,8	0	km/h
Postřetová rychlost	v_{po}	29,1	5,0	km/h
Změna rychlosti	Δv	-8,7	5,0	km/h
Střední podélné zrychlení	a_x	-2,03	2,15	ms^{-2}
Maximální podélné zrychlení	$a_{x,\,max}$	5,05	13,4	ms^{-2}
Minimální podélné zrychlení	$a_{x,\,min}$	-12,45	-1,59	ms^{-2}
Střední příčné zrychlení	a_y	-4,4	-0,28	ms^{-2}
Maximální příčné zrychlení	$a_{y,\,max}$	1,81	4,77	ms^{-2}
Minimální příčné zrychlení	$a_{y,\,min}$	-14,75	-7,61	ms^{-2}

Podélné zpomalení ve fázi In-Crash-Phase bylo naměřeno v této zkoušce u narážejícího vozidla $a_{xF1} = -0{,}18\ ms^{-2}$, u stojícího $a_{xP1} = -0{,}09\ ms^{-2}$. Diferenční rychlost činila 37,8 km/h. Rychlost se změnila u Fordu Fiesta o $\Delta v_{F1} = -6{,}3\frac{km}{h}$, u stojícího vozidla Renault Laguna se změnila o $\Delta v_{P1} = 3{,}1\frac{km}{h}$.

4 HYPOTÉZA

Tato kapitola se pokusí prokázat hypotézu, která pojednává o souvislostech míry poškození boku vozidla s příčnou složkou hybnosti nebo deformační energie. Pokud se hypotéza potvrdí, bude tato práce sloužit jako jeden z podkladů pro činnost zaměstnanců pojišťoven nebo znalců. Ti by do vytvořeného grafu vložili přepočítané plochy poškození z referenční plochy vozu a získali by například hodnotu deformační energie nebo příčné složky hybnosti, ze které je možné dále vypočítat přibližnou střetovou rychlost narážejícího vozidla.

Aby byla hypotéza dostatečně podložena, jsou kromě experimentů zpracovávaných v této práci zahrnuty i experimentální zkoušky jiných diplomových prací. Konkrétně práce p. Bučka [5] a p. Schrödera [4]. Navíc byla měření 1 (při 21,3 km/h) a 2 (při 14,9 km/h) z tohoto výzkumu vyloučena z důvodu nedodržení předepsaného postupu při provedení nárazové zkoušky. První crashtest nesplnil podmínku primárního střetu do oblasti před zadní nápravou a druhý nesplnil podmínku nezasahování řidiče do řízení.

4.1 Hypotéza I

Hypotéza I je založena na myšlence, že poškození vozidla je přímo úměrné míře příčné složky hybnosti narážejícího vozu. Příčná složka hybnosti totiž nepochybně zapříčiňuje vznik deformací na vozidlech. Nevýhodou této hypotézy je fakt, že příčná složka hybnosti zahrnuje mnoho druhů energií, které se na deformace vozidel nepřemění. Příkladem mohou být síly, které jsou přeneseny skrz karoserii, odpružení a pneumatiky na povrch vozovky nebo energie přeměněná na teplo. Tyto složky však v hypotéze I nejsou z výpočtů vyloučeny.

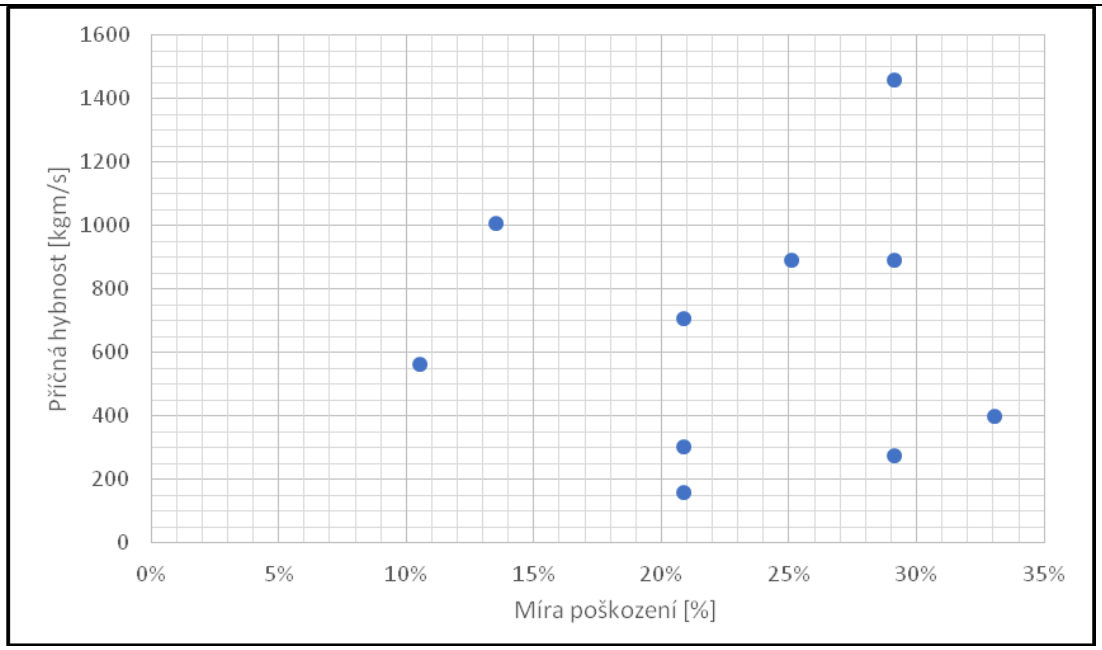
Prvním krokem bylo zpracování poškození všech vozů. Inspirací byla část práce p. Bučka (obr. 20). Pro hypotézu prvního z autorů však přibylo navíc i „barevné“ rozlišení míry poškození podle přibližné hloubky vzniklých deformací. Deformacemi zasažené oblasti vozidel byly rozděleny do tří kategorií, a to zelené, žluté a červené. Zelená barva značí hloubku poškození od 0 do 5 mm, žlutá od 5 mm do 20 mm a červená představuje hloubku poškození nad 20 mm.

V programu byla obkreslena poškození z fotografií, následně byly automaticky vypočítány jejich plochy a procentuálně vyjádřeny vzhledem k celé ploše vozu. Plocha vozu je ohraničena vnějším obrysem po spodní hranu bočních skel. Důležité je zmínit, že do poškození se zahrnují i oblasti vyskytující se mimo tuto oblast. Příkladem může být kolo vozu, které částečně nezasahuje do ohraničené oblasti plochy vozu nebo boční zpětné zrcátko.

Pro toto řešení jsou stěžejní plochy, které byly deformovány narážejícím vozidlem na stojícím vozidle. Ty jsou vyneseny na ose x grafu 12, na ose y jsou příčné složky hybnosti narážejícího vozidla, které byly vypočítány z podélné rychlosti, hmotnosti daného vozu a úhlu tečného střetu podle vzorce:

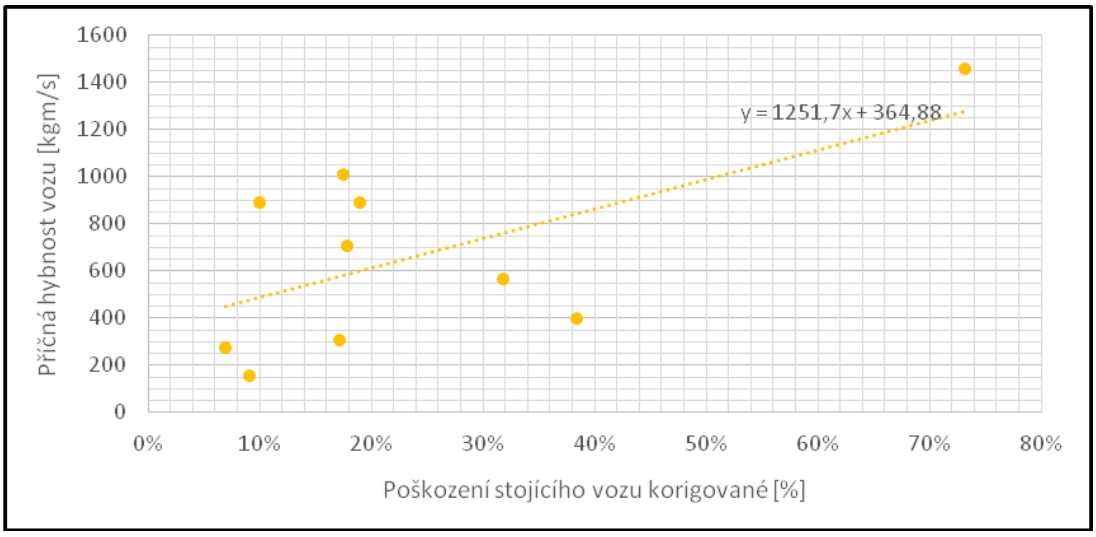
$$p = m_X * v_{pX} = m_x * v_X * \sin(\alpha) \qquad \text{Rovnice 5}$$

kde „X“ je označení vozu, v_p je příčná složka rychlosti, v je předstřetová rychlost a α je úhel sevřený podélnými osami vozidel.



Graf 13 – Závislost míry poškození na příčné složce hybnosti
Graph 13 – Dependence of the damage rate on the transverse component of momentum

Z grafu 13 je již na první pohled zřejmé, že se zde žádná přímá spojitost (závislost) mezi měřeními nevyskytuje. V dalším kroku této hypotézy bude navíc přihlédnuto k hloubce poškození i k tomu v jak významně tuhých částech karoserie se tato poškození nachází. Pro každou různě barevnou oblast byl co nejvhodněji zvolen koeficient, který obodoval poškozenou oblast podle intenzity deformace. U všech typů vozidel byla nadále vytvořena zjednodušená tuhostní mapa vozidla, která zahrnuje práh a A, B a C sloupek. Graficky je tužší oblast vyznačena šrafovaným polem. Pokud toto pole protíná některá z barevných oblastí, násobí se dalším, tzv. tuhostním koeficientem.



Graf 14 – Závislost korigovaného poškození na příčné složce hybnosti
Graph 14 – Dependence of corrected damage on the transverse momentum component

V této fázi je již možné pomocí koeficientů deformace a tuhosti celý graf posouvat a upravovat. Koeficienty byly variovány v mnoha kombinacích. Postup výpočtu korigovaného procentuálního vyjádření plochy a použití koeficientů je obecně znázorněn níže:

$$\sum S_{tX} = k_z \sum S_{tzX} + k_o \sum S_{toX} + k_č \sum S_{tčX}$$

Rovnice 6

$$S_X = \frac{\Sigma S_{korX}}{S_{cX}} = \frac{k_z \Sigma S_{zX} + k_o \Sigma S_{oX} + k_č \Sigma S_{čX} + k_t \Sigma S_{tX}}{S_{cX}}$$

Rovnice 7

kde: X – proměnná na základě identifikace vozu („F1“, „F2“, „L1“, „P1“)

S_t – celková plocha poškození tuhých částí

S_{tz}, S_{to}, $S_{tč}$ –zelené, žluté, respektive červené plochy v tužších částech

S_o, $S_č$, $S_č$ – zelené, žluté, respektive červené plochy mimo tuhé části

k_z, k_o, $k_č$ – koeficienty zelených, žlutých nebo červených ploch

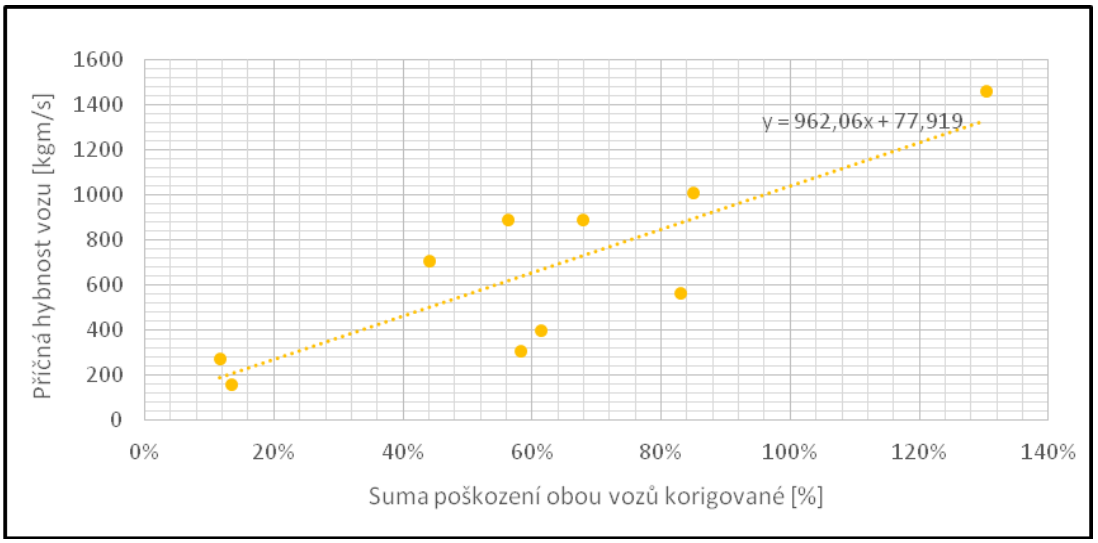
S_{korX} – vypočtená korigovaná plocha vozu X

S_{cX} – celková plocha vozidla X

S_X – korigované procentuální poškození vozu X

V grafu 14 a 15 se jako nejvhodnější pro zelenou oblast jeví koeficient $k_z = 0{,}5$, pro žlutou koeficient $k_o = 2$ a pro červenou $k_č = 0{,}5$. Pro oblast tužších částí vozu byl zvolen koeficient $k_t = 0{,}5$. Avšak tyto koeficienty mění v grafu 14 pouze procentuální míru poškození, tudíž se graf pouze natahuje či smršťuje. Výsledkem tedy opět není žádná viditelná závislost. Jinak tomu je v případě, že neuvažujeme pouze míru poškození vozidla stojícího. Poškození narážejícího i stojícího vozidla byla sečtena a vyjádřena opět v závislosti na příčné složce hybnosti narážejícího vozidla tak, jak je vidět v grafu 15.

Důvod, proč se uvažuje suma deformovaných ploch, je ten, že akce vyvolaná hybností narážejícího vozidla vyvolává reakci stojícího vozidla a „zapisuje“ tuto reakci na bok narážejícího vozidla, a to i když stojící vozidlo má nulovou hybnost. Pokud by však narážející vozidlo bylo dokonale elasticky pružné, způsobilo by poškození pouze na stojícím vozidle. Pak by tedy akce nevyvolala reakci stojícího vozidla směrem k vozidlu narážejícímu.



Graf 15 – Závislost sumy korigovaného poškození obou vozů na příčné složce hybnosti
Graph 15 – Dependence of the sum of corrected damage of both cars on the transverse component of momentum

Nyní je v grafu 15 jasně rozpoznatelná stoupající tendence závislosti. Pro přesnější vyhodnocení a jasnější závěr je však třeba udělat mnoho dalších experimentů napříč škálou úhlů svírajících podélné osy vozidel. Z tohoto grafu nelze prozatím vyvodit závěr ohledně diferenční rychlosti vozidla z důvodu velkých odchylek od aproximované přímky.

4.2 Hypotéza II

Hypotéza staví myšlence korelace deformační energie se vzniklým poškozením. Deformační energie je již oproštěna od zbytkových energií, které byly součástí příčné složky hybnosti, a právě tato energie je tvůrcem všech poškození. Vzorec pro výpočet deformační energie zahrnuje vstupní energii, která je do interakce vložena, výstupní energii a rotační energii (rovnice 9).

$$E_K = E_K^{'} + E_{rot} + E_{def} \qquad \text{Rovnice 8}$$

$$E_{def} = E_K - E_K^{'} - E_{rot} \qquad \text{Rovnice 9}$$

$$E_{def} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv^{'2} - \frac{1}{2}J\omega^2 \qquad \text{Rovnice 10}$$

$$J = 0{,}1269 * m_X * l_X * R_{VX} \qquad \text{Rovnice 11}$$

$$\omega = \frac{\alpha}{t} \qquad \text{Rovnice 12}$$

kde: E_K – kinetická energie před střetem

$E_K^{'}$ – kinetická energie po střetu

E_{rot} – rotační energie

E_{def} – deformační energie [J]

m – hmotnost vozidla [kg]

v – rychlost vozidla před střetem [ms^{-1}]

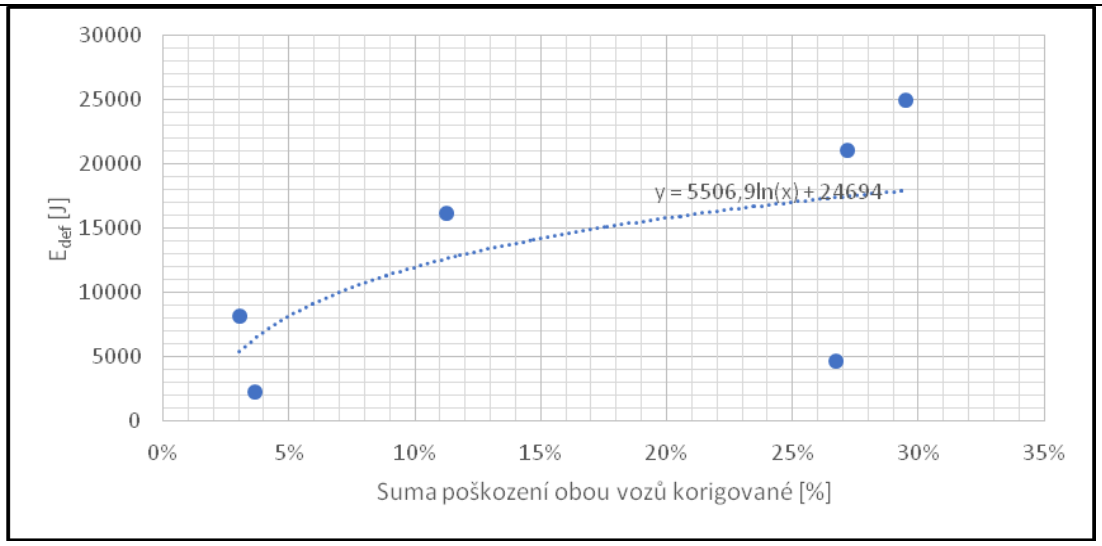
$v^{'}$ – rychlost vozidla po střetu [ms^{-1}]

J – moment hybnosti [kgm^2]

ω – úhlová rychlost [rads^{-1}]

Výpočet deformační energie byl použit u crashtestů 3 a 4 s úhlem kolize o hodnotě 8°. Hodnoty, které byly převzaty z jejich simulací, neodpovídaly realitě, proto byly vzhledem k dostatečnému množství získaných dat vypočítány. Rychlosti byly získány ze simulací. Moment hybnosti byl vypočítán podle rovnice 11 a úhlová rychlost podle rovnice 12. U série experimentů p. Schrödera [4] byly deformační energie převzaty z jím vytvořených simulací.

Jelikož deformační energie je výsledkem celého děje, která by se přerozdělila pomocí energické ekvivalentní rychlosti (jinak EES), bude porovnávána podobně jako v grafu 15 se součtem obou poškozených ploch vozidel. Tím se zamezí chybě, která by byla způsobena obtížnou identifikací EES. Graf závislosti poškození na deformační energii zde není třeba uvádět, jelikož se v něm nenachází žádná viditelná závislost. Pokud však zkorigujeme plochy podle intenzity poškození a tuhostní mapy vozidel, jistá závislost se vyskytne (graf 16). Koeficienty korigující oblasti poškození byly zvoleny takto: zelená oblast $k_z = 0{,}3$, žlutá oblast $k_o = 0{,}9$ a červená oblast $k_č = 1{,}8$. Tuhostní koeficient byl zvolen v hodnotě 4.



Graf 16 – Závislost sumy korigovaného poškození obou vozů na deformační energii
Graph 16 – Dependence of the sum of corrected damage of both cars on deformation energy

Jedinou výjimkou nepotvrzující závislost je při poškození 27 % a deformační energii 4659 J. Tento experiment byl vykonán při rychlosti 23,1 km/h a při úhlu kolize 8°. Experiment probíhal podle nastavených pravidel. Poškození by měla být podle očekávání a chybovost této varianty byla vyloučena. Druhým možným důvodem chyby by mohla být příliš nízká deformační energie vůči míře poškození. U podobné míry poškození docházelo v experimentech k zahákování kol, zákonitě tedy vznikaly řádově vyšší deformační energie. Zda-li se má tento experiment vyloučit však musí potvrdit další navazující experimenty.

Vykreslená křivka má podobu logaritmické funkce. Z počátku prudce narůstá a postupně se růst zpomaluje. Z tohoto grafu avšak nelze vyvozovat definitivní závěry. Na potvrzení či vyvrácení hypotézy musí být provedeno několik dalších měření.

5 ZÁVĚR

Negativním trendem dnešní doby je každoroční nárůst počtu nehod. Jejich podstatnou částí jsou i tečné střety, a právě této problematice se tento článek ve sborníku věnuje. Dalším negativním aspektem tečných střetů je využívání podobných nehod k pojistným podvodům. Takové podvody zajišťují pachatelům vzhledem k náročnosti oprav poměrně vysoké částky vyplacené pojišťovnami.

Vozidla se ve fázi In-Crash-Phase nechovají tak, jak je to u střetů se značnými změnami rychlostí nebo směrů vozidel. Chybí stopy pneumatik i konečné polohy vozidel. Tyto vstupní údaje jsou pro použití běžně používaných fyzikálních zákonů založených na změně pohybových stavů vozidel, energetické bilanci apod nedostupné. O to více se znalec nebo zaměstnanec pojišťovny musí věnovat korespondenci a charakteru poškození.

V rámci výzkumu byly provedeny 4 tečné kolize osobních automobilů. Ze získaných dat byly zpracovány videozáznamy, data z XL metru a fotodokumentace. Na jejich základě bylo detailně prozkoumáno a popsáno chování vozidel během celého střetu včetně rozboru průběhů příčných a podélných složek zrychlení a rychlosti. Byla také podrobně analyzována fotodokumentace vzniklých poškození jednoho vozidla a porovnána s druhým vozidlem v rámci jedné nárazové zkoušky. Ve všech případech lze nalézt specifické znaky pro tečný střet. Stojící vozidlo je vždy poškozeno po celém boku, s rychlostí se mění pouze intenzita poškození. Intenzita poškození

u narážejícího vozidla s jeho rostoucí rychlostí roste, ale zároveň se vyskytuje na menších plochách, než je tomu tak u nižších rychlostí.

Hypotéza

Aby bylo možné do budoucna určit podle poškození diferenční rychlost mezi vozidly, byla zkonstruována hypotéza. Ta zobrazuje závislost mezi poškozením vozidel a deformační energií. Ta je součástí příčné složky hybnosti, ale nezahrnuje ztráty uniklé do okolí jinak než deformacemi. Plochy byly přepočítány na korigované a porovnané s deformační energií. Vznikla logaritmická závislost s výjimkou jednoho experimentu, který prozatím nelze vyloučit, jelikož probíhal podle předpokládaných podmínek.

6 LITERATURA

[1] RÁBEK, Vlastimil. Analýza příčin vzniku a průběhu škodných událostí v oboru pojištění motorových vozidel: (sborník tuzemských a převzatých cizojazyčných publikací) = Analyse der Ursachen von Schadenereignissen im Bereich der Kfz-Versicherung. Olomouc: Vlastimil Rábek, 2012, 365 s.: il. (některé barev.), portréty; 25 cm. ISBN 978-80-260-3061-4.

[2] WEBER, Michael a Vlastimil RÁBEK. Die Aufklärung des Versicherungsbetruges Pkw-Streifkollisionen. München, 1995. Diplomová. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik.

[3] BECKE, M.: Geschwindigkeitsbestimmung bei Streifkollisionen, Sammelbuch vom Kongress „Schach dem Betrug“ am 12.-13.02.2016, Mövenpick Hotel Münster

[4] SCHRÖDER, Daniel. Experimentelle Untersuchung zur Rekonstruktion der Kollisionsgeschwindigkeit bei streifenden PKW/P durch Schadenanalyse und rechnergestützte Simulatio. Dresden, 2012. Diplomová práce. Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden.

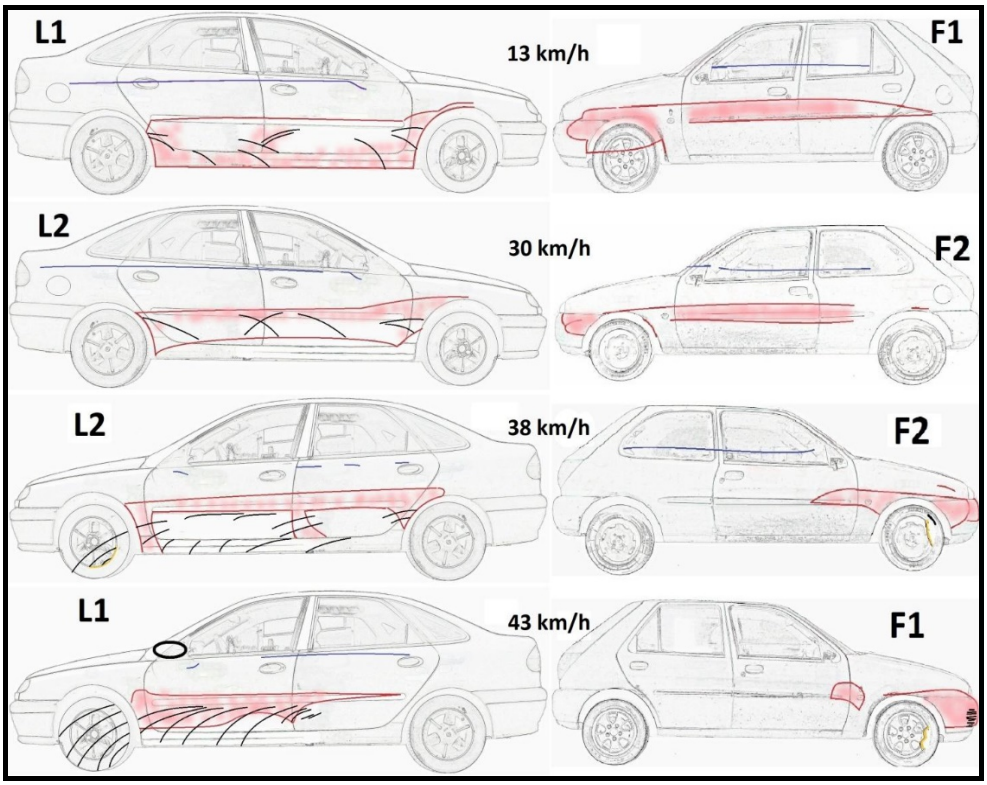
[5] BUČKO, František. Znalecký experiment, strety bokov vozidiel pod uhlom 5° pri rôznych rýchlostiach. Žilina, 2018. Diplomová. Žilinská univerzita, Ústav soudního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Vlastimil Rábek, Ph.D.

[6] DUSCHA, Axel. Der Einfluß des Lenkverhaltens auf das Schadenbild bei Pkw/Pkw-Streifkollisionen. Berlin, 1996. Diplomová. Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin.

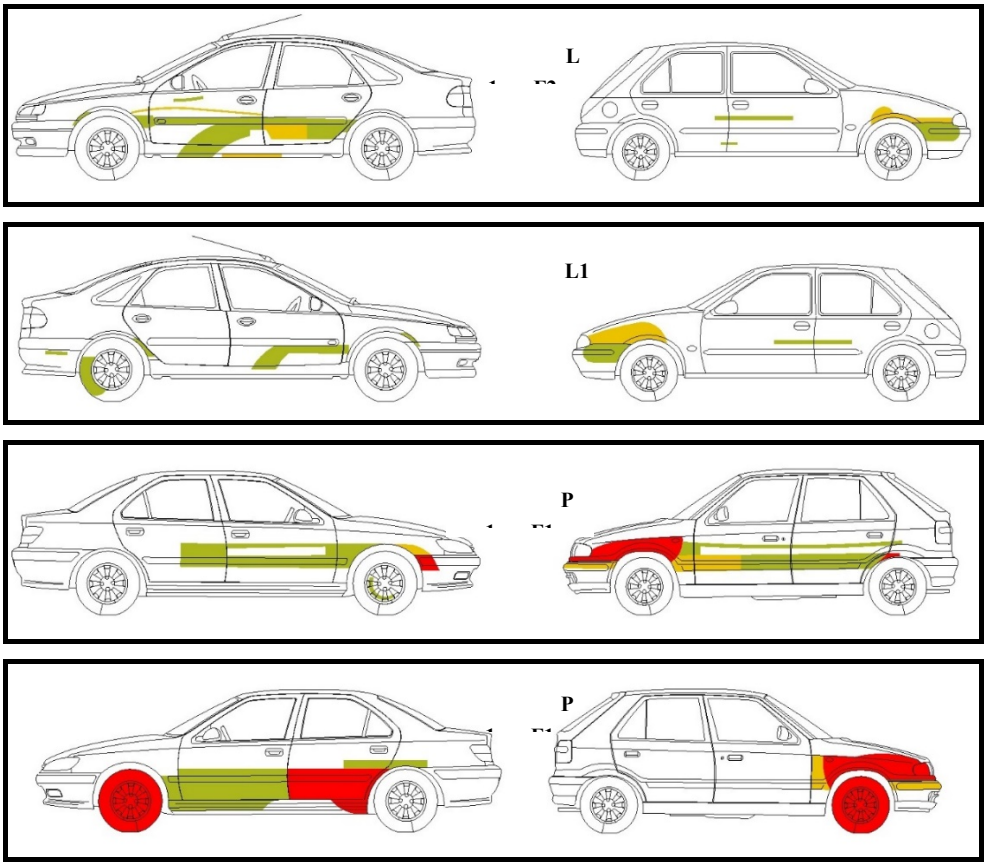
[7] SPLETTSTÖßER, Jörg. Experimentelle Untersuchung von streifenden Pkw-Pkw-Kollisionen zur Unterscheidung von Unfällen und absichtlich herbeigeführten Fahrzeugschäden mit Hilfe eines Unfalldatenspeichers. Berlin, 1998. Diplomová. Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

7 PŘÍLOHA

7.1 Grafické znázornění poškození vozidel – výzkum F. Bučko, úhel kolize 5°



7.2 Grafické znázornění poškození vozidel – výzkum T. Praus, úhel kolize 8°



VLIV ODHODOVÉ RYCHLOSTI BŘEMENE NA POŠKOZENÍ VOZIDLA

EFFECT OF LOAD EJECTION SPEED ON VEHICLE DAMAGE

Jiří Straus[5)]

ABSTRAKT:

V článku jsou prezentovány výsledky výzkumu, který zjišťuje vliv techniky hodu a trénovanosti jedince na forenzní hodnocení hodu břemenem. Za trénovaného jedince je pro účely této práce považována taková osoba, která sportuje alespoň třikrát týdně a v posledních dvou letech se zúčastnila některé z prestižních soutěží (například mistrovství republiky či světa, nebo jiné významné soutěže pro daný druh sportu). Pro dosažení cíle byly stanoveny tři hypotézy. V příspěvku jsou prezentovány konkrétní kinematické hodnoty hodu kamenem 0,5 kg a 1 kg. Prokázalo se, že trénovaní jedinci vykazují výrazně lepší výsledky než netrénovaní. Prokázala se při všech proměnných parametrech, tedy při všech typech vrhu i s oběma břemeny.

ABSTRACT:

The article presents the results of research that investigates the influence of the throwing technique and the training of the individual on the forensic evaluation of the weight throw. For the purposes of this work, a trained individual is considered to be a person who does sports at least three times a week and has participated in one of the prestigious competitions in the last two years (for example, national or world championships, or other important competitions for a given type of sport). To achieve the goal, three hypotheses were established. The contribution presents concrete kinematic values of throwing a stone of 0.5 kg and 1 kg. Trained individuals have been shown to perform significantly better than untrained individuals. It has proven itself with all variable parameters, i.e. with all types of litter and with both loads.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Forenzní biomechanika, kriminalistika, rychlost hodu, břemeno.

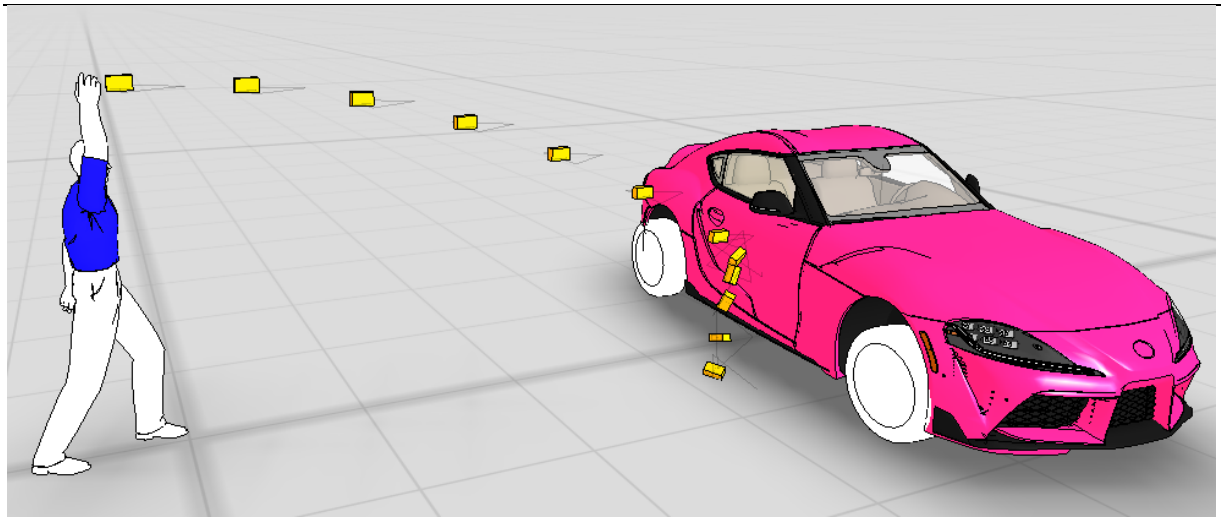
KEYWORDS:

Forensic biomechanics, criminalistic, throw speed, burden

1 ÚVOD

Forenzní hodnocení škod způsobených vrhem různých břemen na vozidla představuje významnou oblast interdisciplinárního výzkumu, která kombinuje prvky kriminalistiky, biomechaniky a sportovní vědy. Pochopení vlivu odhodové rychlosti a dalších kinematických parametrů na míru poškození vozidel je klíčové nejen pro přesné určení způsobu vzniku škod, ale také pro hodnocení věrohodnosti výpovědí a analýzu potenciální odpovědnosti v právních sporech, viz obr. 1.

[5)] Straus Jiří, prof. PhDr., DrSc., Katedra kriminalistiky a forenzních disciplín, VŠFS, Estonská 500, Praha 10, straus@email.cz



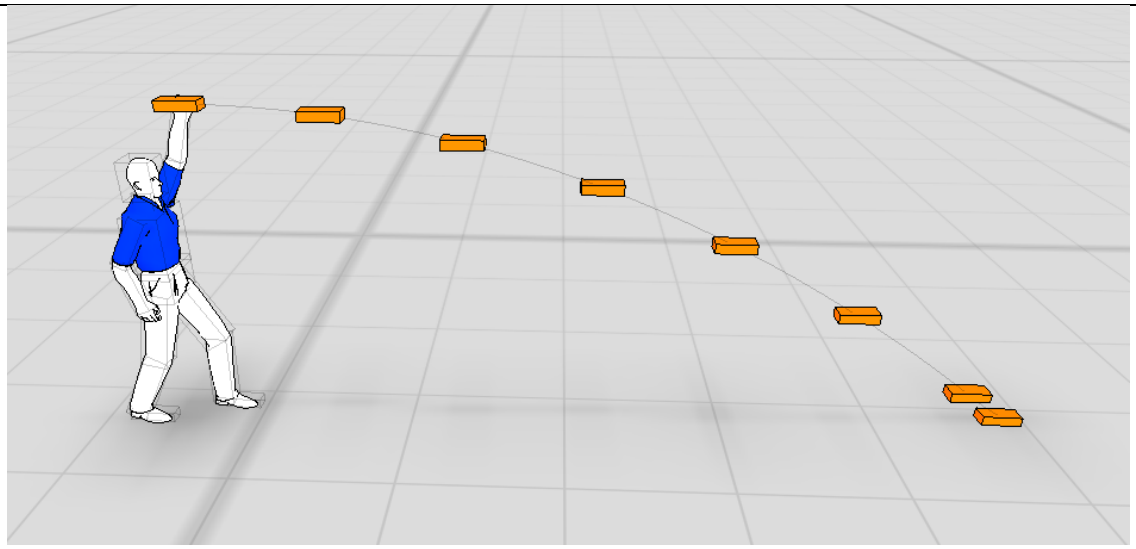
Obr. 1 – Znázornění vrhu břemenem na bok vozidla, poškození boku vozidla, simulace v programu Virtual Crash 5.
Fig. 1 – Illustration of a load thrown onto the side of the vehicle, damage to the side of the vehicle, simulation in the Virtual Crash 5 program..

Tento článek se zaměřuje na vliv trénovanosti jedince a techniky hodu na odhodovou rychlost břemene a následné poškození vozidla. Výzkum byl realizován na skupině trénovaných a netrénovaných osob, přičemž zvláštní důraz byl kladen na sportovce s prokazatelnými výsledky na prestižních soutěžích. Sledovány byly konkrétní parametry vrhu kamenem o hmotnosti 0,5 kg a 1 kg, a to při různých technikách hodu. Výsledky přinášejí nejen nové poznatky o rozdílech mezi trénovanými a netrénovanými jedinci, ale také otevírají prostor pro hlubší analýzu mechanických a materiálových vlastností vozidel při nárazu břemenem. Cílem tohoto příspěvku je nejen prezentovat výsledky experimentální části výzkumu, ale také nabídnout širší pohled na problematiku, který by mohl být využit jak v kriminalistické praxi, tak v oblasti prevence škod [1], [2].

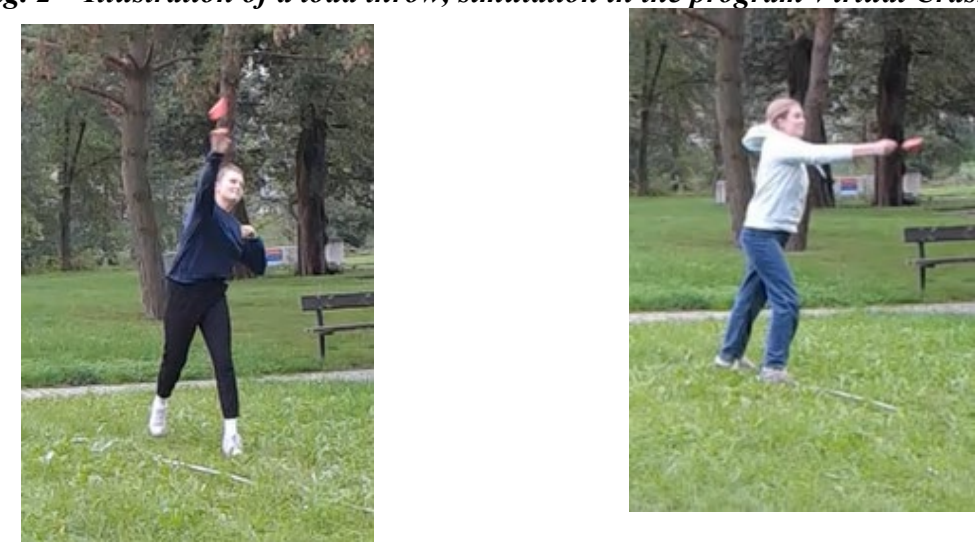
2 ODHODOVÁ RYCHLOST

V řešení výzkumných otázek nás primárně zajímala možnost predikce odhodové a dopadové rychlosti břemene, tento údaj umožňuje následně vyjádřit velikost kinetické energie a poté posoudit forenzně biomechanické parametry při dopadu na živý organismus (člověka). Provedli jsme poměrně rozsáhlé experimenty a měření v rámci řešení výzkumného projektu SVV na VŠFS s názvem „Biomechanická analýza vybraných pohybových akcí ve vztahu k objasňování násilné trestné činnosti“. Podmínky hodu jsme variovali podle různých parametrů, jako byli trénovaní a netrénovaní jedinci, pohlaví, hmotnost břemene, vliv alkoholu atd.

Cílem výzkumu bylo zjistit, jaký vliv má trénovanost jedince na forenzní hodnocení hodu břemenem. Výzkum byl proveden se 100 dobrovolníky ve věkovém rozmezí 16 až 75 let. Výzkumný vzorek tvořilo 50 mužů a 50 žen. Obě kategorie – tedy ženy i muži – byly dále rozděleny na sportovce a nesportovce, kdy bylo vždy 25 sportovců. Každý z hodů byl třikrát opakován, aby se pro účely této práce i vědeckého projektu využil vždy pouze nejdelší z vrhů. S uděleným souhlasem probíhala také fotodokumentace většiny pokusů a videozáznam. Probandi házeli břemenem jednak horním nápřahem, tak bokem a také spodním nápřahem, Chtěli jsme získat informace o běžně používaných způsobech odhodu. Technika hodu byla vymezena jako hod horním nápřahem a hod bokem (stranou), viz. Obr. 2, 3.



Obr. 2 – Znázornění vrhu břemenem, simulace v programu Virtual Crash 5.
Fig. 2 – Illustration of a load throw, simulation in the program Virtual Crash 5.



Obr. 3 – Ukázka hodu horním nápřahem, hodu bokem (stranou) a hod spodem
Fig. 3 – Demonstration of the upper arm throw, the side throw and the bottom throw

V následující tabulce je uvedena bližší charakteristika souboru, popisné statistiky antropometrických dat probandů rozdělených dle pohlaví a ne/sportovnosti [3].

Tab. 1 – Popisná statistika celkového vzorku.
Tab. 1 . Descriptive statistics of the total sample.

	Věk (roky)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)
Průměr	30,48	174,16	77,58
Směrodatná odchylka	15,20	8,34	17,77
Medián	23,50	174,00	75,00
Minimum	16,00	158,00	47,00
Maximum	75,00	195,00	125,00

Tab. 2 – Popisná statistika muži nesportovci.
Tab. 2 - Descriptive statistics male non-athletes.

	Věk (roky)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)
Průměr	33,52	180,52	92,96
Směrodatná odchylka	15,82	7,79	16,74
Medián	28,00	180,00	95,00
Minimum	17,00	166,00	63,00
Maximum	75,00	195,00	125,00

Tab. 3 – Popisná statistika muži sportovci.
Tab. 3 - Descriptive statistics male athletes.

	Věk (roky)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)
Průměr	31,28	179,04	83,96
Směrodatná odchylka	16,04	5,55	11,01
Medián	25,00	180,00	83,00
Minimum	17,00	168,00	65,00
Maximum	74,00	191,00	110,00

Tab. 4 – Popisná statistika ženy nesportovkyně.
Tab. 4 - Descriptive statistics of female non-athletes.

	Věk (roky)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)
Průměr	29,16	167,52	68,16
Směrodatná odchylka	13,94	6,01	15,28
Medián	23,00	166,00	65,00
Minimum	16,00	158,00	47,00
Maximum	62,00	180,00	106,00

Tab. 4 – Popisná statistika ženy sportovkyně.
Tab. 4 - Descriptive statistics of female athletes.

	Věk (roky)	Výška (cm)	Hmotnost (kg)
Průměr	27,96	169,56	65,24
Směrodatná odchylka	14,30	4,64	10,47
Medián	22,00	168,00	68,00
Minimum	16,00	163,00	48,00
Maximum	64,00	179,00	85,00

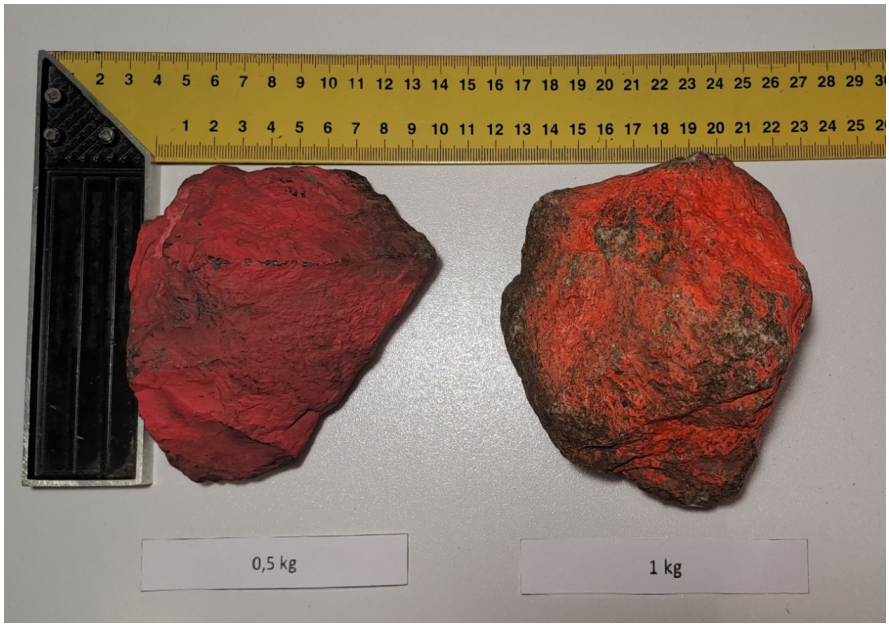
Po rozdělení naměřených dat na sportovce či nesportovce [3], [4] v jednotlivých pohlavích, byly skupiny sportovců rozděleny ještě na sportovce, jejichž sportovní výkony vyžadují sílu rukou, označené písmenem „S“ – příkladem může být vzpěrač zařazený do této skupiny – a na sportovce, kteří se zaměřují na vrh či hod, označené písmenem „H“ – do této

kategorie spadají například hráči házené. Ostatní sportovci i nesportovci jsou označeni písmenem „N“.

Tab. 4 – Popisná statistika složení vzorku sportovců
Tab. 4 - Descriptive statistics of the composition of the sample of athletes.

	Počet N	Počet S	Počet H
Muži	37	9	4
Ženy	34	9	7
Celkem	71	18	11

Při experimentech byly jako břemeno vybrány dva druhy kamenů. Jedním je půlkilogramový podlouhlý kámen a druhým je téměř kulatý jednokilogramový kámen. Kameny jsou na obrázku 4, kdy se v levé části nachází lehčí z břemen a vedle něho vpravo kámen o hmotnosti 1 kg. Jejich zabarvení fluorescenčním sprejem bylo provedeno pro zlepšení viditelnosti letu břemene při fotodokumentaci a pozorování trajektorie letu při měření. Všichni figuranti používali obě tato břemena při všech svých hodech.



Obr. 4 – Použitá břemena, kameny o hmotnosti 0,5 kg a 1 kg
Fig. 4 – Used loads, stones weighing 0.5 kg and 1 kg

..

Pro měření vzdálenosti vrženého břemene bylo využito sklolaminátové pásmo o délce třiceti metrů. To bylo napnuto, aby nedocházelo ke zkreslení výsledků. Zajištěn byl vždy první dopad odvrženého břemene, nikoli jeho finální poloha. Pro zjišťování výšky, ze které bylo břemeno vrženo, byl použit svinovací metr o délce tří metrů, kterým se změřila vzdálenost dlaně upouštějící břemeno od země.

Během letních měsíců 2022 bylo osloveno několik sportovců a sportovních klubů, zda by byli ochotní se zúčastnit experimentu. Bylo vybráno sto dobrovolníků různých věkových

kategorií, kteří byli ochotni se experimentů zúčastnit. Každý proband byl dopředu seznámen se všemi podrobnostmi experimentu, který ho čekal před tím, než udělil souhlas s účastí [3], [4].

Experimenty byly prováděny na zatravněné ploše dlouhé několik desítek metrů. Při výběru terénu se kladl důraz na rovnost a měkkost povrchu, na kterém byl výzkum proveden, a to z důvodu nezkreslování naměřených dat a životnosti využívaných kamenů. Proband byl postaven na začátek pásma, bylo mu podáno první břemeno o váze 500g a následně byl požádán o provedení prvního způsobu vrhu, čímž byl vodorovný vrh z místa. Ihned po odhozu byla probandovi změřena výška ruky v místě, kde odhodil kámen. Toto řešení bylo shledáno jako nejlepší možnost, kdy si proband pamatoval, kde kámen upouštěl, a zároveň při měření nehrozilo zranění vědeckého pracovníka. Zaznamenána byla také dopadová vzdálenost vrženého břemene.

Druhým z vrhů při experimentu bylo odhození kamene ze strany, přičemž i tentokrát muselo letět břemeno vodorovně, nikoli obloučkem. Probandům byl tento způsob připodobněn házení tzv. žabiček do vody s jediným rozdílem, že v tomto případě směřoval požadavek na co nejdelší odhození kamene. I nyní byla změřena vzdálenost probandovi ruky od země ve výšce, ze které kámen upouštěla a vzdálenost dopadu břemene od místa vrhání[3], [4].

Každý z těchto způsobů vrhu byl alespoň 3x zopakován, aby se pro účely této práce i vědeckého projektu využil vždy pouze nejdelší z vrhů. S uděleným souhlasem probíhala také fotodokumentace většiny pokusů a videozáznam. Jednotlivé kroky byly následně opakovány s břemenem o hmotnosti jednoho kilogramu. Tento postup byl předem promyšleným krokem. Proband se s lehčím břemenem lépe rozházel a následně dosahoval vyšších výsledků i s kilogramovým břemenem, nežli tomu bylo v případě, kdy byl postup opačný.

Po získání naměřených dat bylo vybráno dalších padesát dobrovolníků z řad nesportovců, ve věkových kategoriích obdobných věkovým kategoriím sportovců, aby bylo porovnání zpracovaných vzorků co nejvíce relevantní. Celý experiment probíhal stejným způsobem u probandů se sportovním založením i u probandů bez zájmu o sport.

První stanovenou hypotézou je přesvědčení autora, že trénovaní jedinci budou mít výrazně lepší výsledky nežli ti netrénovaní. Výsledky jsou přehledně uvedeny v následujících tabulkách.

Tab. 5 – Odhodová rychlost břemene podle stylu hodu a hmotnosti břemene 0,5 kg a 1 kg. Soubor mužů, sportovci a nesportující.
Tab. 5 - Estimated load speed according to throw style and load weight 0.5 kg and 1 kg. A set of men, athletes and non-athletes..

Muži - hod horním nápřahem	0,5 kg	1 kg
	Rychlost (m/s)	
Muži sportovci	32,0	26,2
Muži nesportovci	24,6	20,4

Muži - hod bokem	0,5 kg	1 kg
	Rychlost (m/s)	
Muži sportovci	38,8	33,6
Muži nesportovci	30,6	26,7

Muži - Hod s krátkým rozběhem	0,5 kg	1 kg
	Rychlost (m/s)	
Muži sportovci	38,2	30,9
Muži nesportovci	37,9	24,1

Muži sportovci podávali výrazně lepší výsledky než muži nesportovci. U 1 kg břemene se rozdíl mezi sportovci a nesportovci pohybuje okolo 6 m/s, a to u každého ze tří způsobů vrhu. V případě 0,5 kg břemene se hodnoty různí. Při vrhu z místa házeli sportovci v průměru o 7,4 m/s rychleji. U vrhu bokem tvořil rozdíl v průměrných hodnotách 8,2 m/s, zatímco s rozběhem je úspěšnost sportovců ještě zřetelnější, neboť se zde průměrné hodnoty rozchází o něco málo přes 10 m/s[6].

Z hlediska objektivity výzkumu považuji za vhodné upozornit na pojem „výrazně lepší“. Toto názvosloví bylo použito studenty při subjektivním hodnocení výsledků zjištěné odhodové rychlosti břemene, posléze jsme označení přijali celým výzkumným týmem. Uvědomujeme si menší nepřesnost tohoto slovního pojmenování, a proto bude vhodné do dalších podobných experimentů předem stanovit přesnější kategorie pojmů „výrazný“, „zřetelný“.

Tab. 6 – Odhodová rychlost břemene podle stylu hodu a hmotnosti břemene 0,5 kg a 1 kg. Soubor žen, sportovci a nesportující.
Tab. 6 - Estimated load speed according to throw style and load weight 0.5 kg and 1 kg. A set of women, athletes and non-athletes.

Ženy - hod horním nápřahem	0,5 kg	1 kg
	Rychlost (m/s)	
Ženy sportující	23,9	18,6
Ženy nesportující	16,6	12,6

Ženy - hod bokem	0,5 kg	1 kg
	Rychlost (m/s)	
Ženy sportující	26,0	22,0
Ženy nesportující	19,9	15,4

Ženy - Hod s krátkým rozběhem	0,5 kg	1 kg
	Rychlost (m/s)	
Ženy sportující	26,5	21,5
Ženy nesportující	19,3	15,9

V případě žen je zřetelný rozdíl mezi sportovkyněmi a nesportovkyněmi, a to ve prospěch sportovně založených dívek a žen. S břemenem o hmotnosti 0,5 kg byly sportovkyně úspěšnější v průměru o 7 m/s. Tato hodnota je shodná při všech typech vrhů. U břemene s hmotností 1 kg jsou výsledky obdobné, s tím rozdílem, že zde sportovkyně vrhaly v průměru

[6] STRAUS, J. *Biomechanická analýza vybraných pohybových akcí ve vztahu k objasňování násilné trestné činnosti*. Závěrečná výzkumná zpráva. Praha: Vysoká škola finanční a správní, a.s., 2023.
JÍCHOVA, N., *Vliv trénovanosti na forenzní hodnocení hodu břemenem,* DP (vedoucí Jiří Straus), VŠFS, 2023.

o 1 m/s pomaleji než s lehčím břemenem. Nejvyššího rozdílu dosáhly sportovkyně vrhající břemeno z místa horem přímo před sebe [3], [4].

Předpokládali jsme, že trénovaní jedinci, jejichž sportovní výkony spadají do silových kategorií, budou dosahovat výrazně lepších výsledků na úrovni počáteční a dopadové rychlosti vrženého břemene o hmotnosti jeden kilogram, než ostatní probandi. Konkrétními silovými sporty pro účely této práce jsou sportovní gymnastika, kanoistika, karate, kalisthenika, kickbox, atletika a aerobik. Za silového sportovce autorka považuje také pooldance tanečnici, závodního hasiče či vojáka z povolání.

Tab. 7 – Hod horním nápřahem. Odhodová rychlost břemene podle trénovanosti a hmotnosti břemene 0,5 kg a 1 kg. Soubor mužů, sportovci a nesportující.
Tab. 7 - Overhand throw. Estimated load speed according to training and load weight 0.5 kg and 1 kg. A set of men, athletes and non-athletes.

Muži - hod horním nápřahem	0,5 kg	1 kg
	Rychlost (m/s)	
Muži nesportovci	24,6	20,4
Muži - sportující silové sporty	36,4	27,6
Muži - sportující hod	32,3	30,2
Muži - ostatní sporty	28,7	24,0

V případě 0,5 kg břemene jasně zřetelná nejvyšší počáteční rychlost způsobená muži využívajícími sílu, následně muži zaměřenými na hod, pak ostatními sportovci, přičemž nejnižších rychlostí dosáhli jednoznačně muži nesportovci [3], [4]. Mezi jednotlivými kategoriemi v tomto pořadí je rozdíl vždy něco málo přes 4 m/s.

S těžším břemenem již dosáhli nejlepších výsledků házenkáři. Siloví sportovci jsou za nimi, poté následují ostatní sportovci a i s tímto břemenem si nejhůře vedli nesportovci. Mezi silovými sportovci a sportovci zaměřenými na hod činní rozdíl v průměrných hodnotách 2,6 m/s, což je méně, než tomu bylo s lehkým břemenem. U ostatních kategorií se jedná o 3,6 m/s.

Tab. 8 – Hod bokem. Odhodová rychlost břemene podle trénovanosti a hmotnosti břemene 0,5 kg a 1 kg. Soubor mužů, sportovci a nesportující.
Tab. 8 - Side throw. Estimated load speed according to training and load weight 0.5 kg and 1 kg. A set of men, athletes and non-athletes.

Muži - hod bokem	0,5 kg	1 kg
	Rychlost (m/s)	
Muži nesportovci	30,6	26,7
Muži - sportující silové sporty	37,8	31,3
Muži - sportující hod	42,7	37,1
Muži - ostatní sporty	38,6	34,4

Počáteční rychlosti bokem vrženého břemene v případě mužů mají stejné pořadí s oběma druhy břemen. Nejlépe si vedli házenkáři, druzí jsou ostatní sportovci, siloví sportovci následují a nejhůře si vedli nesportovci. Házenkáři dosáhli průměrně lepších výsledků o téměř 5 m/s s lehčím břemenem a o necelých 6 m/s, a to s těžším břemenem, než jakých dosahovali siloví sportovci. Rozdíl mezi „siláky“ a nesportovci pak tvoří 7,2 m/s s břemenem o hmotnosti 0,5 kg a 4,6 m/s s kilogramovým břemenem.

Tab. 9 – Hod horním nápřahem. Odhodová rychlost břemene podle trénovanosti a hmotnosti břemene 0,5 kg a 1 kg. Soubor žen, sportovci a nesportující.
Tab. 9 - Overhand throw. Estimated load speed according to training and load weight 0.5 kg and 1 kg. A set of women, athletes and non-athletes.

Ženy - hod horním nápřahem	0,5 kg	1 kg
	Rychlost (m/s)	
Ženy nesportující	16,6	12,6
Ženy - sportující silové sporty	20,3	16,4
Ženy - sportující hod	27,0	22,7
Ženy - ostatní sporty	23,2	16,3

Počáteční rychlost vržených břemen ženami z místa, a to vrchem. S oběma břemeny si nejlépe vedly házenkářky, následně se pořadí u jednotlivých typů kamenů liší. S lehčím břemenem se silové sportovkyně umístily na pomyslném třetím místě, kdy jejich výkony byly pomalejší oproti házenkářkám v průměru o 6,7 m/s. Nesportovkyně pak ženy zaměřené na sílu přeházely o 3,7 m/s.

V případě kilogramového břemene silové sportovkyně v průměru házely rychleji o 0,1 m/s nežli ostatní sportovkyně, což se nedá považovat za velmi směrodatný výsledek. Oproti nesportovkyním si pak vedly lépe o 3,8 m/s.

Tab. 10 – Hod bokem. Odhodová rychlost břemene podle trénovanosti a hmotnosti břemene 0,5 kg a 1 kg. Soubor žen, sportovci a nesportující.
Tab. 10 - Side throw. Estimated load speed according to training and load weight 0.5 kg and 1 kg. A set of women, athletes and non-athletes.

Ženy - hod bokem	0,5 kg	1 kg
	Rychlost (m/s)	
Ženy nesportující	19,1	15,4
Ženy - sportující silové sporty	23,1	19,6
Ženy - sportující hod	32,6	27,4
Ženy - ostatní sporty	24,1	21,0

V případě vrhu bokem si vedly ženy podobně s oběma typy kamenů. Nejlepších výsledků dosahovaly házenkářky. Se zřetelným rozdílem za nimi stojí ostatní sportovkyně, s menším rozdílem silové sportovkyně a následně ženy bez zájmu o sport. S lehčím břemenem házenkářky vrhaly rychleji o 9,5 m/s než tzv. „silačky“. S těžším břemenem je rozdíl snížen na průměrných 7,8 m/s.

Ze zjištěných dat je zřejmé, že výsledky měření ovlivnil rozdíl pohlaví osob účastnících se experimentu. Souvisí to s obecným předpokladem, že muži mají v průměru vyšší fyzickou zdatnost, a tím pádem dokáží vyvinout více síly při hodu z místa i s rozběhem. Toto podporují i průměrné hodnoty měření, kde jsou výsledky mužů v průměru o více než třetinu vyšší než u žen. Při porovnání síly úderu není jasný rozdíl mezi muži a ženami, pokud se jedná o břemeno nižší hmotnosti (279 g) a střední hmotnosti (504 g). Tento rozdíl je patrný u hodu s rozběhem u břemene o nejvyšší hmotnosti (1003 g), kdy je síla působící při dopadu vyšší u mužů a spadá do kategorie velké síly úderu. Toto souvisí se schopností využití a vyvinutí větší fyzické síly mužů při hodu, tím pádem i větší vzdálenosti hodu a vyšší energii při dopadu břemene. U žen

veškeré hodnoty síly dopadu spadají do kategorie značné síly dopadu. A to jak v případech měření hodnot hodu z místa, tak i při vyhodnocování výsledků měření hodu s rozběhem [3], [4].

3 VLIV ALKOHOLU NA VOLNÍ MOTORICKOU ČINNOST

Pro experimentální měření jsme zvolili volní motorickou činnost při hodu břemenem. Jedná se o poměrně pohybově jednoduchou činnost, která se často řeší při znaleckém zkoumání. Zajímala nás otázka vlivu alkoholu na odhodové schopnosti dospělých mužů. V praxi se občas řeší otázka rychlost hodu nějakého předmětu na hlavu osoby nebo na nějaký předmět např. pachatel hodí kámen na bok vozidla a poškodí jej. V takových případech je rychlost letícího předmětu zcela zásadní pro predikci dopadové energie a intenzity poškození, případně stanovit míru zranění či smrti zasažené osoby.

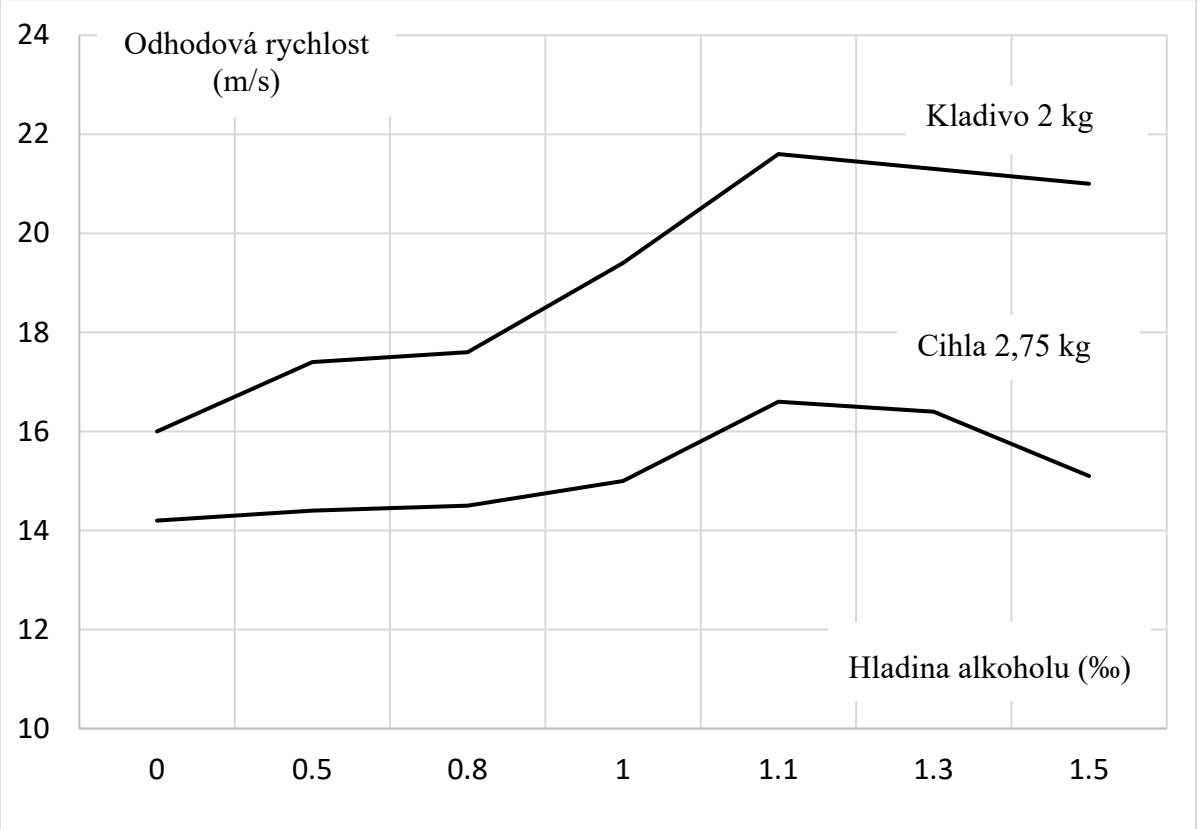
Pro hod byly použity dva předměty - cihla (hmotnost 2,75 kg, délka 25 cm, šířka 12 cm, výška 6 cm) a kladivo (hmotnost 2 kg, délka 35 cm). Všichni figuranti používali obě břemena při všech svých hodech.

Obr. 5 – Použitá břemena. Cihla - hmotnost 2,75 kg, délka 25 cm, šířka 12 cm, výška 6 cm. Kladivo - hmotnost 2 kg, délka 35 cm.
Fig. 5 – Loads used. Brick - weight 2.75 kg, length 25 cm, width 12 cm, height 6 cm. Hammer - weight 2 kg, length 35 cm.

Experimenty byly prováděny stejným způsobem jako předešlé. Tedy na zatravněné ploše dlouhé několik desítek metrů. Při výběru terénu se opět kladl důraz na rovnost a měkkost povrchu, na kterém byl výzkum proveden, a to z důvodu nezkreslování naměřených dat. Proband byl postaven na začátek pásma, bylo mu podáno první břemeno, v tomto případě cihla a následně byl požádán o provedení prvního způsobu vrhu, čímž byl vodorovný vrh z místa, horním nápřahem. Přísně bylo dbáno, aby břemeno odletělo z ruky vodorovně, nikoli obloučkem. Ihned po odhozu byla probandovi změřena výška ruky v místě, kde břemeno odhodil. Zaznamenána byla také dopadová vzdálenost vrženého břemene. Každý z hodů byl třikrát opakován, aby se pro účely této práce i vědeckého projektu využil vždy pouze nejdelší z vrhů. Taktéž probíhala také fotodokumentace většiny pokusů a videozáznam se souhlasem figurantů.

Experimentů se zúčastnilo celkem 20 mužů. Pokusným osobám byl postupně podáván alkohol, a to pivo 11° (4,7 % alk.) a 1 dcl rumu (37,5 % alk.) a měřena hladina alkoholu v dechu.

Začátek měření byl proveden při střízlivém stavu a postupně jsme opakovali hody se zvyšující se hladinou alkoholu, až do hladiny 1,5 ‰ alkoholu. Výsledky jsou zcela jasně vyznačeny na obr. 6.



Obr. 6 – Vliv hladiny alkoholu na rychlost hodu.
Fig. 6 – Effect of alcohol level on throw speed.

Z grafu na obr. 6 je znatelné, že se odhodová rychlost zvyšovala do hodnoty alkoholu 1,1 ‰, poté docházelo ke snížení rychlosti. Je nesporné, že alkohol výrazně ovlivňuje jak dobu reakce, tak dobu rozhodování před vlastní motorickou činností. Nezanedbatelný je i fakt, že hladina alkoholu ovlivňuje zvolenou motorickou činnost při hodu nějakého předmětu. Alkohol ovlivňoval celý soubor komponent reakčního času, resp. i celkového trvání akce. Zajímavé výsledky poskytla analýza vlivu alkoholu na reakční rychlost, kdy subjekty byly v průměru nízkými hladinami dokonce excitovány, konkrétně při hladině alkoholu v krvi cca. 0,08 ‰. Následně docházelo k negativní determinaci dosahující při cca. 0,4 ‰ a výše poměrně vysokých hodnot. Analýza experimentálně zjištěných hodnot naznačuje excitační efekt alkoholu pro velmi malé hladiny alkoholu v krvi, pro 0,17-0,23 ‰.

4 ZÁVĚR

Výzkum vlivu odhodové rychlosti břemene na poškození vozidla prokázal významné rozdíly mezi trénovanými a netrénovanými jedinci, a to u všech analyzovaných typů vrhů i břemen. Získané výsledky potvrzují, že trénovanost a technika jedince mají klíčový vliv na rychlost odhozu, což může mít přímé dopady na forenzní hodnocení pohybové činnosti při analýze kriminalistických stop.

Výsledky prezentované v tomto článku přinášejí nové poznatky o vlivu trénovanosti jedince na odhodové schopnosti a jejich forenzní hodnocení. Bylo prokázáno, že trénovaní jedinci dosahují významně vyšších odhodových rychlostí břemen, což má přímý dopad na

predikci kinetické energie a intenzity zranění nebo poškození. Tyto poznatky jsou klíčové pro aplikace v oblasti kriminalistiky a forenzní biomechaniky, zejména při zkoumání událostí spojených s násilnou trestnou činností.

Výzkum rovněž ukázal rozdíly mezi pohlavími a vliv různých faktorů, jako je například přítomnost alkoholu, na odhodové schopnosti. Zjištění, že nízké hladiny alkoholu mohou zpočátku zlepšovat reakční čas a odhodovou rychlost, zatímco vyšší hladiny mají opačný účinek, mohou být využita při dalších studiích i v praktickém forenzním zkoumání.

V budoucnu je vhodné zaměřit se na rozšíření experimentů na větší vzorky populace a zkoumat také vliv dalších faktorů, jako je vliv únavy, zdravotního stavu nebo psychologických aspektů na pohybovou činnost, dále různé druhy tréninkových metod či biomechanické parametry odlišných typů pohybových aktivit. Výsledky tohoto výzkumu poskytují pevný základ pro další rozvoj forenzní biomechaniky jako interdisciplinárního oboru, který má potenciál významně přispět k objasňování kriminalisticky relevantních událostí.

Přínos výzkumu spočívá nejen v teoretické rovině, ale i v jeho přímé aplikovatelnosti při řešení konkrétních praktických případů. Výsledky výzkumu poskytují nejen nový pohled na možnosti využití forenzní biomechaniky, ale také přispívají k posílení interdisciplinárního přístupu mezi kriminalistikou a biomechanikou. Forenzní biomechanika tak stále více prokazuje svůj význam v moderní kriminalistice a soudním inženýrství.

5 LITERATURA

[1] KARAS, V. Biomechanika pohybového systému člověka. Praha: UK, 1978.
[2] STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Teorie forenzní biomechaniky*. Praha: Vysoká škola finanční a správní, 2017. Sciencepress. ISBN 978-80-7408-140-8.
[3] STRAUS, J. „Biomechanická analýza vybraných pohybových akcí ve vztahu k objasňování násilné trestné činnosti“. Závěrečná výzkumná zpráva, 7427/2022/01, Praha: VŠFS, 2023.
[4] JÍCHOVA, Nikola, Vliv trénovanosti na forenzní hodnocení hodu břemenem, DP (vedoucí Jiří Straus), VŠFS, 2023.

PŘESNOST MOBILNÍHO TELEFONU PŘI DOKUMENTOVANÍ MÍSTA DN

ACCURACY OF THE MOBILE PHONE IN DOCUMENTING THE ACCIDENT SITE

Ing. Peter Vertaľ, Ph.D.[7], Ing. Juraj Veverka[8]

ABSTRAKT:

Digitalizácia miesta dopravnej nehody pomocou moderných technológií ako 3D skenovanie, LiDAR, fotogrametria v spojení s mobilnými aplikáciami umožňuje efektívne a presné zachytenie nehodového deja. Tento proces zlepšuje dokumentáciu a analýzu dopravných nehôd, pričom využitie mobilných zariadení, ako je iPhone Pro, umožňuje rýchle, finančne dostupné a technicky nenáročné metódy dokumentácie. Výsledky z praxe potvrdzujú, že táto technológia prináša presné dáta pre ďalšiu analýzu, zvyšuje efektivitu vyšetrovania a znižuje potrebu drahých zariadení.

ABSTRACT:

Digitizing the scene of a traffic accident using modern technologies such as 3D scanning, LiDAR, photogrammetry and mobile applications allows for efficient and accurate capture of the accident scene. This process improves the documentation and analysis of traffic accidents, while the use of mobile devices such as the iPhone Pro allows for quick, affordable and technically undemanding documentation methods. Practical results confirm that this technology delivers accurate data for further analysis, increases the efficiency of the investigation and reduces the need for expensive equipment.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Digitalizácia dopravných nehôd, LiDAR technológia, 3D skenovanie, Mobilné aplikácie, Dokumentácia nehôd

KEYWORDS:

Digitalization of traffic accidents LiDAR technology 3D scanning Mobile applications Accident documentation

1 ÚVOD

LiDAR je skratka odvodená z anglického termínu Light Detection and Ranging. Predstavuje aktívnu diaľkovú meraciu techniku, ktorá využíva laserové impulzy na určenie vzdialenosti k jednotlivým objektom a následne vytvára presné digitálne modely terénu. LiDAR senzor vysiela laserové impulzy do terénu, ktoré sa následne odrazia od cieľov (napríklad budov, vozidiel, krajinných útvarov alebo rôznych iných objektov) a sú zachytené späť. Kľúčový je čas, ktorý uplynie, kým sa signál odrazí späť k senzoru. Na základe doby letu signálu dokáže LiDAR senzor vypočítať vzdialenosť od konkrétneho objektu.

[7] Vertaľ, Peter, Ing. Ph.D. – ÚSI ŽU, Ul. 1. Mája 32, Žilina, SK, 0904512577, peter.vertal@usi.sk

[8]Veverka, Juraj, Ing. - Znalec, Inovecká 2594901 Nitra, SK, 0910 113 377, juraj.veverka@hotmail.com

Okrem určenia vzdialenosti dokáže LiDAR merať a odvodiť aj ďalšie dôležité parametre. Okrem dĺžky letu signálu mu v tom pomáhajú aj farby, intenzita a ďalšie charakteristiky odrazeného svetla.

Jednou z oblastí, v ktorej sa LiDAR využíva, je letecké snímanie. V tomto prípade sa LiDAR senzor umiestňuje priamo na povrch lietadla. Odtiaľ generuje laserové impulzy odrážajúce sa od povrchu Zeme. Tieto sa následne zaznamenávajú pomocou senzorov. Takýmto spôsobom sa LiDAR často používa na mapovanie a tvorbu digitálnych modelov krajinného terénu, priemyselných zón alebo mestských oblastí, ktoré sa následne využívajú v rámci plánovania infraštruktúry, výstavby ciest a železníc, vodohospodárskych sietí, geodetických prác alebo environmentálnych hodnotení. Technológia LiDAR sa navyše využíva aj v samotnom leteckom priemysle.

Ďalšou oblasťou, v ktorej sa technológia LiDAR uplatňuje, je aj oblasť vykonávania geodetických prác. Meranie vzdialenosti a tvorba presných digitálnych modelov reliéfu a terénu, ktorú LiDAR umožňuje dnes geodetické práce značne uľahčuje. Vďaka tomu už nie je ich vypracovanie také pracné a zdĺhavé ako kedysi.

Vďaka presným dátam o vzdialenosti a tvare objektov v okolí sa LiDAR používa aj v rámci rôznych vojenských a riadiacich aplikácií. Z tohto hľadiska sa technológia používa napríklad na riadenie a navigáciu autonómnych vozidiel alebo dronov.

Spoločnosť Apple v roku 2020 prvý krát predstavila LiDAR vo svojom modely iPhone rady 12 Pro a Pro Max a dodnes je táto technológia súčasťou vlajkových lodí iPhone 13,14,15,16 Pro a Pro Max a tabletu rady iPad Pro. V iPhone umožňuje LiDAR rôzne aplikácie, ako je napríklad rozšírená realita (AR), zlepšené fotografovanie s lepšou ostrosťou a presnosťou efektov portrétu a tiež lepšie rozpoznávanie okolia pre aplikácie zamerané na navigáciu, mapovanie a virtuálne zážitky. Táto technológia je integrovaná do zadnej kamery iPhone a poskytuje výkonný senzor, ktorý dokáže rýchlo a presne zachytiť okolitý svet.

Obr. 1 – Pohľad na iPhone
Fig. 1 – View on iPhone

2 DIGITALIZÁCIU MIESTA DOPRAVNEJ NEHODY POMOCOU MOBILNÉHO TELEFONU IPHONE 12 PRO – KRIŽOVATKA

Miestom simulovanej dopravnej nehody je zvolený úsek verejnej účelovej komunikácie v obci Janíkovce, okres Nitra, na ktorom bola nasimulovaná dopravná nehoda medzi osobným motorovým vozidlom a vodičom kolobežky.

Na mieste simulovanej dopravnej nehody je vyznačené:

základný bod merania / ZBM / - bod č. 1

pomocný bod / PBM / - body č. 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 33

zadokumentované stopy - body č. 2, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19

priamka vyznačujúca krajnicu a pretínajúca body 8, 10, 16, 20 a 33

šírka vozovky: 4.67 m

Pozn.: meranie vzdialeností jednotlivých bodov / stôp je vykonávané kolmo na priamku vyznačujúcu krajnicu, aby sa dosiahla čo najlepšia presnosť merania.

Tab. 1 – Geodetické zamerané vzdialeností bodov
Tab. 1 – Geodetic surveying of points

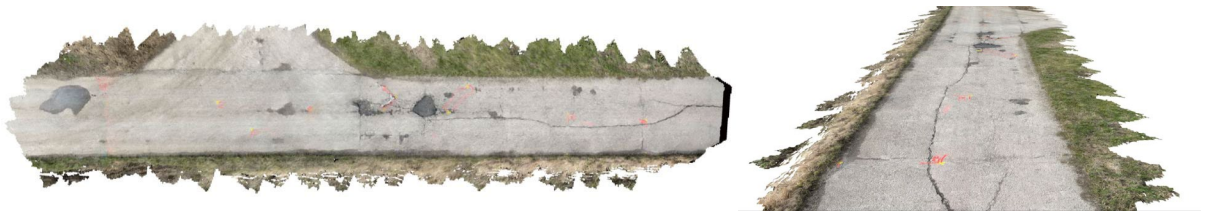
STOPA	BOD	V smere od ZBM	V smere od PBM
Začiatok brzdnej stopy ĽP kolesa vozidla	2	6.66 m	3.06 m
Začiatok brzdnej stopy PP kolesa vozidla	5	8.75 m	1.37 m
Topánka vodiča kolobežky	7	12.39 m	2.61 m
Zadné koleso kolobežky	9	17.05 m	2.71 m
Predné koleso kolobežky	11	17.71 m	3.45 m
Chodidlo vodiča kolobežky	13	20.96 m	2.56 m
Hlava vodiča kolobežky	15	22.10 m	4.12 m
Ľavý zadný roh vozidla	17	28.26 m	2.39 m
Ľavý predný roh vozidla	19	33.03 m	1.94 m

Obr. 2 – Pohľad na oblasť simulovanej nehody
Fig. 2 - View of the simulated accident area

2.1 Kiri Engine

Aplikácia Kiri Engine užívateľovi ponúka okrem možnosti skenovania „photo Scan“, ktorý funguje na princípe fotogrametrie (táto možnosť bola použitá v prípade mobilného zariadenia s operačným systémom Android) aj možnosť „LiDAR Scan“, ktorá sa ponúka ak je mobilné zariadenie vybavené technológiou LiDAR. Kiri Engine umožňuje export do viacerých typov formátov, to však iba v prípade, ak je 3D skenovanie vytvárané prostredníctvom „photo Scan“. Následný export zvoleného typu formátu a kvality je v čase do cca 30 minút zaslaný na mail používateľa ako link na stiahnutie.

V aktuálnom prípade skenovania pomocou „LiDAR Scan“ na mobilnom zariadení s operačným systémom iOS je možný export iba vo formáte .OBJ, ktorý je následne možné importovať ako „objekt“ do simulačného pr ogramu PC-CRASH.



Obr. 3 – Pohľad na 3D model
Fig. 3 - View of the 3D model

Tab. 2 – Prehľad odchýlky merania
Tab. 2 – Measurement deviation overview

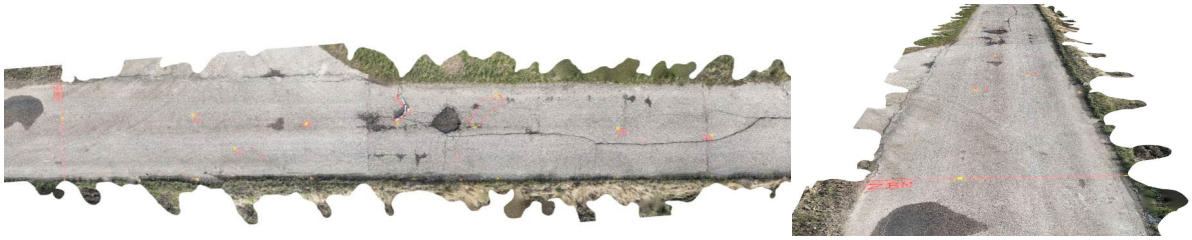
STOPA	BOD	V smere od ZBM [m]	Odchýlka [m]	Chyba [%]
Začiatok brzdnej stopy ĽP kolesa vozidla	2	6,64	-0,02	0,30
Začiatok brzdnej stopy PP kolesa vozidla	5	8,64	-0,11	1,26
Topánka vodiča kolobežky	7	12,22	-0,17	1,37
Zadné koleso kolobežky	9	16,61	-0,44	2,58
Predné koleso kolobežky	11	17,31	-0,40	2,26
Chodidlo vodiča kolobežky	13	20,42	-0,54	2,58
Hlava vodiča kolobežky	15	21,57	-0,53	2,40
Ľavý zadný roh vozidla	17	27,49	-0,77	2,72
Ľavý predný roh vozidla	19	32,17	-0,86	2,60
Priemerná chyba merania:				**2,01 %**

STOPA	BOD	V smere od PBM [m]	Odchýlka [m]	Chyba [%]
Začiatok brzdnej stopy ĽP kolesa vozidla	2	3,07	0,01	0,33
Začiatok brzdnej stopy PP kolesa vozidla	5	1,39	0,02	1,46
Topánka vodiča kolobežky	7	2,57	-0,04	1,53
Zadné koleso kolobežky	9	2,70	-0,01	0,37
Predné koleso kolobežky	11	3,43	-0,02	0,58
Chodidlo vodiča kolobežky	13	2,54	-0,02	0,78
Hlava vodiča kolobežky	15	4,12	0,00	0,00
Ľavý zadný roh vozidla	17	2,40	0,01	0,42
Ľavý predný roh vozidla	19	1,93	-0,01	0,52
Šírka vozovky	-	4,67	0,00	0,00
Priemerná chyba merania:				**0,67 %**

2.2 Polycam

Naskenovaný 3D model, resp. mračno bodov mobilnou aplikáciou Polycam poskytuje škálu možností úprav alebo opracovania tohto objektu priamo aj v mobilnom zariadení. 3D model je možné orezávať, zameriavať požadované vzdialenosti, vytvoriť z 3D modelu video, zmeniť farbu pozadia, rotovať či nastavovať jeho mierku. Aplikácia poskytuje aj možnosť rozšírenej reality (AR), kde je možné naskenovaný 3D model umiestniť do požadovaného priestoru pomocou fotoaparátu mobilného zariadenia.

Export vytvoreného 3D modelu zariadením iPhone od iného zariadenia zn. Apple je možné jednoducho a rýchlo pomocou technológie AirDrop. V prípade exportovania napr. do PC s operačným systémom Windows, je možné využiť akékoľvek cloudové úložisko, napr. OneDrive.



Obr. 4 – Pohľad na 3D model
Fig. 4 - View of the 3D model

Tab. 3 – Prehľad odchýlky merania
Tab. 3 – Measurement deviation overview

STOPA	BOD	V smere od ZBM [m]	Odchýlka [m]	Chyba [%]
Začiatok brzdnej stopy ĽP kolesa vozidla	2	6,66	0,00	0,00
Začiatok brzdnej stopy PP kolesa vozidla	5	8,76	0,01	0,11
Topánka vodiča kolobežky	7	12,40	0,01	0,08
Zadné koleso kolobežky	9	17,07	0,02	0,12
Predné koleso kolobežky	11	17,70	-0,01	0,06
Chodidlo vodiča kolobežky	13	20,95	-0,01	0,05
Hlava vodiča kolobežky	15	22,09	-0,01	0,05
Ľavý zadný roh vozidla	17	28,22	-0,04	0,14
Ľavý predný roh vozidla	19	33,00	-0,03	0,09
Priemerná chyba merania:				**0,08 %**

STOPA	BOD	V smere od PBM [m]	Odchýlka [m]	Chyba [%]
Začiatok brzdnej stopy ĽP kolesa vozidla	2	3,07	0,01	0,33
Začiatok brzdnej stopy PP kolesa vozidla	5	1,36	-0,01	0,73
Topánka vodiča kolobežky	7	2,60	-0,01	0,38
Zadné koleso kolobežky	9	2,73	0,02	0,74
Predné koleso kolobežky	11	3,44	-0,01	0,29
Chodidlo vodiča kolobežky	13	2,56	0,00	0,00
Hlava vodiča kolobežky	15	4,10	-0,02	0,49
Ľavý zadný roh vozidla	17	2,40	0,01	0,42
Ľavý predný roh vozidla	19	1,97	0,03	1,55
Šírka vozovky	-	4,67	0,00	0,00
Priemerná chyba merania:				**0,55 %**

2.3 Scaniverse

Táto jednoduchá a bezplatná aplikácia určená len pre zariadenia s operačným systémom iOS v úvode poskytuje užívateľovi 3 možnosti skenovania, „Small Object“, „Medium Object“ a „Large Objet / Area“. Tieto možnosti sa líšia vo vzdialenosti rozsahu skenovania, ktorý je možné nastaviť od 0,3 m do 5,0 m. Aplikácia umožňuje naskenovaný 3D model editovať, vytvárať videá a merať požadované vzdialenosti. Rovnako ako v prípade aplikácie Polycam ponúka aplikácia Scaniverse možnosť rozšírenej reality (AR).

Kvalita naskenovaného objektu, priestoru je závislá na spôsobe vytvárania tohto 3D modelu, tzv. „Processing Mode“, ktorý je možné zvoliť ako „Speed“ využívajúci technológiu LiDAR s veľkosťou bodu 12 mm, „Area“ využívajúci rovnako LiDAR ale s veľkosťou bodu 6 mm, ktorý je odporúčaný na skenovanie objektov a priestoru a napokon „Detail“ využívajúci fotogrametriu a odporúčaný pre objekty s textúrou.

Obr. 5 – Pohľad na 3D model
Fig. 5 - View of the 3D model

Tab. 4 – Prehľad odchýlky merania
Tab. 4 – Measurement deviation overview

STOPA	BOD	V smere od ZBM [m]	Odchýlka [m]	Chyba [%]
Začiatok brzdnej stopy ĽP kolesa vozidla	2	6,69	0,03	0,45
Začiatok brzdnej stopy PP kolesa vozidla	5	8,81	0,06	0,69
Topánka vodiča kolobežky	7	12,48	0,09	0,73
Zadné koleso kolobežky	9	17,11	0,06	0,35
Predné koleso kolobežky	11	17,80	0,09	0,51
Chodidlo vodiča kolobežky	13	20,99	0,03	0,14
Hlava vodiča kolobežky	15	22,19	0,09	0,41
Ľavý zadný roh vozidla	17	28,31	0,05	0,18
Ľavý predný roh vozidla	19	33,09	0,06	0,18
Priemerná chyba merania:				**0,40 %**

STOPA	BOD	V smere od PBM [m]	Odchýlka [m]	Chyba [%]
Začiatok brzdnej stopy ĽP kolesa vozidla	2	3,11	0,05	1,63
Začiatok brzdnej stopy PP kolesa vozidla	5	1,39	0,02	1,46
Topánka vodiča kolobežky	7	2,64	0,03	1,15
Zadné koleso kolobežky	9	2,70	-0,01	0,37
Predné koleso kolobežky	11	3,47	0,02	0,58
Chodidlo vodiča kolobežky	13	2,61	0,05	1,95
Hlava vodiča kolobežky	15	4,20	0,08	1,94
Ľavý zadný roh vozidla	17	2,40	0,01	0,42
Ľavý predný roh vozidla	19	1,94	0,00	1,63
Šírka vozovky	-	4,67	0,00	0,00
Priemerná chyba merania:				**1,06 %**

2.4 Metascan

Pri spustení mobilnej aplikácie Metascan sa užívateľovi ponúkajú dve možnosti skenovania. Sú to „LIDAR“ a „PHOTO“. Už názov sám napovedá, akú technológiu používa každý typ tohto skenovania. Výsledný naskenovaný 3D model je možné priamo v aplikácii editovať (otáčať prípadne orezať), umožňuje meranie vzdelanostní na 3D modely a napokon je tu možnosť „RENDERING“, ktorá ponúka možnosť „Grid“ - umiestnenie 3D modelu do mriežky, možnosť „Perspective“ - vytvorenie perspektívneho zobrazenia 3D modelu a poslednú tretiu možnosť „Shading“, ktorá z grafického 3D modelu vytvorí triangulovaný. Požadovaná kvalita 3D modelu sa nastavuje v jeho procese vytvárania, a to možnosťou voľby „FAST“ s

mriežkou o veľkosti 100 mm, „Standard“ s mriežkou o veľkosti 70 mm a „Pro“ s mriežkou o veľkosti 50 mm. Aplikácia umožňuje rovnako využitie funkcie AR, teda rozšírenej reality. Tak ako u každej aplikácie používanej so zariadením iPhone, aj tu sa vytvorený 3D model dá jednoducho exportovať pomocou technológie AirDrop.

Obr. 6 – Pohľad na 3D model
Fig. 6 - View of the 3D model

Tab. 5 – Prehľad odchýlky merania
Tab. 5 – Measurement deviation overview

STOPA	BOD	V smere od ZBM [m]	Odchýlka [m]	Chyba [%]
Začiatok brzdnej stopy ĽP kolesa vozidla	2	6,69	0,03	0,45
Začiatok brzdnej stopy PP kolesa vozidla	5	8,63	-0,12	1,37
Topánka vodiča kolobežky	7	12,28	-0,11	0,89
Zadné koleso kolobežky	9	16,95	-0,10	0,59
Predné koleso kolobežky	11	17,67	-0,04	0,23
Chodidlo vodiča kolobežky	13	20,91	-0,05	0,24
Hlava vodiča kolobežky	15	22,02	-0,08	0,36
Ľavý zadný roh vozidla	17	28,17	-0,09	0,32
Ľavý predný roh vozidla	19	32,96	-0,07	0,21
Priemerná chyba merania:				**0,52 %**

STOPA	BOD	V smere od PBM [m]	Odchýlka [m]	Chyba [%]
Začiatok brzdnej stopy ĽP kolesa vozidla	2	3,17	0,11	3,59
Začiatok brzdnej stopy PP kolesa vozidla	5	1,39	0,02	1,46
Topánka vodiča kolobežky	7	2,61	0,00	0,00
Zadné koleso kolobežky	9	2,70	-0,01	0,37
Predné koleso kolobežky	11	3,47	0,02	0,58
Chodidlo vodiča kolobežky	13	2,60	0,04	1,56
Hlava vodiča kolobežky	15	4,18	0,06	1,46
Ľavý zadný roh vozidla	17	2,43	0,04	1,67
Ľavý predný roh vozidla	19	1,94	0,00	0,00
Šírka vozovky	-	4,67	0,00	0,00
Priemerná chyba merania:				**1,19 %**

Na základe vyššie uvedených meraní bolo zhotovený sumárny prehlaď odchýliac zameraných bodov od VBM a ZBM a zároveň určená priemerná a celková chyba merania.

4. Kiri Engine / iOS / - porovnanie 3D modelu voči geodetickému zameraniu	
Najväčšia odchýlka v smere od ZBM	**0,86 m**
Priemerná chyba merania v smere od ZBM	**2,01 %**
Najväčšia odchýlka v smere od PBM	**0,04 m**
Priemerná chyba merania v smere od PBM	**0,67 %**
Spoločná chyba merania	**1,34 %**
Kompatibilita exportovaného 3D mračna bodov so simulačným programom PC-CRASH	X
Použiteľnosť: ako 3D objekt vo formáte .OBJ	

5. Polycam / iOS / - porovnanie mračna bodov voči geodetickému zameraniu	
Najväčšia odchýlka v smere od ZBM	**0,04 m**
Priemerná chyba merania v smere od ZBM	**0,08 %**
Najväčšia odchýlka v smere od PBM	**0,03 m**
Priemerná chyba merania v smere od PBM	**0,55 %**
Spoločná chyba merania	**0,63 %**
Kompatibilita exportovaného 3D mračna bodov so simulačným programom PC-CRASH	✓
Použiteľnosť ako: 3D mračno bodov vo formáte .XYZ	

6. Scaniverse/ iOS / - porovnanie mračna bodov voči geodetickému zameraniu	
Najväčšia odchýlka v smere od ZBM	**0,09 m**
Priemerná chyba merania v smere od ZBM	**0,40 %**
Najväčšia odchýlka v smere od PBM	**0,08 m**
Priemerná chyba merania v smere od PBM	**1,06 %**
Spoločná chyba merania	**0,73 %**
Kompatibilita exportovaného 3D mračna bodov so simulačným programom PC-CRASH	✓
Použiteľnosť ako: 3D mračno bodov vo formáte .LAS	

7. Metascan/ iOS / - porovnanie mračna bodov voči geodetickému zameraniu	
Najväčšia odchýlka v smere od ZBM	**0,12 m**
Priemerná chyba merania v smere od ZBM	**0,52 %**
Najväčšia odchýlka v smere od PBM	**0,06 m**
Priemerná chyba merania v smere od PBM	**1,19 %**
Spoločná chyba merania	**0,86 %**
Kompatibilita exportovaného 3D mračna bodov so simulačným programom PC-CRASH	✓
Použiteľnosť ako: 3D mračno bodov vo formáte .XYZ	

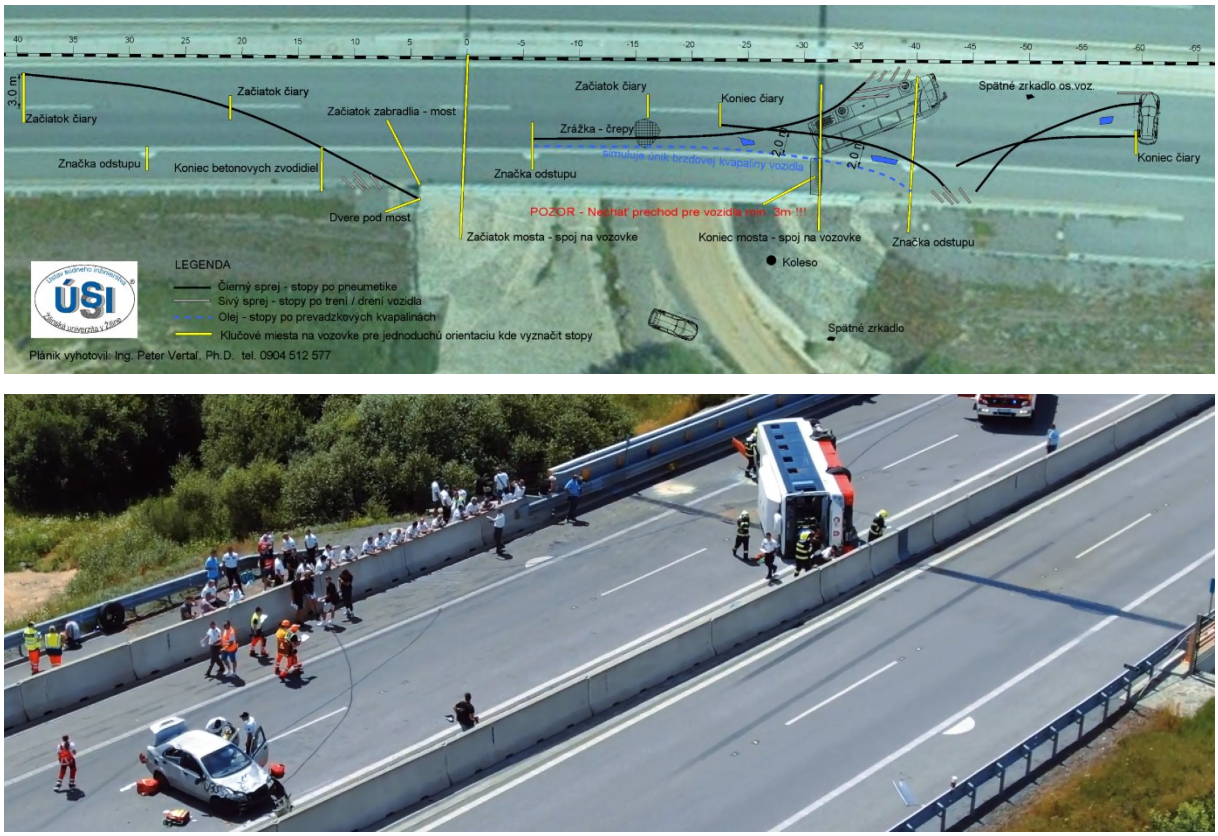
Z vyššie uvedených výsledkov meraní, ktorých hodnoty boli vzájomne porovnávané s geodetickým zameraním je zrejmé, že digitalizácia simulovaného miesta dopravnej nehody mobilnou aplikáciou Polycam pomocou mobilného zariadenia iPhone 12 Pro Max s využitím technológie Lida dosiahla najlepšie a najpresnejšie výsledky. Z tohto možno zhodnotiť, že jej využitie pre účely analýzy dopravných nehôd v simulačnom programe PC-CRASH je efektívne, rýchle a presné.

Ako druhá v poradí dosiahla najlepšie výsledky mobilná aplikácia Scaniverse, taktiež pomocou mobilného zariadenia iPhone 12 Pro Max a technológie Lida.

Na treťom mieste zo siedmych testovaných mobilných aplikácii sa umiestnila mobilná aplikácia Metastáz s použitím mobilného zariadenia iPhone 12 Pro Max s technológiou Lidar.

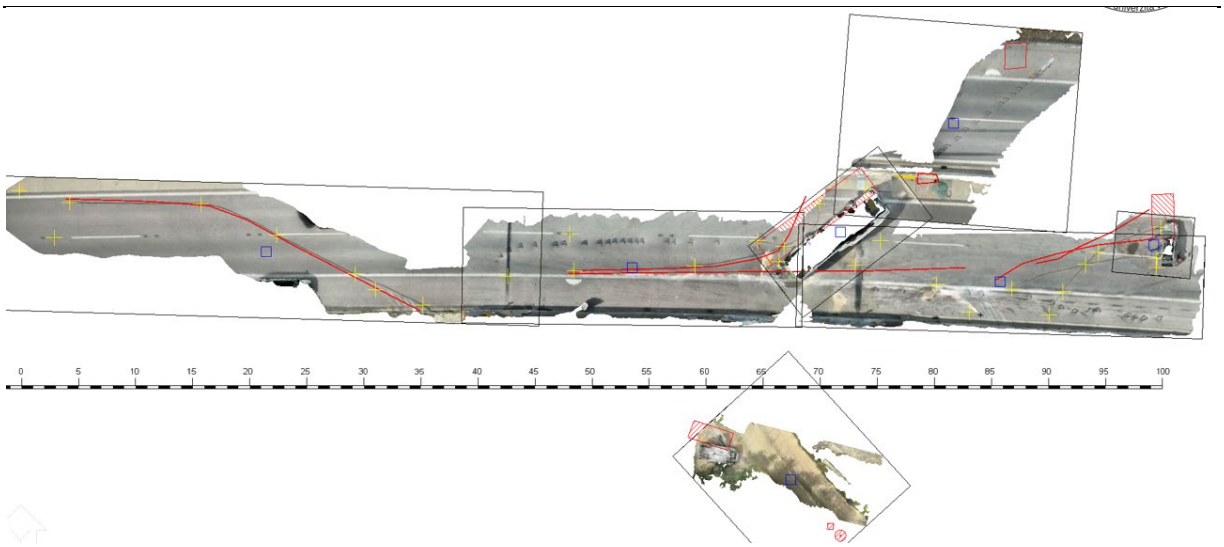
3 DIGITALIZÁCIU MIESTA DOPRAVNEJ NEHODY POMOCOU MOBILNÉHO TELEFONU IPHONE 15 PRO – DIAĽNICA

Pre overenie metódy a presnosti zamerania DN bola v rámci taktického cvičenia simulovanej dopravnej nehody overená metóda dokumentácia miesta DN pomocou softvéru Polycam. Jednalo sa o diaľničný úsek s mostom. Nehoda obsahovala dve osobné vozidla a autobus.



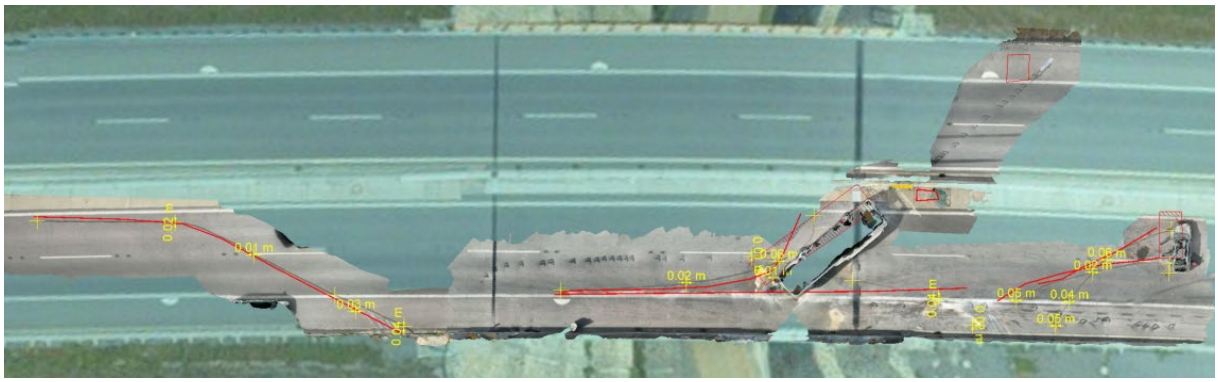
Obr. 7 – Pohľad na plán nehody a reálnu situáciu
Fik. 7 – View at the accident plan and the real situation

Oblasť simulovanej nehody bola zadokumentovaná po častiach. Na obrázku 8 je vidieť jednotlivé oblasti vyznačené obdĺžnikom. Celkom bolo vytvorených 7 skenovaných oblasti, ktoré boli následne spojené do jedného veľkého plániku DN v simulačnom programe PC Crash.



Obr. 8 – Pohľad na 3D model
Fig. 8 - View of the 3D model

Geodetické zameranie oblasti pozostávalo celkom z 26 bodov. Kľúčové body boli vybrané v miestach ktoré boli svojim charakterom dôležite pre následnú analýzu. N obrázku sú vyznačené len tie body ktoré mali odchýlku buď v smere x alebo v smere y.



Obr. 9 – Pohľad na 3D model
Fig. 9 - View of the 3D model

Z výsledkov zamerania oblasti je zrejme, že odchýlky v zameraní pomocou iPhone 15 PRO sú od geodetických meraní z technického hľadiska pre potreby analýzy DN zanedbateľne. Najväčšia odchýlka bola cca 6 cm pri dĺžke úseku cca 120 m. Spojené scény odpovedali tvaru aj zakriveniu oblúku danej oblasti vozovky. Predmetný pokus len potvrdzuje vhodnosť metódy pre dokumentovanie DN.

Tab. 1 – Prehľad odchýlky merania oblasti dopravnej nehody autobusu
Tab. 1 – Overview of bus accident area measurement deviation

Bod geodet	chyba v „x" smere (cm)	Chyba v „y" smere (cm)	Bod geodet	chyba v „x" smere (cm)	Chyba v „y" smere (cm)
1	-1	0	**14**	0	-2
2	0	0	**15**	5	0
3	0	3	**16**	5	0
4	0	-4	**17**	4	0
5	0	0	**18**	2	0
7	2	2	**19**	0	**-6**
8	0	0	**20**	0	0
9	**-6**	0	**21**	0	0
10	1	0	**22**	0	0
11	0	0	**24**	0	2
13	0	4	**25**	0	0
			26	0	0

4 ZÁVER

Digitalizácia miesta dopravnej nehody predstavuje kľúčový nástroj v modernizácii dokumentácie a vyšetrovania dopravných incidentov. Jej implementácia prináša množstvo výhod a významne zlepšuje efektivitu procesu dokumentácie a vyšetrovania dopravných nehôd. Využívanie digitalizácie zrýchľuje a zefektívňuje akúkoľvek činnosť a toto isté platí aj pri možnosti digitalizácie miesta dopravnej nehody v prípade analýzy dopravných nehôd bez nutnosti využívania finančne náročných technológii. V praxi sa digitalizácia miesta dopravnej nehody prejavuje presným a podrobným zachytením udalosti, čo umožňuje odborníkom lepšie porozumenie priebehu udalostí a identifikáciu príčin vzniku nehodového deja. Moderné technológie ako 3D skenovanie, LiDAR, fotogrametria a mobilné aplikácie umožňujú vytvorenie detailných digitálnych modelov miesta dopravnej nehody vrátane zadokumentovaných stôp a tým spôsobom rýchlo a presne zaznamenať dáta priamo na mieste nehody.

Digitalizácia miesta dopravnej nehody pomocou mobilných aplikácii je významným krokom v modernizácii vyšetrovania dopravných udalostí. Túto dostupnú a technicky nenáročnú metódu dokumentácie miesta dopravnej nehody ocení takmer každý odborník, súdny znalec v obore cestnej dopravy pri analýze nehodového deja. Výsledky z praxe naznačujú, že okrem autentického zobrazenia skenovaného miesta dopravnej nehody sa jedná aj o presné zadokumentovanie stôp nachádzajúcich sa na tomto mieste, ktoré možno využiť priamo v simulačnom programe k analýze nehodového deja.

ÚDAJE O RYCHLOSTI ZAZNAMENANÉ POMOCÍ IPHONŮ

SPEED DATA LOGGED BY IPHONES

Jakub Zębala [9], Robert Radziszewski [10]

SYNOPSE:

Tento článek představuje výsledky předběžné studie záznamů rychlostí v telefonech iPhone. Výzkum byl proveden na sedmi modelech iPhonů s aktualizovanými operačními systémy iOS. Výzkum ukázal, že rychlost je na těchto telefonech zaznamenávána na dvou místech v tabulce ZRTCLOCATIONMO a v souboru Sysdiagnose.

ABSTRAKT:

The article presents the results of preliminary research on speed logs in iPhones. The research was carried out using seven models of iPhones with updated operating systems iOS. The study showed that the speed is recorded in two locations: in the ZRTCLLOCATIONMO table and in the Sysdiagnose file.

KLÍČOVÁ SLOVA

iPhone, ZRTCLLOCATIONMO, cache.sqlite, Sysdiagnose

KLÍČOVÁ SLOVA:

iPhone, ZRTCLLOCATIONMO, cache.sqlite, Sysdiagnose

1 ÚVOD

Čtení dat z mobilních telefonů není nic nového a provádějí ho instituce nebo IT společnosti. V Polsku však neexistují žádné publikace ani vědecké zprávy, které by uváděly, že mezi načtenými údaji jsou i záznamy o rychlosti, které lze využít při rekonstrukci nehod. V Evropě není takové čtení zatím populární. Mezi nesporné lídry patří nizozemská policie a NFI [1, 2], které již několik let čtou data z iPhonů pro účely rekonstrukce.
[11]V roce 2024 provedla Laboratoř vyšetřování dopravních nehod v Krakově společně s Laboratoří forenzní informatiky IES vědecký výzkum v oblasti ověřování záznamů rychlosti na iPhonech v rámci projektu registrovaného pod číslem III/W/2024 . Článek obsahuje aktuálně zpracované výsledky tohoto výzkumu.

2 ZKUŠEBNÍ OBJEKTY A ZKUŠEBNÍ PODMÍNKY

Testy spočívaly ve zrychlování a brzdění vozidla, které obsahovalo telefony v držácích připevněných na čelním skle (obr. 1). Jedná se o optimální polohu telefonů vzhledem k signálu GPS, která se běžně používá při používání navigace. Ve studii bylo použito sedm

[9] Zębala, Jakub, Ph.D. - Institute of Forensic Research, Krakow, Polsko, +48126185721, jzebala@ies.gov.pl

[10] Radziszewski, Robert, dipl. eng. - Institute of Forensic Research, Krakov, Polsko, +48126185721, rradziszewski@ies.gov.pl

[11] Projekty IES - Ústav soudního znalectví Prof. Dr. Jana Sehna v Krakově - Portál Gov.pl (přístup:20.11.2024).

modelů telefonů s různými verzemi operačního systému iOS. Telefony byly před testováním dekódovány.

Obr. 1 - Pohled na testované telefony uvnitř vozidla.
Fig. 1 – View of the tested iPhones inside the vehicle.

V době studie měly telefony aktualizované operační systémy. To se však týkalo pouze modelů telefonů podporovaných společností Apple. Nejstarší modely IPhone 7 a 8 již aktualizace nedostávají (tabulka 1).

Tabulka 1 - Verze operačního systému iOS testovaných telefonů.
Table 1 – iOS operating system versions of the tested phones.

Model telefonu	iPhone 7	iPhone 8	iPhone SE (2020)	iPhone 11	iPhone 12	iPhone 13 Pro Max	iPhone 14 Pro Max
	iOS 15.7.7						
		iOS 16.4.1	iOS 16.4.1	iOS 16.4.1		iOS 16.4.1	
Wersja		iOS 16.7.8					
systemu		iOS 16.7.10					
operacyjnego			iOS 17.2.1				
			iOS 17.4.1	iOS 17.4.1	iOS 17.4.1	iOS 17.4.1	iOS 17.4.1

Zkoušky byly prováděny na volném prostranství mimo město za dobrých povětrnostních podmínek. Během zkoušek byla povolena navigace v aplikaci *Mapy* nebo *Google Maps*. Zkoušky nebyly prováděny v městských oblastech kvůli možnosti rušení signálu GPS způsobeného efektem městského kaňonu, kdy může být počet dostupných satelitů omezený a poloha telefonu nepřesná, což ovlivňuje trajektorii telefonu, a tedy i jeho rychlost. Z údajů odečtených z testovaných telefonů se záznamy o rychlosti nacházejí na těchto dvou místech: v tabulce ZRTCLLOCATIONMO v databázi *cache.sqlite* a v souboru Sysdiagnose.

3 ZRTCLLOCATIONMO (CACHE.SQLITE)

Tabulka *ZRTCLLOCATIONMO* v databázi *cache.sqlite* není dostupná v uživatelském prostoru telefonu a ke čtení rychlostních registrů je nutné použít specializovaný software Cellebrite UFED 4PC nebo Magnet Graykey a k analýze výsledných dat software Cellebrite Physical Analyzer. Pole ZRTCLOCATIONMO obsahuje následující údaje:

- ZTIMESTAMP - čas v [s] počítaný od půlnoci 1. ledna 2001 podle času UTC,
- ZSPEED - rychlost v [m/s].
- ZCOURSE - kurz, směr pohybu vzhledem k severu ve stupních,
- ZLATTITUDE - zeměpisná šířka,
- ZLONGITUDE - zeměpisná délka,

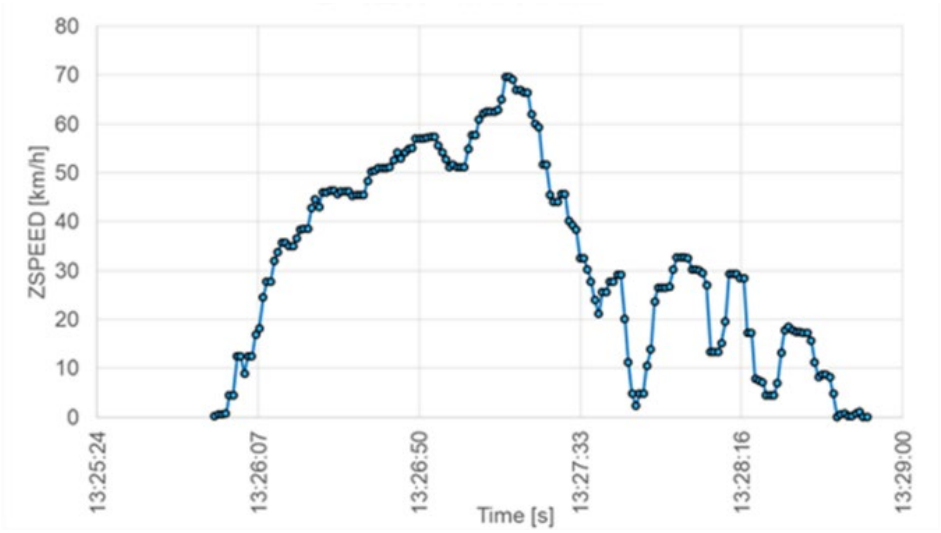
– ZSPEEDACCRUCY - přesnost rychlosti v [m/s].

Tabulka 2 - Údaje o iPhonu 7 ve formátu tabulky Microsoft Excel se zvýrazněnými sloupci, jejichž údaje lze použít při rekonstrukci.

Table 2 – iPhone 7 data in Microsoft Excel spreadsheet format with highlighted columns which can be used in reconstruction.

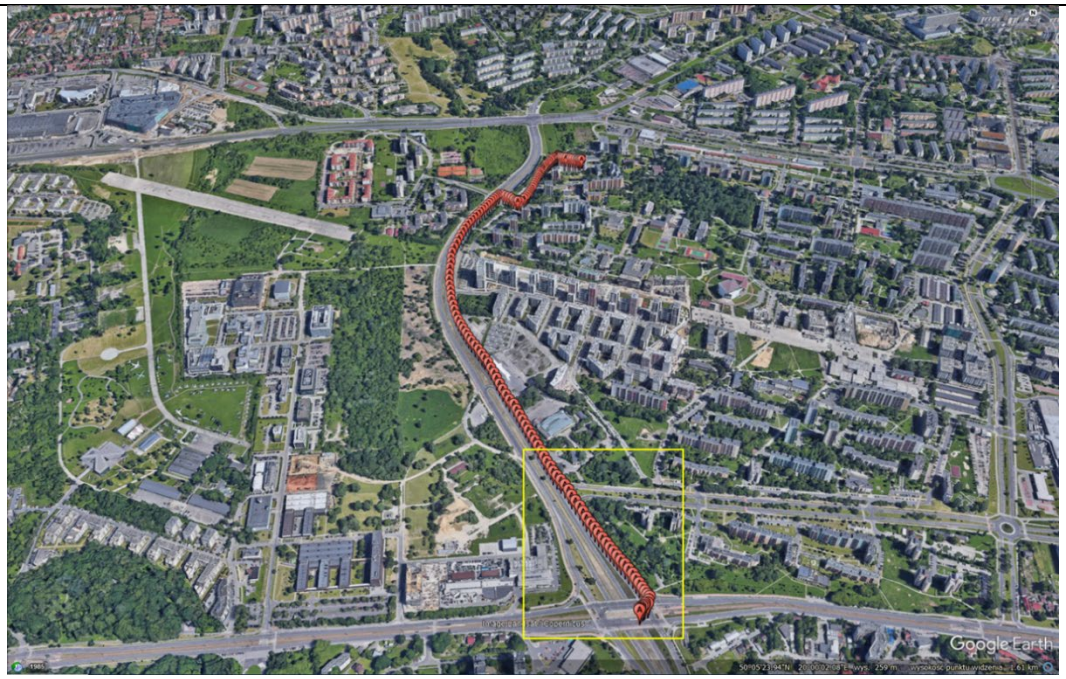
Tabela: ZRTCLLOCATIONMO
Wiersze łącznie: 5391

Z_PK	Z_ENT	Z_OPT	ZSIGNALENVIRONMENTTYPE	ZTYPE	ZALTITUDE	ZCOURSE	ZHORIZONTALACCURACY	ZLATITUDE	ZLONGITUDE	ZSPEED	ZTIMESTAMP	ZVERTICALACCURACY
5955	2	1	2	1	206,3160596	86,11411664	12,00181241	50,07412404	20,00388538	0,057139806	723302755	9,15254879
5917	2	1	2	1	206,3178158	86,04132048	12,00181241	50,07410903	20,00388451	0,180828527	723302756	9,243585587
5913	2	1	2	1	206,2146181	85,60358049	12,00181241	50,07409901	20,00388533	0,180828527	723302757	10,245574
5945	2	1	2	1	206,3076429	86,27280243	12,00181241	50,07410447	20,00387894	0,199039459	723302758	9,803202629
5920	2	1	2	1	206,5724682	85,90787225	12,00181241	50,0741231	20,00387489	1,269685864	723302759	9,521302223
5885	2	1	2	1	206,7930127	83,40120648	12,00181241	50,07413563	20,00390641	1,269685864	723302760	9,31049633
5911	2	1	2	1	207,4633274	79,18231475	12,00181241	50,07415448	20,00395806	3,453539848	723302761	9,135631561
5894	2	1	2	1	208,0525541	72,97557841	12,00181241	50,07417259	20,00399563	3,453539848	723302762	9,056883812
5925	2	1	2	1	208,8073719	58,97586945	12,00181241	50,07420233	20,00401753	2,464273453	723302763	9,470227242
5902	2	1	2	1	209,4036761	39,55016708	12,00181241	50,07420772	20,00408935	3,458738565	723302764	9,346765518
5897	2	1	2	1	209,9064747	22,88997269	12,00181241	50,07425424	20,00411324	3,458738565	723302765	9,65012455
5937	2	1	2	1	210,5996203	333,3721008	12,00181241	50,07431105	20,00414757	4,723344803	723302766	9,537934303
5891	2	1	2	1	211,1121721	333,3721008	12,00181241	50,07434953	20,00410276	5,038366795	723302767	9,382255554
5953	2	1	2	1	211,6649582	332,0059814	12,00181241	50,07440539	20,0040529	6,8313241	723302768	9,321041107
5893	2	1	2	1	212,1985222	332,0059814	12,00181241	50,07446868	20,00400062	7,700792313	723302769	9,272684097
5951	2	1	2	1	212,7745542	330,9446106	12,00181241	50,07454274	20,00393532	7,700792313	723302770	9,703198433
5906	2	1	2	1	213,1035623	329,3007507	12,00181241	50,07462035	20,00386409	8,894755363	723302771	10,5143013
5875	2	1	2	1	213,293285	326,5872192	12,00181241	50,07470419	20,00380078	9,384250641	723302772	9,984465599
5924	2	1	2	1	213,6841237	325,8709412	12,00181241	50,07478099	20,00371034	9,922820091	723302773	9,548397064
5943	2	1	2	1	214,1327791	325,4471436	12,00181241	50,07486407	20,00363139	9,922820091	723302774	9,187742233
5939	2	1	2	1	214,5228328	325,4471436	12,00181241	50,07493281	20,00353817	9,722853661	723302775	8,8929739
5915	2	1	2	1	214,6752907	325,4471436	12,00181241	50,07500923	20,00345639	9,722853661	723302776	8,650129318
5890	2	1	2	1	214,7854465	326,9500122	12,00181241	50,07508515	20,00337791	10,15634537	723302777	8,456927299
5903	2	1	2	1	214,8579495	326,9500122	12,00181241	50,07516437	20,00329781	10,65422153	723302778	8,317314148
5922	2	1	2	1	214,8266365	326,9500122	12,00181241	50,07524648	20,0032148	10,73403168	723302779	8,578454018
5880	2	1	2	1	214,6346993	327,5160828	12,00181241	50,07533494	20,00312691	10,73403168	723302780	9,13390255
5950	2	1	2	1	214,2661247	329,1025085	12,00181241	50,07543058	20,00303575	11,92044735	723302781	8,858165741
5932	2	1	2	1	213,8787666	329,1025085	12,00181241	50,07552244	20,00295233	12,39380646	723302782	8,677962303
5879	2	1	2	1	213,3499519	329,829834	12,00181241	50,07561455	20,00285828	11,92298126	723302783	3
5946	2	1	2	1	213,613779	329,7393799	12,00181241	50,07571909	20,00275543	12,79005432	723302784	3



Obr. 2 - Grafické znázornění výsledků dat tabulky ZRTCLLOCATIONMO telefonu iPhone 7.

Fig. 2 – Graphical representation of data results from the ZRTCLLOCATIONMO table of the iPhone 7.



Obr. 3 - Zeměpisné souřadnice zaznamenaných rychlostí z iPhonu 7 zobrazené na překryvné mapě Google Earth.

Fig. 3 – Geographic coordinates of the recorded speeds from the iPhone 7 presented on the Google Earth map background.

Obr. 4 - Zvětšený řez (žlutý obdélník) z obr. 3.

Fig. 4 – Enlarged fragment (yellow rectangle) from Fig. 3.

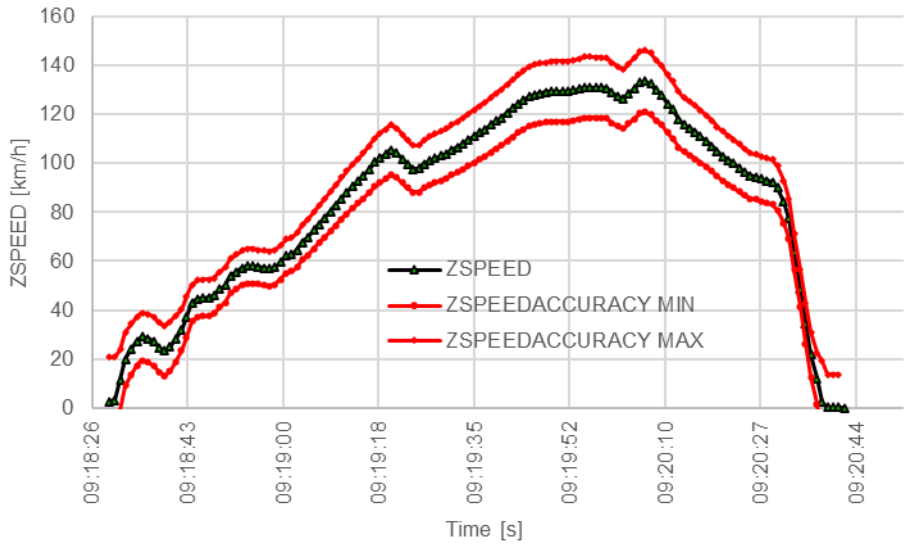
Z odečtených dat vyplývá, že aktualizace operačního systému může změnit tabulku ZRCLLOCATIONMO. V telefonech, kde byl aktualizován operační systém z verze 16 na 17, se v tabulce ZRCLLOCATIONMO objevil nový sloupec s názvem ZSPEEDACURRACY.

Tabulka 3 – Údaje z iPhone SE (iOS 17) ve formátu tabulky Microsoft Excel s novým sloupcem ZSPEEDACCURACY.

Table 3 – Data from iPhone SE (iOS 17) in Microsoft Excel spreadsheet format with a new ZSPEEDACCURACY column.

Nazwa pliku Sqlite: Cache.sqlite (17.04.2024)
Tabela: ZRTCLLOCATIONMO iPhoneSE (IOS 17.2.1)
Wiersze łącznie: 23662

Z_PK	Z_ENT	Z_OPT	ZSIGNA	ZTYPE	ZALTITUDE	ZCOURSE	ZHORIZONTAL	ZLATITUDE	ZLONGITUDE	ZSPEED	ZTIMESTAMP	ZVERTICALAC	ZINTEG	ZCOURSEACC	ZSPEEDACCURACY
35482	3	1	1	1	201,0944715	108,0145798	4,777404748	50,0636638	20,07214782	0,704461932	13.04.2024 09:18:29	3,316766634	50	180	5,047628837
35479	3	1	1	1	201,2260103	108,0145798	4,779689668	50,06366406	20,0721592	0,869573948	13.04.2024 09:18:30	3,313473058	50	180	4,881899862
35483	3	1	1	1	201,4081219	108,0145798	4,778827748	50,06365321	20,07220582	3,18993128	13.04.2024 09:18:31	3,314716034	50	38,59258629	3,439095439
35532	3	1	1	1	201,4850651	105,4209595	4,777012242	50,06363753	20,07227759	5,576212729	13.04.2024 09:18:32	3,317331921	50	17,4223645	3,0282467
35526	3	1	1	1	201,8132375	108,5444055	50,87179533	50,06381101	20,07298571	6,68011695	13.04.2024 09:18:33	3,318415401	50	13,51542353	2,865379141
35522	3	1	1	1	202,0368581	104,4541621	43,10494769	50,06377027	20,07300163	7,545474694	13.04.2024 09:18:34	3,319224637	50	11,50077233	2,769907734
35524	3	1	1	1	202,1979462	93,49415588	4,772827161	50,06360693	20,07259737	8,069310572	13.04.2024 09:18:35	3,323350406	50	10,52022416	2,702851286
35469	3	1	1	1	202,296978	90	4,770118634	50,06360141	20,07271187	7,906096055	13.04.2024 09:18:36	3,32723688	50	10,92331062	2,739256268
35465	3	1	1	1	202,3778584	87,14537811	4,768095823	50,06360226	20,07282238	7,564838401	13.04.2024 09:18:37	3,330135021	50	11,65533089	2,776334267
35523	3	1	1	1	202,424357	84,15982819	4,7466275	50,06362056	20,07292078	6,882030692	13.04.2024 09:18:38	3,36066428	50	13,04649074	2,797994396
35489	3	1	1	1	202,4334122	84,15982819	4,747133615	50,06362534	20,07300635	6,468210982	13.04.2024 09:18:39	3,359949326	50	14,13230436	2,839182599
35467	3	1	1	1	202,8561975	80,56298828	4,749182051	50,063638	20,07309341	6,933712084	13.04.2024 09:18:40	3,357053303	50	15,21028591	2,812238086
35463	3	1	1	1	202,614206	127,4078442	4,753534116	50,06363852	20,07316676	7,801496697	13.04.2024 09:18:41	3,350888007	50	14,80746362	2,626422956
35495	3	1	1	1	203,1391865	154,5434875	4,751050882	50,06351396	20,07325487	8,833992976	13.04.2024 09:18:42	3,354407928	50	14,55341778	2,310012476
35486	3	1	1	1	203,5698817	155,418396	4,746938328	50,0634257	20,07331457	10,34957083	13.04.2024 09:18:43	3,360225222	50	9,74073406	2,362302139
35530	3	1	1	1	203,7248965	155,418396	4,741453159	50,0633267	20,07338013	11,92828873	13.04.2024 09:18:44	3,367960654	50	9,873831544	2,053730746
35471	3	1	1	1	203,9262677	156,0345459	4,728005143	50,06322194	20,07345242	12,42492465	13.04.2024 09:18:45	3,38681331	50	9,497078141	2,054358256
35527	3	1	1	1	204,530248	156,4197388	4,721171578	50,06312079	20,07352745	12,48465553	13.04.2024 09:18:46	3,396332722	50	9,485231745	2,059710302
35485	3	1	1	1	204,7282663	157,6964111	4,712071448	50,06301735	20,07359191	12,4986558	13.04.2024 09:18:47	3,408947008	50	9,409253038	2,047655438
35515	3	1	1	1	205,0473582	158,6678162	4,704219	50,06291332	20,07366001	12,74087232	13.04.2024 09:18:48	3,419774938	50	9,044130046	2,0082694
35508	3	1	1	1	205,5270838	159,5490112	4,696797206	50,06279983	20,07372586	13,4665279	13.04.2024 09:18:49	3,429961084	50	8,478474751	1,992842145
35490	3	1	1	1	206,1504183	159,8135223	4,691794752	50,06268143	20,07378978	13,94014215	13.04.2024 09:18:50	3,436800698	50	8,217875007	2,004420692
35520	3	1	1	1	206,0900296	161,0479126	4,687105221	50,06255573	20,07386001	15,01278317	13.04.2024 09:18:51	3,443193529	50	7,44297966	1,959845083
35481	3	1	1	1	206,11925	161,0479126	4,679788082	50,06242619	20,07392774	15,44870207	13.04.2024 09:18:52	3,453131989	50	7,229704324	1,963910581
35474	3	1	1	1	206,0813676	161,1025848	4,676880345	50,06229224	20,07399613	15,9198616	13.04.2024 09:18:53	3,457069174	50	6,919439454	1,944277289
35510	3	1	1	1	206,0116456	161,5167999	4,675852607	50,06215816	20,07406976	16,10687094	13.04.2024 09:18:54	3,458459112	50	6,88505101	1,955625859
35533	3	1	1	1	206,1891372	160,4469299	4,674104558	50,06202547	20,0741497	16,07562262	13.04.2024 09:18:55	3,460821234	50	6,985198689	1,970398458
35470	3	1	1	1	205,2251009	157,3557892	4,671878847	50,06189606	20,07423812	15,99838504	13.04.2024 09:18:56	3,463825208	50	6,91151405	1,940515407
35506	3	1	1	1	203,6016799	157,0345001	4,671295055	50,06176841	20,07432772	15,87539045	13.04.2024 09:18:57	3,464612467	50	7,062188835	1,968260485
35531	3	1	1	1	202,9910388	157,0345001	4,671484425	50,061639	20,07441509	15,83202256	13.04.2024 09:18:58	3,464357126	50	7,111652377	1,976432926
35498	3	1	1	1	202,3120454	158,2273407	4,671521551	50,06150716	20,07449953	15,93988305	13.04.2024 09:18:59	3,464307063	50	7,070536866	1,976853779
35459	3	1	1	1	202,9708302	160,534317	4,66996803	50,06136689	20,07457644	16,51057072	13.04.2024 09:19:00	3,466400962	50	6,675586454	1,940574185



Obr 5 – Grafické znázornění výsledků iPhonu SE (iOS 17) včetně údajů ze sloupce ZSPEEDACCURACY.

Fig. 5 – Data from iPhone SE (iOS 17) in Microsoft Excel spreadsheet format with a new ZSPEEDACURACY column.

4 SOUBOR SYSDIAGNOSE

Základem druhého zdroje protokolů o rychlosti je funkce Sysdiagnose, která archivuje diagnostická data telefonu jako soubor. Tento soubor lze vygenerovat pomocí postupů poskytnutých společností Apple.

Umístění souborů sysdiagnose v iPhonu je určeno cestou v nabídce nastavení operačního systému iOS.

Nastavení > Soukromí a zabezpečení > Analýza a vylepšení > Analytická data>Sysdiagnostika

Příklady označení souborů Sysdiagnose:

iPhone 7

Sysdiagnose_2023.11.21_02-13-05+0100_iPhone-OS_iPhone_19H357.tar.gz (270 MB)

iPhone 11

Sysdiagnose_2024.01.30_12-48-58+0100_iPhone-OS_iPhone_20E252.tar.gz (156 MB)

iPhone SE (2020)

Sysdiagnose_2024.01.20_09-20-04+0100_iPhone-OS_iPhone_21C66.tar.gz (262 MB)

Název souboru obsahuje datum zápisu s rokem, měsícem, dnem a časem (hodina, minuta sekunda a časové pásmo) a kódované číslo verze systému iOS. Příklady: 15,16, 17. Jedná se o velké soubory o velikosti řádově 200 MB, které lze exportovat do jiného zařízení Apple nebo do počítače pomocí AirDrop nebo Mail Drop přes bodové mračno. iPhone neumožňuje stažení tohoto souboru přímo z telefonu do počítače prostřednictvím kabelového připojení. Analýza souboru sysdiagnose se provádí pomocí široce dostupného a bezplatného (open source) softwaru UnifiedLogReader, který získává záznam protokolu o rychlosti v textové podobě v následujícím formátu:

#gdm,Velocity,horizSpeed,, horizSpeedUnc,*.*

Ve výše uvedeném zápisu hvězdička (*) označuje číselnou hodnotu a přípona "*Unc*" je zkratkou slova *Uncertainty,* tj. nejistota dané hodnoty rychlosti [1].

Tabulka 4 - Údaje z iPhonu SE (iOS 16.4.1).

Table 4 – Data from iPhone SE (iOS 16.4.1).

```
2023-12-27 08:26:13.154400+0100 0x354b Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,0.03,horizSpeedUnc,0.10,vertVel,-
2023-12-27 08:26:14.155100+0100 0x354d Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,0.01,horizSpeedUnc,0.04,vertVel,-
2023-12-27 08:26:15.151300+0100 0x354d Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,1.14,horizSpeedUnc,0.57,vertVel,-
2023-12-27 08:26:16.156400+0100 0x3550 Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,3.65,horizSpeedUnc,1.26,vertVel,-
2023-12-27 08:26:17.154400+0100 0x354d Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,6.20,horizSpeedUnc,1.30,vertVel,0
2023-12-27 08:26:18.153300+0100 0x3550 Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,7.49,horizSpeedUnc,0.65,vertVel,-
2023-12-27 08:26:19.154000+0100 0x3550 Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,9.01,horizSpeedUnc,0.88,vertVel,-
2023-12-27 08:26:20.155500+0100 0x3550 Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,10.97,horizSpeedUnc,1.02,vertVel,
2023-12-27 08:26:21.154800+0100 0x354b Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,12.69,horizSpeedUnc,0.86,vertVel,
2023-12-27 08:26:22.153200+0100 0x3550 Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,13.96,horizSpeedUnc,0.67,vertVel,
2023-12-27 08:26:23.151300+0100 0x3550 Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,14.20,horizSpeedUnc,0.24,vertVel,
2023-12-27 08:26:24.154500+0100 0x354b Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,15.32,horizSpeedUnc,0.60,vertVel,
2023-12-27 08:26:25.155200+0100 0x354d Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,16.64,horizSpeedUnc,0.70,vertVel,
2023-12-27 08:26:26.153100+0100 0x354b Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,17.91,horizSpeedUnc,0.71,vertVel,
2023-12-27 08:26:27.154400+0100 0x354b Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,18.80,horizSpeedUnc,0.64,vertVel,
2023-12-27 08:26:28.153600+0100 0x354b Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,19.04,horizSpeedUnc,0.42,vertVel,
2023-12-27 08:26:29.153800+0100 0x3550 Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,19.93,horizSpeedUnc,0.57,vertVel,
2023-12-27 08:26:30.154100+0100 0x3550 Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,20.66,horizSpeedUnc,0.56,vertVel,
2023-12-27 08:26:31.151900+0100 0x354d Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,21.11,horizSpeedUnc,0.57,vertVel,
2023-12-27 08:26:32.154400+0100 0x354b Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,21.70,horizSpeedUnc,0.51,vertVel,
```

Vygenerovaný soubor Sysdiagnose neobsahuje hodnoty rychlosti u všech telefonů. Na starších zařízeních iPhone 7 (iOS 15.7.7) a iPhone 8 (iOS 16.6.1) jsou příznaky -1,00 (tabulka 5) nebo 0,00 (tabulka 6), kde je zaznamenána rychlost nebo nejistota rychlosti

Tabulka 5 - Údaje z iPhonu 7 (iOS 15.7.7).
Table 5 – Data from iPhone 7 (iOS 15.7.7).

```
2023-11-16 10:44:47.263500+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-16 10:44:48.262100+0100 0x63e8 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:26.754700+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:27.700500+0100 0x67ba Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:28.699100+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:29.699500+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:30.700900+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:31.700800+0100 0x67ba Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:32.699600+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:33.700800+0100 0x67ba Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:34.699600+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:35.700500+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:36.700900+0100 0x67ba Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:37.700300+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:38.699400+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:39.701000+0100 0x67ba Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:40.700000+0100 0x67ba Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:41.700600+0100 0x67ba Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:42.699800+0100 0x67ba Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:43.699600+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
```

Tabulka 6 - Údaje z iPhonu 8 (iOS 16.4.1).
Table 6 – Data from iPhone 8 (iOS 16.4.1).

```
2023-11-01 14:58:41.055300+00:00 0x178b8 Default 0x668dd 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, -0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:41.055600+00:00 0x474   Default 0x668dd 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
2023-11-01 14:58:42.060300+00:00 0x178b8 Default 0x66905 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, -0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:42.063200+00:00 0x474   Default 0x66905 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
2023-11-01 14:58:43.072900+00:00 0x15fc3 Default 0x6692f 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, -0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:43.074100+00:00 0x474   Default 0x6692f 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
2023-11-01 14:58:44.074600+00:00 0x16353 Default 0x6695e 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, -0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:44.077300+00:00 0x474   Default 0x6695e 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
2023-11-01 14:58:45.083700+00:00 0x15fc3 Default 0x66988 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, -0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:45.084500+00:00 0x474   Default 0x66988 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
2023-11-01 14:58:46.079400+00:00 0x16353 Default 0x669b5 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, -0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:46.081900+00:00 0x474   Default 0x669b5 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
2023-11-01 14:58:47.073000+00:00 0x15fc3 Default 0x669e0 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, -0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:47.075100+00:00 0x474   Default 0x669e0 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
2023-11-01 14:58:48.075600+00:00 0x164a0 Default 0x66a0b 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, -0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:48.076200+00:00 0x474   Default 0x66a0b 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
2023-11-01 14:58:49.072300+00:00 0x16353 Default 0x66a50 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, -0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:49.073500+00:00 0x474   Default 0x66a50 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
2023-11-01 14:58:50.071300+00:00 0x16353 Default 0x66a7f 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, -0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:50.075700+00:00 0x474   Default 0x66a7f 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
```

Naproti tomu iPhone 12 vykazuje nezměněné hodnoty 0,00 pro rychlost a 3,7 pro nejistotu rychlosti (tabulka 7). Naproti tomu v souboru Sysdiagnose zařízení iPhone 13 Pro Max (iOS 16.6.1) chybí jakékoli informace o rychlosti (tabulka 8).

Tabulka 7 - Údaje z iPhone 12 (iOS 17.3.1).
Table 7 – Data from iPhone 12 (iOS 17.3.1).

```
2024-03-03 10:02:52.028300+0100 0xcba4f    Default     0x0                 71     0    locationd: [com.apple.locationd.Position
Raven,Fix,1,solution_type,5,lat,-0.00000000,lon,-0.00000000,hunc,4.7,alt,-0.00,alt_unc,3.4,speed,-0.00,speed_unc,3.7,course,-0.0
me,380455.483,err_elp_A,8.2,err_elp_B,8.2,err_elp_AZ,-27.7,weight_PT,0.0,weight_CE,0.0,weight_PNT,1.0,clkD,-12.4,clkD_unc,28.1
2024-03-03 10:02:52.028300+0100 0xcba4f    Default     0x0                 71     0    locationd: [com.apple.locationd.Position
acc, 4.75, speed, -0.0, course, -0.0, imag, 0
2024-03-03 10:02:52.034300+0100 0xcb8e7    Default     0x26f2be            71     0    locationd: [com.apple.locationd.Position
acc, 4.75, speed, -0.0, course, -0.0, type, 1, alt, -0.0, altunc, 3.4,ellipsoidalAlt,-0.0,speedUnc,-0.0,courseUnc,-0.0,signalEnv
2024-03-03 10:02:52.034400+0100 0x669      Default     0x26f2be            71     0    locationd: [com.apple.locationd.Motion:A
speed, -0.000000, speedUnc, -0.000000, speedSource, -2147483648, ageOfEstimation, -0.000000
2024-03-03 10:02:53.029300+0100 0xcb116    Default     0x0                 71     0    locationd: [com.apple.locationd.Position
ll, -0.0000000, -0.0000000, acc, 3.54, speed, -0.0, course, -0.0, imag, 0
2024-03-03 10:02:53.029400+0100 0xcb116    Default     0x0                 71     0    locationd: [com.apple.locationd.Position
Raven,Fix,1,solution_type,4,lat,-0.00000000,lon,-0.00000000,hunc,4.7,alt,-0.00,alt_unc,3.4,speed,-0.00,speed_unc,3.7,course,-0.0
me,380455.935,err_elp_A,8.2,err_elp_B,8.2,err_elp_AZ,-26.8,weight_PT,0.0,weight_CE,0.0,weight_PNT,1.0,clkD,-12.4,clkD_unc,28.1
2024-03-03 10:02:53.029400+0100 0xcb116    Default     0x0                 71     0    locationd: [com.apple.locationd.Position
Raven,Fix,1,solution_type,5,lat,-0.00000000,lon,-0.00000000,hunc,4.7,alt,-0.00,alt_unc,3.4,speed,-0.00,speed_unc,3.7,course,-0.0
me,380456.483,err_elp_A,8.2,err_elp_B,8.2,err_elp_AZ,-26.8,weight_PT,0.0,weight_CE,0.0,weight_PNT,1.0,clkD,-12.4,clkD_unc,28.1
```

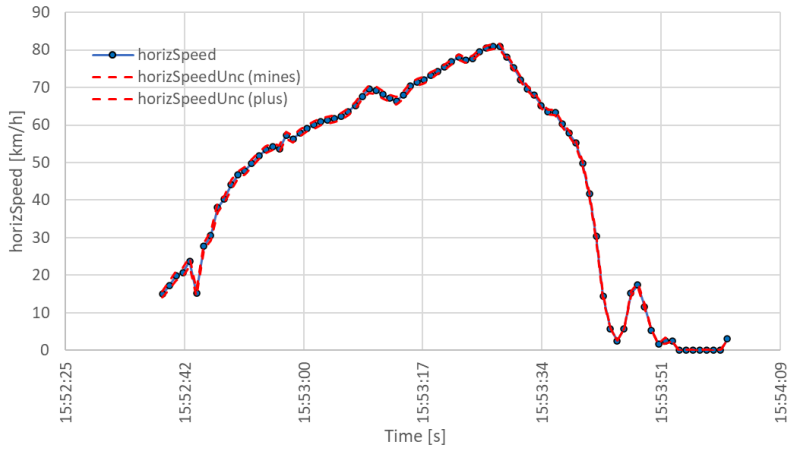
Tabulka 8 - Údaje z iPhone 13 Pro Max (iOS 16.6.1)
Table 8 – Data from iPhone 13 Pro Max (iOS 16.6.1).

```
2023-11-05 13:25:58.259600+0100 0x417d     Default     0xca37              218    0    contactsd: (AddressBookLegacy) -[ContactsService
favoritesEntryDictionariesAtPath:withReply:]_block_invoke_2:656 | Error reading favorites file, error: Error Domain=NSCocoaErrorDomain Code=260 "The file
“com.apple.mobilephone.speeddial.plist” couldn’t be opened because there is no such file."
UserInfo={NSFilePath=/var/mobile/Library/Preferences/com.apple.mobilephone.speeddial.plist, NSUnderlyingError=0x6e0b22e70 {Error Domain=NSPOSIXErrorDomain Code=2
such file or directory"}}
2023-11-05 13:26:00.414000+0100 0x417d     Default     0xca3e              218    0    contactsd: (AddressBookLegacy) -[ContactsService
favoritesEntryDictionariesAtPath:withReply:]_block_invoke_2:656 | Error reading favorites file, error: Error Domain=NSCocoaErrorDomain Code=260 "The file
“com.apple.mobilephone.speeddial.plist” couldn’t be opened because there is no such file."
UserInfo={NSFilePath=/var/mobile/Library/Preferences/com.apple.mobilephone.speeddial.plist, NSUnderlyingError=0x6e0b08c20 {Error Domain=NSPOSIXErrorDomain Code=2
such file or directory"}}
2023-11-05 13:26:01.486300+0100 0x256b     Default     0xce45              218    0    contactsd: (AddressBookLegacy) -[ContactsService
favoritesEntryDictionariesAtPath:withReply:]_block_invoke_2:656 | Error reading favorites file, error: Error Domain=NSCocoaErrorDomain Code=260 "The file
“com.apple.mobilephone.speeddial.plist” couldn’t be opened because there is no such file."
UserInfo={NSFilePath=/var/mobile/Library/Preferences/com.apple.mobilephone.speeddial.plist, NSUnderlyingError=0x6e0b22e70 {Error Domain=NSPOSIXErrorDomain Code=2
such file or directory"}}
2023-11-05 13:26:03.300500+0100 0x256b     Default     0xce4c              218    0    contactsd: (AddressBookLegacy) -[ContactsService
favoritesEntryDictionariesAtPath:withReply:]_block_invoke_2:656 | Error reading favorites file, error: Error Domain=NSCocoaErrorDomain Code=260 "The file
“com.apple.mobilephone.speeddial.plist” couldn’t be opened because there is no such file."
UserInfo={NSFilePath=/var/mobile/Library/Preferences/com.apple.mobilephone.speeddial.plist, NSUnderlyingError=0x6e0929f70 {Error Domain=NSPOSIXErrorDomain Code=2
such file or directory"}}
2023-11-05 13:26:03.958600+0100 0x417d     Default     0xcfe3              218    0    contactsd: (AddressBookLegacy) -[ContactsService
favoritesEntryDictionariesAtPath:withReply:]_block_invoke_2:656 | Error reading favorites file, error: Error Domain=NSCocoaErrorDomain Code=260 "The file
“com.apple.mobilephone.speeddial.plist” couldn’t be opened because there is no such file."
UserInfo={NSFilePath=/var/mobile/Library/Preferences/com.apple.mobilephone.speeddial.plist, NSUnderlyingError=0x6e092fae0 {Error Domain=NSPOSIXErrorDomain Code=2
such file or directory"}}
```

Na jednom z nejnovějších telefonů iPhone 14 MaxPro jsou údaje o rychlosti opět přítomny v souboru Sysdiagnose (tabulka 9).

Tabulka 9 - Údaje z iPhone 14 Pro Max (iOS 17.6.1).
Table 9 – Data from iPhone 14 Pro Max (iOS 17.6.1).

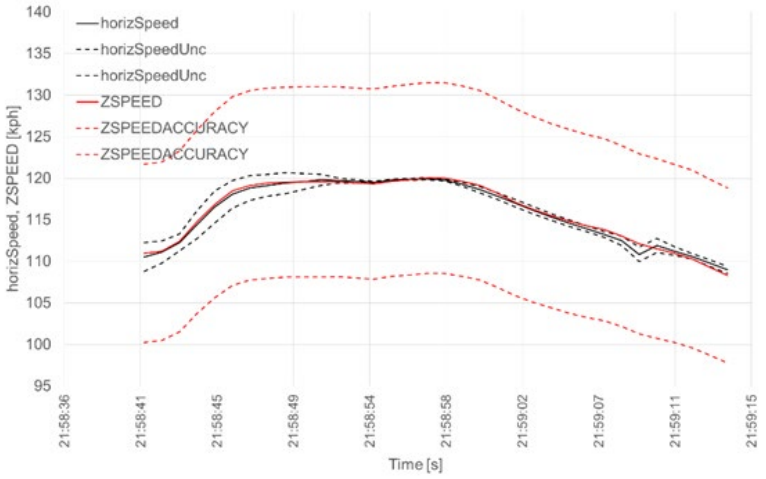
```
2024-05-17 15:53:00.079500+0200 0x2c280d Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,16.44,horizSpeedUnc,0.25,vertVel,
2024-05-17 15:53:01.079000+0200 0x2c280d Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,16.67,horizSpeedUnc,0.26,vertVel,
2024-05-17 15:53:02.081000+0200 0x2c280d Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,16.93,horizSpeedUnc,0.25,vertVel,
2024-05-17 15:53:03.081900+0200 0x2c24e6 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,17.02,horizSpeedUnc,0.25,vertVel,
2024-05-17 15:53:04.077800+0200 0x2c24e6 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,17.13,horizSpeedUnc,0.26,vertVel,
2024-05-17 15:53:05.078700+0200 0x2c2803 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,17.30,horizSpeedUnc,0.26,vertVel,
2024-05-17 15:53:06.080400+0200 0x2c280d Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,17.67,horizSpeedUnc,0.26,vertVel,
2024-05-17 15:53:07.077800+0200 0x2c24e6 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,18.11,horizSpeedUnc,0.25,vertVel,
2024-05-17 15:53:08.078500+0200 0x2c2803 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,18.80,horizSpeedUnc,0.25,vertVel,
2024-05-17 15:53:09.076600+0200 0x2c2803 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,19.31,horizSpeedUnc,0.26,vertVel,
2024-05-17 15:53:10.080300+0200 0x2c280d Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,19.25,horizSpeedUnc,0.27,vertVel,
2024-05-17 15:53:11.076600+0200 0x2c24e6 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,18.92,horizSpeedUnc,0.26,vertVel,
2024-05-17 15:53:12.081300+0200 0x2c24e6 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,18.65,horizSpeedUnc,0.26,vertVel,
2024-05-17 15:53:13.079500+0200 0x2c2803 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,18.45,horizSpeedUnc,0.27,vertVel,
2024-05-17 15:53:14.079100+0200 0x2c2803 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,18.87,horizSpeedUnc,0.27,vertVel,
2024-05-17 15:53:15.083900+0200 0x2c280d Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,19.55,horizSpeedUnc,0.27,vertVel,
2024-05-17 15:53:16.080500+0200 0x2c24e6 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,19.85,horizSpeedUnc,0.27,vertVel,
2024-05-17 15:53:17.078100+0200 0x2c2803 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,20.02,horizSpeedUnc,0.26,vertVel,
2024-05-17 15:53:18.079900+0200 0x2c2803 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,20.36,horizSpeedUnc,0.26,vertVel,
2024-05-17 15:53:19.078100+0200 0x2c2803 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,20.65,horizSpeedUnc,0.19,vertVel,
2024-05-17 15:53:20.082100+0200 0x2c24e6 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,20.96,horizSpeedUnc,0.19,vertVel,
```



Obr. 6 - Grafické znázornění výsledků z iPhone 14 Pro Max (iOS 17.6.1).
Fig. 6 – Graphical representation of results from iPhone 14 Pro Max (iOS 17.6.1).

5 POROVNÁNÍ ÚDAJŮ ZE SOUBORU SYSDIAGNOSE A TABULKY ZRTCLLOCATIONMO

Pro porovnání údajů ze souboru Sysdiagnose a tabulky ZRTCLLOCATIONMO byl použit vzorek vytvořený pomocí telefonu iPhone SE(2020) systémem iOS 17.4.1. Hodnoty horizSpeed a ZSPEED se překrývají a rozdíl mezi nimi nepřesahuje jeden kilometr za hodinu (obr. 7). Na obr. 7 je rovněž znázorněna nejistota a přesnost. V současné době nevíme, proč je takový rozdíl. Tak velký rozdíl mezi hodnotami horizSpeedUnc a ZSPEEDACCURACY naznačuje, že v telefonu slouží k různým účelům. Na základě předloženého výzkumu je však obtížné uvést ke kterému.



Obr. 7 - Grafické znázornění výsledků z iPhonu SE(2020) (iOS 17.4.1).
Fig. 7 – Graphical representation of results from iPhone SE(2020) (iOS 17.4.1).

6 POČET DNŮ ULOŽENÝCH DAT PŘI NEPŘETRŽITÉM POUŽÍVÁNÍ TELEFONU

Údaje byly odečteny z iPhonu 8, 11 a 14 (tabulka 10). Tyto telefony nebyly vypnuté a po celou dobu měly nabitou baterii. Před odečtem se účastnily studie, tj. měly zapnutou navigaci. U každého telefonu byl uveden nejstarší zaznamenaný záznam rychlosti a nejnovější před odečtem. U telefonu iPhone 8 obsahovaly záznamy 8 a 11 dní, u telefonu iPhone SE 5 dní a u telefonu iPhone 14 10 dní.

Tabulka 10 - Údaje z iPhonu 8, 11 a 14 Pro Max.
Table 10 – Data from iPhones 8, 11 and 14 Pro Max.

Nazwa pliku Sqlite: Cache.sqlite (12.03.2024)										
Tabela: ZRTCLLOCATIONMO iPhone8 (iOS 16.4.1)										
Wiersze łącznie: 23219										
Z_PK	Z_ENT	Z_OPT	ZALTITUDE	ZCOUR	ZHORIZ	ZLATITUDE	ZLONGITUDE	ZSPEED	ZTIMESTAMP	
3934267	2	1	241,7030907	-1	21	50,08985931	20,00617423	-1	02.03.2024 19:11:38	Najstarszy rejestr
3934274	2	1	238,5313103	-1	20	50,08989158	20,00643659	-1	02.03.2024 19:11:55	
3934273	2	1	238,6211104	-1	20	50,08990252	20,00651061	-1	02.03.2024 19:12:40	
3957489	2	1	205,594593	-1	35	50,06138992	19,97076606	-1	12.03.2024 08:54:35	
3957488	2	1	205,594593	-1	35	50,06138992	19,97076606	-1	12.03.2024 08:54:35	
3957487	2	1	205,594593	-1	35	50,06138992	19,97076606	-1	12.03.2024 08:54:41	Ostatni rejestr

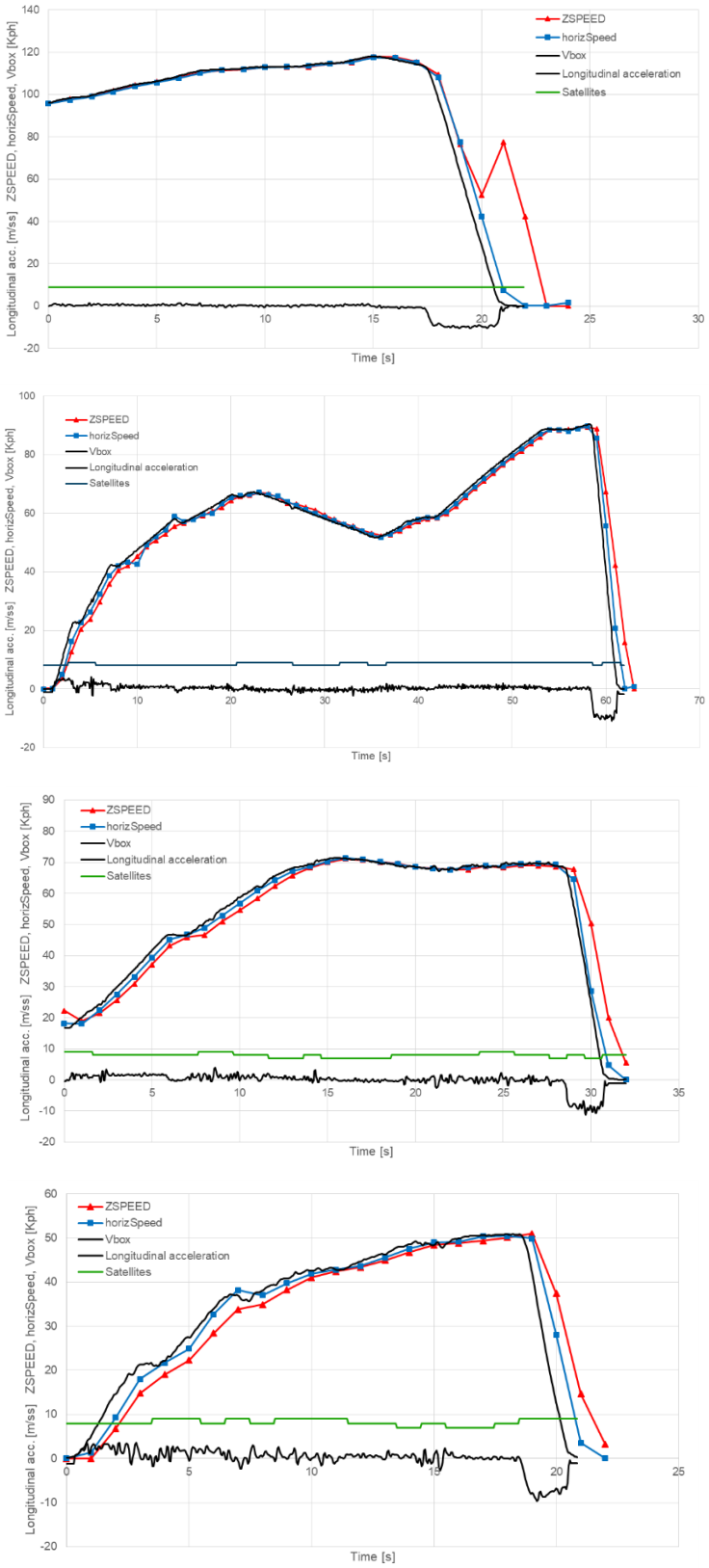
Nazwa pliku Sqlite: Cache.sqlite (14.03.2024)										
Tabela: ZRTCLLOCATIONMO iPhone8 (iOS 16.4.1)										
Wiersze łącznie: 20140										
Z_PK	Z_ENT	Z_OPT	ZALTITUDE	ZCOUR	ZHORIZ	ZLATITUDE	ZLONGITUDE	ZSPEED	ZTIMESTAMP	
3943007	2	1	223,855996	-1	31	50,08570649	20,00312688	-1	07.03.2024 01:55:53	Najstarszy rejestr
3943009	2	1	223,75398	-1	31	50,08578003	20,0032029	-1	07.03.2024 02:04:53	
3943008	2	1	227,3256645	-1	26,34	50,08575921	20,00320076	-1	07.03.2024 02:07:33	
3963142	2	1	205,5947266	-1	35	50,06134213	19,97081169	-1	14.03.2024 09:01:40	
3963141	2	1	205,5917168	-1	35	50,06132002	19,97083279	-1	14.03.2024 09:01:40	
3963143	2	1	205,5912094	-1	35	50,06132553	19,9708274	-1	14.03.2024 09:01:46	Ostatni rejestr

Nazwa pliku Sqlite: Cache.sqlite (17.04.2024)										
Tabela: ZRTCLLOCATIONMO iPhoneSE (IOS 17.2.1)										
Wiersze łącznie: 23662										
Z_PK	Z_ENT	Z_OPT	ZALTITUDE	ZCOUR	ZHORIZ	ZLATITUDE	ZLONGITUDE	ZSPEED	ZTIMESTAMP	
33306	3	1	224,5322113	-1	30	50,08555713	20,00319304	-1	13.04.2024 00:19:09	Najstarszy rejestr
33305	3	1	0	-1	1414	50,08797836	20,00186157	-1	13.04.2024 00:19:09	
33308	3	1	224,4590454	-1	35	50,08557702	20,00316837	-1	13.04.2024 00:19:10	
56965	3	1	206,6408043	-1	35	50,0612688	19,97089474	-1	17.04.2024 09:16:45	
56960	3	1	206,6408043	-1	35	50,06126881	19,97089474	-1	17.04.2024 09:16:45	
56961	3	1	206,6986046	-1	35	50,06127466	19,97090109	-1	17.04.2024 09:16:57	Ostatni rejestr

Nazwa pliku Sqlite: Cache.sqlite (14.08.2024)										
Tabela: ZRTCLLOCATIONMO iPhone14 (iOS 17.5.1)										
Wiersze łącznie: 35315										
Z_PK	Z_ENT	Z_OPT	ZALTITUDE	ZCOUR	ZHORIZ	ZLATITUDE	ZLONGITUDE	ZSPEED	ZTIMESTAMP	
1964741	3	1	241,942635	-1	17,73	50,01674775	19,89193263	0	04.08.2024 23:14:31	Najstarszy rejestr
1964744	3	1	242,185628	-1	22	50,01629624	19,89207058	-1	04.08.2024 23:14:34	
1964740	3	1	244,9546585	-1	21,47	50,01656698	19,89207361	-1	04.08.2024 23:15:01	
2000052	3	1	205,6182899	-1	35	50,06117244	19,97100937	-1	13.08.2024 06:57:38	
2000050	3	1	205,6182899	-1	35	50,06117244	19,97100937	-1	13.08.2024 06:57:39	
2000047	3	1	205,6182899	-1	35	50,06117244	19,97100937	-1	13.08.2024 06:57:39	Ostatni rejestr

7 SILNIČNÍ TESTY

Silniční testy spočívaly ve zrychlení vozidla z klidu na rychlosti 50, 70, 90 a více, a 120 km/h. Po dosažení zamýšlené rychlosti a několikasekundové jízdě bez její výrazné změny bylo vozidlo prudce zabrzděno až do zastavení. Během testů byla rychlost vozidla měřena zařízením Vbox Sport, které bylo stejně jako testované telefony připevněno na čelním skle. Toto zařízení bylo ověřeno a zaznamenává rychlost s frekvencí 20 Hz, což je řádově vyšší frekvence než u telefonů, takže získané výsledky byly brány jako referenční. Na obrázku 8 jsou graficky znázorněny výsledky testu pro telefon IPhone SE(2020). Ukazují vztah mezi rychlostí zaznamenanou pomocí Vboxu a rychlostmi odečtenými ze dvou zdrojů telefonu v závislosti na čase. Kromě toho grafy ukazují změnu podélného zrychlení a počet satelitů rozpoznaných zařízením Vbox během zkoušek. Předběžná analýza výsledků ukazuje, že několik sekund před prudkým brzděním se všechny tři grafy rychlostí shodují, což umožňuje vyvodit závěr, že iPhone SE přesně zaznamenává rychlost, když je zjištěn pohyb vozidla.



Obrázek 8 - Změny rychlosti, zpomalení a počty satelitů během testů zrychlení na 50, 70, 90 a 120 km/h a nouzového brzdění vozidla s iPhonem SE(2020) (iOS 17.4.1).
Fig. 8 – Changes in speeds, deceleration, and the number of satellites during vehicle acceleration to 50, 70, 90 i 120 km/h and emergency braking tests with iPhone SE(2020) (iOS 17.4.1).

8 ZÁVĚRY

1. V iPhonech se rychlost, její přesnost a nejistota zaznamenávají v m/s.
2. Je-li povolena navigace, je frekvence záznamu rychlosti 1 Hz.
3. Ve všech testovaných telefonech iPhone je rychlost uložena v mezipaměti telefonu v souboru cache.sqlite v tabulce ZRTCLOCATIONMO.
4. Na iPhone SE (iOS 16, iOS 17), iPhone 11 (iOS 16) a iPhone 14 Pro (iOS 17) je zdrojem záznamů o rychlosti také soubor Sysdiagnose.
5. Na iPhonu SE nemá aktualizace systému iOS vliv na dostupnost zdroje záznamů rychlosti z jednotného systému záznamů.
6. Počet zaznamenaných dnů s daty na nepřetržitě používaném iPhonu 8 byl 8 a 11 dní, na iPhonu 14 Pro Max to bylo 10 dní, na iPhonu SE to bylo 5 dní. Množství zaznamenaných dat v telefonu závisí na době zapnutí navigace.
7. Silniční testy s iPhonem SE(2020) ukázaly vysokou přesnost záznamu rychlosti několik sekund před začátkem prudkého brzdění v době, kdy byla rychlost ustálená.

9 BIBLIOGRAFIE

[1] Kamp C., Hagendoorn K., *Case study of accident crash data in mobile phones*, Sborník příspěvků z 31. konference EVU, EVU Publishers, Limassol 2023.

[2] Spek A., Hagendoorn K., Knol A., *Validity of iPhone speed loggings under crash conditions* (*Platnost záznamů rychlosti iPhonu při nehodách*), Sborník příspěvků 31. konference EVU, EVU Publishers, Limassol 2023.

REJESTRY PRĘDKOŚCI W TELEFONACH IPHONE

SPEED DATA LOGGED BY IPHONES

Jakub Zębala[12], Robert Radziszewski[13]

STRESZCZENIE:

W artykule przedstawiono wyniki wstępnych badań rejestrów prędkości w telefonach iPhone. Badania wykonano z wykorzystaniem siedmiu modeli telefonów iPhone z uaktualnionymi systemami operacyjnymi iOS. Badania wykazały, że w tych telefonach jest rejestrowana prędkość w dwóch lokalizacjach w tabeli ZRTCLLOCATIONMO i pliku Sysdiagnose.

ABSTRACT:

The article presents the results of preliminary research on speed logs in iPhones. The research was carried out using seven models of iPhones with updated operating systems iOS. The study showed that the speed is recorded in two locations: in the ZRTCLLOCATIONMO table and in the Sysdiagnose file.

SŁOWA KLUCZOWE

iPhone, ZRTCLLOCATIONMO, cache.sqlite, Sysdiagnose

KEYWORDS:

iPhone, ZRTCLLOCATIONMO, cache.sqlite, Sysdiagnose

1 WPROWADZENIE

Odczytywanie danych z telefonów komórkowych, nie jest niczym nowym i jest wykonywane przez instytucje lub firmy informatyczne. Brak jest jednak publikacji lub doniesień naukowych w Polsce informujących, że wśród odczytanych danych są rejestry prędkości, które można wykorzystać w rekonstrukcji wypadków. W Europie takie odczyty nie są jeszcze popularne. Do niekwestionowanych liderów należy zaliczyć Policję Holenderską i NFI [1, 2], którzy już od kilku lat odczytują dane z telefonów iPhone dla celów rekonstrukcji.
W 2024 roku Pracownia Badania Wypadków Drogowych w Krakowie wspólnie z Pracownią Informatyki Sądowej IES podjęła badania naukowe w zakresie weryfikacji rejestrów prędkości w telefonach iPhone w ramach projekt zarejestrowanego pod numerem III/W/2024[14]. Referat zawiera aktualnie opracowane wyniki tych badań.

2 OBIEKTY BADAŃ I WARUNKI WYKONANIA BADAŃ

Badania polegały na rozpędzaniu i hamowaniu pojazdu, w którym znajdowały się telefony w uchwytach mocowanych do przedniej szyby (ryc. 1). To jest optymalne położenie telefonów względem sygnału GPS i powszechnie stosowane w czasie używania nawigacji. W badaniach

[12] Zębala, Jakub, Ph.D. – Institute of Forensic Research, Kraków, Poland, +48126185721, jzebala@ies.gov.pl

[13] Radziszewski, Robert, dipl. eng. – Institute of Forensic Research, Kraków, Poland, +48126185721, rradziszewski@ies.gov.pl

[14] Projekty IES - Instytut Ekspertyz Sądowych im. Prof. dra Jana Sehna w Krakowie - Portal Gov.pl (Access:20.11.2024).

wykorzystano siedem modeli telefonów z różnymi wersjami systemu operacyjnego iOS. Przed badaniami telefony były rozkodowane.

Ryc. 1 – Widok badanych telefonów wewnątrz pojazdu.
Fig. 1 – View of the tested iPhones inside the vehicle.

W czasie badań telefony, miały aktualizowane systemy operacyjne. Dotyczyło to jednak tylko tych modeli telefonów, które były wspierane przez firmę Apple. Najstarsze modele telefonów IPhone 7 i 8 nie otrzymują już aktualizacji (tabela 1).

Tabela 1 – Wersje systemu operacyjnego iOS badanych telefonów.
Table 1 – iOS operating system versions of the tested phones.

Model telefonu	iPhone 7	iPhone 8	iPhone SE (2020)	iPhone 11	iPhone 12	iPhone 13 Pro Max	iPhone 14 Pro Max
Wersja systemu operacyjnego	iOS 15.7.7						
		iOS 16.4.1	iOS 16.4.1	iOS 16.4.1		iOS 16.4.1	
		iOS 16.7.8					
		iOS 16.7.10					
			iOS 17.2.1				
			iOS 17.4.1	iOS 17.4.1	iOS 17.4.1	iOS 17.4.1	iOS 17.4.1

Próby wykonano na otwartej przestrzeni poza miastem, przy dobrych warunkach atmosferycznych. W czasie prób włączona była nawigacja w aplikacji *Mapy* lub *Google Maps*. Nie wykonywano badań w terenach miejskich ze względu na możliwość zakłócenia sygnału GPS wywołane efektem kanionu miejskiego, gdzie liczba dostępnych satelitów może być ograniczona i lokalizacja telefonu niedokładna wpływająca na tor przemieszczania się telefonu a zarazem jego prędkości. Z odczytów danych badanych telefonów wynika, że rejestry prędkości znajdują się w dwóch następujących lokalizacjach: tablicy ZRTCLLOCATIONMO w bazie danych *cache.sqlite* i pliku Sysdiagnose.

3 ZRTCLLOCATIONMO (CACHE.SQLITE)

Tablica *ZRTCLLOCATIONMO* w bazie danych *cache.sqlite* nie jest dostępna w przestrzeni użytkownika telefonu i do odczytania rejestrów prędkości konieczne jest zastosowanie specjalistycznego oprogramowania Cellebrite UFED 4PC lub Magnet Graykey, a do analizy otrzymanych danych program Cellebrite Physical Analyzer. Tablica ZRTCLLOCATIONMO zawiera następujące dane:

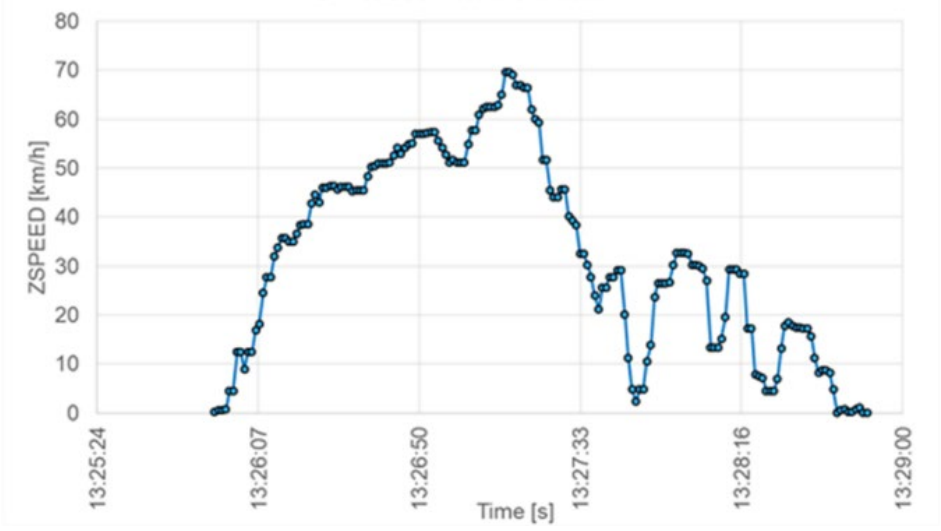
- ZTIMESTAMP – czas w [s] liczony od północy 1 stycznia 2001 r., czasu UTC,
- ZSPEED – prędkość w [m/s]
- ZCOURSE – kurs, kierunek ruchu względem północy w stopniach,

– ZLATTITUDE – szerokość geograficzna,
– ZLONGITUDE – długość geograficzna,
– ZSPEEDACCRUCY – dokładność prędkości w [m/s].

Tabela 2 – Dane z telefonu iPhone 7 w formacie arkusza Microsoft Excel z zaznaczonymi kolumnami, których dane można wykorzystać w rekonstrukcji.

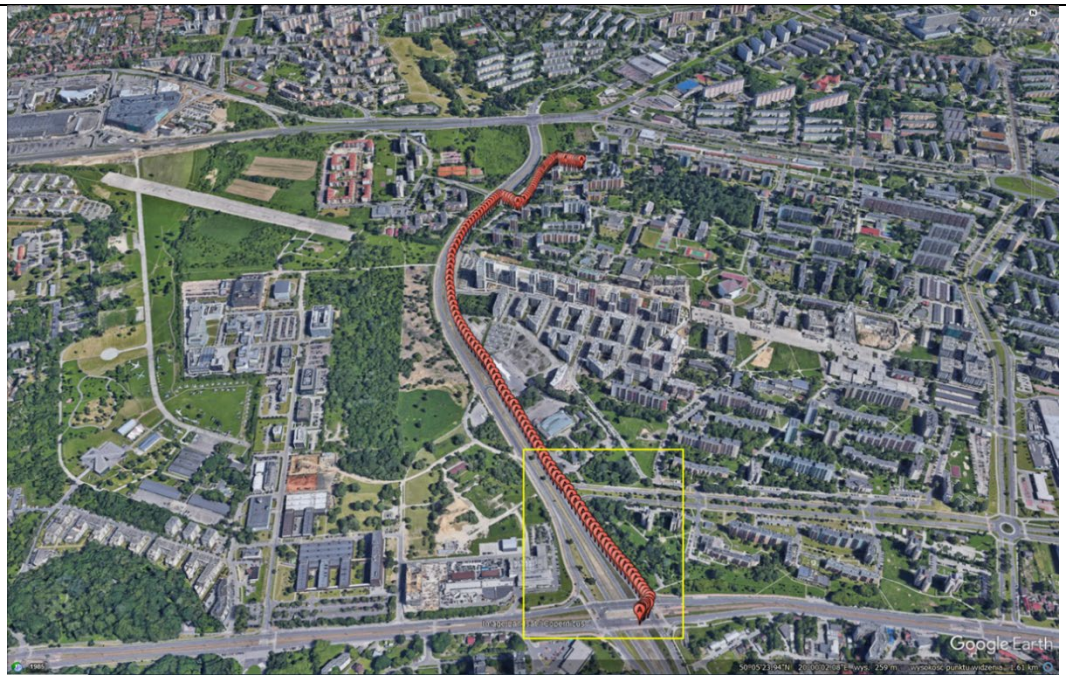
Table 2 – iPhone 7 data in Microsoft Excel spreadsheet format with highlighted columns which can be used in reconstruction.

Tabela: ZRTCLLOCATIONMO												
Wiersze łącznie: 5391												
Z_PK	Z_ENT	Z_OPT	ZSIGNALENVIRONMENTTYPE	ZTYPE	ZALTITUDE	ZCOURSE	ZHORIZONTALACCURACY	ZLATITUDE	ZLONGITUDE	ZSPEED	ZTIMESTAMP	ZVERTICALACCURACY
5955	2	1	2	1	206,3160596	86,11411664	12,00181241	50,07412404	20,00388538	0,057139806	723302755	9,15254879
5917	2	1	2	1	206,3178158	86,04132048	12,00181241	50,07410903	20,00388451	0,180828527	723302756	9,243585587
5913	2	1	2	1	206,2146181	85,60358049	12,00181241	50,07409901	20,00388533	0,180828527	723302757	10,245574
5945	2	1	2	1	206,3076429	86,27280243	12,00181241	50,07410447	20,00387894	0,199039459	723302758	9,803202629
5920	2	1	2	1	206,5724682	85,90787225	12,00181241	50,0741231	20,00387489	1,269685864	723302759	9,521302223
5885	2	1	2	1	206,7930127	83,40120648	12,00181241	50,07413563	20,00390641	1,269685864	723302760	9,31049633
5911	2	1	2	1	207,4633274	79,18231475	12,00181241	50,07415448	20,00395806	3,453539848	723302761	9,135631561
5894	2	1	2	1	208,0525541	72,97557841	12,00181241	50,07417259	20,00399563	3,453539848	723302762	9,056883812
5925	2	1	2	1	208,8073719	58,97586945	12,00181241	50,07420233	20,00401753	2,464273453	723302763	9,470227242
5902	2	1	2	1	209,4036761	39,55016708	12,00181241	50,07420772	20,00408935	3,458738565	723302764	9,346765518
5897	2	1	2	1	209,9064747	22,88997269	12,00181241	50,07425424	20,00411324	3,458738565	723302765	9,65012455
5937	2	1	2	1	210,5996203	333,3721008	12,00181241	50,07431105	20,00414757	4,723344803	723302766	9,537934303
5891	2	1	2	1	211,1121721	333,3721008	12,00181241	50,07434953	20,00410276	5,038366795	723302767	9,382255554
5953	2	1	2	1	211,6649582	332,0059814	12,00181241	50,07440539	20,0040529	6,8313241	723302768	9,321041107
5893	2	1	2	1	212,1985222	332,0059814	12,00181241	50,07446868	20,00400062	7,700792313	723302769	9,272684097
5951	2	1	2	1	212,7745542	330,9446106	12,00181241	50,07454274	20,00393532	7,700792313	723302770	9,703198433
5906	2	1	2	1	213,1035623	329,3007507	12,00181241	50,07462035	20,00386409	8,894755363	723302771	10,5143013
5875	2	1	2	1	213,293285	326,5872192	12,00181241	50,07470419	20,00380078	9,384250641	723302772	9,984465599
5924	2	1	2	1	213,6841237	325,8709412	12,00181241	50,07478099	20,00371034	9,922820091	723302773	9,548397064
5943	2	1	2	1	214,1327791	325,4471436	12,00181241	50,07486407	20,00363139	9,922820091	723302774	9,187742233
5939	2	1	2	1	214,5228328	325,4471436	12,00181241	50,07493281	20,00353817	9,722853661	723302775	8,8929739
5915	2	1	2	1	214,6752907	325,4471436	12,00181241	50,07500923	20,00345639	9,722853661	723302776	8,650129318
5890	2	1	2	1	214,7854465	326,9500122	12,00181241	50,07508515	20,00337791	10,15634537	723302777	8,456927299
5903	2	1	2	1	214,8579495	326,9500122	12,00181241	50,07516437	20,00329781	10,65422153	723302778	8,317314148
5922	2	1	2	1	214,8266365	326,9500122	12,00181241	50,07524648	20,0032148	10,73403168	723302779	8,578454018
5880	2	1	2	1	214,6346993	327,5160828	12,00181241	50,07533494	20,00312691	10,73403168	723302780	9,13390255
5950	2	1	2	1	214,2661247	329,1025085	12,00181241	50,07543058	20,00303575	11,92044735	723302781	8,858165741
5932	2	1	2	1	213,8787666	329,1025085	12,00181241	50,07552244	20,00295233	12,39380646	723302782	8,677962303
5879	2	1	2	1	213,3499519	329,829834	12,00181241	50,07561455	20,00285828	11,92298126	723302783	3
5946	2	1	2	1	213,613779	329,7393799	12,00181241	50,07571909	20,00275543	12,79005432	723302784	3



Ryc. 2 – Graficzna postać wyników danych z tablicy ZRTCLLOCATIONMO telefonu iPhone 7.

Fig. 2 – Graphical representation of data results from the ZRTCLLOCATIONMO table of the iPhone 7.



Ryc. 3 – Współrzędne geograficzne zarejestrowanych prędkości z telefonu iPhone 7 przedstawione na podkładzie mapy Google Earth.

Fig. 3 – Geographic coordinates of the recorded speeds from the iPhone 7 presented on the Google Earth map background.

Ryc. 4 – Powiększony fragment (żółty prostokąt) z fig. 3.

Fig. 4 – Enlarged fragment (yellow rectangle) from Fig. 3.

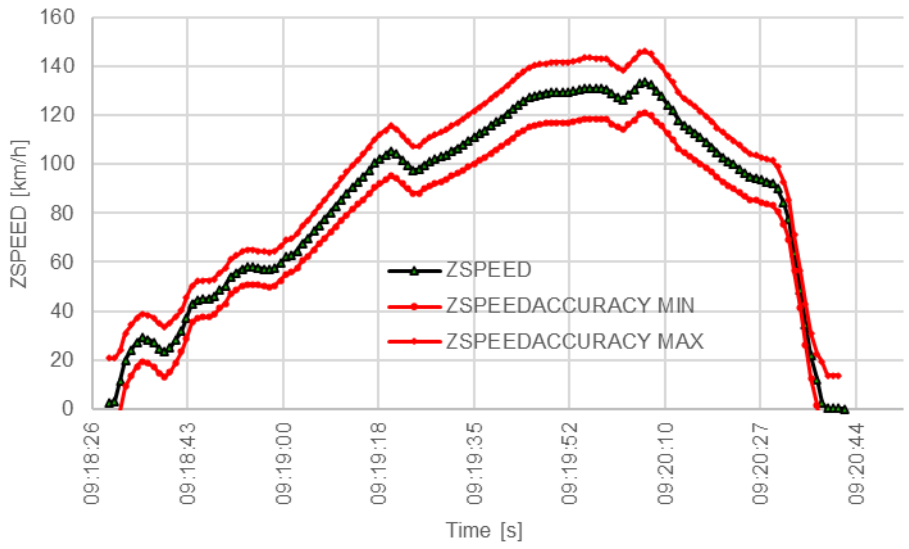
Z wykonanych odczytów danych wynika, że aktualizacja systemu operacyjnego może zmieniać tablicę ZRCLLOCATIONMO. W telefonach, w których uaktualniono system operacyjnego z wersji 16 na 17 w tabeli ZRCLLOCATIONMO pojawiła się nowa kolumna o nazwie ZSPEEDACURRACY.

Tabela 3 – Dane z telefonu iPhone SE (iOS 17) w formacie arkusza Microsoft Excel z nową kolumną ZSPEEDACCURACY.

Table 3 – Data from iPhone SE (iOS 17) in Microsoft Excel spreadsheet format with a new ZSPEEDACCURACY column.

Nazwa pliku Sqlite: Cache.sqlite (17.04.2024)
Tabela: ZRTCLLOCATIONMO iPhoneSE (IOS 17.2.1)
Wiersze łącznie: 23662

Z_PK	Z_ENT	Z_OPT	ZSIGNA	ZTYPE	ZALTITUDE	ZCOURSE	ZHORIZONTAL	ZLATITUDE	ZLONGITUDE	ZSPEED	ZTIMESTAMP	ZVERTICALAC	ZINTEG	ZCOURSEACC	ZSPEEDACCURACY
35482	3	1	1	1	201,0944715	108,0145798	4,777404748	50,0636638	20,07214782	0,704461932	13.04.2024 09:18:29	3,316766634	50	180	5,047628837
35479	3	1	1	1	201,2260103	108,0145798	4,779689668	50,06366406	20,0721592	0,869573948	13.04.2024 09:18:30	3,313473058	50	180	4,881899862
35483	3	1	1	1	201,4081219	108,0145798	4,778827748	50,06365321	20,07220582	3,18993128	13.04.2024 09:18:31	3,314716034	50	38,59258629	3,439095439
35532	3	1	1	1	201,4850651	105,4209595	4,777012242	50,06363753	20,07227759	5,576212729	13.04.2024 09:18:32	3,317331921	50	17,4223645	3,0282467
35526	3	1	1	1	201,8132375	108,5444055	50,87179533	50,06381101	20,07298571	6,68011695	13.04.2024 09:18:33	3,318415401	50	13,51542353	2,865379141
35522	3	1	1	1	202,0368581	104,4541621	43,10494769	50,06377027	20,07300163	7,545474694	13.04.2024 09:18:34	3,319224637	50	11,50077233	2,769907734
35524	3	1	1	1	202,1979462	93,49415588	4,772827161	50,06360693	20,07259737	8,069310572	13.04.2024 09:18:35	3,323350406	50	10,52022416	2,702851286
35469	3	1	1	1	202,296978	90	4,770118634	50,06360141	20,07271187	7,906096055	13.04.2024 09:18:36	3,32723688	50	10,92331062	2,739256268
35465	3	1	1	1	202,3778584	87,14537811	4,768095823	50,06360226	20,07282238	7,564838401	13.04.2024 09:18:37	3,330135021	50	11,65533089	2,776334267
35523	3	1	1	1	202,424357	84,15982819	4,7466275	50,06362056	20,07292078	6,882030692	13.04.2024 09:18:38	3,36066428	50	13,04649074	2,797994396
35489	3	1	1	1	202,4334122	84,15982819	4,747133615	50,06362534	20,07300635	6,468210982	13.04.2024 09:18:39	3,359949326	50	14,13230436	2,839182599
35467	3	1	1	1	202,8561975	80,56298828	4,749182051	50,063638	20,07309341	6,933712084	13.04.2024 09:18:40	3,357053303	50	15,21028591	2,812238086
35463	3	1	1	1	202,614206	127,4078442	4,753534116	50,06363852	20,07316676	7,801496697	13.04.2024 09:18:41	3,350888007	50	14,80746362	2,626422956
35495	3	1	1	1	203,1391865	154,5434875	4,751050882	50,06351396	20,07325487	8,833992976	13.04.2024 09:18:42	3,354407928	50	14,55341778	2,310012476
35486	3	1	1	1	203,5698817	155,418396	4,746938328	50,0634257	20,07331457	10,34957083	13.04.2024 09:18:43	3,360225222	50	9,74073406	2,362302139
35530	3	1	1	1	203,7248965	155,418396	4,741453159	50,0633267	20,07338013	11,92828873	13.04.2024 09:18:44	3,367960654	50	9,873831544	2,053730746
35471	3	1	1	1	203,9262677	156,0345459	4,728005143	50,06322194	20,07345242	12,42492465	13.04.2024 09:18:45	3,38681331	50	9,497078141	2,054358256
35527	3	1	1	1	204,530248	156,4197388	4,721171578	50,06312079	20,07352745	12,48465553	13.04.2024 09:18:46	3,396332722	50	9,485231745	2,059710302
35485	3	1	1	1	204,7282663	157,6964111	4,712071448	50,06301735	20,07359191	12,4986558	13.04.2024 09:18:47	3,408947008	50	9,409253038	2,047655438
35515	3	1	1	1	205,0473582	158,6678162	4,704219	50,06291332	20,07366001	12,74087232	13.04.2024 09:18:48	3,419774938	50	9,044130046	2,0082694
35508	3	1	1	1	205,5270838	159,5490112	4,696797206	50,06279983	20,07372586	13,4665279	13.04.2024 09:18:49	3,429961084	50	8,478474751	1,992842145
35490	3	1	1	1	206,1504183	159,8135223	4,691794752	50,06268143	20,07378978	13,94014215	13.04.2024 09:18:50	3,436800698	50	8,217875007	2,004420692
35520	3	1	1	1	206,0900296	161,0479126	4,687105221	50,06255573	20,07386001	15,01278317	13.04.2024 09:18:51	3,443193529	50	7,44297966	1,959845083
35481	3	1	1	1	206,11925	161,0479126	4,679788082	50,06242619	20,07392774	15,44870207	13.04.2024 09:18:52	3,453131989	50	7,229704324	1,963910581
35474	3	1	1	1	206,0813676	161,1025848	4,676880345	50,06229224	20,07399613	15,9198616	13.04.2024 09:18:53	3,457069174	50	6,919439454	1,944277289
35510	3	1	1	1	206,0116456	161,5167999	4,675852607	50,06215816	20,07406976	16,10687094	13.04.2024 09:18:54	3,458459112	50	6,88505101	1,955625859
35533	3	1	1	1	206,1891372	160,4469299	4,674104558	50,06202547	20,0741497	16,07562262	13.04.2024 09:18:55	3,460821234	50	6,985198689	1,970398458
35470	3	1	1	1	205,2251009	157,3557892	4,671878847	50,06189606	20,07423812	15,99838504	13.04.2024 09:18:56	3,463825208	50	6,91151405	1,940515407
35506	3	1	1	1	203,6016799	157,0345001	4,671295055	50,06176841	20,07432772	15,87539045	13.04.2024 09:18:57	3,464612467	50	7,062188835	1,968260485
35531	3	1	1	1	202,9910388	157,0345001	4,671484425	50,061639	20,07441509	15,83202256	13.04.2024 09:18:58	3,464357126	50	7,111652377	1,976432926
35498	3	1	1	1	202,3120454	158,2273407	4,671521551	50,06150716	20,07449953	15,93988305	13.04.2024 09:18:59	3,464307063	50	7,070536866	1,976853779
35459	3	1	1	1	202,9708302	160,534317	4,66996803	50,06136689	20,07457644	16,51057072	13.04.2024 09:19:00	3,466400962	50	6,675586454	1,940574185



Ryc. 5 – Graficzna postać wyników z telefonu iPhone SE (iOS 17) z uwzględnieniem danych z kolumny ZSPEEDACCURACY.

Fig. 5 – Data from iPhone SE (iOS 17) in Microsoft Excel spreadsheet format with a new ZSPEEDACURACY column.

4 PLIK SYSDIAGNOSE

Podstawą drugiego źródła rejestrów prędkości jest funkcja Sysdiagnose archiwizująca dane diagnostyczne telefonu w postaci pliku. Plik ten można wygenerować, korzystając z procedur podanych przez firmę Apple.

Lokalizację plików sysdiagnose w telefonie iPhone określa ścieżka w menu ustawienia systemu operacyjnego iOS.

Settings > Privacy & Security > Analytics & Improvements > Analytics Data>Sysdiagnose

Przykłady oznaczeń plików Sysdiagnose:

iPhone 7

Sysdiagnose_2023.11.21_02-13-05+0100_iPhone-OS_iPhone_19H357.tar.gz (270 MB)

iPhone 11

Sysdiagnose_2024.01.30_12-48-58+0100_iPhone-OS_iPhone_20E252.tar.gz (156 MB)

iPhone SE (2020)

Sysdiagnose_2024.01.20_09-20-04+0100_iPhone-OS_iPhone_21C66.tar.gz (262 MB)

Nazwa pliku zawiera datę jego zapisu z podaniem roku, miesiąca, dnia i czasu (godzina, minuta sekunda i strefa czasowa) oraz zakodowany numer wersji iOS. Przykłady: 15,16, 17. Są to duże pliki rzędu 200 MB, które można wyeksportować na inne urządzenie firmy Apple albo na komputer PC, wykorzystując funkcję AirDrop lub Mail Drop za pośrednictwem chmury punktów. Urządzenie iPhone nie umożliwia bezpośredniego pobrania tego pliku z telefonu na komputer poprzez połączenie kablowe. Analizę pliku sysdiagnose wykonuje się używając powszechnie dostępnego i darmowego (open source) oprogramowania UnifiedLogReader otrzymując wpis z rejestrami prędkości w postaci tekstowej w następującym formacie:

#gdm,Velocity,horizSpeed,, horizSpeedUnc,**

W powyższym zapisie gwiazdka (*) oznacza wartość liczbową, a przyrostek „*Unc*” jest skrótem słowa *Uncertainty* czyli niepewnością danej wartości prędkości [1].

Tabela 4 – Dane z telefonu iPhone SE (iOS 16.4.1).

Table 4 – Data from iPhone SE (iOS 16.4.1).

```
2023-12-27 08:26:13.154400+0100 0x354b Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,0.03,horizSpeedUnc,0.10,vertVel,-
2023-12-27 08:26:14.155100+0100 0x354d Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,0.01,horizSpeedUnc,0.04,vertVel,-
2023-12-27 08:26:15.151300+0100 0x354d Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,1.14,horizSpeedUnc,0.57,vertVel,-
2023-12-27 08:26:16.156400+0100 0x3550 Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,3.65,horizSpeedUnc,1.26,vertVel,-
2023-12-27 08:26:17.154400+0100 0x354d Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,6.20,horizSpeedUnc,1.30,vertVel,0
2023-12-27 08:26:18.153300+0100 0x3550 Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,7.49,horizSpeedUnc,0.65,vertVel,-
2023-12-27 08:26:19.154000+0100 0x3550 Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,9.01,horizSpeedUnc,0.88,vertVel,-
2023-12-27 08:26:20.155500+0100 0x3550 Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,10.97,horizSpeedUnc,1.02,vertVel,
2023-12-27 08:26:21.154800+0100 0x354b Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,12.69,horizSpeedUnc,0.86,vertVel,
2023-12-27 08:26:22.153200+0100 0x3550 Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,13.96,horizSpeedUnc,0.67,vertVel,
2023-12-27 08:26:23.151300+0100 0x3550 Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,14.20,horizSpeedUnc,0.24,vertVel,
2023-12-27 08:26:24.154500+0100 0x354b Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,15.32,horizSpeedUnc,0.60,vertVel,
2023-12-27 08:26:25.155200+0100 0x354d Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,16.64,horizSpeedUnc,0.70,vertVel,
2023-12-27 08:26:26.153100+0100 0x354b Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,17.91,horizSpeedUnc,0.71,vertVel,
2023-12-27 08:26:27.154400+0100 0x354b Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,18.80,horizSpeedUnc,0.64,vertVel,
2023-12-27 08:26:28.153600+0100 0x354b Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,19.04,horizSpeedUnc,0.42,vertVel,
2023-12-27 08:26:29.153800+0100 0x3550 Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,19.93,horizSpeedUnc,0.57,vertVel,
2023-12-27 08:26:30.154100+0100 0x3550 Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,20.66,horizSpeedUnc,0.56,vertVel,
2023-12-27 08:26:31.151900+0100 0x354d Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,21.11,horizSpeedUnc,0.57,vertVel,
2023-12-27 08:26:32.154400+0100 0x354b Default 0x0  224 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,21.70,horizSpeedUnc,0.51,vertVel,
```

Nie we wszystkich telefonach wygenerowany plik Sysdiagnose zawiera wartości prędkości. W starszych telefonach iPhone 7 (iOS 15.7.7) i iPhone 8 (iOS 16.6.1) w miejscach gdzie

zapisywana jest prędkość czy niepewność prędkości występują flagi -1.00 (tabela 5) lub 0.00 (tabela 6).

Tabela 5 – Dane z telefonu iPhone 7 (iOS 15.7.7).
Table 5 – Data from iPhone 7 (iOS 15.7.7).

```
2023-11-16 10:44:47.263500+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-16 10:44:48.262100+0100 0x63e8 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:26.754700+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:27.700500+0100 0x67ba Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:28.699100+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:29.699500+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:30.700900+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:31.700800+0100 0x67ba Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:32.699600+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:33.700800+0100 0x67ba Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:34.699600+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:35.700500+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:36.700900+0100 0x67ba Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:37.700300+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:38.699400+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:39.701000+0100 0x67ba Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:40.700000+0100 0x67ba Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:41.700600+0100 0x67ba Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:42.699800+0100 0x67ba Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
2023-11-20 17:43:43.699600+0100 0x63c3 Default 0x0 249 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,-1.00,horizSpeedUnc,-1.00,vertVel,
```

Tabela 6 – Dane z telefonu iPhone 8 (iOS 16.4.1).
Table 6 – Data from iPhone 8 (iOS 16.4.1).

```
2023-11-01 14:58:41.055300+00:00 0x178b8 Default 0x668dd 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, 0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:41.055600+00:00 0x474   Default 0x668dd 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
2023-11-01 14:58:42.060300+00:00 0x178b8 Default 0x66905 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, 0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:42.063200+00:00 0x474   Default 0x66905 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
2023-11-01 14:58:43.072900+00:00 0x15fc3 Default 0x6692f 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, 0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:43.074100+00:00 0x474   Default 0x6692f 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
2023-11-01 14:58:44.074600+00:00 0x16353 Default 0x6695e 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, 0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:44.077300+00:00 0x474   Default 0x6695e 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
2023-11-01 14:58:45.083700+00:00 0x15fc3 Default 0x66988 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, 0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:45.084500+00:00 0x474   Default 0x66988 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
2023-11-01 14:58:46.079400+00:00 0x16353 Default 0x669b5 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, 0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:46.081900+00:00 0x474   Default 0x669b5 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
2023-11-01 14:58:47.073000+00:00 0x15fc3 Default 0x669e0 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, 0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:47.075100+00:00 0x474   Default 0x669e0 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
2023-11-01 14:58:48.075600+00:00 0x164a0 Default 0x66a0b 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, 0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:48.076200+00:00 0x474   Default 0x66a0b 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
2023-11-01 14:58:49.072300+00:00 0x16353 Default 0x66a50 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, 0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:49.073500+00:00 0x474   Default 0x66a50 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
2023-11-01 14:58:50.071300+00:00 0x16353 Default 0x66a7f 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Position:GeneralCLX] @ClxClient, Fix, 1, ll, -0.0000000, 0.0000000, acc, 5.00, speed, -0.0,
2023-11-01 14:58:50.075700+00:00 0x474   Default 0x66a7f 68 0 locationd: [com.apple.locationd.Motion:Activity] <private> accepted, timestamp, -0.000000, speed, -0.000000, speedUnc, -0.000
```

W telefonie iPhone 12 występują z kolei niezmienne wartości 0.00 dla prędkości i 3,7 dla niepewności prędkości (tabela 7). Natomiast w pliku Sysdiagnose telefonu iPhone 13 Pro Max (iOS 16.6.1) brak jest jakiejkolwiek informacji dotyczących prędkości (tabela 8).

Tabela 7 – Dane z telefonu iPhone 12 (iOS 17.3.1).
Table 7 – Data from iPhone 12 (iOS 17.3.1).

```
2024-03-03 10:02:52.028300+0100 0xcba4f    Default     0x0                 71     0    locationd: [com.apple.locationd.Position
Raven,Fix,1,solution_type,5,lat,-0.00000000,lon,-0.00000000,hunc,4.7,alt,-0.00,alt_unc,3.4,speed,-0.00,speed_unc,3.7,course,-0.0
me,380455.483,err_elp_A,8.2,err_elp_B,8.2,err_elp_AZ,-27.7,weight_PT,0.0,weight_CE,0.0,weight_PNT,1.0,clkD,-12.4,clkD_unc,28.1
2024-03-03 10:02:52.028300+0100 0xcba4f    Default     0x0                 71     0    locationd: [com.apple.locationd.Position
acc, 4.75, speed, -0.0, course, -0.0, imag, 0
2024-03-03 10:02:52.034300+0100 0xcb8e7    Default     0x26f2be            71     0    locationd: [com.apple.locationd.Position
acc, 4.75, speed, -0.0, course, -0.0, type, 1, alt, -0.0, altunc, 3.4,ellipsoidalAlt,-0.0,speedUnc,-0.0,courseUnc,-0.0,signalEnv
2024-03-03 10:02:52.034400+0100 0x669      Default     0x26f2be            71     0    locationd: [com.apple.locationd.Motion:A
speed, -0.000000, speedUnc, -0.000000, speedSource, -2147483648, ageOfEstimation, -0.000000
2024-03-03 10:02:53.029300+0100 0xcb116    Default     0x0                 71     0    locationd: [com.apple.locationd.Position
ll, -0.0000000, -0.0000000, acc, 3.54, speed, -0.0, course, -0.0, imag, 0
2024-03-03 10:02:53.029400+0100 0xcb116    Default     0x0                 71     0    locationd: [com.apple.locationd.Position
Raven,Fix,1,solution_type,4,lat,-0.00000000,lon,-0.00000000,hunc,4.7,alt,-0.00,alt_unc,3.4,speed,-0.00,speed_unc,3.7,course,-0.0
me,380455.935,err_elp_A,8.2,err_elp_B,8.2,err_elp_AZ,-26.8,weight_PT,0.0,weight_CE,0.0,weight_PNT,1.0,clkD,-12.4,clkD_unc,28.1
2024-03-03 10:02:53.029400+0100 0xcb116    Default     0x0                 71     0    locationd: [com.apple.locationd.Position
Raven,Fix,1,solution_type,5,lat,-0.00000000,lon,-0.00000000,hunc,4.7,alt,-0.00,alt_unc,3.4,speed,-0.00,speed_unc,3.7,course,-0.0
me,380456.483,err_elp_A,8.2,err_elp_B,8.2,err_elp_AZ,-26.8,weight_PT,0.0,weight_CE,0.0,weight_PNT,1.0,clkD,-12.4,clkD_unc,28.1
```

Tabela 8 – Dane z telefonu iPhone 13 Pro Max (iOS 16.6.1).
Table 8 – Data from iPhone 13 Pro Max (iOS 16.6.1).

```
2023-11-05 13:25:58.259600+0100 0x417d     Default     0xca37              218    0    contactsd: (AddressBookLegacy) -[ContactsService
favoritesEntryDictionariesAtPath:withReply:]_block_invoke_2:656 | Error reading favorites file, error: Error Domain=NSCocoaErrorDomain Code=260 "The file
“com.apple.mobilephone.speeddial.plist” couldn’t be opened because there is no such file."
UserInfo={NSFilePath=/var/mobile/Library/Preferences/com.apple.mobilephone.speeddial.plist, NSUnderlyingError=0x6e0b22e70 {Error Domain=NSPOSIXErrorDomain Code=2
such file or directory"}}
2023-11-05 13:26:00.414000+0100 0x417d     Default     0xca3e              218    0    contactsd: (AddressBookLegacy) -[ContactsService
favoritesEntryDictionariesAtPath:withReply:]_block_invoke_2:656 | Error reading favorites file, error: Error Domain=NSCocoaErrorDomain Code=260 "The file
“com.apple.mobilephone.speeddial.plist” couldn’t be opened because there is no such file."
UserInfo={NSFilePath=/var/mobile/Library/Preferences/com.apple.mobilephone.speeddial.plist, NSUnderlyingError=0x6e0b08c20 {Error Domain=NSPOSIXErrorDomain Code=2
such file or directory"}}
2023-11-05 13:26:01.486300+0100 0x256b     Default     0xce45              218    0    contactsd: (AddressBookLegacy) -[ContactsService
favoritesEntryDictionariesAtPath:withReply:]_block_invoke_2:656 | Error reading favorites file, error: Error Domain=NSCocoaErrorDomain Code=260 "The file
“com.apple.mobilephone.speeddial.plist” couldn’t be opened because there is no such file."
UserInfo={NSFilePath=/var/mobile/Library/Preferences/com.apple.mobilephone.speeddial.plist, NSUnderlyingError=0x6e0b22e70 {Error Domain=NSPOSIXErrorDomain Code=2
such file or directory"}}
2023-11-05 13:26:03.300500+0100 0x256b     Default     0xce4c              218    0    contactsd: (AddressBookLegacy) -[ContactsService
favoritesEntryDictionariesAtPath:withReply:]_block_invoke_2:656 | Error reading favorites file, error: Error Domain=NSCocoaErrorDomain Code=260 "The file
“com.apple.mobilephone.speeddial.plist” couldn’t be opened because there is no such file."
UserInfo={NSFilePath=/var/mobile/Library/Preferences/com.apple.mobilephone.speeddial.plist, NSUnderlyingError=0x6e0929f70 {Error Domain=NSPOSIXErrorDomain Code=2
such file or directory"}}
2023-11-05 13:26:03.958600+0100 0x417d     Default     0xcfe3              218    0    contactsd: (AddressBookLegacy) -[ContactsService
favoritesEntryDictionariesAtPath:withReply:]_block_invoke_2:656 | Error reading favorites file, error: Error Domain=NSCocoaErrorDomain Code=260 "The file
“com.apple.mobilephone.speeddial.plist” couldn’t be opened because there is no such file."
UserInfo={NSFilePath=/var/mobile/Library/Preferences/com.apple.mobilephone.speeddial.plist, NSUnderlyingError=0x6e092fae0 {Error Domain=NSPOSIXErrorDomain Code=2
such file or directory"}}
```

W jednym z najnowszych telefonie iPhone 14 MaxPro występują ponownie dane prędkości w pliku Sysdiagnose (tabela 9).

Tabela 9 – Dane z telefonu iPhone 14 Pro Max (iOS 17.6.1).
Table 9 – Data from iPhone 14 Pro Max (iOS 17.6.1).

```
2024-05-17 15:53:00.079500+0200 0x2c280d Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,16.44,horizSpeedUnc,0.25,vertVel,
2024-05-17 15:53:01.079000+0200 0x2c280d Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,16.67,horizSpeedUnc,0.26,vertVel,
2024-05-17 15:53:02.081000+0200 0x2c280d Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,16.93,horizSpeedUnc,0.25,vertVel,
2024-05-17 15:53:03.081900+0200 0x2c24e6 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,17.02,horizSpeedUnc,0.25,vertVel,
2024-05-17 15:53:04.077800+0200 0x2c24e6 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,17.13,horizSpeedUnc,0.26,vertVel,
2024-05-17 15:53:05.078700+0200 0x2c2803 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,17.30,horizSpeedUnc,0.26,vertVel,
2024-05-17 15:53:06.080400+0200 0x2c280d Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,17.67,horizSpeedUnc,0.26,vertVel,
2024-05-17 15:53:07.077800+0200 0x2c24e6 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,18.11,horizSpeedUnc,0.25,vertVel,
2024-05-17 15:53:08.078500+0200 0x2c2803 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,18.80,horizSpeedUnc,0.25,vertVel,
2024-05-17 15:53:09.076600+0200 0x2c2803 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,19.31,horizSpeedUnc,0.26,vertVel,
2024-05-17 15:53:10.080300+0200 0x2c280d Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,19.25,horizSpeedUnc,0.27,vertVel,
2024-05-17 15:53:11.076600+0200 0x2c24e6 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,18.92,horizSpeedUnc,0.26,vertVel,
2024-05-17 15:53:12.081300+0200 0x2c24e6 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,18.65,horizSpeedUnc,0.26,vertVel,
2024-05-17 15:53:13.079500+0200 0x2c2803 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,18.45,horizSpeedUnc,0.27,vertVel,
2024-05-17 15:53:14.079100+0200 0x2c2803 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,18.87,horizSpeedUnc,0.27,vertVel,
2024-05-17 15:53:15.083900+0200 0x2c280d Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,19.55,horizSpeedUnc,0.27,vertVel,
2024-05-17 15:53:16.080500+0200 0x2c24e6 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,19.85,horizSpeedUnc,0.27,vertVel,
2024-05-17 15:53:17.078100+0200 0x2c2803 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,20.02,horizSpeedUnc,0.26,vertVel,
2024-05-17 15:53:18.079900+0200 0x2c2803 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,20.36,horizSpeedUnc,0.26,vertVel,
2024-05-17 15:53:19.078100+0200 0x2c2803 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,20.65,horizSpeedUnc,0.19,vertVel,
2024-05-17 15:53:20.082100+0200 0x2c24e6 Default 0x0 200 0 gpsd: [com.apple.gpsd:general] #gdm,Velocity,horizSpeed,20.96,horizSpeedUnc,0.19,vertVel,
```

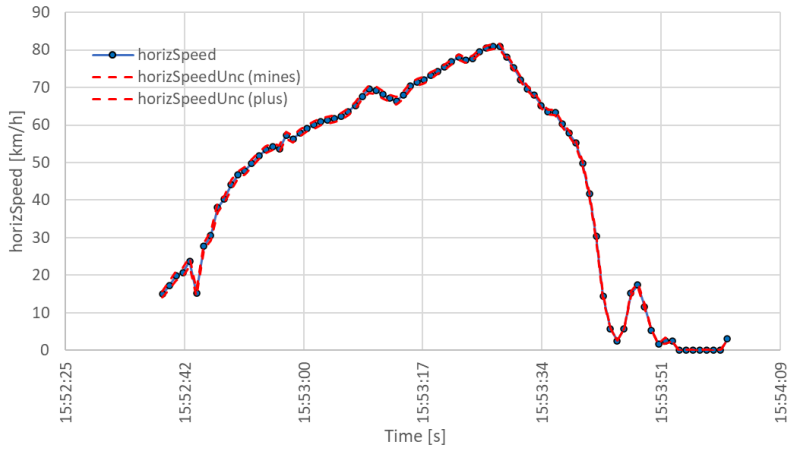
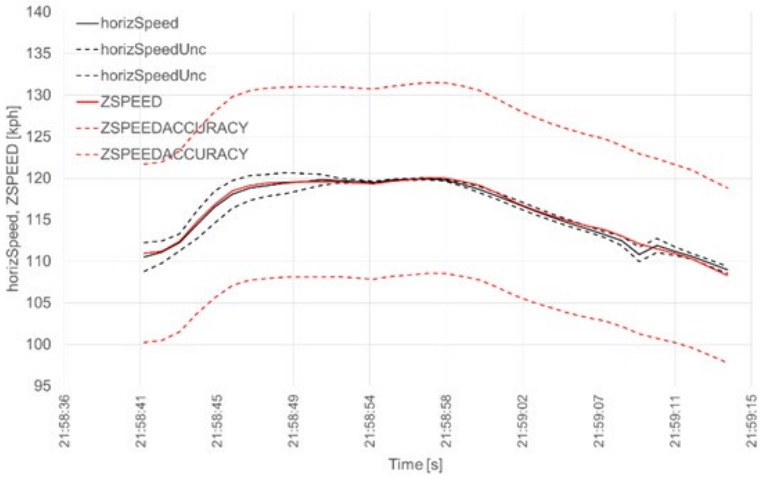


Fig. 6 – Graficzna postać wyników z telefonu iPhone 14 Pro Max (iOS 17.6.1).
Fig. 6 – Graphical representation of results from iPhone 14 Pro Max (iOS 17.6.1).

5 PORÓWNANIE DANYCH Z PLIKU SYSDIAGNOSE I TABELI ZRTCLLOCATIONMO

Do porównania danych z pliku Sysdiagnose i tabeli ZRTCLLOCATIONMO wykorzystano próbę wykonaną telefonem iPhone SE(2020) z systemem operacyjnym iOS 17.4.1. Przebiegi prędkości horizSpeed i ZSPEED pokrywają się, a różnica pomiędzy wartościami nie przekraczają jednego kilometra na godzinę (ryc. 7). Na ryc. 7 przedstawiono również niepewność i dokładność. Aktualnie nie wiemy dlaczego jest taka różnica. Tak duża różnica pomiędzy wartościami horizSpeedUnc i ZSPEEDACCURACY wskazuje, że służą one różnym celom w telefonie. Trudno jednak wskazać jakim na podstawie przedstawionych badań.



Ryc. 7 – Graficzna postać wyników z telefonu iPhone SE(2020) (iOS 17.4.1).
Fig. 7 – Graphical representation of results from iPhone SE(2020) (iOS 17.4.1).

6 LICZBA ZAPISANYCH DNI Z DANYMI W NIEPRZERWANIE UŻYTKOWANYM TELEFONIE

Odczyty danych wykonano z telefonów iPhone 8, 11 i 14 (tabela 10). Telefony te nie były wyłączane i cały czas miały naładowaną baterię. Przed odczytem brały udział w badaniach tj. była włączona nawigacja. Dla każdego telefonu podano najstarszy zapisany rejestr prędkości i ostatni przed odczytem. W telefonie iPhone 8 zapisy zawierał dane z 8 i 11 dni, w telefonie iPhone SE – 5 dni, a w telefonie iPhone 14 – 10 dni.

Tabela 10 – Dane z telefonów iPhone 8, 11 i 14 Pro Max.
Table 10 – Data from iPhones 8, 11 and 14 Pro Max.

Nazwa pliku Sqlite: Cache.sqlite (12.03.2024)										
Tabela: ZRTCLLOCATIONMO iPhone8 (iOS 16.4.1)										
Wiersze łącznie: 23219										
Z_PK	Z_ENT	Z_OPT	ZALTITUDE	ZCOUR	ZHORIZ	ZLATITUDE	ZLONGITUDE	ZSPEED	ZTIMESTAMP	
3934267	2	1	241,7030907	-1	21	50,08985931	20,00617423	-1	02.03.2024 19:11:38	Najstarszy rejestr
3934274	2	1	238,5313103	-1	20	50,08989158	20,00643659	-1	02.03.2024 19:11:55	
3934273	2	1	238,6211104	-1	20	50,08990252	20,00651061	-1	02.03.2024 19:12:40	
3957489	2	1	205,594593	-1	35	50,06138992	19,97076606	-1	12.03.2024 08:54:35	
3957488	2	1	205,594593	-1	35	50,06138992	19,97076606	-1	12.03.2024 08:54:35	
3957487	2	1	205,594593	-1	35	50,06138992	19,97076606	-1	12.03.2024 08:54:41	Ostatni rejestr

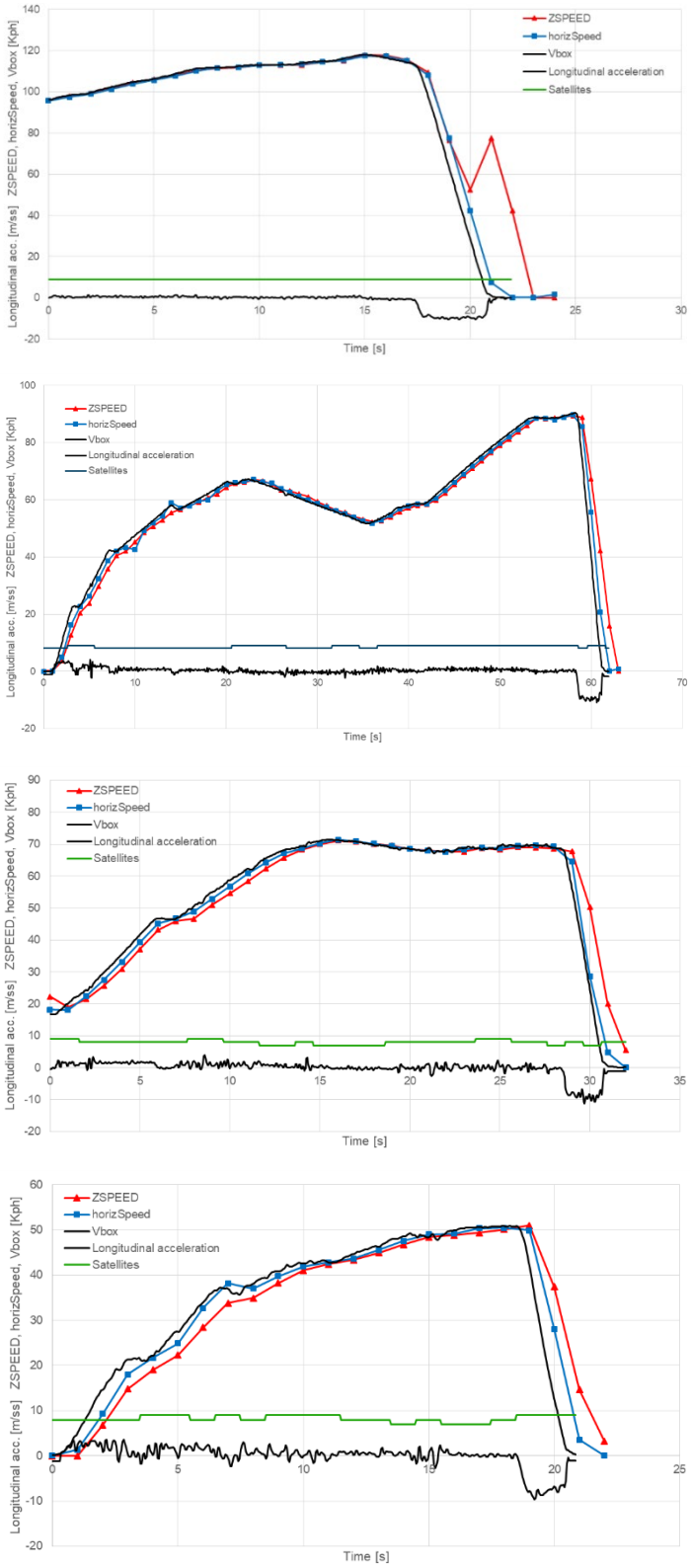
Nazwa pliku Sqlite: Cache.sqlite (14.03.2024)										
Tabela: ZRTCLLOCATIONMO iPhone8 (iOS 16.4.1)										
Wiersze łącznie: 20140										
Z_PK	Z_ENT	Z_OPT	ZALTITUDE	ZCOUR	ZHORIZ	ZLATITUDE	ZLONGITUDE	ZSPEED	ZTIMESTAMP	
3943007	2	1	223,855996	-1	31	50,08570649	20,00312688	-1	07.03.2024 01:55:53	Najstarszy rejestr
3943009	2	1	223,75398	-1	31	50,08578003	20,0032029	-1	07.03.2024 02:04:53	
3943008	2	1	227,3256645	-1	26,34	50,08575921	20,00320076	-1	07.03.2024 02:07:33	
3963142	2	1	205,5947266	-1	35	50,06134213	19,97081169	-1	14.03.2024 09:01:40	
3963141	2	1	205,5917168	-1	35	50,06132002	19,97083279	-1	14.03.2024 09:01:40	
3963143	2	1	205,5912094	-1	35	50,06132553	19,9708274	-1	14.03.2024 09:01:46	Ostatni rejestr

Nazwa pliku Sqlite: Cache.sqlite (17.04.2024)										
Tabela: ZRTCLLOCATIONMO iPhoneSE (IOS 17.2.1)										
Wiersze łącznie: 23662										
Z_PK	Z_ENT	Z_OPT	ZALTITUDE	ZCOUR	ZHORIZ	ZLATITUDE	ZLONGITUDE	ZSPEED	ZTIMESTAMP	
33306	3	1	224,5322113	-1	30	50,08555713	20,00319304	-1	13.04.2024 00:19:09	Najstarszy rejestr
33305	3	1	0	-1	1414	50,08797836	20,00186157	-1	13.04.2024 00:19:09	
33308	3	1	224,4590454	-1	35	50,08557702	20,00316837	-1	13.04.2024 00:19:10	
56965	3	1	206,6408043	-1	35	50,0612688	19,97089474	-1	17.04.2024 09:16:45	
56960	3	1	206,6408043	-1	35	50,06126881	19,97089474	-1	17.04.2024 09:16:45	
56961	3	1	206,6986046	-1	35	50,06127466	19,97090109	-1	17.04.2024 09:16:57	Ostatni rejestr

Nazwa pliku Sqlite: Cache.sqlite (14.08.2024)										
Tabela: ZRTCLLOCATIONMO iPhone14 (iOS 17.5.1)										
Wiersze łącznie: 35315										
Z_PK	Z_ENT	Z_OPT	ZALTITUDE	ZCOUR	ZHORIZ	ZLATITUDE	ZLONGITUDE	ZSPEED	ZTIMESTAMP	
1964741	3	1	241,942635	-1	17,73	50,01674775	19,89193263	0	04.08.2024 23:14:31	Najstarszy rejestr
1964744	3	1	242,185628	-1	22	50,01629624	19,89207058	-1	04.08.2024 23:14:34	
1964740	3	1	244,9546585	-1	21,47	50,01656698	19,89207361	-1	04.08.2024 23:15:01	
2000052	3	1	205,6182899	-1	35	50,06117244	19,97100937	-1	13.08.2024 06:57:38	
2000050	3	1	205,6182899	-1	35	50,06117244	19,97100937	-1	13.08.2024 06:57:39	
2000047	3	1	205,6182899	-1	35	50,06117244	19,97100937	-1	13.08.2024 06:57:39	Ostatni rejestr

7 BADANIA DROGOWE

Badania drogowe polegały na rozpędzaniu pojazdu od zatrzymania do prędkości 50, 70, 90 i 120 km/h. Po osiągnięciu zamierzonej prędkości i przejechaniu kilku sekund bez istotnej jej zmiany pojazd był gwałtownie hamowany do zatrzymania. W czasie badań prędkość pojazdu była mierzona urządzeniem Vbox Sport, które podobnie jak badane telefony, było mocowane do przedniej szyby. Urządzenie to było zwalidowane i rejestruje prędkość z częstotliwością 20 Hz czyli o rząd wielkości większą niż telefony, dlatego otrzymane wyniki przyjęto jako referencyjne. Na rycinie 8 przedstawiono wyniki badań dla telefonu IPhone SE(2020) w formie graficznej. Przedstawiają one zależność prędkości zarejestrowanej urządzeniem Vbox i prędkości odczytanych z dwóch źródeł telefonu w funkcji czasu. Ponadto na wykresach przedstawiono zmianę przyspieszenia wzdłużnego oraz liczbę rozpoznanych satelitów przez Vbox w czasie prób. Wstępnie analizując wyniki można stwierdzić, że kilka sekund przed gwałtownym hamowaniem wszystkie trzy wykresy prędkości pokrywają się, co pozwala na stwierdzenie, że telefon iPhone SE dokładnie rejestruje prędkość w czasie gdy ustalony jest ruch pojazdu.



Ryc. 8 – Zmiany prędkości, opóźnienia i liczby satelitów w czasie testów rozpędzania do 50, 70, 90 i 120 km/h i awaryjnego hamowania pojazdu z telefonem iPhone SE(2020) (iOS 17.4.1).

Fig. 8 – Changes in speeds, deceleration, and the number of satellites during vehicle acceleration to 50, 70, 90 i 120 km/h and emergency braking tests with iPhone SE(2020) (iOS 17.4.1).

8 WNIOSKI

1. W telefonach iPhone prędkość, jej dokładność i niepewność zapisywana jest w m/s.
2. Przy włączonej nawigacji częstotliwość rejestracji prędkości wynosi 1 Hz.
3. We wszystkich badanych telefonach iPhone, prędkość zapisywana jest w podręcznej pamięci telefonów w bazie cache.sqlite w tablicy ZRTCLLOCATIONMO.
4. W telefonach iPhone SE (iOS 16, iOS 17), iPhone 11 (iOS 16) i iPhone 14 Pro Max (iOS 17) źródłem logów prędkości jest również plik Sysdiagnose.
5. W telefonie iPhone SE uaktualnienie systemu iOS nie wpływa na dostępność źródła rejestrów prędkości z ujednoliconego systemu rejestrowania.
6. Liczba zarejestrowanych dni z danymi w nieprzerwanie użytkowanym telefonie iPhone 8 wyniosła 8 i 11 dni, w iPhonie 14 Pro Max – 10 dni, w telefonie iPhonie SE – 5 dni. Ilość zapisanych danych w telefonie zależy od czasu włączonej nawigacji.
7. Badania drogowe z wykorzystaniem telefonu iPhone SE(2020) wykazały dużą dokładność rejestracji prędkości kilkanaście sekund przed rozpoczęciem gwałtownego hamowania w czasie gdy była ona ustabilizowana.

9 BIBLIOGRAFIA

[1] Kamp C., Hagendoorn K., *Case study of accident crash data in mobile phones*, Proceedings of the 31st EVU Conference, EVU Publishers, Limassol 2023.

[2] Spek A., Hagendoorn K., Knol A., *Validity of iPhone speed loggings under crash conditions*, Proceedings of the 31st EVU Conference, EVU Publishers, Limassol 2023.

SEKCE STAVEBNICTVÍ A OCEŇOVÁNÍ NEMOVITOSTÍ

ExFoS – Expert Forensic Science

XXXIII. mezinárodní vědecká konference soudního inženýrství

Mikulov 2025

HODNOCENÍ VAD STAVEB A JEJICH DRUHY

EVALUATION OF BUILDING DEFECTS AND THEIR TYPES

Ladislav Bukovský[1)]

ABSTRAKT:

Hodnocení vad staveb. Vady dle Občanského zákoníku. Vady soukromoprávní a veřejnoprávní. Vady vyplívajíc z vad dokumentace pro provádění stavby, změny požadavků na projektovou dokumentaci v roce 2024. Druhy technických norem a jejich závaznost pro stavby.

ABSTRACT:

Evaluation of construction defects. Defects according to the Civil Code. Defects under private law and public law. Defects resulting from defects in the documentation for the implementation of the construction, changes in requirements for project documentation in 2024. Types of technical standards and their binding nature for construction.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Vady staveb, stavební zákon, občanský zákon, projektová dokumentace, české technické normy.

KEYWORDS:

Building defects, building code, civil code, project documentation, Czech technical standards

1 ÚVOD

Častým úkolem znalců je hodnocení vad staveb. Dle zkušeností jsou vady často hodnoceny spíše intuitivně než systematicky.

V některých případech smluvních vztahů je velmi obtížné a až nemožné hodnotit vady např. pokud je ve smlouvě o dílo uvedeno „provedení stavebních prací podle rozpočtu“, nebo bývá takové hodnocení fantazijní.

Příspěvek je zaměřen na vady staveb a projektových dokumentací staveb zhotovených dle zákona č. 183/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů a zákona č. 283/2021 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

2 CO JE VADA

Vada není v zákoně č. 89/2012 Sb. Občanském zákoníku (OZ) přímo definována.

V § 1914 je uvedeno:

(1) Kdo plní za úplatu jinému, je zavázán plnit bez vad s vlastnostmi vymíněnými nebo obvyklými tak, aby bylo možné použít předmět plnění podle smlouvy, a je-li stranám znám, i podle účelu smlouvy.

(2) Je-li splněno vadně, má příjemce práva z vadného plnění.

Dle § 1915 OZ je dlužník zavázán plnit ve střední jakosti, není-li mezi stranami ujednána jiná jakost.

[1)] Bukovský Ladislav Ing. Praha 8, Švábky 52/2, 180 00, +420 603415462, e-mail bukovsky@bukovsky.cz

V § 1916 OZ je napsáno:

(1) Dlužník plní vadně, zejména:

a) poskytne-li předmět plnění, který nemá stanovené nebo ujednané vlastnosti,

b) neupozorní-li na vady, které předmět plnění má, ač se při takovém předmětu obvykle nevyskytují,

c) ujistí-li věřitele v rozporu se skutečností, že předmět plnění nemá žádné vady, anebo že se věc hodí k určitému užívání, nebo

d) zcizí-li cizí věc neoprávněně jako svoji.

(2) K projevu vůle, kterým zcizitel předem omezí zákonný rozsah svých povinností z vadného plnění, se nepřihlíží. Vzdá-li se nabyvatel předem svého práva z vadného plnění, vyžaduje projev jeho vůle písemnou formu.

V § 2615 OZ se uvádí:

(1) Dílo má vadu, neodpovídá-li smlouvě.

2.1 Definice vady

Obecná definice vady tedy je např.: „Vada znamená nedostatek vlastností požadovaných nebo obvyklých.“

Existují i jiné definice vad staveb:

Ve vyhlášce č. 149/2024 Sb. o provedení některých ustanovení stavebního zákona je uvedeno (§25), že pro účely této vyhlášky se rozumí:

a) vadou nebo závadou stavby : konstrukce, stavebního výrobku nebo materiálu, způsobené chybným návrhem, nevhodným či špatným provedením, které mohou negativně ovlivnit vlastnosti stavby nebo její části,

b) závažnou vadou nebo závažnou závadou stavby vada nebo závada stavby nebo její části, která znemožňuje užívání stavby nebo její části,

c) opakující se vadou nebo opakující se závadou stavby třetí výskyt totožné nebo obdobné vady nebo závady stejného původu,

ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí uvádí definice:

Vada konstrukce je nedostatek konstrukce, který může ovlivnit funkční způsobilost konstrukce.

Porucha konstrukce je nepříznivý stav konstrukce, který nesplňuje požadavky na její funkční způsobilost.

2.2 Druhy vad

S jakými druhy vad staveb se v praxi setkáváme:

a. Neshody s požadavky objednatele díla
b. Neshoda s požadavky relevantních právních předpisů
c. Nesplnění požadavků na vlastnosti požadovaných či obvyklých
d. Nedodělky, které jsou vždy vadami díla

e. Nedostatky estetické, které nelze z technického hlediska hodnotit

3 VADY STAVEB Z HLEDISKA VEŘEJNOPRÁVNÍHO

Za vady z hlediska veřejnoprávního lze považovat neshody s požadavky právních předpisů. Jedná se zejména o požadavky uvedené v zákoně č. 183/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů, v zákoně č. 283/2021 Sb. ve znění pozdějších předpisů a v jejich prováděcích předpisech a též v dalších právních předpisech.

Při hodnocení staveb z hlediska veřejnoprávního se zejména hodnotí:

- požadavky stavebního povolení nebo rozhodnutí o záměru
- požadavky uvedené v zákoně č. 283/2021 Sb. a jeho prováděcích právních předpisech, resp. požadavky zákona č. 183/2006 Sb. a jeho prováděcích právních předpisech
- požadavky jiných právních předpisů chránících dotčené veřejné zájmy,
- požadavky na veřejnou dopravní nebo technickou infrastrukturu,
- požadavky ochrany práv a právem chráněných zájmů účastníků řízení.

4 VADY STAVEB Z HLEDISKA OBČANSKOPRÁVNÍHO

Vady staveb z hlediska soukromoprávního spočívají zejména v následujících skutečnostech:

- neshoda s požadavky smlouvy o dílo,
- není-li zhotovitel schopen předvést způsobilost stavby, oprav či úprav sloužit svému účelu,
- nedokončení díla i v detailech,
- nepředá-li zhotovitel objednateli doklady nezbytné pro užívání a provoz stavby.

5 VADY STAVEB ZPŮSOBENÉ VADAMI PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE.

Často se setkáváme s vadami staveb, které jsou způsobeny chybami (vadami) projektové dokumentace.

Nástupem účinnosti nového stavebního zákona č. 283/2021 Sb. došlo k jistým významným změnám z hlediska obsahu a rozsahu některých částí projektové dokumentace.

Jednak je obsah částí projektové dokumentace rámcově popsaný v zákoně v § 158 zákona. Podrobnosti obsahu projektové dokumentace obsahuje vyhláška č. 131/2024 Sb.

Nový stavební zákon změnil přístup k rozsahu projektové dokumentace. V zásadě existují dva hlavní druhy projektové dokumentace:

- Dokumentace pro povolení záměru, která je jednodušší než dříve (a nelze podle takové dokumentace provést stavbu)
- Dokumentace pro provádění stavby

V dokumentaci pro provádění stavby je nově kladem větší důraz na rozsah, kdy stavba musí být podle takové dokumentace proveditelná. Ve vyhlášce č. 131/2024 Sb. je uveden maximální rozsah požadavků a projektant jako kvalifikovaná osoba je odpovědný, že zpracuje všechny nezbytné části dokumentace pro provádění konkrétní stavby (a části zbytné opomine).

Ve vyhlášce č. 131/2024 Sb. v příloze č. 8 jsou uvedeny požadavky na dokumentaci pro provádění stavby. Požadavky na objekty a jejich konstrukce jsou uvedeny významně

podrobněji než dříve. např. je vyžadováno v části D.1.1.1 písm. m) detaily styků konstrukčních prvků, kotvení apod. v měřítku 1 : 20 nebo 1 : 10 nebo 1 : 5, a dále písm. p) výkresy podrobností – detaily. Dále jsou požadavky na detaily uvedeny v části D.1.2.4.1 Řešení požadavků na rozvody a zařízení vytápění, chlazení a vzduchotechniky, v části D.3.3 Podrobný statický výpočet písm. j) návrh a posouzení všech detailů, montážních styků apod., které rozhodujícím způsobem ovlivňují bezpečnost konstrukce a ve výkresové části písm. d) detaily styků, kotvení apod. v měřítku 1 : 20 nebo 1 : 10 nebo 1 : 5.

Porovnáme-li dřívější požadavky na projektovou dokumentaci pro provádění stavby dle vyhlášky č. 499/2006 Sb. tato byla hlavně určena jako podklad pro podrobný rozpočet, podklad pro veřejnou soutěž zakázky na provedení stavby, měla detailně specifikovat všechny části stavby včetně návaznosti styků apod., měla umožnit dodání stavby bez potřeby dalšího projektování. Tedy nebyla zcela úplná pro provedení stavby, zejména nemusela obsahovat např. výkresy výztuže železobetonových konstrukcí, kladečský plán (spárořez) pohledových povrchových úprav, včetně rozměrů spár.

Neúplná či vadná projektová dokumentace se považuje za příkaz objednatele daný při provádění díla zhotoviteli a může způsobit velmi vysoké škody, kdy budou zhotoveny např. konstrukce tak, že stavbu nebude možno uvést do užívání.

Někteří právníci (zejména administrátoři veřejných zakázek) předpokládají, že zhotovitel je schopen zkontrolovat zadávací projektovou dokumentaci, to však není pravda. Kvalifikace osob odpovědných za zhotovení stavby nemusí být na takové úrovni, aby byly schopny zkontrolovat úplnost a všechny nedostatky projektové dokumentace již z důvodu, že zhotovitel nemá zejména dostatek času na takovou kontrolu (potřeboval by čas odpovídající času na zhotovení projektové dokumentace).

6 SHODA S POŽADAVKY ČESKÝCH TECHNICKÝCH NOREM A VADY SOUVISEJÍCÍ

Při hodnocení vad staveb, je nutno významně rozlišovat mezi různými druhy českých technických norem.

Normy a jiné standardizační dokumenty jsou pokyny používané na dobrovolné bázi, které stanoví technické specifikace výrobků, služeb a postupů. Normy vypracovávají soukromé organizace obvykle z podnětu zúčastněných stran, které považovaly za nutné v daném případě uplatnit určitou normu.

Přestože je dodržování norem dobrovolné, jejich uplatňováním se poukazuje na určitou úroveň kvality, bezpečnosti a spolehlivosti produktů a služeb.

České technické normy nejsou podle § 4 odst. 1 zákona č. 22/1997´Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, obecně závazné.

V právních předpisech se však vyskytují odkazy na ČSN v různé závaznosti formou odkazů

V případě **indikativního odkazu** je shoda s normou jedním z možných způsobů splnění požadavků právního předpisu, který může být splněn i jiným způsobem. Forma indikativního odkazu je uplatněna v § 4a zákona č. 22/1997 Sb., pokud jde o harmonizované nebo určené normy. Z konstatování v posledním odstavci vyplývá, že existují způsoby a kompetence k „určení“ vybraných norem, splněním jejichž požadavků se dosáhne předpokladu splnění požadavků právního předpisu. Určené normy jsou vždy určeny pouze ke splnění konkrétního požadavku a obvykle nikoliv v celé šíři textu normy. Pokud je takovéto určení provedeno na

čistě národní (rozuměj české) úrovni, je pro takové normy zaveden termín určené normy. Určená norma konkretizuje obecný, souhrnný právní požadavek. Takové požadavky mohou být splněny i jiným technickým řešením zajišťujícím stejnou nebo vyšší úroveň ochrany oprávněných zájmů. Určené normy jsou publikovány ve Věstníku Úřadu pro normalizaci a měření. Pokud se jedná o proces evropský, jedná se o harmonizované normy.

V případě **výlučného odkazu** je požadována shoda s požadavky uvedenými v technické normě, na kterou se odkazuje jako jediný způsob splnění příslušného ustanovení daného právního předpisu. Zároveň se stanoví způsob, jakým bude odkazovaná technická norma zpřístupněna veřejnosti. Technickou normu, na kterou se v právním předpisu odkazuje formou výlučného odkazu, je nutné jednoznačným způsobem identifikovat, a to normativním odkazem uvedením označení, data vydání a úplného názvu technické normy v textu právního předpisu. Norma tak doplňuje nekompletní právní požadavek, a stává se tak vlastně součástí právního předpisu. Tím vzniká povinnost řídit se ustanoveními příslušné normy pro ty subjekty, kterých se daný právní předpis týká. I když ani v tomto případu většinou nejde o obecnou závaznost, je možno říci, že ve vztahu k plnění požadavků příslušného předpisu se odkazovaná norma nebo její část stává závaznou.

Další možností odkazu na normy v právním předpisu je **všeobecný odkaz**, případě, že je vyložitelný z dotčeného ustanovení a z kontextu právního předpisu je přípustný. Způsob odkazu i jeho konkrétní provedení je v odpovědnosti gestora příslušného právního předpisu. Většinou je využit proto, aby adresát právní normy věděl, že existují doporučení pro určité postupy v jednotlivých oblastech, které již byly řešeny a prověřeny a garantují stejnou nebo vyšší úroveň ochrany oprávněných zájmů. Protože pro určité oblasti je těchto postupu více, není je možné uvést v celém výčtu v právním předpise a je na odbornících v jednotlivých oblastech, aby tato odborná doporučení nalezli a využili anebo jinak prokázali, že dostatečně chrání zájmy v jednotlivých oblastech t už jde o bezpečnost, zdraví, technické vlastnosti apod.

6.1 Odkazy na normy v některých předpisech

Dříve platná vyhláška č. 137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu uváděla výraz „normová hodnota", kterým se rozumí konkrétní technický požadavek obsažený v příslušné ČSN, jehož dodržení považuje konkrétní ustanovení za splnění jím stanovených požadavků.

Vyhláška č. 146/2024 Sb. o požadavcích na výstavbu uvádí v § 92, že požadavky uvedené v konkrétních částech vyhlášky se považují za splněné, jsou-li splněny požadavky normy nebo její části určené ve věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (UNMZ). Tyto požadavky mohou být splněny i jiným technickým řešením, pokud se prokáže, že navržené řešení garantuje nejméně základní požadavky na stavby podle stavebního zákona. Určené normy byly vydány ve věstníku UNMZ č. 10/2024. Dále v příloze 14 uvádí tato vyhláška seznam norem k jednotlivým ustanovením vyhlášky, zde se jedná o výlučné odkazy.

Vyhláška č. 23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochrany staveb v příloze 1 uvádí seznam norem jako výlučné odkazy.

7 ZÁVĚR

Hlavní problém vidím v častém zneužívání termínu vada ve znaleckých posudcích (i když advokátům se takový přístup líbí a vyžadují jej), neboť dle mého názoru se jedná spíše o termín hodnotící právní stav věci. Považuji za vhodné, aby ve znaleckých posudcích byla užívána synonyma v neutrálním smyslu, tedy ve smyslu „nedostatek“, „chyba“, „kaz“, „porucha“ aby znalec nepodsouval hodnocení právního stavu věci.

Odvolávky na normy ve znaleckých posudcích jsou běžným zvykem, leč jak výše uvedeno, nemají všechny české technické normy stejný význam a důležitost. Nikoliv výjimečně jsou k hodnocení staveb užívány normy, které k dané stavbě či její části např z hlediska doby vydání či obsahu nejsou relevantní. V každém případě je nutno upozornit, že požadavky norem nejsou vzájemně kompatibilní a tedy požadavek, aby byly splněny požadavky všech norem není proveditelný, neboť některé požadavky jsou i protichůdné. Pokud je vyžadováno, aby stavba či její opravy byla provedena podle norem, je nutno tyto konkrétně specifikovat i z hlediska např. doby vydání a jejich změn.

Ze zkušeností vyplývá, že znalec někdy pracuje především pro toho, kdo mu zpracování posudku zadal a kdo jej také platí, případně pro stranu, kterou ze svého pohledu vidí jako poškozenou. Právě u ne zcela exaktních skutečností znalec mnohdy může potlačit realitu svědčící v neprospěch zadavatele či preferované strany a postavit svůj závěr na skutečnostech, které naopak stanovisko strany podporují. Ve většině oborů existují určité mantinely, v jejichž rámci se mohou závěry znaleckého posudku pohybovat, aniž by bylo možno považovat znalecký posudek za vědomě nepravdivý. Proto je vždy nutno přesně vyhodnotit relevantní požadavky, které se ke konkrétní stavbě vztahují. Revizní posudek zpracovaný erudovanou osobou pak může dojít ke značně odlišným názorům.

Pro omezení sporů vyplývajících z vad staveb je významný přesný a srozumitelný popis všech požadovaných vlastností díla ve smlouvě o dílo nebo v projektové dokumentaci.

8 LITERATURA

[1] *Legislativní pravidla vlády* https://vlada.gov.cz/cz/ppov/lrv/dokumenty/legislativni-pravidla-vlady-91209/#

[2] *Zákon č. 89/2012 Sb. občanský zákoník* ve znění pozdějších předpisů

[3] *Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)* ve znění pozdějších předpisů

[4] V*yhláška č. 268/2008 Sb. technických požadavcích na stavby* ve znění pozdějších předpisů

[5] *Zákon č. 283/2021 Sb. stavební zákon* ve znění pozdějších předpisů

[6] *Vyhláška č. 131/2024 Sb. o dokumentaci staveb*

[7] *Vyhláška č. 146/2024 Sb, o požadavcích na výstavbu*

[8] *Vyhláška č. 149/2024 Sb, o provedení některých ustanovení stavebního zákona*

[9] *Vyhláš*ka č. 23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochrany staveb ve znění pozdějších předpisů

[10] *Evropské normy* https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/standards/standards-in-europe/index_cs.htm

[11] *Věstník UNMZ č. 10/2004 ČÁST A – OZNÁMENÍ Oddíl 1. Harmonizované normy a určené normy ÚNMZ č. 86/24 o určených normách k vyhlášce č. 146/2024 Sb. o požadavcích na výstavbu.* https://www.unmz.gov.cz/wp-content/uploads/vestnik-10-24-def3.pdf

NOVÝ ÚZEMNÍ PLÁN MĚSTA BRNA V DETAILU NOVÉHO STAVEBNÍHO ZÁKONA VE VĚCECH ÚZEMNÍHO PLÁNOVÁNÍ

NEW ZONING PLAN OF THE CITY OF BRNO IN DETAIL OF THE NEW BUILDING ACT IN MATTERS OF SPATIAL PLANNING

Ing. Arch. Markéta Diakovová, Ph.D.

ABSTRAKT:

Územní plán města Brna pro mě vystihuje citát japonského výtvarníka a samuraje Mijamoto Musaši „Ve strategii je důležité vidět vzdálené věci, jako by byly blízko, a podívat se vzdáleně na blízké věci.“
Podobu nového územního plánu města Brna, který Brno připravuje od roku 2002 již ovlivnilo hodně událostí a několik novel stavebního zákona, ale nejvíce výslednou podobu ovlivnilo poslední znění stavebního zákona účinného od 1.07.2024 a jednotný standard územně plánovací dokumentace.
Pokusím se Vás v krátkosti provést nejenom územním plánovaní dle stavebního zákona č. 283/2021 Sb., ale představím Vám i nový Územní plán města Brna.

ABSTRACT:

For me, the city's master plan is summed up in a quote by the Japanese artist and samurai Miyamoto Musashi, "In strategy, it is important to see distant things as if they were near, and to look distantly at near things."
Many events and several amendments to the Building Act have already influenced the shape of the new Brno City Master Plan, which Brno has been preparing since 2002, but the most important factor influencing the final form is the latest version of the Building Act effective from 1 July 2024 and the uniform standard for spatial planning documentation.
I will try to briefly guide you not only through the spatial planning according to the Building Act No. 283/2021 Coll., but I will also introduce you to the new Zoning Plan of the City of Brno.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Územní plán, územně plánovací dokumentace, územně plánovací podklady, stavební uzávěra, stavební zákon

KEYWORDS:

Zoning plan, zoning planning documentation, zoning planning documents, building closure, building law

1 ÚVOD

Podle zákona č. 283/2021 Sb., stavební zákon (dále jen stavební zákon) ust. § 38 odst. (1) Cílem územního plánování je soustavně a komplexně řešit funkční využití území, stanovovat zásady jeho plošného a prostorového uspořádání a vytvářet předpoklady pro udržitelný rozvoj území spočívající ve vyváženém vztahu podmínek pro příznivé životní prostředí, pro hospodářský rozvoj a pro soudržnost společenství obyvatel území, který uspokojuje potřeby současné generace, aniž by ohrožoval podmínky života generací budoucích.

Územní plánování je základním kamenem „obrazu“ budoucnosti sídel a vzniku kvalitního prostředí. Vychází ze širokého odborného zjišťování a posuzování souvislostí v území a vyjadřuje dohodu na základním způsobu využití území, charakteru sídla či jeho části, na

strategii jeho rozvoje a na prostředcích k jeho realizaci, která je završena vydáním územně plánovací dokumentace.

Z definice vyplývá, že územní plánování zasahuje do práv mnoha občanů současné generace a generací budoucích. Ovlivňuje ceny pozemků, a proto je důležité znát, jak se v jednotlivých dokumentech územního plánování orientovat a jakým způsobem a jaké možnosti má každý z nás při jejich pořizování.

2 ÚZEMNĚ PLÁNOVACÍ PODKLADY

Stavební zákon ust. § 61 Druhy nástrojů územního plánování, Nástroji územního plánování jsou

a) územně plánovací podklady, kterými jsou územně analytické podklady a územní studie.

b) politika územního rozvoje,

c) územně plánovací dokumentace, kterými jsou územní rozvojový plán, zásady územního rozvoje, územní plán a regulační plán,

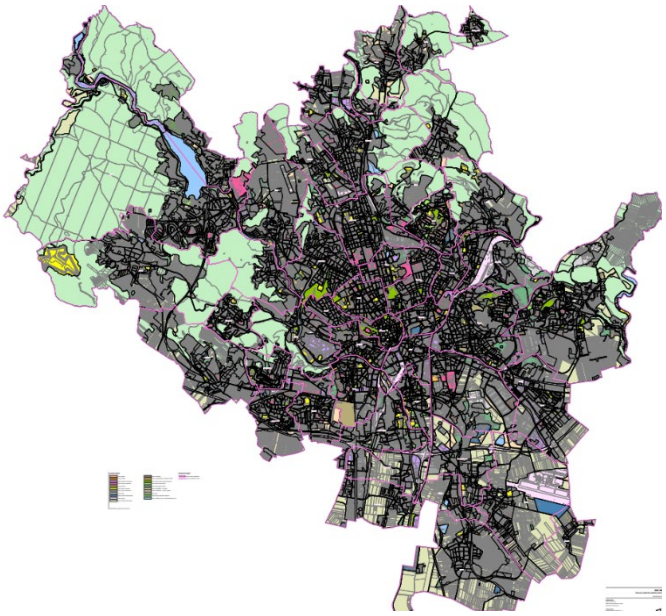
d) vymezení zastavěného území,

e) územní opatření, kterými jsou územní opatření o stavební uzávěře a územní opatření o asanaci území.

2.1 Územně analytické podklady

Stavební zákon ust. § 62 odst. (1) Územně analytické podklady slouží zejména jako odborný podklad pro pořizování politiky územního rozvoje, územně plánovacích dokumentací, územních studií, územních opatření, vymezení zastavěného území a pro rozhodování v území.

Stavební zákon ust. § 62 odst. (1) Územně analytické podklady pro správní obvod obce s rozšířenou působností a jejich úplnou aktualizaci projedná pořizovatel v rozsahu určení problémů k řešení v územně plánovacích dokumentacích do 30 dnů po jejich vyhotovení s obcemi ve svém správním obvodu.



Obr. 1 – Výkres využití území
Fig. 1 – Land use drawing

Obsahové náležitosti územně analytických podkladů stanovuje příloha č. 1 vyhlášky č. 157/2024 Sb., o územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a jednotném standardu. Součástí územně analytických podkladů obcí je doklad o jejich projednání s obcemi. Ust. § 7 Územně analytické podklady pro území kraje a jejich úplná aktualizace se předkládají k projednání radě kraje v rozsahu rozboru udržitelného rozvoje území nebo jeho aktualizace v elektronické nebo listinné podobě.

Územně analytické podklady MĚSTA BRNA[2]

Územně analytické podklady slouží jako odborný podklad pro pořizování územně plánovací dokumentace, územních studií, územních opatření a vymezení zastavěného území; dále také pro rozhodování v území.

Územně analytické podklady jsou aktualizovány průběžně. Nejpozději každé čtyři roky je pořízena jejich úplná aktualizace. Poslední úplná aktualizace byla provedena v roce 2024.

2.2 Územní studie

Stavební zákon ust. § 67 odst. (1) Územní studie navrhuje, prověřuje a posuzuje možná řešení vybraných problémů v území, které by mohly významně ovlivňovat nebo podmiňovat jeho využití a uspořádání.

(2) Územní studie slouží jako odborný podklad pro

a) rozhodování v území, a to pouze v těch částech, v nichž je v souladu s územně plánovací dokumentací,

b) pořizování územně plánovací dokumentace, a to pouze v těch částech, v nichž není v rozporu s politikou územního rozvoje a nadřazenou územně plánovací dokumentací,

c) pořizování politiky územního rozvoje.

Stavební zákon ust. § 43 odst. (2) Příslušný pořizovatel zveřejňuje zadání územně plánovací dokumentace, zprávu o uplatňování územně plánovací dokumentace, územně plánovací dokumentaci, zastavěné území, územní studii a územní opatření a jejich návrhy v národním geoportálu územního plánování.

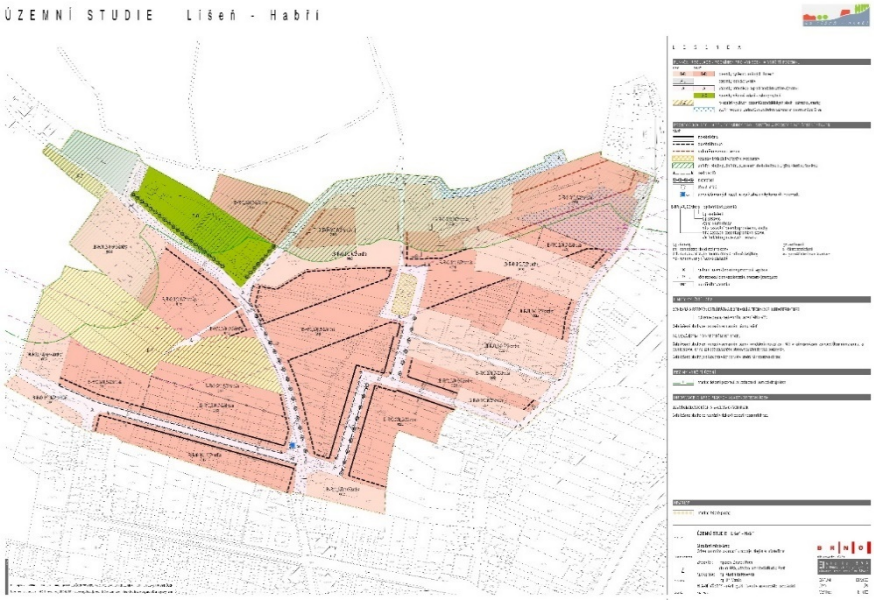
Stavební zákon ust. § 317 odst. (5) U územních studií, o nichž byly údaje ke dni nabytí účinnosti tohoto zákona uvedeny v evidenci územně plánovací činnosti, běží lhůta pro prověření aktuálnosti jejich řešení ode dne nabytí účinnosti tohoto zákona a činí 4 roky.

ÚZEMNÍ STUDIE Habří – Líšeň[3]

Územní studie navrhla optimální skladbu zástavby, vhodný způsob prostorového uspořádání a dopravní obsluhu stavebních pozemků včetně možného napojení technické infrastruktury.

2 PORTÁL ÚZEMNÍHO PLÁNOVÁNÍ MĚSTA BRNA: Územně analytické podklady 2024. Online. Dostupné z: https://upmb.brno.cz/uzemne-planovaci-podklady/uzemne-analyticke-podklady/. [cit. 2024-12-22].

3 PORTÁL ÚZEMNÍHO PLÁNOVÁNÍ MĚSTA BRNA: Územní studie Habří – Líšeň. Brno. Online. 2020. Dostupné z: https://upmb.brno.cz/uzemne-planovaci-podklady/uzemni-studie/uzemni-studie-habri-lisen/. [cit. 2025-01-05]



Obr. 2 – Hlavní výkres – návrh využití území a prostorového uspořádání
Fig. 2 – Main drawing - proposal for land use and spatial arrangement

2.3 Politika územního rozvoje

Stavební zákon ust. § 70 odst. (1) Politika územního rozvoje je strategickým dokumentem, který určuje ve stanoveném období požadavky na konkretizaci úkolů územního plánování v celostátních, přeshraničních a mezinárodních souvislostech a určuje strategii a základní podmínky pro naplňování těchto úkolů. Politika územního rozvoje se zpracovává pro celé území státu.

Dokument Politika územního rozvoje ČR (PÚR ČR) je strategický celostátní nástroj územního plánování, který určuje požadavky na konkretizaci úkolů územního plánování v celostátních, mezinárodních, nadregionálních a přeshraničních souvislostech, určuje strategii a základní podmínky pro naplňování těchto úkolů a stanovuje celostátní priority územního plánování pro zajištění udržitelného rozvoje území. V Politice územního rozvoje ČR se dále stanovuje koncepce sídelní struktury ČR a dále se v ní rovněž vymezují rozvojové oblasti a osy se zvýšenými požadavky na změny v území, které svým významem přesahují území jednoho kraje, a dále stejně významné specifické oblasti se specifickými hodnotami a se specifickými problémy a záměry dopravní a technické infrastruktury. Pro vymezené oblasti, osy a záměry se stanovují kritéria a podmínky pro navazující územně plánovací činnost.

Politika územního rozvoje ČR je závazná pro pořizování a vydávání územního rozvojového plánu, zásad územního rozvoje, územních plánů a regulačních plánů. [4] Stavební zákon ust. § 12 Základní pojmy územního plánování, písm. q) navazující územně plánovací dokumentací se pro, odst. 1. politiku územního rozvoje rozumí územní rozvojový plán, zásady územního rozvoje, územní plán a regulační plán.

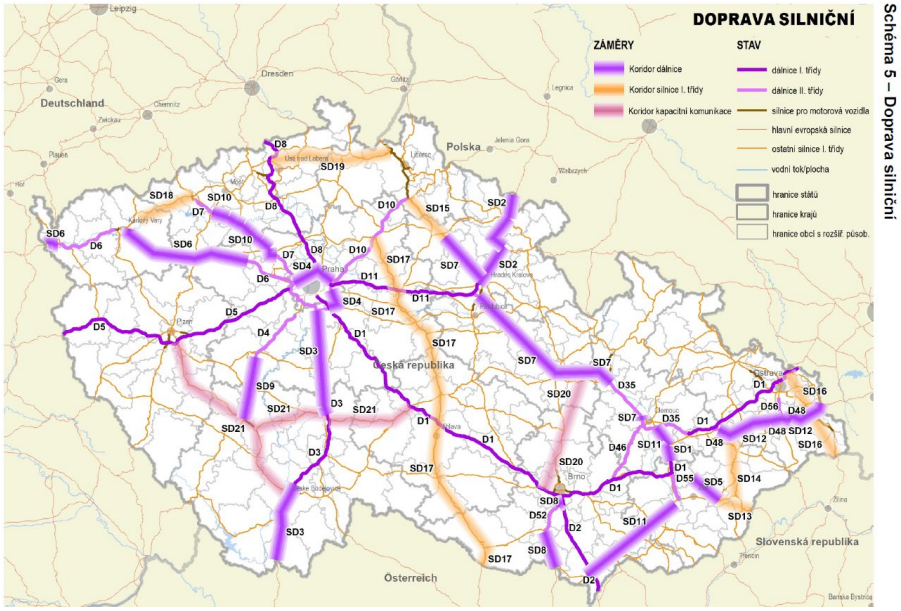
Politiku územního rozvoje ČR pořizuje Ministerstvo pro místní rozvoj. Politiku územního rozvoje schvaluje vláda.

[4] Národní geoportál územního plánovaní. Online. 2024. Dostupné z: https://uzemniplanovani.gov.cz/politika-uzemniho-rozvoje-ceske-republiky. [cit. 2024-12-28]

Obsah Politiky územního rozvoje ČR stanovuje stavební zákon ust. § 71 odst. (3) Obsah a struktura politiky územního rozvoje jsou stanoveny v příloze č. 5 k tomuto zákonu.

Ministerstvo nejpozději do 4 let od schválení politiky územního rozvoje a poté nejméně jednou za 4 roky vyhodnotí uplatňování politiky územního rozvoje.

KORIDORY A PLOCHY DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURY - Schéma -Doprava silniční[5]



Obr. 3 – Schéma – Doprava silniční
Fig. 3 – Chart – Road transport

3 ÚZEMNĚ PLÁNOVACÍ DOKUMENTACE

Stavební zákon ust. § 61 Druhy nástrojů územního plánování

c) územně plánovací dokumentace, kterými jsou územní rozvojový plán, zásady územního rozvoje, územní plán a regulační plán

Stavební zákon ust. § 12 Základní pojmy územního plánování

p) nadřazenou územně plánovací dokumentací se pro

1. regulační plán rozumí územní plán, zásady územního rozvoje a územní rozvojový plán,

2. územní plán rozumí zásady územního rozvoje a územní rozvojový plán,

3. zásady územního rozvoje rozumí územní rozvojový plán

Stavební zákon ust. § 40 Vyhodnocení vlivů na udržitelný rozvoj území

(1) Úkolem územního plánování je také posoudit vlivy politiky územního rozvoje, územního rozvojového plánu, zásad územního rozvoje nebo územního plánu na udržitelný rozvoj území. Za tímto účelem se zpracovává vyhodnocení vlivů na udržitelný rozvoj území (dále jen "vyhodnocení vlivů").

[5] Ministerstvu pro místní rozvoj ČR, Politika územního rozvoje České republiky. Online. 2024. Dostupné z: https://mmr.gov.cz/cs/ministerstvo/stavebni-pravo/koncepce-a-strategie/politika-uzemniho-rozvoje-ceske-republiky. [cit. 2024-12-28]

(2) Vyhodnocení vlivů se zpracovává k návrhu politiky územního rozvoje, územního rozvojového plánu, zásad územního rozvoje nebo územního plánu, je-li vyžadováno posouzení z hlediska vlivů na životní prostředí.

(3) Součástí vyhodnocení vlivů je vyhodnocení vlivů na

a) hospodářský rozvoj,

b) soudržnost společenství obyvatel území a

c) životní prostředí.

Obsah a struktura vyhodnocení vlivů a vyhodnocení vlivů na životní prostředí jsou stanoveny v příloze č. 4.

Stavební zákon ust. § 43 Zveřejňování a ukládání dokumentů

(1) Pořizovatel musí veřejnosti a dotčeným orgánům zajistit možnost seznámit se s návrhy zadání územně plánovací dokumentace, územně plánovací dokumentace nebo zprávy o jejím uplatňování, územních opatření a vymezení zastavěného území ode dne vyvěšení návrhu veřejnou vyhláškou.

(2) Příslušný pořizovatel zveřejňuje zadání územně plánovací dokumentace, zprávu o uplatňování územně plánovací dokumentace, územně plánovací dokumentaci, zastavěné území, územní studii a územní opatření a jejich návrhy v národním geoportálu územního plánování.

Stavební zákon ust. § 59 Jednotný standard

(1) Územně plánovací dokumentace, její změna a úplné znění, územní studie, vymezení zastavěného území, jeho změna a úplné znění a územní opatření se vyhotovují v elektronické verzi ve strojově čitelném formátu, včetně prostorových dat, rovněž ve vektorové formě.

Stavební zákon ust. § 72 Společná ustanovení

(1) Územně plánovací dokumentace nesmí obsahovat podrobnosti, které náležejí svým obsahem navazující územně plánovací dokumentaci nebo rozhodnutí.

Stavební zákon ust. § 73 Forma a závaznost územně plánovací dokumentace

(1) Územně plánovací dokumentace se vydává formou opatření obecné povahy.

(2) Územně plánovací dokumentace je závazná pro rozhodování v území a další změny v území. Drobné stavby lze realizovat pouze v souladu s územně plánovací dokumentací.

(3) Nadřazená územně plánovací dokumentace je závazná pro obsah navazující územně plánovací dokumentace.

Stavební zákon Oddíl 2, Pořízení územně plánovací dokumentace ust. § 97 Připomínky

(1) Do 15 dnů ode dne veřejného projednání může každý uplatnit písemně své připomínky k návrhu územně plánovací dokumentace a vyhodnocení vlivů, zpracovává-li se. K připomínkám uplatněným po stanovené lhůtě nebo uplatněným ve věcech, o kterých bylo rozhodnuto v nadřazené územně plánovací dokumentaci, se nepřihlíží.

Stavební zákon Oddíl 2, Pořízení územně plánovací dokumentace ust. § 105 Vydání územně plánovací dokumentace

(2) Územně plánovací dokumentaci a adresu jejího uložení v národním geoportálu územního plánování oznámí pořizovatel veřejnou vyhláškou; dnem doručení veřejné vyhlášky nabývá územně plánovací dokumentace účinnosti.

Stavební zákon ust. § 106 Vyhodnocování uplatňování územně plánovací dokumentace

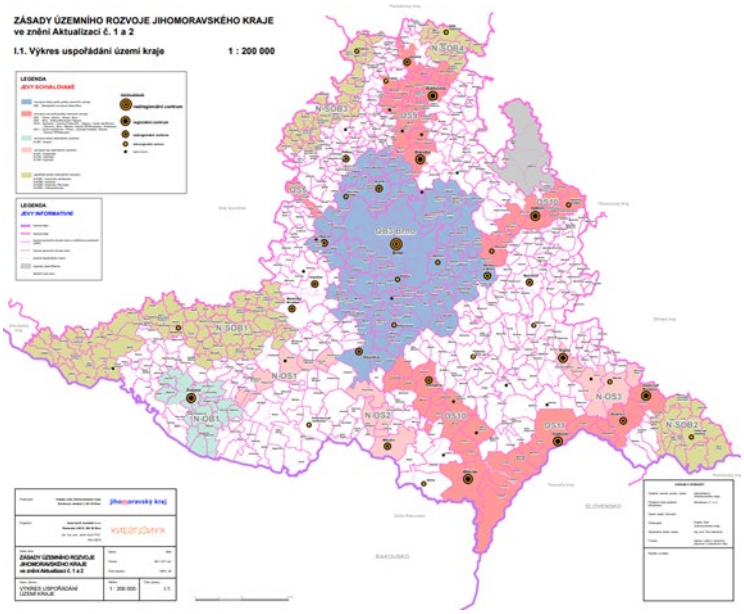
(1) Pořizovatel nejpozději do 4 let od vydání územně plánovací dokumentace, s výjimkou regulačního plánu, a poté pravidelně nejméně jednou za 4 roky vyhodnotí uplatňování územně plánovací dokumentace.

3.1 Územní rozvojový plán

Stavební zákon ust. § 74 odst. (1) Územní rozvojový plán zpřesňuje záměry vymezené v politice územního rozvoje v souladu s cíli a úkoly územního plánování, vymezuje další záměry, zohledňuje požadavky vyplývající ze strategických koncepcí České republiky a mezinárodních závazků a přispívá k jejich naplňování.

Ministerstvo pro místní rozvoj, odbor územního plánování (dále jen „ministerstvo“), v souladu s § 105 odst. 2 zákona č. 283/2021 Sb., oznámilo dne 14.10.2024, že byl vydán Územní rozvojový plán a že je uložen v elektronické podobě v Národním geoportálu územního plánování.[6]

Pořizovatel územního rozvojového plánu je Ministerstvo pro místní rozvoj. Zpracováním byl pověřen Ústav územního rozvoje dle ust. § 29. Obsahové náležitosti územního rozvojového plánu stanovuje příloha č. 6 stavebního zákona. Výkresy grafické části se vydávají v měřítku 1: 200 000 nebo 1:100 000 a obsahují jevy zobrazitelné v daném měřítku.



Obr. 4 – Výkres uspořádání území kraje
Fig. 4 – Territorial layout drawing of the region

6 Národní geoportál územního plánovaní. Online. 2024. Dostupné z: https://uzemniplanovani.gov.cz/dokumenty-uzemniho-planovani?p_p_id=ngup_tpd_INSTANCE_gwew&p_p_lifecycle=0&p_p_mode=view&p_p_state=normal&plid=179&_ngup_tpd_INSTANCE_gwew_mvcPath=%2Fdetail.jsp&_ngup_tpd_INSTANCE_gwew_backURL=%2Fdokumenty-uzemniho-planovani%3Fp_p_id%3Dngup_tpd_INSTANCE_gwew%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_mode%3Dview%26p_p_state%3Dnormal%26plid%3D179&_ngup_tpd_INSTANCE_gwew_id=8f2d91d1-7860-444a-9c99-d51537790261. [cit. 2025-01-01]

3.2 Zásady územního rozvoje

Stavební zákon ust. § 77 Zásady územního rozvoje odst. (1) Zásady územního rozvoje jsou základním koncepčním dokumentem kraje k usměrňování jeho územního rozvoje a ochrany hodnot jeho území.

Zásady územního rozvoje v nadmístních souvislostech zpřesňují a rozvíjejí cíle a úkoly územního plánování v souladu s politikou územního rozvoje a územním rozvojovým plánem a určují strategii pro jejich naplňování.

Zásady územního rozvoje pořizují krajské úřady. Zastupitelstvo kraje vydává zásady územního rozvoje (stavební zákon ust. § 23 a § 24).

Rada kraje a) uplatňuje připomínky k návrhu politiky územního rozvoje a územního rozvojového plánu a zásad územního rozvoje sousedního kraje. Rada obce a v obcích, kde se rada nevolí, zastupitelstvo obce a) uplatňuje připomínky k návrhu politiky územního rozvoje, územního rozvojového plánu, zásad územního rozvoje a územního plánu sousední obce (stavební zákon ust. § 27).

Obsahové náležitosti zásad územního rozvoje stanovuje příloha č. 7 stavebního zákona. Výkresy se vydávají v měřítku 1: 50 000 nebo v odůvodněných případech 1: 100 000.

ZÁSADY ÚZEMNÍHO ROZVOJE JIHOMORAVSKÉHO KRAJE[7]

Zásady územního rozvoje Jihomoravského kraje (dále také ZÚR JMK) k dosažení udržitelného rozvoje území kraje stanovují (pro územně plánovací činnost kraje a obcí a pro rozhodování v území) priority územního plánování Jihomoravského kraje, které konkretizují cíle a úkoly územního plánování pro zajištění udržitelného rozvoje území Jihomoravského kraje a zohledňují republikové priority územního plánování obsažené v politice územního rozvoje.

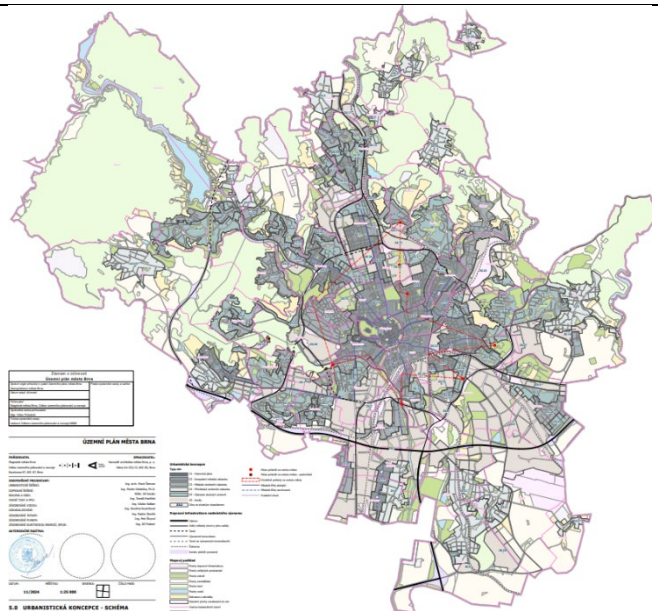
Datum nabytí účinnosti: 31.10.2020

3.3 Územní plán

Stavební zákon ust. § 80 Územní plán odst. (1) Územní plán je základním koncepčním dokumentem obce k usměrňování územního rozvoje a ochrany hodnot jejího území.

Stavební zákon ust. § 80 odst. (3) V územním plánu lze vymezit plochu nebo koridor, v němž je rozhodování v území podmíněno uzavřením plánovací smlouvy. V takovém případě územní plán stanoví základní obsah plánovací smlouvy, podmínky a lhůtu pro její uzavření, která nesmí být delší než 6 let od nabytí účinnosti územního plánu. Marným uplynutím stanovené lhůty pozbývá uvedená podmínka platnosti. Obsah plánovací smlouvy je uveden v ust. § 131 stavebního zákona.

[7] Zásady územního rozvoje Jihomoravského kraje ve znění Aktualizací č. 1 a 2 (úplné znění). Online. 2020. Dostupné z: https://www.kr-jihomoravsky.cz/Default.aspx?ID=422880&TypeID=2. [cit. 2025-01-01].



Obr. 5 – Urbanistická koncepce – schéma 1:25 000
Fig. 5 – Urban planning concept - diagram 1:25 000

Územní plán pořizují Obecní úřad obce s rozšířenou působností jako úřad územního plánování. Zastupitelstvo obce vydává územní plán.

Obsahové náležitosti územního plánu stanovuje příloha č. 8 stavebního zákona.

Územní plán města Brna[8]

Brněnští zastupitelé dne 10.12.2024 svou většinou schválili nový Územní plán města Brna. Po 22 letech od začátku příprav tak město získá moderní koncepční rozvojový dokument. Nabytí jeho účinnosti se předpokládá na přelomu ledna a února roku 2025. Nový územní plán se tak stane základem pro udržitelný rozvoj Brna v dalších desítkách let.

Územní plán města Brna (dále rovněž jako „ÚPmB“) je územně plánovací dokumentace, která je koncepčním dokumentem pro ochranu a rozvoj urbánních, kulturních a přírodních hodnot města. Stanovuje vztah zástavby a veřejného prostranství, určuje způsoby využití území, definuje prostorové uspořádání zástavby a její intenzitu (vztah struktury a infrastruktury) a vztah kompozice města k volné krajině a širší metropolitní oblasti.

3.4 Regulační plán

Stavební zákon ust. § 85 Regulační plán

(1) Regulační plán v řešeném území stanoví podrobné podmínky pro

a) vymezení a využití pozemků,

b) umístění a prostorové uspořádání staveb, včetně jejich napojení na veřejnou dopravní a technickou infrastrukturu, a urbanistických a architektonických podmínek,

c) umístění a prostorové uspořádání staveb veřejné infrastruktury,

[8] PORTÁL ÚZEMNÍHO PLÁNOVÁNÍ MĚSTA BRNA, Návrh ÚPmB ve formě Opatření obecné povahy (2024). Online. 2024. Dostupné z: https://upmb.brno.cz/pripravovany-uzemni-plan/upmb-navrh-oop-2024/. [cit. 2025-01-01]

d) ochranu hodnot, charakteru území a krajinného rázu.

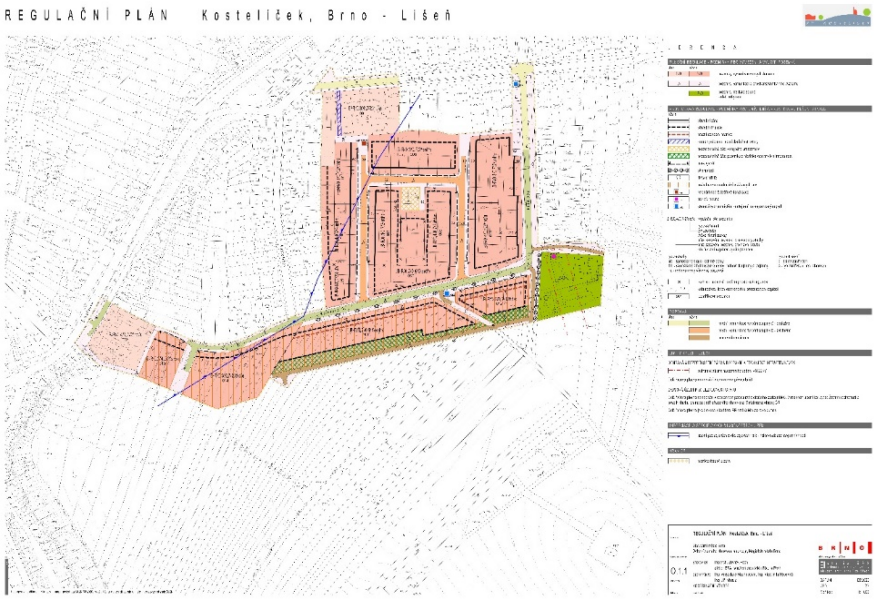
Stavební zákon ust. § 86 Regulační plán odst. (3) V regulačním plánu lze vymezit záměr, pro který je uzavření plánovací smlouvy podmínkou pro rozhodování v území. V takovém případě obsahuje základní podmínky pro uzavření plánovací smlouvy a lhůtu pro uzavření plánovací smlouvy, která nesmí být delší než 4 roky. Marným uplynutím stanovené lhůty pozbývá uvedená podmínka platnosti. Obsah plánovací smlouvy je uveden v ust. § 131 stavebního zákona.

Regulační plán pořizuje obec s rozšířenou působností pro své území nebo pro obec ve svém správním obvodu na její žádost. Regulační plán vydává v samostatné působnosti vždy zastupitelstvo obce, pro kterou byl regulační plán pořízen. Regulační plán se stejně jako ostatní územně plánovací dokumentace vydává formou opatření obecné povahy.

Obsahové náležitosti regulačního plánu stanovuje příloha č. 9 stavebního zákona.

REGULAČNÍ PLÁN Kostelíček, Brno – Líšeň[9]

Regulační plán stanovil využití jednotlivých pozemků v souladu s platným Územním plánem města Brna a dále navrhl regulační podmínky – funkční a prostorové regulace (stavební čára, stavební hranice atd.).



Obr. 6 – Hlavní výkres
Fig. 6 – The main drawing

4 POLITIKA ARCHITEKTURY A STAVEBNÍ KULTURY ČR

Politika architektury a stavební kultury České republiky je nelegislativní strategický dokument s celostátní působností. Má přinést zlepšení života lidí zvyšováním kvality prostředí, ve kterém žijí. Jejím základním cílem je proto podpora rozvoje architektury a stavební kultury a tím i

[9] PORTÁL ÚZEMNÍHO PLÁNOVÁNÍ MĚSTA BRNA, Regulační plán Kostelíček, Brno-Líšeň. Online. 2020. Dostupné z: https://upmb.brno.cz/podrobnejsi-upd/platna-podrobnejsi-upd-2/prehled-platnych-rp/regulacni-plan-kostelicek-brno-lisen/. [cit. 2025-01-01]

kvality prostředí vytvářeného výstavbou. Vláda Politiku architektury a stavební kultury České republiky schválila dne 14. 1. 2015 usnesením č. 22.[10]

Stavební zákon ust. § 136a POLITIKA ARCHITEKTURY A STAVEBNÍ KULTURY

(2) Politika architektury a stavební kultury rozvíjí cíle a úkoly územního plánování a je podkladem pro zpracování politiky územního rozvoje, který není závazný.

Zpracovat Politiku architektury a stavební kultury České republiky uložila vláda usnesením, kterým schválila „Koncepci bydlení České republiky do roku 2020“. Dokument připravilo Ministerstvo pro místní rozvoj ve spolupráci s dalšími ministerstvy, jinými ústředními orgány státní správy, krajskými úřady, s Ústavem územního rozvoje, Českou komorou architektů, Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, Asociací pro urbanismus a územní plánování ČR, vysokými školami a dalšími.

5 ÚZEMNĚ PLÁNOVACÍ DOKUMENTACE SCHVÁLENÉ PŘEDE DNEM 1. LEDNA 2007

Stavební zákon ust. § 322 odst. (1) Územně plánovací dokumentace sídelního útvaru nebo zóny, územní plán obce a regulační plán, schválené přede dnem 1. ledna 2007, pozbývají platnosti dnem nabytí účinnosti nové územně plánovací dokumentace, která je nahrazuje, nejpozději však 31. prosince 2028.

Stavební zákon ust. § 325 Zastavěné území odst. (1) Úřad územního plánování pořídí a vydá vymezení zastavěného území postupem podle tohoto zákona pro obec, která nemá územní plán nebo vymezené zastavěné území, do 2 let ode dne nabytí účinnosti tohoto zákona. Věta první se nepoužije v případě obcí, ve kterých před nabytím účinnosti tohoto zákona rozhodlo zastupitelstvo obce o pořízení územního plánu.

(2) Do doby vymezení zastavěného území územním plánem nebo postupem podle tohoto zákona se u obce, která nemá územní plán nebo vymezené zastavěné území, považuje za zastavěné území intravilán.

Stavební zákon Díl 5 je určen Vymezování zastavěného území.

Stavební zákon ust. § 25 Obecní úřad obce s rozšířenou působností jako úřad územního plánování

d) pořizuje a vydává vymezení zastavěného území.

Rada obce a v obcích, kde se rada nevolí, zastupitelstvo obce uplatňuje připomínky k návrhu vymezení zastavěného území pro území obce.

Stavební zákon ust. § 122 (1) V nezastavěném území lze v souladu s jeho charakterem povolovat záměry pro

a) veřejnou dopravní a technickou infrastrukturu, přípojky a účelové komunikace,

b) vodní hospodářství,

c) vyhledávání, průzkum a těžbu nerostů a zvláštní zásahy do zemské kůry,

10 Ministerstvo pro místní rozvoj, Politika architektury a stavební kultury České republiky. Online. 2015. Dostupné z: https://mmr.gov.cz/cs/ministerstvo/stavebni-pravo/koncepce-a-strategie/politika-architektury-a-stavebni-kultury-ceske-(1)/politika-architektury-a-stavebni-kultury-ceske-rep. [cit. 2025-01-01]

d) snižování nebezpečí havárií, ekologických a přírodních katastrof a pro odstraňování jejich důsledků,

e) zemědělství a lesnictví,

f) ochranu přírody a krajiny a

g) zlepšení podmínek jeho využití pro rekreaci a cestovní ruch, například cyklistické stezky, hygienická zařízení, ekologická a informační centra,

h) zázemí lesních mateřských škol a výdejen lesních mateřských škol, jedná-li se o drobnou stavbu.

(2) U staveb a zařízení podle odstavce 1 není doplňková funkce bydlení nebo pobytové rekreace přípustná.

6 NÁHRADY ZA ZMĚNU V ÚZEMÍ

Stavební zákon ust. § 133 Náhrady za změnu v území odst. (1) Vlastníkovi pozemku nebo stavby a osobě, která má jiné věcné právo k pozemku nebo stavbě (dále jen "oprávněná osoba") a které vznikla škoda v důsledku zrušení nebo významného omezení zastavitelnosti pozemku na základě změny územně plánovací dokumentace nebo vydáním nové územně plánovací dokumentace, náleží náhrada škody spočívající v nákladech vynaložených na přípravu výstavby v obvyklé výši, zejména na koupi pozemku, na projektovou přípravu výstavby nebo za snížení hodnoty pozemku, který slouží k zajištění dluhu.

7 ZÁVĚR

Z výše uvedeného je zřejmé, že snaha o zjednodušení a ukotvení územního plánování paragrafy stavebného zákona vede ještě k větší složitosti tohoto oboru. Návrhy již nemohou vypracovávat pouze samotní architekti urbanisté, ale většinou už od samého začátku spolupracují s právními kancelářemi zaměřujícími se na územní plánování.

Na studiích jsem propadla kouzlu urbanismu a věřím, že i tentokrát se mi podařilo Vás provést paragrafy stavebního zákona a ukázat Vám „urbanismus“ mezi paragrafy.

8 LITERATURA

PIEIFFER, (Bruce Brooks), Frank Lloyd Wright. Berlin: Benedikt Taschen, 1991. ISBN 3-8228-9754-X.

Zákon č. 283/2021 Sb., stavební zákon

Důvodová zpráva k zákonu č. 283/2021 Sb., stavební zákon, Identifikační číslo ASPI: LIT295510CZ, Autor: VLÁDA ČR, POSLANECKÁ SNĚMOVNA PČR, ze dne 24.08.2020

Vyhláška č. 157/2024 Sb., o územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a jednotném standardu

NEMATERIÁLNÍ FAKTOR OVLIVŇUJÍCÍ CENU NEMOVITOSTÍ: SOUSEDSTVÍ A DOBRÁ ADRESA

INTANGIBLE FACTOR AFFECTING THE PRICE OF REAL ESTATE: NEIGHBOURHOOD AND GOOD ADDRESS

Monika Doležalová[11)]

ABSTRAKT:

Článek se zaměřuje na problematiku cen nemovitostí, konkrétně na vliv nemateriálního faktoru sousedství a dobrá adresa na cenu bytů a cenu rodinných domů. Nemateriální faktory jsou pro účely tohoto článku definovány jako faktory vycházející z umístění nemovitosti nebo jejího okolí, nikoliv z nemovitosti samotné. Naproti tomu materiální faktory zahrnují vlastnosti spojené s velikostí bytu či rodinného domu a pozemku, jejich provedením, stavem apod. Identifikace relevantních faktorů byla založena na rešerši odborných publikací, a na výsledcích dříve provedených výzkumů a sociologických studií týkajících se bydlení v Brně. Inspirativním zdrojem dat byl také archiv znaleckých posudků Ústavu soudního inženýrství. Analýza zahrnovala rovněž veřejně dostupné inzeráty bytů a rodinných domů, účelem bylo zjistit, jaké vlastnosti inzerenti považují za podstatné při popisu nemovitostí. Zájmovou oblastí je město Brno. Konečné databáze zahrnují 346 prodejů bytů a 147 prodejů rodinných domů, přičemž bylo hodnoceno dvanáct nemateriálních faktorů. Analýza zahrnuje také materiální faktory, které byly vybrány tak, aby odpovídajícím způsobem charakterizovaly byty a rodinné domy. Data byla zpracována pomocí dvou samostatných mnohorozměrných lineárních regresních modelů s metodou odhadu regresních parametrů OLS (metoda nejmenších čtverců), které popisují závislost ceny na vysvětlujících proměnných (v této práci označovaných jako faktory). Na základě analýzy získaných dat a jejich porovnání s regresním modelem byla potvrzena hypotéza, že sledovaný faktor je pro cenu bytů a cenu rodinných domů na zvolené hladině významnosti statisticky významný. Předpoklad hypotézy, že tento faktor vysvětluje alespoň 5 % ceny se potvrdil pouze u rodinných domů.

ABSTRACT:

The article focuses on the issue of real estate prices, specifically on the influence of the intangible factor neighbourhood and good address on the price of apartments and the price of houses. For the purposes of this article, intangible factors are defined as factors based on the location of the property or its surroundings, not the property itself. Tangible factors, on the other hand, include characteristics related to the size of the apartment or house and land, their design, condition, etc. The identification of relevant factors was based on a search of professional publications, and on the results of previously conducted research and sociological studies related to housing in Brno. The archive of expert opinions of the Institute of Forensic Engineering was also an inspiring source of data. The analysis also included publicly available advertisements for flats and houses, the purpose of which was to find out what features advertisers consider essential when describing real estate. The area of interest is the city of Brno. The final databases include sales of 346 apartments and 147 houses, and twelve intangible factors were evaluated. The analysis also includes tangible factors that were selected to adequately characterize the apartments and houses. The data were processed using two separate multivariate linear regression models with the least squares (OLS) method

[11)] Doležalová, Monika, Ing., Ph.D. – ÚSI VUT v Brně, Purkyňova 464/118, Brno; tel.: 541148930, e-mail: monika.dolezalova@vut.cz

of estimating the regression parameters to describe the dependence of price on the explanatory variables (referred to as factors in this paper). Based on the analysis of the data obtained and their comparison with the regression model, the hypothesis that the observed factor is statistically significant for the price of flats and the price of houses at the chosen level of significance was confirmed. The hypothesis that this factor explains at least 5% of the price was confirmed only for detached houses.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Nemateriální faktory, materiální faktory, sousedství a dobrá adresa, cena, mnohorozměrný lineární regresní model, metoda odhadu pomocí nejmenších čtverců

KEYWORDS:

Intangible factors, Tangible factors, Neighborhood and Good address, Price, Multiple linear regression model, OLS estimation method

1 ÚVOD

Při oceňování majetku používají znalci a odhadci oceňovací přístupy, které jsou popsány v tuzemských i mezinárodních standardech. Přesto zůstává otázkou, do jaké míry tyto přístupy zahrnují všechny podstatné faktory, které ovlivňují hodnotu nemovitosti. Faktory ovlivňující hodnotu a v konečném důsledku i cenu nemovitosti jsou v tomto článku rozděleny do dvou skupin, a to na faktory materiální a nemateriální. S vědomím možné nepřesnosti této terminologie v podstatě platí, že materiálními faktory je popsána sama nemovitost, zatímco nemateriální faktory jsou odvozeny od umístění nemovitosti a nemají tedy původ v nemovitosti samotné.

Označení faktorů jako materiálních a nemateriálních není v literatuře jednotné. Například Sirmans používá pojmy *„fyzikální vlastnosti“* a *„ostatní vlastnosti“* [1], Melanda rozlišuje *„vlastnosti rezidenčních objektů“* a *„vnější charakteristiky“* [2]. Článek se zaměřuje na vysvětlení jednoho konkrétního nemateriálního faktoru – *sousedství a dobrá adresa*. Je potřeba zdůraznit, že zvolený faktor nelze analyzovat izolovaně, protože jeho význam je součástí komplexního posouzení zahrnujícího jak materiální, tak další nemateriální faktory. Zájmovou oblastí je město Brno. Důvodem pro volbu této lokality je znalecká praxe autorky článku v oboru oceňování nemovitostí zejména v tomto území.

2 STAV SOUČASNÉHO POZNÁNÍ

V tuzemské i zahraniční literatuře lze nalézt řadu publikací a článků, které se zabývají vztahem mezi cenami nemovitostí a různými faktory. Tyto specifické faktory však často korelovaly s charakteristikami konkrétního státu, určitého území či města. V přímořských státech je zřejmě neopomenutelným faktorem fenomén moře [3], v Nizozemsku význam jezer [4] a v Toskánsku jedinečnost tamní krajiny [5]. Někteří odborníci ve svých studiích zaměřili pozornost pouze na jeden konkrétní faktor. Typickým byl vliv hluku z dopravy. V jiných případech se odborníci zaměřili na více faktorů, přičemž některé z nich následně kvantifikovali.

Mezi významné zdroje informací z pohledu volby faktorů pro tento článek patřil i projekt s názvem *„Vliv charakteru a umístění urbanistické struktury na udržitelný rozvoj území“*, jenž byl realizován v rámci výzkumného projektu GA ČR v letech 2017–2019 na Ústavu urbanismu Fakulty architektury Vysokého učení technického v Brně. Cílem projektu bylo analyzovat vliv urbanistických struktur na kvalitu života obyvatel a na udržitelný rozvoj území ve třech městech včetně Brna. Výzkum probíhal nejprve na úrovni celého města, následně

se zaměřil na vybrané lokality [6]. Dále byl využit *„Sociologický výzkum bydlení v Brně“* zpracovaný pro Statutární město Brno. Tímto výzkumem se zjišťovaly podmínky bydlení obyvatel města, jejich nároky a požadavky [7]. Z analýzy současného stavu poznání vyplývá, že řada výsledků výzkumů potvrzuje vliv nemateriálních faktorů na hodnotu nemovitostí, a to zejména u rezidenčních staveb.

3 FAKTORY A DATA

Realizace řešení zahrnovala dva samostatné směry výzkumu, navazující na provedené rešerše. První směr se zaměřil na znalecké posudky týkající se reálných nemovitostí, jejich analýzu a vyhodnocení. Tyto posudky byly zpracovány na Ústavu soudního inženýrství Vysokého učení technického v Brně. Druhý směr výzkumu se zabýval analýzou inzerátů prodeje bytů a rodinných domů v Brně, získaných z veřejně dostupných realitních serverů. Cílem bylo zjistit, které vlastnosti inzerenti považují za podstatné při popisu nabízených nemovitostí [8].

K dosažení stanoveného cíle bylo nezbytné vytvořit verifikovaný model. Tento proces zahrnoval identifikaci a analýzu nemateriálních faktorů, s nimiž se nejčastěji pracuje v referenční literatuře. Dále bylo nutné vybrat materiální faktory charakterizující byty v bytových domech a faktory charakterizující rodinné domy. Následně sestavit databázi bytů a databázi rodinných domů s využitím sjednaných (kupních) cen a na jejím základě vytvořit dva statistické modely [8,9]. K dosažení cíle byly stanoveny tyto hypotézy:

H 1: Nemateriální faktor *sousedství a dobrá adresa* je statisticky významný na hladině významnosti 0,05.

H 2: Nemateriální faktor *sousedství a dobrá adresa* vysvětluje alespoň 5 % ceny.

3.1 Analyzované materiální a nemateriální faktory

Na základě analýzy zdrojů bylo identifikováno celkem 15 materiálních faktorů pro byty a 16 materiálních faktorů pro rodinné domy, které byly vybrány tak, aby výstižně charakterizovaly byt, respektive rodinný dům [8,9].

3.1.1 Materiální faktory pro byty

- podlahová plocha [m^2],
- sklep [m^2], balkon nebo lodžie [m^2], terasa [m^2],
- počet pokojů, počet kuchyní, podlaží bytu, celkový počet podlaží bytového domu,
- technický stav [dle standardu], výtah [ano/ne], garáž nebo garážové stání [ano/ne],
- parkovací venkovní stání [ano/ne], konstrukční systém [dle typu],
- novostavba do 5 let [ano/ne],
- energetický štítek bytového domu [dle průkazu energetické náročnosti].

3.1.2 Materiální faktory pro rodinné domy

- užitná plocha [m^2], situování v zástavbě [samostatně stojící, řadový, koncový],
- počet nadzemních podlaží, podsklepení [ano/ne], technický stav [dle standardu],
- konstrukční systém [dle typu], příslušenství nad rámec běžného [ano/ne],
- garáž [ano/ne], garážové stání nebo možnost parkování na pozemku [ano/ne],
- novostavba do 5 let [ano/ne], počet pokojů, počet kuchyní,
- využitelnost volných půdních prostor nezapočítaných do užitné plochy [ano/ne],

- inženýrské sítě [dle typu], plocha zahrady [m^2],
- energetický štítek rodinného domu [dle průkazu energetické náročnosti].

3.1.3 Nemateriální faktory pro byty a rodinné domy

Systematickou analýzou dat z referenční literatury byl stanoven konečný počet dvanácti nemateriálních faktorů. V obou databázích je posuzováno těchto dvanáct shodných nemateriálních faktorů [8,9].

- dojezdová vzdálenost do centra města, **sousedství a dobrá adresa**,
- výhled z okna, občanská vybavenost, možnosti parkování dle parkovacích zón,
- vzdálenost k zelené ploše, vzdálenost k zastávce MHD, hluk,
- celkové imisní zatížení NO_2, demografická struktura, bezpečnost, záplava.

3.2 Sousedství a dobrá adresa

Fenomén sousedství, dobré adresy či obdobně definovaných kvalitních lokalit, jako jsou lokalita – sousedství nebo prémiová adresa, byl předmětem zájmu řady tuzemských autorů – Ort, Zazvonil [10,11], zahraničních článků [1,2], sociálních výzkumů a projektů [6,7]. V rámci tohoto článku bylo na základě dostupných zdrojů pro město Brno vytvořeno pět kategorií popisujících sousedství a dobrou adresu. V tabulce č. 1 je uveden přehled pro 5 kategorií včetně jejich popisů [8].

Tab. 1 – Kategorie sousedství a dobrá adresa [vlastní]
Tab. 1 – Neighborhood and good address category [own]

Č.	Kategorie	Popis
1	Vynikající sousedství	Zahrnuje rezidenční oblasti, které jsou považovány za velmi atraktivní. V sousedství jsou umístěny kvalitní nemovitosti, v oblasti jsou vynikající sousedské vztahy. Charakterizuje se vysokou úrovní péče o veřejné prostory. Celkově nabízí příjemnou atmosféru, která je atraktivní pro bydlení a volnočasové atraktivity.
2	Kvalitní sousedství	Zahrnuje oblasti, které nabízejí kvalitní životní podmínky. V sousedství je různorodý mix nemovitostí. Je zde dobrá péče o veřejné prostory. Poskytuje solidní atmosféru a komunitu.
3	Průměrné sousedství	Zahrnuje průměrné oblasti, jedná se o standardní části města, nemusí vykazovat zvláštní výhody, avšak ani žádné závažné nedostatky. Může se jednat o místa, která by si zasloužila zlepšení péče o okolí. Atmosféra a komunita jsou průměrné.
4	Méně atraktivní sousedství	Zahrnuje oblasti s nevzhlednými budovami a infrastrukturou. Celkově se jedná o nižší estetickou hodnotu prostředí, které vyžaduje zlepšení péče. Atmosféra v místě a komunitní vztahy jsou méně kvalitní.
5	Vyloučené sousedství	Zahrnuje oblasti, které jsou pro bydlení považovány za nejméně vhodné až nevhodné, jsou charakterizovány nevzhlednými a problematickými budovami, zanedbanou údržbou, popř. zhoršeným prostředím pro bydlení. Atmosféra a komunita jsou obvykle nepříznivé.

3.3 Databáze

V očištěné konečné databázi bylo zahrnuto 346 prodejů bytů, konečná databáze rodinných domů obsahovala 147 prodejů rodinných domů. Tyto ceny byly přepočteny pomocí tzv. HB indexů cen bytů a rodinných domů zveřejněných na internetových stránkách ČSOB Hypoteční banky na cenovou hladinu druhého čtvrtletí roku 2022. Důvodem bylo největšího množství dohledaných prodejů v tomto období [12].

Nemateriální faktor *sousedství a dobrá adresa* byl v databázích zastoupen takto: 1) – 4 byty, 2) – 72 bytů, 3) – 168 bytů a 4) – 102 bytů a v databázi rodinných domů: 1) – 21 RD, 2) – 38 RD, 3) – 74 RD a 4) – 14 RD. V databázi bytů a v databázi rodinných domů se však nevyskytovaly byty nebo rodinné domy, které by mohly být zařazeny do páté kategorie. Poslední kategorie tak zůstává neobsazena.

4 METODY A POSTUPY

Nejprve byly provedeny úpravy obou databází, což znamenalo vytvořit 2 matematicky zpracovatelné vstupní matice pro 2 lineární regresní modely. Jelikož se nepodařilo dosáhnout verifikovaného modelu ani v jednom případě bez transformace faktorů, bylo třeba úprav. Postupnou prací s oběma modely došlo k logaritmování cen, plochy bytu a plochy rodinného domu a plochy zahrady v případě rodinného domu.

V průběhu modelování se rovněž nepodařilo dosáhnout normality reziduí bez odebírání odlehlých hodnot. Proto byly z obou databází odstraněny byty, respektive rodinné domy, jejichž odchylka predikované ceny od skutečné hodnoty byla vůči jiným odchylkám ze souboru podle Z-score testu odlehlá. Celkově se jednalo o vyřazení 11 bytů a 7 rodinných domů.

Další úprava spočívala v odstranění jednoho faktoru s nejvyšší p-hodnotou. Poté byl přepočítán model a postup se opakoval, dokud existoval alespoň jeden faktor s p-hodnotou > 0,05. Pro statistické ověření normality byl použit Sharipo Wilk test a Anderson Darling test. Platí nulová hypotéza, rezidua mají homoskedasticitu, Whietů test prokázal, že homoskedasticita se připouští na hladině významnosti 0,05 [8, 9].

5 VÝSLEDKY

5.1.1 Model bytů

Ve výsledném modelu bytů se statisticky významných ukázalo celkem 7 faktorů. 4 z nich byly materiální: podlahová plocha, technický stav, garáž nebo garážové stání a energetický štítek bytového domu. 3 faktory byly nemateriální: *sousedství a dobrá adresa,* občanská vybavenost a výhled z okna.

5.1.2 Model rodinných domů

Ve výsledném modelu rodinných domů se statisticky významných ukázalo celkem 11 faktorů. 7 z nich bylo materiálních: užitná plocha, technický stav, plocha zahrady, inženýrské sítě, počet kuchyní, konstrukční systém a příslušenství k rodinnému domu. 4 faktory byly nemateriální: výhled z okna, dojezdová vzdálenost do centra města, *sousedství a dobrá adresa*, občanská vybavenost.

5.2 Porovnání t-hodnot

Metoda vychází z t-testů jednotlivých faktorů v rámci mnohonásobného lineárního regresního modelu. Z t-hodnot u obou výsledných modelů byl proveden odhad vlivu všech

uvažovaných faktorů, tj. materiálních a nemateriálních, v %. Hodnoty byly získány z číselných realizací t-hodnot výsledného modelu [8].

5.2.1 Porovnání t-hodnot u modelu bytů

U bytů činil podíl 3 nemateriálních faktorů 12,82 % z výsledného modelu. Jelikož model vysvětlil 86,8 % (dosažený adjustovaný koeficient determinace adjR^2) z celkové ceny bytu, znamená to, že nemateriální faktory vysvětlují 11,13 % ceny této nemovitosti.

Z nemateriálních faktorů měly vliv v pořadí *sousedství a dobrá adresa*, následovala občanská vybavenost a výhled z okna. Konkrétní zastoupení faktoru *sousedství a dobrá adresa* bylo u bytů ve výši 3,94 % z celkové ceny. U výsledného modelu bytů byla H 1 potvrzena, nepotvrdila se hypotéza H 2.

5.2.2 Porovnání t-hodnot u modelu rodinných domů

Stejným způsobem byl proveden odhad vlivu všech uvažovaných faktorů u rodinných domů. Výsledný model rodinných domů vysvětlil v tomto případě 85,5 % z celkové ceny. U rodinných domů byl podíl 4 nemateriálních faktorů 34,99 % z výsledného modelu. Jelikož model vysvětlil 85,5 % z celkové ceny rodinného domu, znamená to, že nemateriální faktory vysvětlují 29,92 % ceny této nemovitosti.

Z nemateriálních faktorů měly vliv v pořadí výhled z okna, dojezdová vzdálenost do centra města, následovalo *sousedství a dobrá adresa* a občanská vybavenost. Konkrétní zastoupení faktoru *sousedství a dobrá adresa* bylo u rodinných domů ve výši 6,57 % z celkové ceny. U výsledného modelu rodinných domů byly H 1 a H 2 potvrzeny.

6 DISKUSE

Porovnání konkrétních výsledků získaných z rešerší s výstupy tohoto článku je omezeno faktem, že cenové modely bývají zpravidla specifické pro konkrétní lokality, což znesnadňuje jejich zobecnění na odlišné geografické oblasti. Přesto však řada analyzovaných zdrojů přinesla této práci významné podněty, zejména z hlediska identifikace nemateriálních faktorů a metod zpracování dat.

Obtížnost srovnání tohoto výzkumu s již publikovanými pracemi vyplývá také ze skutečnosti, že někteří autoři, kteří se zaměřili na statistické vyhodnocení vlivu vybraných faktorů na cenu nemovitostí, do svých modelů nezahrnuli materiální charakteristiky. Tento přístup mohl vést k získání zkreslených výsledků.

Výsledek dopadů faktoru *sousedství a dobrá adresa* byl studován ve městě Brně, v jiných městech s odlišným sociálně-ekonomickým spektrem obyvatelstva, pracovními příležitostmi nebo dostupnou infrastrukturou bude mít tento nemateriální faktor zřejmě jinou váhu, nebo se jako významný neobjeví. Výzkum uvedený v tomto článku potvrdil u bytů i rodinných domů platnost hypotézy H 1, tj., že faktor *sousedství a dobrá adresa* je statisticky významný. Nemateriální faktor vysvětlující alespoň 5 % ceny se potvrdil pouze u rodinných domů.

7 ZÁVĚR

Výzkum nemateriálních faktorů prezentovaný v tomto článku byl realizován v rámci dizertační práce zaměřené na analýzu nemateriálních faktorů ovlivňujících vybrané typy nemovitostí – byty a rodinné domy. Cílem dizertační práce i tohoto článku je rozšířit stávající poznatky o vlivu nemateriálních faktorů na cenu nemovitostí. Ani dizertační práce, ani článek si nekladou za cíl nabídnout komplexní kvantifikaci nemateriálních faktorů pro celou Českou republiku.

Záměrem je na příkladu vybrané lokality ukázat, že nemateriální faktory lze kvantifikovat a že jejich vliv na cenu nemovitostí lze statisticky významně prokázat. Současně výzkum popisuje metody, které lze obecně použít k dosažení těchto výsledků.

8 LITERATURA

[1] SIRMANS, Stacy; MACPHERSON, David a ZIETZ, Emily, 2005. *The Composition of Hedonic Pricing Models*. Online. Journal of Real Estate Literature. 2005-01-01, roč. 13, č. 1, s. 1-44. ISSN 0927-7544. Dostupné z: https://doi.org/10.1080/10835547.2005.12090154. [cit. 2023-11-15].

[2] MELANDA, Edson; HUNTER, Andrew a BARRY, Michael, 2016. *Identification of locational influence on real property values using data mining methods*. Online. Cybergeo. 2016-01-04, roč. 20, č. 771, s. 19. ISSN 1278-3366. Dostupné z: https://doi.org/10.4000/cybergeo.27493. [cit. 2023-11-15].

[3] FERLAN, Nadja; BASTIC, Majda a PSUNDER, Igor, 2017. *Influential Factors on the Market Value of Residential Properties*. Online. Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics. Roč. 2017, č. 28(2), s. 135-144. Dostupné z: https://doi.org/10.5755/j01.ee.28.2.13777. [cit. 2023-11-15].

[4] LUTTIK, Joke, 2000. *The value of trees, water and open space as reflected by house prices in the Netherlands*. Online. Landscape and Urban Planning. Roč. 48, č. 3-4, s. 161-167. ISSN 01692046. Dostupné z: https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00039-6.[cit. 2023-11-15].

[5] RICCIOLI, Francesco; FRATINI, Roberto a BONCINELLI, Fabio, 2021. *The Impacts in Real Estate of Landscape Values: Evidence from Tuscany (Italy)*. Online. Sustainability. Roč. 13, č. 4, s. 2-18. ISSN 2071-1050. Dostupné z: https://doi.org/10.3390/su13042236. [cit. 2023-11-15].

[6] KOPÁČIK, G.; WITTMANN, M.; KILNAROVÁ, P.; KUČERA, P.; FRANTIŠÁK, L.; HAVLIŠ, K.; ŠIMARA, E.; HÝLOVÁ, A.; MATYÁŠOVÁ, J.; LEITMANNOVÁ, A.; VAISHAR, A.; JENČKOVÁ, B.; HOFMAN, P.; OBRŠÁL, N. Vliv charakteru a umístění urbanistické struktury na udržitelný rozvoj území, Případové studie Brno–Ostrava–Zlín. Brno: Akademické nakladatelství CERM©, s.r.o., 2019. 480 s. ISBN: 978-80-7623-007-1 [cit. 2022-05-06].

[7] FOKUS MARKETING & SOCIAL RESEARCH, 2019. *Sociologický výzkum bydlení v Brně: Výzkum pro Magistrát města Brna*. Online, Sociologický výzkum. 2019. Dostupné z: https://urbancentrum.brno.cz/ [cit. 2023-11-15].

[8] DOLEŽALOVÁ, Monika. *Analýza a kvantifikace nemateriálních faktorů ovlivňujících cenu rodinných domů a bytů* [online]. Brno, 2024. Dostupné také z: https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/147676. Dizertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Ústav soudního inženýrství. Vedoucí práce Karel Pospíšil.

[9] DOLEŽALOVÁ, Monika a POSPÍŠIL, Karel, 2024. *Nemateriální faktory působící na sjednané ceny rodinných domů v Brně*. Online. Soudní inženýrství. Roč. 35, č. 01, s. 11-20. ISSN 2788-2764. Dostupné z: https://doi.org/https://doi.org/10.13164/SI.2024.1.12. [cit. 2025-01-10].

[10] ORT, Petr, 2022. *Oceňování nemovitostí-moderní metody a přístupy*. 2. aktualizované vydání. Praktik (Leges). Praha: Leges. ISBN 978-80-7502-572-2.

[11] ZAZVONIL, Zbyněk, 2012. *Odhad hodnoty nemovitostí*. Praha: Ekopress. ISBN 978-80-86929-88-0.

[12] HYPOTEČNÍ BANKA, A.S., ČLEN SKUPINY ČSOB, 2023. HB index. Online. Dostupné z: https://www. csobhypotecni.cz/kontakty/csob-index-bydleni/. [cit. 2023-11-15].

POROVNÁNÍ CEN BYTOVÝCH JEDNOTEK MEZI OCENĚNÍM PROVEDENÝM ODBORNÍKEM A OCENĚNÍM PROGRAMEM

COMPARISON OF RESIDENTIAL UNIT PRICES BETWEEN EXPERT VALUATION AND PROGRAM VALUATION

Klára Francová[12], Martin Cupal[13]

ABSTRAKT:

Tento příspěvek se zaměřuje na průběžné výsledky analýzy rozdílů mezi tržním oceněním bytových jednotek provedeným odborníky a automatizovaným programem v České republice v rámci okresu Brno-město. Doposud bylo analyzováno 40 bytů v různých kategoriích podlahové plochy, dispozičního řešení, polohy v rámci katastrálního území, stavebně-technického stavu a dalších. Průběžné výsledky ukázaly vysokou korelaci mezi oběma metodami (r = 0,963), avšak byly identifikovány významné rozdíly u některých segmentů, zejména u novostaveb a bytů před rekonstrukcí a v rozdílné podlahové ploše. Výsledná studie může přinést důležité poznatky pro uživatele automatizovaných oceňovacích nástrojů.

ABSTRACT:

This post focuses on the preliminary results of an analysis of differences between the market valuation of residential units conducted by experts and an automated program in the Czech Republic, specifically within the Brno-město district. So far, 40 apartments have been analyzed across various categories of floor area, layout, cadastral location, construction-technical condition, and other factors. The preliminary results showed a high correlation between the two methods (r = 0.963); however, significant differences were identified in certain segments, particularly in new constructions, apartments before renovation, and in varying floor areas. The resulting study may provide valuable insights for users of automated valuation tools.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Oceňování nemovitostí, automatizované ocenění, tržní hodnota, bytové jednotky, statistická analýza

KEYWORDS:

Property valuation, automated valuation, market value, residential units, statistical analysis

1 ÚVOD

Oceňování nemovitostí představuje klíčovou součást realitního trhu a hraje zásadní roli při rozhodovacích procesech jak na straně kupujících, tak prodejců. Správné ocenění nemovitosti může výrazně ovlivnit průběh prodeje, financování nebo pojištění nemovitosti. Při nesprávném ocenění může dojít k prodloužení doby prodeje, finančním ztrátám či naopak k podcenění tržní hodnoty, což vede k nevýhodným transakcím. Tradiční metody oceňování nemovitostí se zakládají na odborných znalostech a zkušenostech certifikovaných odhadců. Tito odborníci

[12] Francová, Klára, Ing. – 1. autor, Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 244/118, 612 00 Brno, +420 728 867 504, xpfranc08@vutbr.cz.

[13] Cupal, Martin, doc., Ing. et Ing., Ph.D, Ph.D. – 2. autor, Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 244/118, 612 00 Brno, +420 541 148 928, martin.cupal@vut.cz.

provádějí důkladnou analýzu trhu, zohledňují technický stav nemovitosti, její lokalitu, dispozici a mnoho dalších faktorů, které ovlivňují výslednou hodnotu. [1] [5]

V posledních letech hlavně v zahraničí se však v oblasti oceňování nemovitostí prosazuje trend automatizace. Díky dostupnosti většího množství dat a rozvoji algoritmů strojového učení se na trhu objevují automatizované nástroje, které dokážou rychle a s relativně vysokou přesností určit tržní hodnotu nemovitostí. Tyto systémy dokážou analyzovat tisíce realitních transakcí v reálném čase a na základě statistických modelů poskytují odhad, který je často srovnatelný s oceněním provedeným odborníkem. Automatizované oceňování nemovitostí představuje efektivní nástroj, jehož spolehlivost je podmíněna dostupností rozsáhlé a kvalitní databáze s dostatečným množstvím transakcí s nemovitostmi, které jsou velmi podobné nebo totožné s hodnocenou nemovitostí. Klíčovými faktory jsou shodný stavebně-technický stav, podlahová plocha, vybavení, dispozice, lokalita, čas realizace transakce a další relevantní parametry. Ideální jsou pro tento druh ocenění lokality s aktivním realitním trhem, jako jsou například velká města, kde se často s nemovitostmi obchoduje. Zajistí se tak dostatečné množství srovnatelných vzorků. [2] [3]

Výzvou pro automatizované oceňování se stávají hlavně nestandardní nemovitosti. Ty mohou vykazovat například atypické půdorysy, méně prakticky využitelné prostory, omezenou dostupnost nebo specifickou polohu. Další komplikací je situace v lokalitách s nízkou aktivitou realitního trhu, kde není k dispozici dostatečné množství transakčních dat potřebných pro analytické modely. Riziko rovněž představují nepřesné či nepravdivé informace obsažené v databázích, které mohou ovlivnit výslednou přesnost ocenění.

Tento článek se zaměřuje na základní porovnání ocenění provedeného odborníky s oceněním generovaným programem. Cílem je analyzovat rozdíly mezi těmito dvěma metodami a identifikovat faktory, které mohou přispívat k odchylkám v ocenění. Výsledky této analýzy mohou poskytnout cenné poznatky pro další směr výzkumu a taky může přispět k vývoji automatizovaných nástrojů a jejich lepší integraci do praxe realitního trhu.

2 AUTOMATIZOVANÉ OCEŇOVÁNÍ

Automatizované oceňování nemovitostí (AVM) je moderní přístup k určení tržní hodnoty, který se v posledních letech stal nedílnou součástí realitního trhu. Jak ukazují současné studie, tento trend se celosvětově rozvíjí a AVM nachází uplatnění nejen v komerčním sektoru, ale i v rámci vládních institucí, kde pomáhá zvyšovat efektivitu a snižovat náklady spojené s hodnocením nemovitostí. Je to přístup k určení tržní hodnoty, který využívá pokročilé algoritmy, statistické modely a velké množství dat k tomu, aby určil hodnotu nemovitostí s minimálním lidským zásahem. Tato metoda přináší mnoho výhod, včetně rychlosti, nižších nákladů a konzistentních výsledků. Vzhledem k neustálému růstu realitního trhu a počtu nemovitostních transakcí se automatizace oceňování stává nezbytnou součástí moderního realitního sektoru. [4]

Automatizované oceňování je zvláště cenné v případech, kdy je nutné provést rychlé rozhodnutí nebo kdy je objem oceňovaných nemovitostí příliš vysoký na to, aby byl zpracován ručně. Programy dokážou během několika minut analyzovat tisíce nemovitostí a na základě porovnání s podobnými objekty určit tržní hodnotu konkrétního bytu. Tento proces eliminuje subjektivní vlivy a snižuje riziko lidské chyby. Automatizované oceňování je zajímavým nástrojem nejen pro realitní kanceláře, ale i pro banky, pojišťovny a investory, kteří potřebují rychlý a levný odhad hodnoty nemovitostí. Díky neustálému vývoji algoritmů a zdokonalování datových zdrojů se tento přístup stává stále zajímavějším. [5]

Pro účely tohoto výzkumu byla navázána spolupráce s jedním z hlavních poskytovatelů oceňovacího programu v České republice pro ověření teorií na shromážděném datovém souboru oceněných bytových jednotek odborníky.

2.1 Datové zdroje a metodika programu

Program, který byl použit pro účely této analýzy, využívá tři hlavní zdroje dat, které poskytují komplexní přehled o trhu s nemovitostmi:

- **Veřejná inzerce** – Data jsou shromažďována z realitních portálů, které pokrývají více než 75 % všech veřejně nabízených rezidenčních nemovitostí v Česku. Systém monitoruje nové nabídky několikrát denně a sleduje změny parametrů, jako je cena, podlahová plocha nebo dispozice nemovitosti. [6]
- **Data z ČÚZK** (Český úřad zeměměřický a katastrální) – Jednou měsíčně jsou stahována data o realizovaných prodejích ve více než 13 tisících katastrálních územích v ČR. Tato data zahrnují skutečné prodejní ceny nemovitostí, což umožňuje programu získat realistický pohled na tržní hodnoty v jednotlivých lokalitách. [6]
- **Prodejní ceny od realitních kanceláří** – Realitní kanceláře poskytují data o skutečně realizovaných cenách svých zakázek, včetně typu nemovitosti, adresy, technického stavu a dalších klíčových parametrů. Tato data poskytují hlubší vhled do cenové struktury a umožňují programu zpřesnit své výpočty. [6]

2.2 Proces výpočtu tržní hodnoty

Proces zahrnuje sběr, čištění a obohacování dat, které jsou následně použity pro výpočet odhadované tržní hodnoty nemovitostí. Program využívá porovnávací metodu, při které vybírá až 10 nejpodobnějších nemovitostí na základě geografické blízkosti a dalších kritérií, jako je stáří nabídky, dispozice a stav nemovitosti. Program následně automaticky počítá koeficienty odlišnosti pro klíčové parametry, jako je konstrukce stavby, stav nemovitosti, dispozice, vlastnictví a podlaží. Finální odhad je poté proveden jako vážený průměr z cen porovnávaných nemovitostí. Tímto způsobem je zajištěn konzistentní odhad s minimálními odchylkami v přístupu. [6]

3 METODOLOGIE

Tato kapitola popisuje postup, jakým byla data shromážděna, analyzována a jaké statistické metody byly použity k porovnání ocenění bytových jednotek odborníkem a automatizovaným programem. Cílem metodologie je zajistit, aby analýza byla co nejpřesnější a reflektovala skutečné rozdíly mezi oběma způsoby ocenění.

3.1 Sběr dat

Data jsou shromažďována na základě ocenění v okrese Brno-město. Aktuálně je k dispozici k prvotní analýze 40 ocenění bytových jednotek. Každá nemovitost byla podrobena dvojímu ocenění. První bylo provedeno certifikovanými odborníky na oceňování nemovitostí (znalci a odhadci) a druhé automatizovaným programem. Z odborného ocenění byly vybrány informace, které jsou nutné k ocenění programem (typ nemovitosti, adresa, stav, vlastnictví, podlahová plocha a datum provedení odhadu). Výstupy z programu nebyly dále upravovány. Byty zahrnovaly různé kategorie, od malých jednopokojových bytů až po velké rodinné byty, v různém technickém stavu. Byty byly dle odlišností rozděleny do kategorií pro hlubší analýzu. [6]

3.2 Výběr statistických metod

Pro porovnání výsledků byly použity následující metody, které umožňují analýzu rozdílů mezi jednotlivými způsoby ocenění:

- **Deskriptivní statistika** – Zajišťuje základní přehled o datech, včetně průměru, mediánu a směrodatné odchylky. Tato metoda nám umožňuje pochopit celkové rozložení hodnot a identifikovat extrémní odchylky. Deskriptivní statistika také ukazuje, jak se liší rozptyl hodnot mezi oběma způsoby ocenění.
- **Párový t-test** - Párový t-test se používá k porovnání dvou souvisejících souborů dat (před a po zásahu, nebo různé metody měření stejného vzorku). Cílem je zjistit, zda mezi nimi existuje významný rozdíl. Tento test se běžně používá v případech, kdy je důležité zjistit, zda se dvě metody měření liší v průměrné hodnotě.
- **Korelační analýza (Pearsonův korelační koeficient)** – Tato metoda měří sílu vztahu mezi dvěma proměnnými. V kontextu této analýzy se korelace používá k určení, do jaké míry jsou výsledky programu v souladu s oceněním odborníka. Hodnota blízká 1 naznačuje silnou pozitivní korelaci, což znamená, že výsledky obou metod jsou podobné.
- **Bland-Altmanova analýza** – Tato metoda je určena k identifikaci systematických chyb mezi dvěma způsoby měření. Ukazuje rozdíl mezi oceněními na jedné ose a průměr obou hodnot na druhé ose. Tento typ analýzy je klíčový pro odhalení odchylek a identifikaci bytových jednotek, u kterých došlo k největším rozdílům.
- **Segmentace podle velikosti bytu a technického stavu** – Byty byly rozděleny do kategorií podle podlahové plochy a stavebně-technického stavu. Tato segmentace umožňuje identifikovat, jak se liší výsledky oceňování v různých segmentech trhu, a poskytuje podrobnější pohled na faktory ovlivňující ocenění.

4 ANALÝZA DAT

4.1 Deskriptivní statistika

Tato kapitola se zaměřuje na základní deskriptivní statistiku porovnávající ocenění bytových jednotek provedené odborníkem a automatizovaným programem. Deskriptivní statistika poskytuje přehled o průměrných hodnotách, mediánech a rozptylu ocenění, což umožňuje identifikovat rozdíly mezi oběma metodami.

Tab. 1 Deskriptivní statistika ocenění
Tab. 1 Descriptive statistics of valuations

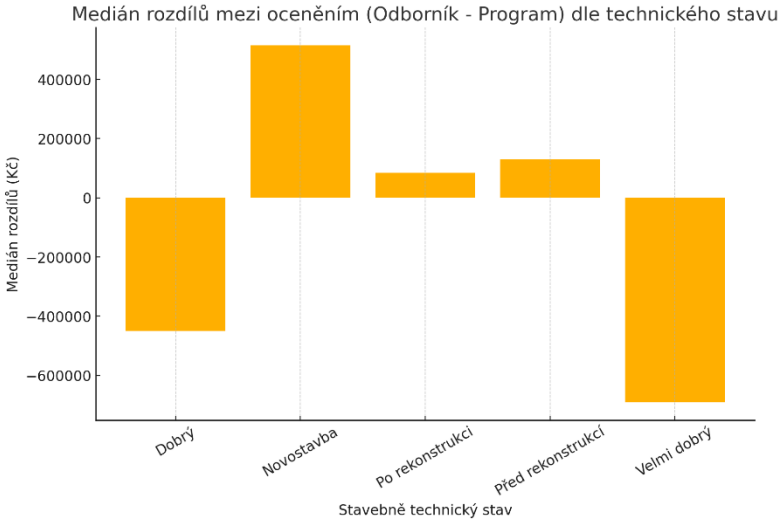
Metrika	Odborník (Kč/m²)	Program (Kč/m²)	Program - Odborník (Kč/m²)
Průměr	104 536	103 648	888
Medián	103 185	105 161	1 976
Směrodatná odchylka	17 847	11 203	6 644

4.1.1 Průměr

Průměrná cena za m² ocenění odborníkem vyšlo na 104 536 Kč/m², zatímco automatizovaný program stanovil průměrnou cenu na 103 648 Kč/m². Rozdíl činí 888 Kč/m², což odpovídá přibližně 0,85 %. Tato blízkost naznačuje, že **program poskytuje velmi podobné výsledky jako odborník**, což svědčí o vysoké přesnosti automatizovaného nástroje.

4.1.2 Medián

Hodnota mediánu u odborníka činí 103 185 Kč/m² a u programu 105 161 Kč/m². Rozdíl 1 976 Kč/m² (přibližně 1,9 %) ukazuje, že program má tendenci oceňovat byty o něco výše než odborník.



Obr. 1 Medián rozdílů mezi oceněním dle technického stavu (O-P)
Fig. 1 Median of differences in valuation according to technical condition (O-P)

Pro lepší přehlednost grafů byla vytvořena tabulka níže s vysvětlením pohybu hodnot v případě kladných a záporných čísel a jejich interpretace na tendence odborníka a programu ocenění nadhodnocovat nebo podhodnocovat.

Tab. 2 Vysvětlení pohybu hodnot v grafu
Tab. 2 Explanation of value movements in the graph

Pohyb hodnot	**Odborník**	**Program**
Hodnota v záporných číslech	Podhodnocuje	Nadhodnocuje
Hodnota v kladných číslech	Nadhodnocuje	Podhodnocuje

V případě segmentace dat dle stavebně technického stavu nemovitosti medián, jako hodnota odolná vůči extrémům, naznačuje, že byty v dobrém a velmi dobrém stavebně technickém stavu bývají programem nadhodnoceny, zatímco odborníci přisuzují vyšší hodnotu novostavbám a nemovitostem po rekonstrukci. Největší rozdíl je patrný u nemovitostí ve velmi dobrém stavebně technickém stavu, což může signalizovat například odlišné metody hodnocení kvality nemovitostí.

4.1.3 Směrodatná odchylka (přesnost ocenění)

Směrodatná odchylka je u odborníka výrazně vyšší – 17 847 Kč/m² oproti 11 203 Kč/m² u programu. **Tato hodnota ukazuje, že ocenění odborníkem je více rozptýlené a vykazuje větší variabilitu. Nižší směrodatná odchylka u programu naznačuje vyšší konzistenci výsledků.** Program tedy poskytuje stabilnější a předvídatelnější výsledky, zatímco odborník více zohledňuje individuální vlastnosti jednotlivých bytů.

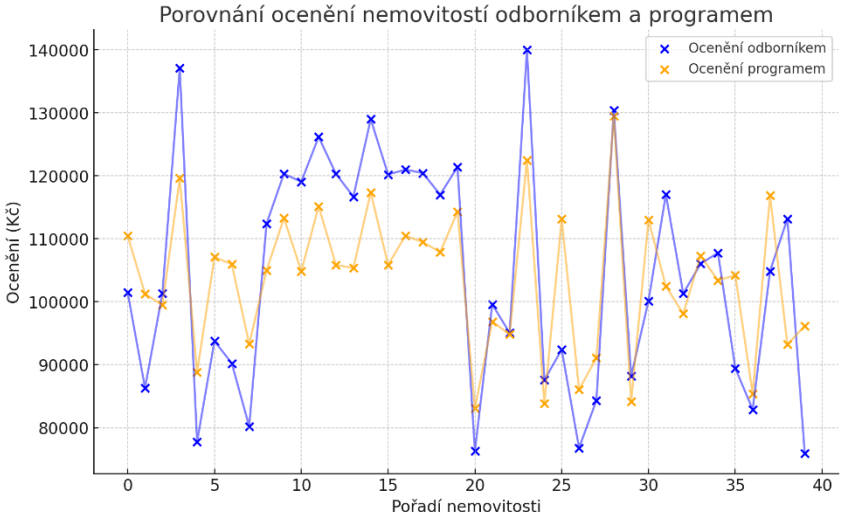
4.2 Párový t-test

Párový t-test byl proveden za účelem porovnání ocenění nemovitostí odborníkem a programem. Testoval se předpoklad, zda mezi průměrnými hodnotami těchto dvou metod existuje statisticky významný rozdíl.

Výsledky párového t-testu:

- t-statistika: 0,481468
- p-hodnota: 0,632875

Na hladině významnosti 0,05 výsledky ukazují, že p-hodnota (0,63) je větší než kritická hodnota 0,05. **Proto nezamítáme nulovou hypotézu , která předpokládá, že mezi oceněními odborníkem a programem není statisticky významný rozdíl.** Výsledky naznačují, že rozdíly mezi oceněními jsou náhodné a nelze tvrdit, že jedna metoda konzistentně poskytuje vyšší či nižší ocenění než druhá.



Obr. 2 Porovnání ocenění nemovitostí odborníkem a programem
Fig. 2 Comparison of property valuations by an expert and the program

4.3 Korelační analýza

V rámci této studie byla korelační analýza použita k určení, jak silně souvisí ocenění bytových jednotek provedené odborníkem s oceněním automatizovaným programem.

Hlavním důvodem pro použití korelační analýzy bylo ověřit, zda automatizovaný nástroj poskytuje konzistentní výsledky ve srovnání s odbornými odhady. Pokud by korelační koeficient vykazoval vysoké hodnoty (blízké 1), znamenalo by to, že program se přibližuje oceněním odborníka, což by zvyšovalo jeho důvěryhodnost a praktičnost. Naopak nízká korelace by naznačovala, že automatizovaný systém vykazuje odlišnosti, které by mohly ovlivnit jeho spolehlivost.

V kontextu tohoto výzkumu jsme očekávali, že silná pozitivní korelace by naznačovala, že program dokáže dostatečně přesně replikovat hodnocení odborníků, což by znamenalo, že může být využit jako efektivní a rychlá alternativa tradičního oceňování.

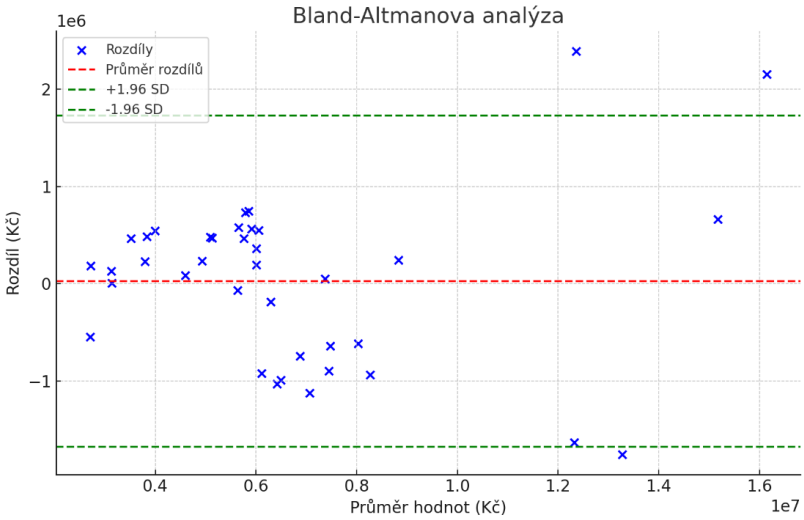
Výsledkem analýzy bylo zjištění, že **hodnota Pearsonova korelačního koeficientu je r = 0,963, což představuje velmi silnou pozitivní korelaci.** Tento výsledek jasně ukazuje, že **automatizované ocenění se ve velké míře shoduje s oceněním odborníka**, což potvrzuje jistou kvalitu a přesnost programu.

Korelační analýza nám poskytla klíčové informace o tom, že automatizovaný nástroj je schopen generovat odhady s vysokou mírou přesnosti. Nicméně je důležité podotknout, že korelace sama o sobě nezachycuje rozdíly v absolutních hodnotách, což je důvodem, proč byla analýza doplněna o Bland-Altmanovu analýzu pro podrobnější zkoumání rozdílů.

4.4 Bland-Altmanova analýza

Bland-Altmanova analýza je sofistikovaná metoda používaná k identifikaci systematických chyb mezi dvěma různými způsoby měření. Tato metoda je zvláště užitečná pro vizualizaci rozdílů mezi jednotlivými oceněními a odhalení případných odchylek, které by mohly být přehlédnuty při běžné korelační analýze.

V rámci tohoto výzkumu byla Bland-Altmanova analýza použita k porovnání ocenění odborníkem a automatizovaným programem. Tato metoda umožnila identifikovat byty, kde program systematicky nadhodnocoval nebo podhodnocoval hodnotu v porovnání s odborníkem. Z grafu vyplývá, že většina rozdílů se pohybuje v přijatelném rozmezí, avšak několik bytů vykazuje výraznější odchylky. Tato zjištění poskytují cenné informace pro další zlepšování algoritmu programu.



Obr. 3 Bland-Altmanova analýza (O-P)
Fig. 3 Bland-Altman analysis (O-P)

Graf znázorňuje Bland-Altmanovu analýzu, která porovnává rozdíly mezi oceněním bytových jednotek odborníkem a automatizovaným programem. **Na vodorovné ose (X) je zobrazen průměr ocenění oběma metodami, zatímco svislá osa (Y) ukazuje rozdíl mezi těmito oceněními. Modré body představují rozdíly mezi jednotlivými oceněními (O-P).** Červená čárkovaná čára znázorňuje průměr rozdílů, což umožňuje vizualizaci celkového posunu mezi oceněními. Zelené čárkované čáry označují ±1,96 směrodatné odchylky (SD), což je interval, ve kterém by měly ležet přibližně 95 % rozdílů. Body mimo tento interval signalizují byty s významným rozdílem v ocenění.

Graf ukazuje, že většina ocenění spadá do přijatelných mezí, avšak několik bytových jednotek se odchyluje mimo interval ±1,96 SD, což naznačuje potenciální systematickou chybu nebo specifické faktory, které program nedokáže přesně zachytit.

Obr. 4 Rozložení rozdílů mezi oceněním odborníka a programem (O-P)
Fig. 4 Distribution of differences between expert and program valuation (O-P)

Histogram zobrazuje rozložení rozdílů mezi oceněním odborníkem a programem. Vodorovná osa (X) znázorňuje rozdíl ocenění v korunách (Kč), zatímco svislá osa (Y) ukazuje počet bytových jednotek v daném intervalu rozdílů. **Histogram ukazuje, že většina rozdílů se pohybuje kolem nulové hodnoty, což znamená, že ocenění programem se ve většině případů shoduje s oceněním odborníka.** Největší počet bytů (10+) vykazuje minimální rozdíl, což svědčí o vysoké přesnosti automatizovaného nástroje. Na krajích histogramu jsou patrné extrémní hodnoty, které signalizují byty s výrazně vyššími nebo nižšími odhady.

Graf potvrzuje, že **většina ocenění programem odpovídá hodnotám stanoveným odborníky, přičemž rozdíly jsou většinou malé**. Výraznější odchylky se vyskytují pouze u malého počtu bytových jednotek. Tento histogram slouží jako vizuální potvrzení konzistence mezi oběma způsoby ocenění.

4.5 Segmentace dle velikosti a technického stavu

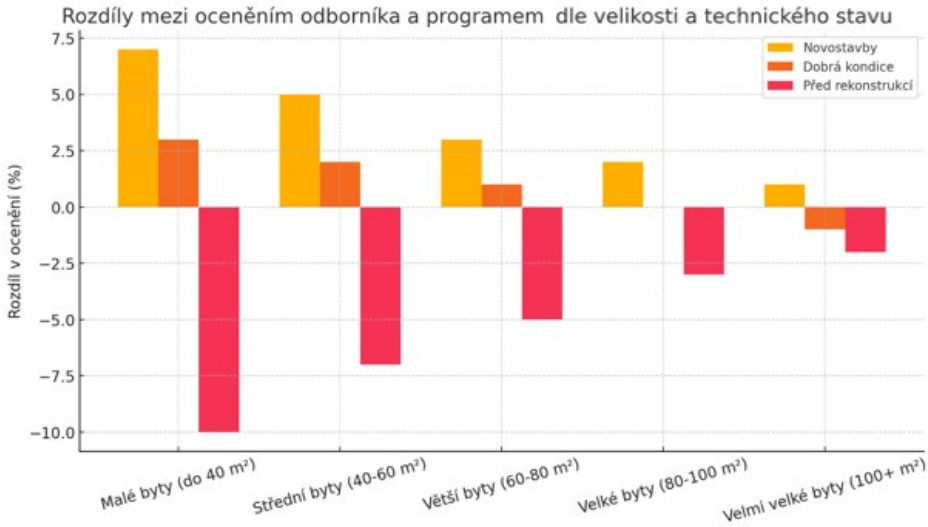
Segmentace dat podle velikosti bytových jednotek a jejich technického stavu je klíčovým nástrojem pro hlubší pochopení rozdílů mezi oceněním odborníka a automatizovaným programem. Tato analýza umožňuje identifikovat, zda existují určité typy bytů, které vykazují větší odchylky v ocenění a jaké faktory mohou mít na tyto rozdíly vliv.

Byty byly rozděleny do kategorií podle podlahové plochy do následujících skupin:

- Malé byty (do 40 m²)
- Středně velké byty (40–60 m²)
- Větší byty (60–80 m²)
- Velké byty (80–100 m²)
- Velmi velké byty (nad 100 m²)

Současně byla nemovitostem přiřazena jedna z kategorií stavebně-technického stavu:

- Novostavby
- Byty v dobrém stavu
- Byty před rekonstrukcí



Obr. 5 Rozdíly mezi oceněním odborníka a programem (O-P) dle velikosti a technického stavu
Fig. 5 Differences between expert and program valuation (O-P) by size and technical condition

Graf znázorňuje průměrné procentuální rozdíly mezi oceněním bytových jednotek provedeným odborníkem a automatizovaným programem. Byty jsou rozděleny do pěti kategorií podle podlahové plochy a segmentovány dle technického stavu – novostavby, byty v dobré kondici a byty před rekonstrukcí.

Novostavby (žlutá) vykazují pozitivní rozdíly ve všech velikostních kategoriích, s nejvyšším rozdílem (7 %) u malých bytů do 40 m², což naznačuje tendenci programu nadhodnocovat tuto skupinu.

Byty v dobré kondici (oranžová) vykazují mírné pozitivní rozdíly, které s rostoucí velikostí bytu klesají, přičemž u velmi velkých bytů dochází k minimálnímu zápornému rozdílu (-1 %).

Byty před rekonstrukcí (červená) vykazují nejvýraznější negativní rozdíly, což znamená, že program má sklon podhodnocovat byty ve špatném technickém stavu. Největší podhodnocení (-10 %) je patrné u malých bytů do 40 m².

Tato analýza ukazuje, že automatizovaný oceňovací program dosahuje lepších výsledků u větších a nových bytů, kde může být hodnota snáze predikovatelná díky dostupným srovnatelným datům. To může být způsobeno například větším množstvím provedených obchodů s novostavbami, kde se pohled na ocenění těchto bytů může lišit minimálně. V případě menších bytů a jednotek před rekonstrukcí dochází k větším odchylkám, což může souviset s horší kvalitou dat nebo vyšší složitostí ocenění těchto nemovitostí.

Zjištění naznačují, že u menších bytů nebo nemovitostí před rekonstrukcí by bylo vhodné doplnit automatizované ocenění manuální kontrolou odborníka, aby se minimalizovala rizika chybných nebo zkreslených odhadů.

5 ZÁVĚR

Tento výzkum se zaměřil na porovnání ocenění bytových jednotek provedených odborníkem s oceněním automatizovaným programem. Analýza byla provedena na vzorku 40 bytů v různých kategoriích podlahové plochy a stavebně-technického stavu. Výsledky ukázaly vysokou míru shody mezi oběma způsoby ocenění.

Deskriptivní analýza ukazuje, že automatizovaný nástroj je vhodný pro běžné ocenění, ale u bytů s netypickými vlastnostmi nebo v odlišných stavech je vhodné provést individuální posouzení odborníkem. Výsledky naznačují vysokou míru shody mezi oběma metodami, což podporuje využití automatizovaných nástrojů v praxi.

Výsledky párového t-testu ukázaly, že neexistuje statisticky významný rozdíl mezi oceněními nemovitostí provedenými odborníkem a programem. Celkově výsledky podporují nasazení automatizovaných nástrojů pro oceňování nemovitostí jako vhodný doplněk k odborným posudkům, zejména v běžných případech bez složitých parametrů.

Korelační analýza prokázala velmi silnou pozitivní korelaci (r = 0,963) mezi oceněními odborníka a programem. Tento výsledek **potvrzuje konzistenci a spolehlivost automatizovaného ocenění**.

Bland-Altmanova analýza odhalila, že většina ocenění se pohybuje v přijatelných mezích, avšak u některých bytů byly zjištěny výraznější odchylky, zejména u menších bytů a bytů před rekonstrukcí.

Segmentace podle velikosti a technického stavu poskytuje detailní pohled na přesnost automatizovaného oceňovacího programu. **Segmentace dle velikosti bytu ukázala, že u malých bytů (do 40 m²) dochází k největším rozdílům v ocenění. Novostavby byly nadhodnoceny, zatímco byty před rekonstrukcí byly často podhodnoceny. U větších bytů se rozdíly snižovaly.** Segmentace dle technického stavu potvrdila, že byty v dobré kondici nebo novostavby jsou oceňovány s menšími rozdíly oproti odborníkovi, zatímco byty před rekonstrukcí vykazují výraznější odchylky. Z toho plyne, že **program lépe oceňuje větší a nové byty, zatímco u menších bytů před rekonstrukcí dochází k největším odchylkám**. Tento poznatek naznačuje, že v těchto kategoriích je vhodné doplnit automatizované ocenění o kontrolu odborníkem.

Automatizovaný nástroj prokázal schopnost generovat ocenění, která se ve většině případů blíží odbornému odhadu. Přesto však existují určité segmenty, kde program vykazuje větší odchylky především u menších bytů a nemovitostí před rekonstrukcí. V těchto případech je doporučeno kombinovat automatizované ocenění s odborným posudkem, aby se snížilo riziko nesprávného ocenění.

Další kroky výzkumu jsou zaměřeny na rozšíření vzorku nemovitostí a analyzovat i další faktory, jako je dispozice bytu, jeho umístění v rámci katastrálního území či dalších parametrů, které mohou mít vliv na výsledné ocenění. Dále je záměrem vytvořit modelové situace nestandardních bytů, kde by se ověřila schopnost programu reagovat úpravou ceny pomocí jím zvolených koeficientů.

Tento výzkum přispívá k lepšímu pochopení možností a limitů automatizovaného oceňování nemovitostí a poskytuje podklad pro další zkoumání.

6 LITERATURA

[1] BRADÁČ, A. Teorie a praxe oceňování nemovitých věcí. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2016. ISBN 978-80-7204-930-1.

[2] Kok, Nils & Koponen, Eija-Leena & Martínez-Barbosa, Carmen Adriana. (2017). Big Data in Real Estate? From Manual Appraisal to Automated Valuation. The Journal of Portfolio Management. 43. 202-211. 10.3905/jpm.2017.43.6.202.
[3] Kok, Nils & Koponen, Eija-Leena & Martínez-Barbosa, Carmen Adriana. (2017). Big Data in Real Estate? From Manual Appraisal to Automated Valuation. The Journal of Portfolio Management. 43. 202-211. 10.3905/jpm.2017.43.6.202.
[4] Bidanset, Paul & Rakow, Ron. (2022). Survey on the use of automated valuation models (AVMs) in government assessment offices: An analysis of AVM use, acceptance, and barriers to more widespread implementation.
[5] Źróbek, S.; Kucharska-Stasiak, E.; Renigier-Biłozor, M. Today's Market Needs Modernized Property Appraisers. Real Estate Manag. Valuat. 2020, 28, 93–103.
[6] Metodika výpočtu tržní ceny v programu v1.0.

SOUČASNÉ MOŽNOSTI MODERNIZACE FUNKCIONALISTICKÝCH BYTOVÝCH DOMŮ Z 30. LET

CURRENT POSSIBILITIES OF MODERNISATION OF FUNCTIONALIST APARTMENT BUILDINGS FROM THE 1930S

Leonard Hobst [14], Monika Doležalová [15], Pavel Klika [16], Vítězslava Hlavinková [17]

ABSTRAKT:

Současný nedostatek bytů a pomalá výstavba nových bytů vede k závěru, že by bylo účelné prodlužovat životnost současných staveb. Jako vhodné se pro prodloužení životnosti jeví stavby – bytové domy postavené v 30. letech v tehdy módním funkcionalistickém stylu. Tyto bytové domy využívaly tehdy vyvinuté moderní stavební materiály, využívaly nové technologie pro bydlení a jejich dispozice odpovídala moderním požadavkům bydlení, platným do současnosti. Článek se zabývá popisem konkrétního bytového domu postaveného v roce 1932, který postupně prošel nutnou modernizací a výměnou prvků krátkodobé životnosti. Stavebními úpravami došlo k navýšení užitné plochy domu o 25 %. Vhodnými stavebními a regulačními opatřeními byla snížena energetická náročnost domu na cca 40 % původní hodnoty, což je dokladováno měřením a grafy. V současné době je dům plně funkční pro poskytování energeticky úsporného bydlení.

ABSTRACT:

The current shortage of apartments and the slow construction of new apartments lead to the conclusion that it would be useful to extend the service life of current buildings. Buildings – apartment buildings built in the 1930s in the then fashionable functionalist style – appear to be suitable for extending the service life. These apartment buildings used modern building materials developed at that time, used new technologies for housing and their layout corresponded to modern housing requirements valid to the present day.
The article deals with the description of a specific apartment building built in 1932, which gradually underwent the necessary modernization and replacement of elements with a short service life. The building modifications increased the usable area of the house by 25%. Appropriate construction and regulatory measures reduced the energy consumption of the house to approximately 40% of the original value, which is documented by measurements and graphs. It is currently fully functional for providing energy-efficient housing.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Bytové domy, funkcionalistický styl, modernizace domů, zateplení domů, ústřední topení

KEYWORDS:

[14] Hobst, Leonard, prof., Ing., CSc. – Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Veveří 331/95, 602 00 Brno, +420 541 147 836, leonard.hobst@vut.cz

[15] Doležalová, Monika, Ing., Ph.D. – Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 244/118, 612 00 Brno, +420 541 148 930, monika.dolezalova@vut.cz.

[16] Klika, Pavel, Ing., Ph.D. – Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 244/118, 612 00 Brno, +420 541 148 937, pavel.klika@vut.cz.

[17] Hlavinková, Vítězslava, Ing., Ph.D. – Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Purkyňova 244/118, 612 00 Brno, +420 541 148 936, pavel.klika@vut.cz.

Apartment buildings, functionalist style, house modernization, house insulation, central heating

1 ÚVOD

Průmyslová revoluce v 19. století soustředila množství obyvatel z venkova do měst, kde se stávali dělníky v nově vzniklých továrnách. Za rychlou industrializací zaostávala výstavba bytů o odpovídající hygienické a estetické úrovni. Jedno z prvních řešení tohoto problému nabídl vizionář Ebenezer Howard, který předpokládal vznik řady „zahradních měst" obklopujících metropoli s továrnami uprostřed. Počátkem 20. století se to jevilo jako řešení šedých obytných dělnických domků bez zeleně v okolí. Tato dobrá myšlenka měla však i řadu odpůrců, kteří poukazovali na velké náklady spojené s výkupy pozemků, uniformitu obytných domků (viz domky pro zaměstnance postavené T. Baťou ve Zlíně) a nutností dobře fungující veřejné dopravy na každodenní cesty obyvatel „zahradního města" do metropole a zpět. V té době vznikalo i alternativní řešení, které vycházelo z poměrně moderně pojatých Stavebních řádů vydaných v Rakousku-Uhersku (zák. 63 a 64/1894 pro markrabství Moravské), které automaticky přecházely na základě recepční normy (zákon č. 11/1918) do nového státu – Československé republiky [1]. Tento stavební řád předpokládal ve městech výstavbu bytových domů až s pěti patry a předepisoval přísné podmínky výstavby, které u domů zabezpečovaly odpovídající hygienická opatření a přísná protipožární opatření. Splnění všech podmínek stavebního řádu, doplňovaného průběžně vyhláškami nové ČSR zaručovalo po výstavbě domu „moderní bydlení" pro obyvatelstvo. Právě období po skončení Velké války bylo pro výstavbu těchto moderních domů příznivé. Každá válka omezuje výstavbu bytů a nově vzniklá republika potřebovala zajistit ubytování pro úředníky a pracovníky, kteří se sestěhovávali do center vzniklé Československé republiky [1].

Původní dvoupatrové domy z poloviny 19. století byly vykupovány a nahrazeny novými moderními domy, které vyrůstaly i na předměstích velkých měst. V této době probíhala mezi odborníky diskuze nad problematikou „bytové kultury". Hledaly a nalézaly se odpovědi na to, jak má vypadat obytný pokoj, ložnice, kuchyň, záchod, koupelna a další prostory, nezbytné pro komfortní užívání bytu. K zásadním požadavkům patřilo, aby všechny místnosti byly (pokud možno) přímo osvětleny. Přes řadu stavebních stylů 20. let dospěli architekti začátkem 30. let ke stylu, který se držel kréda američana Louise Sullivana, které hlásalo, že „Forma následuje funkci" a tak se dospělo k funkcionalismu [2,3].

2 POČÁTEK FUNKCIONALISMU V ČESKÉ REPUBLICE

Funkcionalismus vznikal na teoretických základech purismu a byl brán jako jedno z východisek prostředí průmyslové architektury, její účelnosti, jednoduchosti a organizace provozu. Obytný dům tak byl mnohými chápán jako „stroj na bydlení". Architektura se tedy měla stát jakýmsi součtem základních funkcí – obytné, pracovní, hygienické a komunikační. Splnění těchto funkčních požadavků mělo zajistit stavbám i správnou estetiku. Charakteristickými prvky tohoto nového „internacionálního" stylu byla hladká průčelí, velká, často pásová okna, ploché střechy, střídmá barevnost a promyšlená dispozice [2,3].

2.1 Materiálové a ideové podmínky vzniku funkcionalismu

Základním materiálem pro výstavbu domů v 19. století byly cihly, kámen a dřevo. Až ve 20. století začaly být v širším měřítku používány další materiály pro stavbu domů, a to především beton a železobeton, ocelové konstrukce a dále duté cihly, keramické obklady, linoleum a korek pro tepelnou izolaci a mnohé další nové materiály. Výrazně se změnilo i technické vybavení budov. Byly zaváděny výtahy, domy byly opatřovány ústředním vytápěním a to buď lokálními kotli na koks, nebo dálkovým vytápěním na páru. V domech byl

zaváděn plyn pro plynové sporáky na vaření a plynové karmy pro ohřev teplé vody. Stále více nabýval na významu přívod elektrického proudu, který byl v bytech využíván ke svícení a stával se nezbytností pro zřizování strojních prádelen vybavených pračkami, odstředivkami, mandlem a sušičkami.

Architekti se poměrně velmi rychle seznámili s využitím nových materiálů a technologií pro výstavbu, nebyl však přesně vyjasněn směr, jakým se při stavbě domů ubírat. Někteří architekti – příslušníci „levé fronty" se chtěli zaměřovat na bydlení pro chudší obyvatele, a proto vznikaly návrhy na určitou formu „kolektivních domů", kdy obytné místnosti by byly sdíleny více obyvateli. Tento směr se neprosadil a v důsledku toho většina vzniklých domů s byty byla „klasické koncepce".

Častěji však byli architekti oslovováni majetnější klientelou s požadavky na navržení a případně i realizaci „funkcionalistických vil". V této oblasti dosáhla Československá republika světové úrovně. Světoznámá je v Brně vila Tugendhad, vila Stiassni, vila Löw-Beer a řada dalších, na jejichž projektech se podíleli přední architekti od nás i ze zahraničí, jako L.Mies van der Rohe, Le Corbusier, Adolf Loos, Bohuslav Fuchs, Jan Kotěra, Otto Eisler, Vl. Karfík, Jindřich Kumpošt aj. Tito architekti se kromě honosných vil také zaměřili na projekty obytných nájemních domů pro různé vrstvy obyvatelstva [2,3,4,5].

2.2 Státní podpora výstavby bytových domů

Stát si ihned po svém vzniku v roce 1918 vytyčil úkol podpory výstavby bytů. Nedělal to formou dotací ale zárukami za půjčky. Podpora byla úspěšná, a v roce 1928 bylo v ČSR postaveno 100 000 bytů. Cílem státu bylo podpořit i méně zámožné vrstvy obyvatelstva, a proto byly v zákoně č. 76/1927 Sb. definované „malé byty", při jejichž výstavbě by stát poskytl stavebníkovi významné daňové úlevy na řadu let. Za „malé byty" byly dle § 136 (3) tohoto zákona považovány byty, jejichž obytná podlahová plocha nepřesahuje 80 m^2.

Velká hospodářská krize v roce 1929 velmi zpomalila výstavbu bytů v celé ČSR. Stát proto zákonem č. 45/1930 Sb., o stavebním ruchu poskytl velmi významnou pobídku pro stavebníky, které se dalo těžko odolat [8]. Kdo zahájí výstavbu domu s malými byty do konce roku 1931 a bude ji kolaudovat do konce roku 1932, bude osvobozen od domovní daně na dobu 25 let (činžovní daň pro Brno činila 12 %). Přitom bylo možné požádat o půjčku se státní zárukou do částky 350 000 Kč (jedná se o Kč předválečné ČSR, kdy 1 Kč přibližně odpovídá více než 30 Kč v současnosti). Státem byla rozšířena i podpora na „nejmenší byty", což byly byty s kuchyní a jednou obytnou místností o podlahové ploše do 40 m^2 (minimálně však 32 m^2). Všechny byty postavené v této době již měly vlastní WC a lázeň. Vydání zákona o stavebním ruchu výrazně podpořilo výstavbu nájemních bytových domů ve stylu funkcionalismu.

2.3 Etapy vývoje funkcionalistických staveb bytových domů v 30. letech

Základní principy funkcionalismu byly dány, přesto je každý architekt pojal trochu jinak, a tak funkcionalistické stavby bytových domů nebyly uniformní. Ne všichni architekti využívali technického pokroku, který umožňoval zřizovat ústřední topení, které velmi zvýšilo komfort bydlení. Některé domy stále využívaly lokální topení v jednotlivých obytných místnostech a pak bylo nutné zachovat velké sklepní prostory pro uskladnění paliva. Zavádění výtahů do domů umožnilo změnit hierarchii užívání bytů. Dříve majitel nebo stavebník měl byt v 1. patře, ale se zavedením výtahu se přesunul do nejvyššího patra, kde byl „větší klid" a často i terasa s výhledem do okolí.

Na druhé straně mnozí architekti v plné míře využívali vymožeností techniky. Ústřední topení bylo napojeno na dálkový parovod, elektřina pak poháněla technologie (výtahy) a zajišťovala

osvětlení. Těmto domům, které vznikaly převážně v Praze, se říkalo „Elektrické domy“. Jednalo se o okázalý typ bydlení pro střední a vyšší vrstvu městských obyvatel. Někteří architekti se přikláněli k tzv. „emocionálnímu funkcionalismu“, jehož projevem jsou křivky v půdorysu i průčelí staveb, jemnější členění, širší použití materiálů, promyšlený vztah k okolí. Pro některé stavby byla typická nautická symbolika, připomínající architekturu zaoceánských lodí. Typickými motivy jsou kruhová okna, rampová schodiště, trubkové zábradlí nebo balkony připomínající kapitánský můstek (obr. 1). Cílem architektů bylo tedy vytvořit dokonalý prostor pro bydlení – vytvoření domova. Celá tato etapa trvala přibližně 10 let, od roku 1931 do roku 1941, kdy byla zrušena stavební závěrou v důsledku válečných událostí 2. světové války.

Obr. 1 – Funkcionalistický dům Convalaria v Brně (architekt O. Poříska)
Fig. 1 – Functionalist house Convalaria in Brno (architect O. Poříska)

2.4 Ústup od funkcionalismu v poválečném období

Po skončení 2. světové války byly dokončeny některé dříve připravené projekty ve stylu funkcionalismu – např. Dětská nemocnice v Brně (1954 – Bedřich Rozehnal). Velký nedostatek bytů v poválečném období a změna politických poměrů po roce 1948 vyžadovaly rychlou výstavbu bytů spojenou s industrializací. Výstavba bytů se zaměřila na panelovou, unifikovanou výstavbu v okrajových částech měst a u průmyslových závodů. Tato výstavba zajistila dostatečný komfort bydlení a mohla probíhat i v zimních měsících. Do 80. let bylo tímto způsobem postaveno 1 200 000 bytů, ve kterých žije 1/3 obyvatel našeho státu [6].

Funkcionalistické městské domy z 30. let, představovaly v době svého vzniku vrchol bytového komfortu tehdejší doby. Většina těchto domů byla po roce 1948 znárodněna a jejich správy se ujal OPBH (Okresní podnik bytového hospodářství), který sice měl vyčleněny speciální „opravářské čety“, které průběžně udržovaly domy, ale kvalita údržby se lišila. Po roce 1989 došlo buď k privatizaci nebo restituci těchto domů bývalým vlastníkům a bytové domy byly postupně rekonstruovány a modernizovány, aby si zachovaly současný standard bydlení.

3 MODERNIZACE KONKRÉTNÍHO FUNKCIONALISTICKÉHO DOMU Z 30. LET

Výzva specifikovaná v Hlavě 6 zákona č. 45/1930 Sb. oslovila stavitele Ing. Bohumila Šperlinga, který v roce 1912 absolvoval Českou vysokou školu technickou Františka Josefa

v Brně [6]. Po Velké válce se osamostatnil a v roce 1920 mu byla udělena (po složení příslušných zkoušek) stavitelská koncese, která mu umožňovala zřídit si projektovou a stavební firmu.

Několik úspěšných projektů a staveb ve 20. letech mu umožnilo usilovat o získání státní podpory na výstavbu pětipatrového bytového domu s malými byty, ve kterých by měl nejen svůj byt, ale též kanceláře své firmy. Byl investorem, zároveň si dům sám naprojektoval a dělal na stavbě stavbyvedoucího a stavební dozor.

Při výběru možných míst výstavby zvolil ulici Pod strání, kde byla „stavební čára" definována stavebním povolením vydaným Zemským hlavním městem Brno dne 25. 9. 1931 takto: *„Stavební čára ustanovuje se dle povolení 115557/10 ze dne 27. prosince 1910 a jest zakreslena do situačního plánu. Šířka ulice obnáší 10 m. Zahrádka před domem jest 5 m hluboká"* [7]. Stavební povolení bylo městskou radou schváleno 7. srpna 1931 (jeden měsíc po podání žádosti o stavební povolení) a stavba v tomto měsíci též začala [8].

Obr. 2 – Bytový dům Pod strání 12, Brno (nyní Bří Čapků 12)
Fig. 2 – Apartment house Pod strání 12, Brno (now Bří Čapků 12)

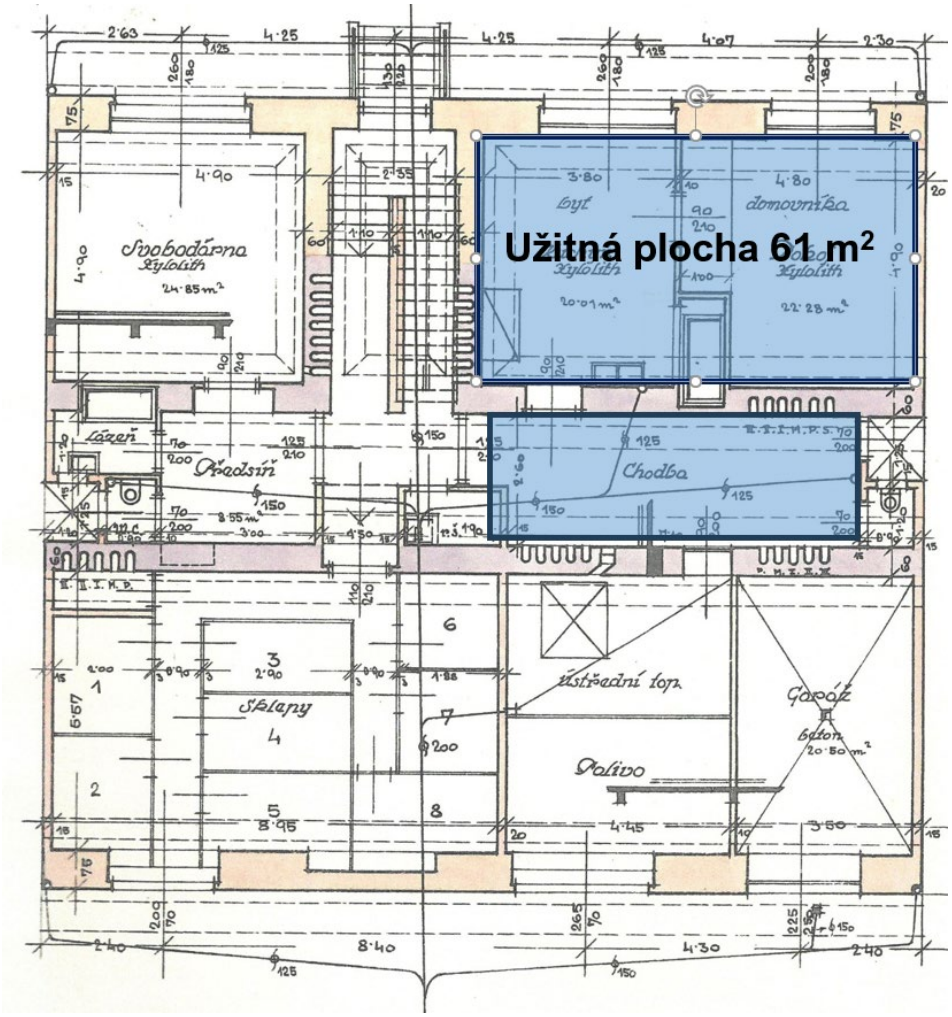
Výstavba domu byla zjištěna vlastními pracovníky firmy Ing. B. Šperlinga. Na speciální práce však byly přizvány další firmy, které instalovaly ústřední topení na koks, osobní výtah v domě a strojní prádelnu v půdním prostoru domu. Dne 17. 6. 1932 proběhlo „komisionelní šetření", které konstatovalo, že stavba probíhala dle schválené výkresové dokumentace a též konstatovala, že zdivo domu je dostatečně vyschlé a uděluje tudíž policejní povolení používat novostavbu od 1. července 1932 (obr. 2).

Po úspěšné kolaudaci domu byly splněny podmínky, aby obytný dům byl po dobu 25 let osvobozen od činžovní daně a dalších přirážek od 17. 6. 1932 do 30. 6. 1957. Berní úřad Brno-město vydal 21. 9. 1932 „Výměr", kterým osvobození domu od daní stvrzuje. Dům sloužil bez problémů při běžné údržbě svému účelu i přes nelehká léta „Protektorátu" a to až do období 50. let, kdy byl „znárodněn".

3.1 Údržba domu v období správy OPBH

V roce 1951 byl dům znárodněn a přešel pod správu OPBH. V prvé řadě byla zrušena funkce domovníka a úklidem a vytápěním byli pověřeni příslušní pracovníci OPBH. Byt domovníka

o výměře 61 m^2 byl proto zařazen (po mírných úpravách) do běžného bytového fondu domu (obr. 3).



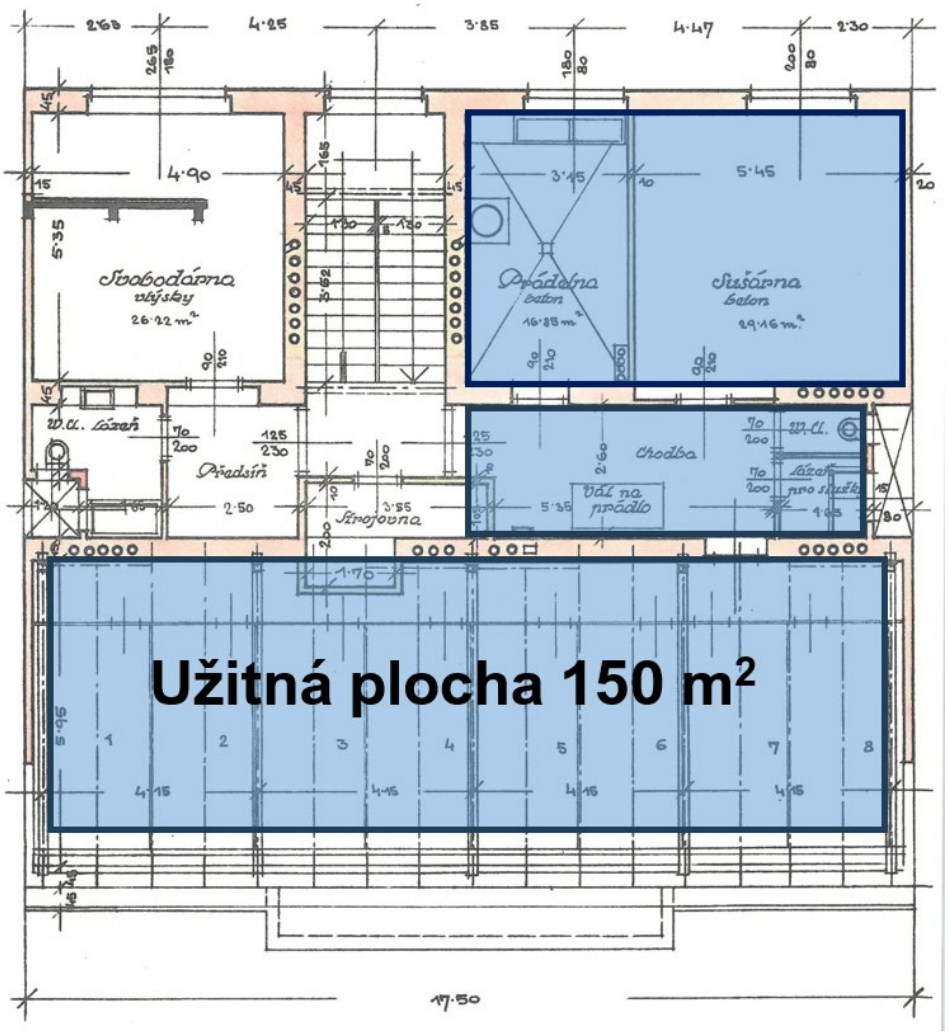
Obr. 3 – Zařazení bytu domovníka do bytového fondu domu (+61 m^2)
Fig. 3 – Inclusion of the caretaker's apartment in the housing stock of the house (+61 m^2)

V roce 1963 proběhla u všech bytů výměna stoupaček na teplou a studenou vodu a byly vyměněny dle potřeby vodovodní baterie a zařízení kuchyní. Životnost kotlů ústředního topní byla při zahájení provozu uvažována na 25 let. Avšak až v roce 1983 zajistil OPBH výměnu dvou kotlů na koks Strebel II za dva kotle na zemní plyn (po 50 letech). Kotle podstatně zvýšily komfort vytápění a zajistily každodenní přípravu TUV (do té doby byla k dispozici teplá voda 1 × za týden, a to v pátek od 17 do 21 hod.). V roce 1986 byl původní výtah domu nahrazen novým výtahem, který vyhovoval tehdejším předpisům. Žádná další údržba ani modernizace v době správy domu OPBH prováděna nebyla.

3.2 Údržba domu po restituci

Údržba v době správcovství OPBH nebyla významná a soustředila se spíše na nezbytné opravy. Bylo to možná i z důvodů velmi nízkých nájmů, které neumožňovaly významné investice. Nízké nájmy byly po určitou dobu regulovány i po restituci domu. K první větší investici došlo v roce 2001, kdy byl půdní prostor domu a prostor bývalé prádelny přeměněn na byty. Tím se zvýšil počet bytů v domě na 14 (obr. 4). Výměra vestavby zrealizované v roce 2003 byla 150 m^2, a zvětšení nadstavbou o 67 m^2 proběhlo v roce 2016 m^2. Celkově se užitná plocha

domu (společně s bytem domovníka) zvětšila o 278 m^2. Původně měl dům při výstavbě užitnou plochu 1 100 m^2, zvětšení této plochy tedy představovalo 25 %.



Obr. 4 – Využití prádelny a půdy pro zřízení dvou bytů (+150 m^2)
Fig. 4 – Use of the laundry room and attic for two apartments (+150 m^2)

I když stavební konstrukce domu byly provedeny velmi pečlivě, v roce 2006 se na třech balkónech dvorního traktu začaly objevovat trhliny a bylo nutno balkóny odborně opravit – degradovaný beton odstranit a nahradit sanačním betonem (obr. 5).

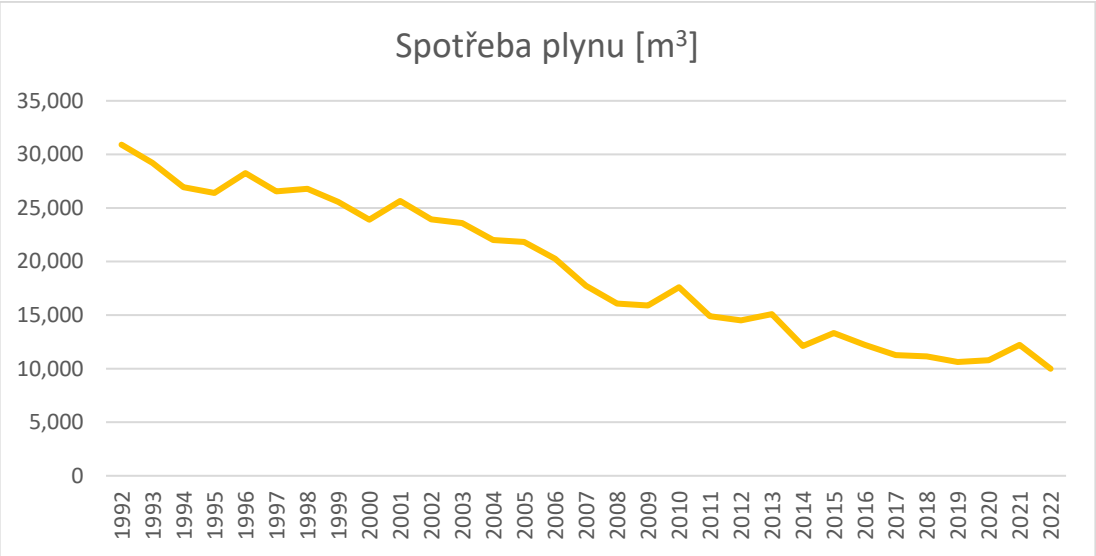
Obr. 5 – Degradace betonu u balkonů – nutná okamžitá oprava
Fig. 5 – Concrete degradation at balconies – immediate repair required

Opravovat a modernizovat bylo nutno i jednotlivé byty, což probíhalo obvykle v době, kdy se měnili nájemci v bytech. Modernizace zahrnovaly kompletní výměnu elektroinstalace, výměnu obkladů a dlažeb v koupelnách a kuchyních, nové kuchyňské linky, nové nátěry dveří a oken a renovaci parketových podlah. Do roku 2023 bylo takto opraveno 10 bytů z celkových 14 bytů.

Zvyšující se cena energií vedla k názoru, že je nutno dům tepelně zaizolovat, aby byly sníženy náklady na energie a zvýšen tepelný komfort. V roce 2015 byla proto zahájena a v roce 2016 ukončena práce na celkovém zateplení domu. Stará, nevyhovující „kastlová“ okna byla nahrazena plastovými okny s trojskly. Okna byla opatřena venkovními žaluziemi a fasády byly opatřeny 140 mm zateplením z grafitového expandovaného polystyrénu, doplněného o 30 mm minerální vaty (obr. 6).

Obr. 6 – Funkcionalistická nástavba a zateplení domu
Fig. 6 – Functionalist extension and insulation of the house

K největšímu snížení spotřeby energii (zemního plynu) vedla postupná regulace otopného systému, zavedení termoventilů do 70 radiátorů a opatření měřičů tepla na jednotlivých radiátorech s dálkovým odečtem. Významně se do snížení spotřeby energie promítla i výměna plynových kotlů v roce 2008 za kotle Viadrus a v roce 2021 za kotle Thermona. Za třicet let provozu plynových kotelen se snížila spotřeba plynu na 38 % původní spotřeby (obr. 7).



Obr. 7 – Spotřeba plynu v bytovém domě
Fig. 7 – Gas consumption in an apartment building

Pro snížení spotřeby vody byly všechny byty opatřeny vodoměry s dálkovým odečtem. Instalace celkem 35 vodoměrů na teplou i studenou vodu vedla k celkovému snížení spotřeby vody v domě o 10 %.

4 ŽIVOTNOST KONSTRUKCÍ DOMU

Určení životnosti jednotlivých částí objektu je poměrně komplikovanou oblastí. Důvodem je jednak nejednotnost a různorodost podkladů, stejně jako rozdíly v konstrukcích, technickém a technologickém vybavení. Zatřídění konstrukcí je obecně disciplínou, která je dána jednak technickými podklady, normami, pokyny výrobců, ale i postupnou zkušeností a praxí.

V období funkcionalismu, jak již bylo uvedeno, se začaly používat nové, často velmi kvalitní materiály a jejich reálná životnost se nakonec projevila zpravidla delší než u některých staveb dříve postavených. Tedy pokud stavbu neporovnáváme například s egyptskými pyramidami.

Pro ukázku kvality konstrukcí funkcionalistických domů bude v následujících odstavcích provedeno srovnání předpokládané životností a skutečné životnosti některých prvků domu z roku 1932, který je popsán v předchozích kapitolách.

Jako vzorovou tabulkovou předpokládanou životnost ve článku uvádíme tabulku z oceňovací vyhlášky č. 441/2013 Sb. v platném znění, příloha č. 21.

Tab. 1 – příloha č. 21 vyhl. č. 441/2013 Sb. – životnosti stavebních dílů
Tab. 1 – Annex 21 to Decree No. 441/2013 Coll. - service life of construction parts

Číslo položky	Název	Předpokládaná životnost v letech
1	Základy včetně zemních prací	150 - 200
2	Svislé konstrukce	80 - 200
3	Stropy	80 - 200
4	Zastřešení mimo krytinu	70 - 150
5	Krytiny, střecha	40 - 80
6	Klempířské konstrukce	30 - 80
7	Úpravy vnitřních povrchů	50 - 80
8	Úpravy vnějších povrchů	30 - 60
9	Vnitřní obklady keramické	30 - 50
10	Schody	80 - 200
11	Dveře	50 - 80
12	Vrata	30 - 50
13	Okna	50 - 80
14	Povrchy podlah	15 - 80
15	Vytápění	20 - 50
16	Elektroinstalace	25 - 50
17	Bleskosvod	30 - 50
18	Vnitřní vodovod	20 - 50
19	Vnitřní kanalizace	30 - 60
20	Vnitřní plynovod	20 - 50
21	Ohřev teplé vody	20 - 40
22	Vybavení kuchyní	15 - 30
23	Vnitřní hygienická zařízení včetně WC	30 - 60
24	Výtahy	30 - 50
25	Ostatní	-

Abychom porovnali předpokládanou životnost prvků (doba za kterou bude nutné prvek vyměnit) a skutečnou životnost (kdy skutečně byla konstrukce vyměněna) byla sestavena následující tabulka, ve které jsou pro porovnání jsou uvedeny maximální hodnoty životnosti prvků uvedené v tabulce 1 a stáří prvků, které bylo nutné vzhledem k jejich vysokému opotřebení vyměnit. Pokud prvek doposud nebyl vyměněn a stáří (93 let) nepřekročilo předpokládanou maximální životnost, nebyl do tabulky zařazen. Také nejsou v tabulce zařazeny prvky nové. Pokud stáří prvku překročilo již maximální předpokládanou životnost je prvek v tabulce uveden kurzívou a místo skutečné životnosti je uvedeno stáří prvku.

Tab. 2 – Porovnání předpokládané a skutečné životnosti stavebních dílů
Tab. 2 – Comparison of expected and actual service life of building components

Číslo položky	Název	Předpokládaná životnost [roky]	Skutečná životnost [roky]
5	Krytiny, střecha 1932	80	84
6	Klempířské konstrukce 1932	80	84
8	Úpravy vnějších povrchů 1932	60	84
9	*Vnitřní obklady keramické (60 %)*	*50*	*93*
11	*Dveře*	*80*	*93*
13	Okna 1932	80	84
14	*Povrchy podlah (90 %)*	*80*	*93*
15	*Vytápění (17 %) (radiátory a rozvody)*	*50*	*93*
	Kotle na uhlí 1932 (83 %)	50	51
	Kotle 1983 (83 %)	50	24
	Kotle 2007 (83 %)	50	14
16	Elektroinstalace	50	76
17	Bleskosvod	50	84
18	Vnitřní vodovod 1932	50	31
	Vnitřní vodovod 1963	*50*	*62*
19	*Vnitřní kanalizace*	*60*	*93*
20	*Vnitřní plynovod*	*50*	*93*
21	Ohřev teplé vody 1932	40	51
	Ohřev teplé vody 1983	40	24
	Ohřev teplé vody 2008	40	14
22	Vybavení kuchyní 1932	30	30
	Vybavení kuchyní 1962	30	30
23	Vnitřní hygienická 1932 zařízení včetně WC	60	78
24	Výtahy 1932	50	54
	Výtahy 1986	50	30

5 ZÁVĚR

Funkcionalistické činžovní domy představují významnou etapu architektury 1. republiky. Na jejich výstavbě se podíleli významní architekti 30. let. Snažili se do staveb aplikovat nejnovější vědecké a technické poznatky a nezapomínali ani na celkovou estetiku vzniklých bytových domů.

Na základě výše uvedeného porovnání životností lze také tvrdit, že kvalitní konstrukce, které se započaly používat po 1. světové válce vykazují životnosti srovnatelné s maximálními životnostmi uváděnými ve zdrojích, velké procento prvků také tuto životnost přesahuje a celkové opotřebení stavby tak roste výrazně pomaleji než předpokládané průměrné. Je také zřejmé, že některé konstrukce (zejména vybavení bytů) se mění nikoliv z důvodu jejich nefunkčnosti ale v závislosti na jejich morálním opotřebení (modernizace).

Při běžné údržbě, postupné modernizaci a při zachycení trendu současného bydlení mohou tyto domy poskytovat komfortní bydlení, i když od jejich výstavby uplynulo již téměř 100 let.

Vestavby a nástavby v těchto domech, citlivě navržené architekty – odborníky, mohou bez větších nákladů řešit nedostatek bytů v centrální i okrajové části městské zástavby.

Mnohé detaily tehdejší výstavby, pokud jsou udržovány, přetrvávají do dnešních dnů a svědčí o estetickém cítění a o řemeslné profesionalitě našich předků (obr. 8).

Obr. 8 – Vstup do domu obložený červeným mramorem a původní zrcadlo z 30. let
Fig. 8 – Entrance to the house lined with red marble and original mirror from the 1930s

6 LITERATURA

[1] Zákon č. 64/1894. *Stavební řád pro markrabství Moravské ze dne 16. června 1894.*

[2] Studijní materiály FAST Soudobá architektura a urbanismus, 5.Funckionalismus. fast10.vsb.cz [online]. [cit. 2024-12-30]. Dostupné v archivu pořízeném z originálu dne 2016-04-08.X

[3] SYROVÝ, Bohuslav a kol.: *Architektura – Svědectví dob*. Praha: SNTL, 1987. 456 s. ISBN 80-901562-4-X.

[4] TEMPL, Stephan: *Baba – Osada Svazu čs. díla Praha. Praha*: Zlatý řez, 2000. 196 s. ISBN 80-901562-4-X.

[5] Zákon 45/1930 Sb. *O stavebním ruchu ze dne 10. dubna 1930.*

[6] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2023. Český statistický úřad. Online. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso.

[7] Dokument. *Stavební povolení vydané Zemským hlavním městem Brnem ze dne 25. září 1931, povolení stanovující stavební čáru 115557/10 ze dne 27.prosince1910.*

[8] Soubor dokumentů: *Písemný archiv domu Bří. Čapků 12, Brno*.

VADY A PORUCHY ZATEPLOVACÍCH SYSTÉMŮ A FASÁD OBECNĚ Z POHLEDU ZNALCE

DEFECTS AND FAILURES OF INSULATION SYSTEMS AND FACADES IN GENERAL FROM THE POINT OF VIEW OF AN EXPERT

Petr Kapička

ABSTRAKT:

Fasády ve stavebnictví, zejména u pozemních staveb, tvoří svislou část obálky budovy. Fasáda zajišťuje nosnou funkci a také tepelně-izolační, jelikož odděluje vnitřní prostředí staveb s udržovanými parametry (vytápěný prostor) od vnějšího prostředí.
Vývojem a použitím nových materiálů nedochází pouze ke zvyšování produktivity práce, tj. času potřebného na zhotovení díla, ale bohužel také k vadám a poruchám přímo související s použitým materiálem či konstrukčními principy. Následující příspěvek upozorňuje na vady a poruchy fasád i v návaznosti na současně používané materiály a významnému vlivu nutnosti precizního dodržování všech montážních postupů uváděných výrobci konkrétních systémů.

ABSTRACT:

Facades in the construction industry, especially for building structures, form the vertical part of the building envelope. The facade provides a load-bearing function as well as thermal insulation, as it separates the internal environment of buildings with maintained parameters (heated space) from the external environment.
The development and use of new materials does not only increase work productivity, i.e. the time required to produce the work, but unfortunately also to defects and malfunctions directly related to the material used or construction principles. The following post draws attention to the defects and malfunctions of facades also in connection with the materials used at the same time and the significant influence of the necessity of precise compliance with all assembly procedures specified by the manufacturers of specific systems.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Vady a poruchy zateplovacích systémů, fasády, kondenzace vodní páry, difúze a vlhkostní defekty budov.

KEYWORDS:

Defects and failures of insulation systems, facades, water vapor condensation, diffusion and moisture defects in buildings.

1 ÚVOD

Fasády ve stavebnictví, zejména u pozemních staveb, tvoří svislou část obálky budovy. Fasáda zajišťuje nosnou funkci a také tepelně-izolační, jelikož odděluje vnitřní prostředí staveb s udržovanými parametry (vytápěný prostor) od vnějšího prostředí.

Aktuální trendy budování fasád jsou pod významným vlivem snižování energetické náročnosti budovy, tj. snahou provádět fasádní konstrukce co nejvíce izolační. Se změnou izolačních vlastností dochází k odlišnému chování konstrukce, zejména parametrů spojených s fyzikálními veličinami a v dříve zhotovených konstrukcích nepodstatné detaily jsou v současných stavbách velmi významné a jejich nezvládnutí způsobuje významný zdroj vad a poruch.

Fasády lze rozdělit do následujících skupin dle konstrukce:

1 Neprůhledné části a zateplovací systémy fasád:
   a Vnější kontaktní zateplení;
   b Vnější izolace s provětrávaným obkladem;
2 Výplně otvorů – okna a dveře.
3 Fasády celoprosklené (LOP).

1.1 Difúze vodních par

K difuzi vodní páry ve stavebních konstrukcích dochází za předpokladu, že konstrukce odděluje dvě prostředí s rozdílnými teplotními a vlhkostními podmínkami. V důsledku takto vzniklého gradientu částečných tlaků vodních par dochází v makrokapilárách stavebních materiálů k pohybu vlhkosti podle zákonů difuze od místa s vyšším parciálním tlakem vodní páry k místu s tlakem nižším.

1.2 Parciální tlak vodní páry a nasycené vodní páry

Množství vodní páry obsažené ve směsi vlhkého vzduchu se může měnit. Stav při kterém vzduch pojme maximální množství vodní páry se nazývá nasycení.

Parciální tlak nasycené vodní páry je tedy tlakem vodní páry při nasycení. Tento tlak je funkcí pouze teploty a je zároveň maximálním tlakem pro zadanou teplotu.

Parciální tlak vodní páry posuzovaného stavu vzduchu pvp (t,...) je roven parciálnímu tlaku nasycenévodní páry pvp´´pro teplotu rosného bodu tr odpovídající uvažovanému stavu.

Parciální tlak vodní páry pro vnitřní prostředí ti=21°C a rH=55% je pvi= 1 668 Pa

Parciální tlak nasycené vodní páry pro teplotu ti=21°C (rH=100%) je 2 488 Pa

Parciální tlak vodní páry pro vnější prostředí te=-13°C a rH=84% je pve= 167 Pa

Parciální tlak nasycené vodní páry pro teplotu te=-13°C (rH=100%) je 199 Pa

1.3 Rozdíl parciálních tlaků vodní páry v budovách

Pro běžně provozované budovy činí rozdíl parciálních tlaků vodní páry mezi interiérem (ti=21°C při rH = 55%) a exteriérem například při návrhové teplotě lokalita Praha (te = -13°C) v zimním období hodnotu Δp= pvi – pve = 1 668-167 = 1 201 Pa.

Pro ilustraci se může jednat o obdobný tlak, kterým působí závaží na podložku velikosti 1m^2 o hmotnosti cca 120kg.

2 ZATEPLOVACÍ SYSTÉMY FASÁD

Zateplovací systémy jsou části konstrukce dodávané na nosnou konstrukci (stěnu) a plní funkci tepleně-izolační. Aktuálně nejrozšířenější jsou dva typy zateplovacích systémů, vnější kontaktní zateplení a tzv. provětrávaná fasáda.

2.1 Vnější kontaktní zateplení (ETICS)

Vnější kontaktní zateplení je provedení vrstvy tepelné izolace přímo (kontaktně) nalepené na svislou nosnou konstrukci s provedením doplňkového kotvení a povrchovou úpravou zhotovenou stěrkovou hmotou s výztužnou síťovinou a tenkovrstvé omítky s odpovídající odolností proti zatížení vnějším klimatem.

2.1.1 Veličiny působící na vnější kontaktní zateplení

Veličiny, které působí na vnější kontaktní zateplení a mohou způsobit poruchy systémů lze rozdělit do 3 okruhů:

1 Staticko-dynamické síly - zatížení větrem a vlastní tíha;
2 Teplotně-dilatační síly – zatížení teplotou a změny rozměru teplotní délkovou roztažností;
3 Stavebně-fyzikální síly – průnik vlhkosti difúzí molekul vodních par a kondenzace vodních par;

S ohledem na téma daného příspěvku se budu v následujícím textu věnovat třetímu okruhu veličin působící na vnější kontaktní zateplení , stavebně-fyzikálním silám, jelikož jejich význam se zvyšuje úměrně se zvyšujícími se požadavky na úspory energií.

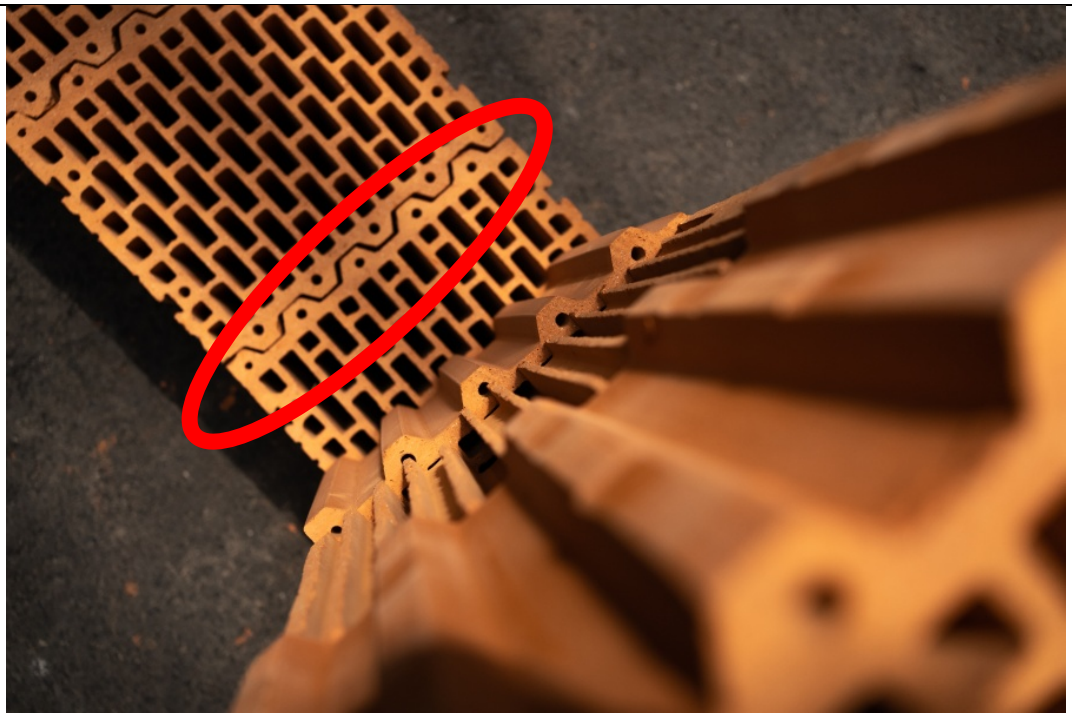
3 STAVEBNĚ-FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI MATERIÁLŮ

Dominujícím zdrojem vad a poruch fasád s vnějším kontaktním zateplením (tzv. ETICS) je fyzikální jev kondenzace vodních par spojený s difúzní molekul vodních par.

3.1 Difúzně prodyšné materiály

Současné materiály jsou založené na bázi vysoce prodyšném pro průnik molekul vodních par na straně interiéru – jedná se o vnitřní omítky typu sádrových omítek, omítek natahovaných na fasádní stěrky (lepidla s perlinkou) s vyzdívkami z dutinových cihelných bloků, které mají volné svislé dutiny a volné svislé spáry, jelikož se skládají tzv. na pero-drážku. Vodorovné (tzv. ložné spáry) jsou prováděny na PUR pěnu. Již jsou první experimenty také s robotizací v dané části konstrukce.

Obr. 6 – Robotizace zdícího systému Porotherm 30 Profi Dryfix RR (zdroj. Wienegerger)



Obr. 7 – Zdící systém Porotherm 30 Profi Dryfix RR – zřetelná volná spára mezi bloky (zdroj. Wienegerger)

Obr. 8 – Zdící systém Dryfix – ruční provádění ložné spáry na pěnu (zdroj. Wienegerger)

3.2 Difúzní mosty

Difúzním mostem lze označit část konstrukce, kde dochází ke zvýšenému toku molekul vodních par vlivem detailu provedení konstrukce (materiálově či řemeslně). Nejčastěji se může jednat o koncové prvky elektrického rozvodu, prostupy potrubí či doplňované materiály a napojování různých materiálů, např. parotěsné s paropropustnými.

4 VADY A PORUCHY S PŘÍČINOU STAVEBNĚ-FYZIKÁLNÍCH VELIČIN

V případě nedodržění všech požadavků na provedení všech detailů ve vysoce kvalitním řemeslným zpracování, následují projevy vad a poruchy, které jsou zapříčiněny stavebně-fyzikálními veličinami, zejména difúzní molekul vodní páry s následnou kondenzací. Kondenzace následně poškozuje stavební materiály, zejména na bázi dřeva.

4.1 Migrace vodních par dutinou mezi tepelným izolantem a zdivem

V případě, kdy je vysoce prodyšná nosná část fasády, tj. zdivo a současně je zateplení provedeno s difúzními mosty, které umožňují migraci vodní páry dutinou, dochází k vadnému stavu s různými projevy poruchy. Tyto typy migrace vodní páry nabývají na četnosti v posledních letech.

4.1.1 Příklad č. 1 – projev vady na půdě

Prvním příkladem je projev vady kondenzací vodní páry v místě návaznosti fasády a střechy. Díky konstrukci střechy (vazníková střecha s částečně přístupným prostorem) a zhotovení detailu (část vazníku procházela do prostoru dutiny mezi vyzdívku a zateplení fasády) byla vada identifikována jako první v půdním prostoru formou mokvání vazníkových trámů na okraji vyzdívky a plísním OSB desek tvořící záklop. Nejprve byl mylně určen zdroj vady jako nedostatečné odvětrání půdy. Až následným podrobným průzkumem po neúspěšných pokusech o opravu byla skutečná příčina zjištěna právě v migraci vodních par fasádou a zvolena adekvátní oprava.

Obr. 9 – Identifikace vlhkostní poruchy na půdě směrem od fasády mokvajícím profilu vazníku (pohled z půdy za vyzdívku pod záklopem střechy)

Obr. 10 – Pohled na ukončení zdiva a hrany zateplení po demontáži záklopu z OSB desek a krytiny z PVC-P fólie

Obr. 11 – Pohled na demontované OSB desky i s fragmenty vyzdívky (vlhkostní defekt v rovině fasády, nikoliv půdy)

4.1.2 Příklad č. 2 – projev vady na atice a fasádě

Druhým příkladem průniku vlhkosti do fasády s následnou migrací je rodinný dům, kde docházelo ke kombinaci migrace jak skrz fasádu s kondenzací na povrchové úpravy fasády, tak i migrací dutinou mezi fasádou a zateplením nahoru ke střeše, kde docházelo k degradaci atiky a OSB desek tvořící podklad pro klempířský prvek atiky, ukončovací lištu PVC-P fólie vytažené na atice.

Obr. 12 – Pohled na vlhkostní defekty fasády s koncentrací podél hrany základové lišty a nároží

Obr. 13 – Pohled na vlhkostní defekty fasády s koncentrací podél hrany základové lišty a nároží

Obr. 14 – Pohled na růst plísní a hub pod atikou (ukončení fasády a návaznost atikového plechu s podkladní OSB deskou-zdroj živin pro růst biologických činitelů)

Obr. 15 – Pohled na růst plísní a hub pod atikou po demontáži atiky (koncentrace v místě spáry mezi fasádou a zdivem)

Obr. 16 – Pohled na spáru mezi zdivem (věncem) a zateplením fasády z šedého EPS (zdroj migrace molekul vodní páry konstrukcí)

4.1.3 Příklad č. 3 – projev vady v provětrávané dutině střechy

Třetím příkladem je projev vady migrace vodní páry na záklopu větraného druhého pláště dvouplášťové střechy, kdy vlhkost pronikající z fasády překonala odvětrávanou dutinu v místě nasávacího otvoru. Projev ve formě růstu plísní na OSB desce záklopu pro PVC-P fólii byl nejvíce koncentrován přesně v místě rozhraní fasády a zdiva. Majitel nemovitosti provedl experimentální pokus, kdy spáru mezi okrajem zdiva se zateplenou fasádou zakryl nepropustnou fólií a při kontrole po poklesu teploty pod +5°C byla zjištěna zkondenzovaná voda na fólii přesně v místě spáry. Tento příklad dokládá, že ani odvětrání dutiny nemusí zajistit bezproblémové fungování konstrukce.

Obr. 17 – Pohled na okraj fasády a střechy s demontovaným okapem

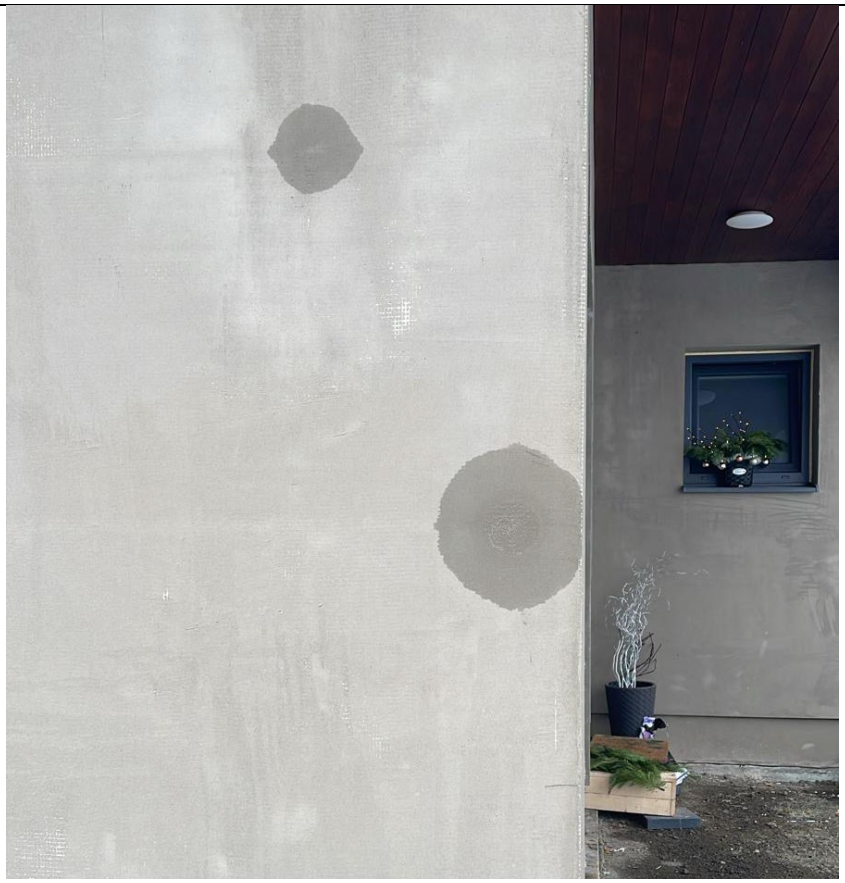
Obr. 18 – Pohled na růst plísní na záklopu OSB desek i přes odvětrávanou dutinu v místě okapového nasávacího otvoru (na difúzní fólii jsou stopy odkapávajícího kondenzátu ze záklopu)

Obr. 19 – Koncentrace vlhkostního defektu v místě spáry fasády a zdivu vč. difúzního mostu vlivem spáry pro uchycení rastru odvětrávané dutiny

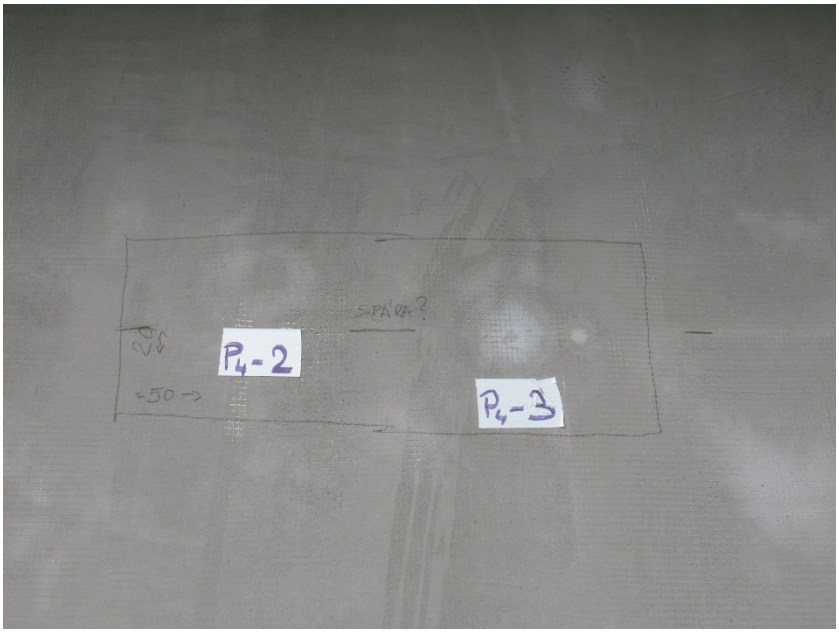
4.1.4 Příklad č. 4 – projev vady na povrchu fasády

Posledním příkladem je migrace molekul vodní páry skrz prodyšné zdivo z plynosilikátových tvárnic a provedení zateplení fasády 180 mm EPS. Zde migruje vlhkost spárou mezi zdivem a izolantem, nikoliv ale směrem nahoru ke střeše, ale koncentrovaně v místech umožňující průnik směrem k povrchu fasády. Díky kumulaci spárou desek dochází k tvorbě kondenzátu v bodě průniku a kruhovým mokrým skvrnám na povrchu fasády. Provedenou sondáží bylo zjištěno, že byly nevhodně kombinovány dvě metody lepení izolantu, pomocí standartního lepidla na terče a po nalepení byla styčná spára mezi izolantem a zdivem vyplněna PUR pěnou. Toto provedení ale nezajistilo požadované uzavření dutiny kolem každé desky EPS, což umožnilo migraci vodní páry směrem k povrchu v koncentrovaném množství způsobující lokální kondenzaci na povrchu fasády.

Obr. 20 – Kondenzace vlivem migrace vodní páry na povrchu fasády a tvorba kruhových útvarů (fasáda je pouze lepená, tj. není kotvená a nejedná se o vliv kotvení)

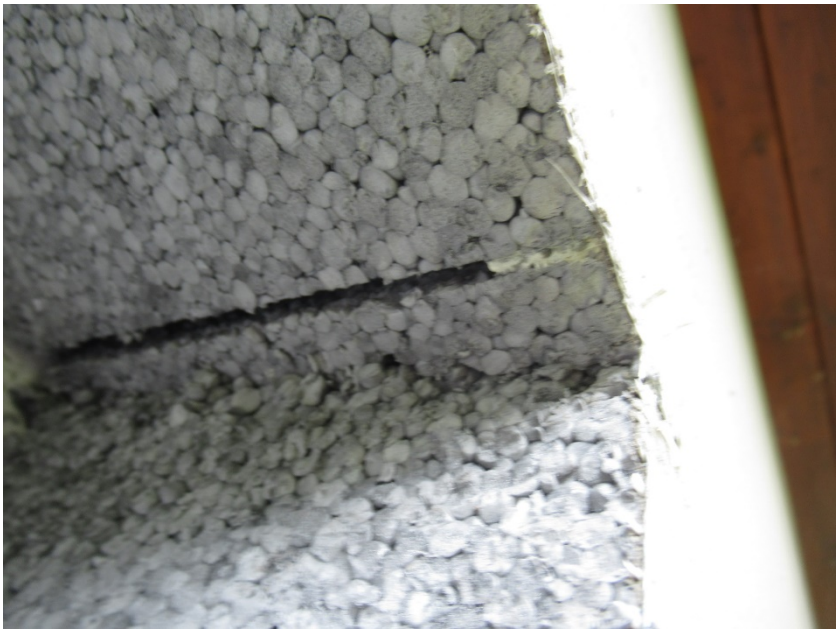


Obr. 21 – Kondenzace vlivem migrace vodní páry na povrchu fasády a tvorba kruhových útvarů (fasáda je pouze lepená, tj. není kotvená a nejedná se o vliv kotvení)



Obr. 22 – Příprava k provedení sondy v místě

Obr. 23 – Pohled na sondu – lepení na terče a zastříknutí PUR pěnou v místě spáry desek – není zamezeno migraci molekul vodní páry mezi jednotlivými deskami EPS



Obr. 24 – Pohled na sondu – spára mezi deskami EPS se zastříknutím PUR pěnou

5 ZÁVĚR

Při zařazování nových materiálů a postupů do výstavby je vhodné provést detailní analýzu možných poruch z důvodů jejich materiálových vlastností a působících fyzikálních sil. Pro fasády, které oddělují vnitřní vytápěné prostředí jsou velmi důležité fyzikální vlastnosti ovlivňující transport vlhkosti ať prouděním vzduchu tak i dle zákona o difúzi. Rozšiřující se trend používání rozpínavých materiálů typu PUR s sebou přináší i negativa popsané v tomto příspěvku a každé užití konkrétního materiálů musí být použito s rozvahou a ideálně na základě instrukcí projektové dokumentace či posouzením osobou s náležitou erudovaností v oboru fyzikálních vlastností a jejich důsledků.

6 LITERATURA

[1] KULHÁNEK, František: *Stavební fyzika II*. České vysoké učení technické v Praze, Únor 2006, Praha, 143 s. ISBN: 80-01-03408-9.

[2] Katalog produktů zdiva Porotherm: https://www.wienerberger.cz/zdivo-porotherm.html