

RYCHLOST CHODCŮ – VÝSLEDKY VÝZKUMU V SOUČASNÉ POPULACI

Piotr Cięпка³, Adam Reza⁴, Jakub Zębala⁵

ABSTRAKT:

Cílem článku je prezentovat výsledky výzkumu provedeného v Ústavu soudního inženýrství v Krakově, týkajícího se pohybu chodců v testovacích podmínkách a na silnici. Výzkum se zabýval určením stejnoměrného pohybu chodců v závislosti na věku, pohlaví a způsobu pohybu – pomalé, běžné a rychlé chůze a také běhu a rychlého běhu. Výsledky vztahující se ke stejnoměrnému pohybu chodců byly srovnány s výsledky získanými Strouhalem, Kühnelem a Heinem, a Eberhardtem a Himbertem, které jsou v Evropě známé. Srovnání opodstatňuje používání výsledků nejnovějšího výzkumu při rekonstrukcích dopravních nehod.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Chodec, rychlost

1 ÚVOD

Jedním ze základních prvků znaleckého posudku při dopravní nehodě, při níž je zraněn chodec, je provedení analýzy času a vzdálenosti. Výsledky takové analýzy jsou zásadní pro stanovení toho, zda se řidič mohl kolizi vyhnout.

Důležitým faktorem v analýze vztahu času a vzdálenosti je přesné určení trvání doby, po kterou chodec pobýval na silnici. Výzkum se zabýval dvěma variantami: stejnoměrným pohybem a zrychlením z klidu. Výsledky druhé varianty – zrychlení při pohybu z klidu - byly prezentovány na konferenci v Brně v lednu 2012 [3]. Tento článek prezentuje výsledky testů, týkajících se stejnoměrného pohybu spolu se srovnáním s výsledky známými z literatury.

2 STEJNOMĚRNÁ CHŮZE

Průměrná rychlost chůze chodce při stejnoměrném pohybu byla definována na základě doby, kterou stráví chodec překonáváním specifikované měřené vzdálenosti. Pohyb chodce byl nahráván digitálním fotoaparátem. Analýza času a vzdálenosti byla provedena na základě nahraných dat. Po analýze nahraného videa byl pro každý test vypočítán počet snímků od okamžiku, kdy testovaný subjekt vstoupil do dráhy, až do okamžiku, kdy ji opustil. Pak byl vypočten čas, který subjekt strávil přechodem změřené vzdálenosti, aby byla vypočtena jeho průměrná rychlost.

Výzkum stejnoměrného pohybu chodců byl také proveden výzkumníky v Rumunsku a Litvě [11, 12]. Celkem bylo prostudováno téměř 2500 případů. Všechny testy provedené v Rumunsku a Litvě a značná část testů provedených v Polsku proběhla při reálné silniční dopravě na přechodech pro chodce. Klasifikaci způsobu pohybu chodců provedl tým

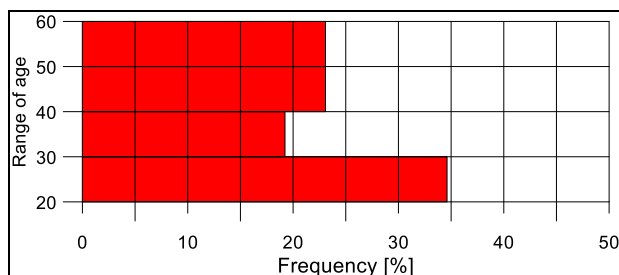
³⁾ Cięпка, Piotr, mgr inż., Instytut Ekspertyz Sądowych, Kraków, Polska, 48126185723, pcieпка@ies.krakow.pl

⁴⁾ Reza, Adam, mgr inż., Instytut Ekspertyz Sądowych, Kraków, Polska, 48126185722, areza@ies.krakow.pl

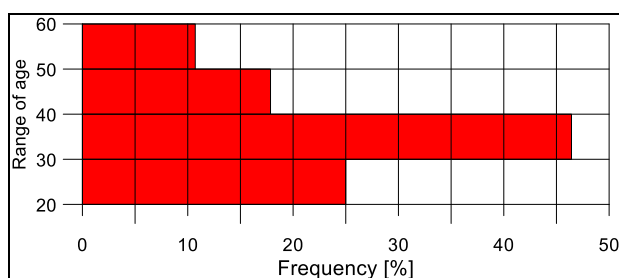
⁵⁾ Zębala, Jakub, dr inż., Instytut Ekspertyz Sądowych, Kraków, Polska, 48126185723, jzebala@ies.krakow.pl

zkušených výzkumníků předtím, než byla určena rychlost chůze, pomocí analýzy založené na nahraném videu. Výzkumníci z Ústavu soudního inženýrství provedli kromě testů na silnici také experimenty v testovacích podmínkách. V těchto testech začaly testované osoby překonávat vzdálenost 5 m rychlostí, která odpovídala – podle jejich názoru – těmto termínům: pomalá chůze, běžná chůze, rychlá chůze, běh a velmi rychlý běh.

Každý testovaný subjekt překonal měřenou vzdálenost třikrát předepsaným způsobem. Testu se zúčastnilo 26 žen a 28 mužů různých věkových skupin. Věková struktura mužských a ženských účastníků testu je znázorněno na obrázcích 1 a 2.



Obr. 1 – Věková struktura ženských účastníků testů



Obr. 2 – Věková struktura mužských účastníků testů

Věk chodců byl mezi 21 až 60 lety. Chodci mladší 21 let nebyli v testech zahrnuti, protože rychlost chůze dětí a mladistvých byla velmi přesně testována v nedávné době [8, 9, 10].

Tab. 1 – Rychlost chůze žen [m/s]

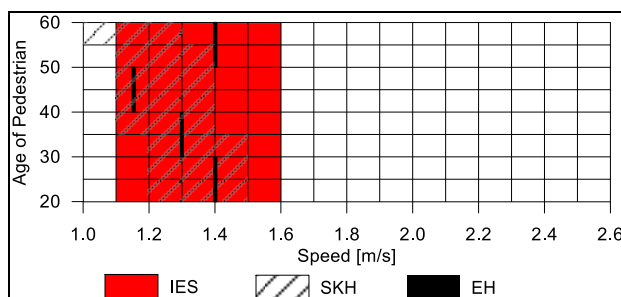
Věk	Způsob pohybu				
	Pomalá chůze	Běžná chůze	Rychlá chůze	Běh	Rychlý běh
21-30	0,7-1,4	1,1-1,6	1,5-2,0	2,0-3,6	3,6-5,2
31-40	0,8-1,3	1,1-1,6	1,5-2,1	2,0-3,7	3,6-4,5
41-50	0,7-1,3	1,1-1,6	1,5-2,0	2,1-3,6	3,0-4,2
51-60	0,7-1,2	1,1-1,6	1,4-2,1	2,0-3,6	2,9-4,3

Tab. 2 – Rychlost chůze mužů [m/s]

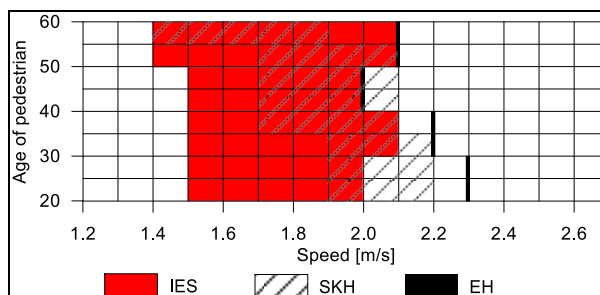
Věk	Způsob pohybu				
	Pomalá chůze	Běžná chůze	Rychlá chůze	Běh	Rychlý běh
21-30	0,8-1,4	1,3-1,8	1,6-2,4	2,6-4,6	4,3-6,6
31-40	0,9-1,4	1,2-1,8	1,8-2,5	2,6-4,6	4,8-6,9
41-50	0,8-1,4	1,2-1,8	1,6-2,3	2,3-4,2	4,3-7,0
51-60	0,7-1,3	1,3-1,6	1,6-2,1	2,2-4,2	4,0-5,7

3 SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ VÝZKUMU

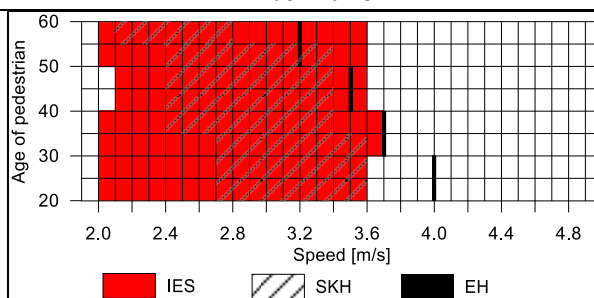
Srovnání výsledků získaných v Ústavu soudního inženýrství (IES) s výsledky získanými Strouhalem, Kühnelem a Heinem (SKH) [9], a Eberhardtem a Himbertem (EH) [4] je graficky znázorněno níže (obrázky 3 až 10).



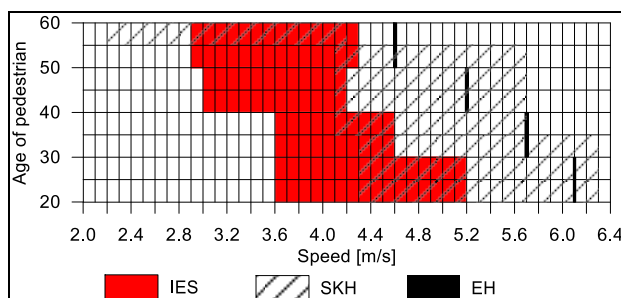
Obr. 3 – Srovnání výsledků běžné chůze žen



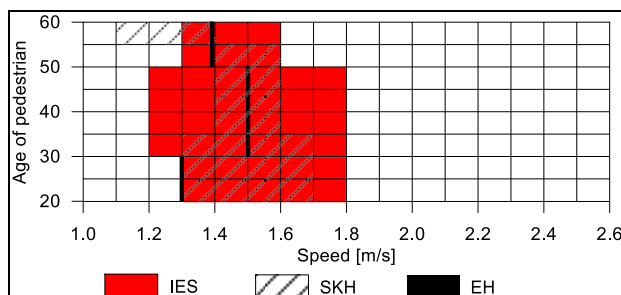
Obr. 4 – Srovnání výsledků rychlé chůze žen



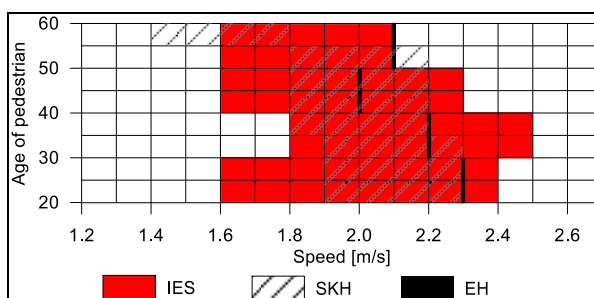
Obr. 5 – Srovnání výsledků běhu žen



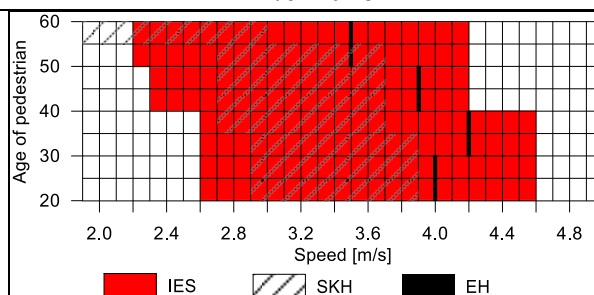
Obr. 6 – Srovnání výsledků rychlého běhu žen



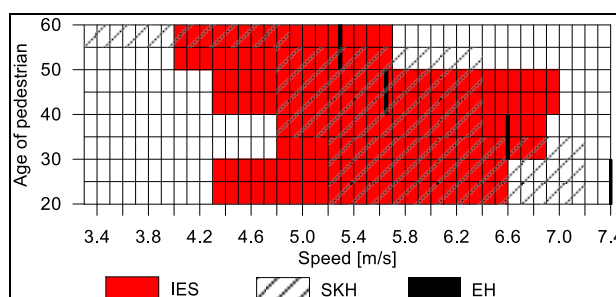
Obr. 7 – Srovnání výsledků běžné chůze mužů



Obr. 8 – Srovnání výsledků rychlé chůze mužů



Obr. 9 – Srovnání výsledků běhu mužů



Obr. 10 – Srovnání výsledků rychlého běhu mužů

4 ZÁVĚRY

1. Výsledky výzkumů ústavu IES týkající se stejnoměrné chůze chodců jsou aktualizací výzkumu provedeného Strouhalem, Kühnelem a Heinem, a Eberhardtem a Himbertem.
2. V převážné většině případů vykazují limitní hodnoty naměřené ve výzkumu ústavu IES u kategorie pohybu od normální chůze až po běh širší rozsah rychlostí, než je u odpovídajících hodnot rychlostí získaných Strouhalem, Kühnelem a Heinem.
3. Ve věkové skupině 20 až 55 let jsou pro všechny kategorie pohybu chodců spodní hranice rychlostí naměřené ústavem IES nižší než u odpovídajících hranic ve výzkumu provedeném Strouhalem, Kühnelem a Heinem, a Eberhardtem a Himbertem.
4. Hodnoty rychlosti žen v testech ústavu IES v kategorii rychlý běh byly značně nižší než odpovídající hodnoty získané Eberhardtem a Himbertem, a Strouhalem, Kühnelem a Heinem.
5. Výsledky ústavu IES vykazují dobrou kontinuitu mezi jednotlivými věkovými skupinami. Ve výzkumu provedeném Strouhalem, Kühnelem a Heinem byla zaznamenána jistá disproporce pro chodce nad a pod 55 let, která by mohla vést k diskusi o správnosti určení rozsahu rychlosti chůze.
6. Bylo zaznamenáno, že výška chodce vede k rozdílnému vyhodnocení způsobu pohybu, zejména co se týče vysokých osob, které, ač se pohybují relativně vysokou rychlostí, působí dojemem, jako by šly pomaleji.
7. Rychlost chůze je značně ovlivněna fyzickou zdatností. Fyzická kondice byla zejména zjevná v případě běhu a rychlého běhu, zvláště u starších osob.
8. Při určování rozsahu rychlosti pohybu daného jedince by měl být brán v úvahu jeho zdravotní stav, pokud jsou tyto informace k dispozici. Jisté nemoci mohou být indikátorem ke snížení horní hranice rychlosti. Dalším faktorem, který je nutno vzít v

úvahu, je dobrá fyzická kondice chodce, která může vést ke stanovení horní hranice rychlosti z daného rozsahu.

5 LITERATURA

- [1] Burg H., Moser A., *Handbuch Verkehrsunfall-rekonstruktion*, Vieweg+Teubner/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2009.
- [2] Cięпка P., Reza A., Zębala J., *Badania prędkości ruchu pieszych*, Paragraf na drodze, numer specjalny październik 2009.
- [3] Cięпка P., Reza A., Zębala J., *Zrychlení chodců při pohybu z klidu*, sborník XXI. mezinárodní vědecké konference soudního inženýrství, ExFoS 2012.
- [4] Eberhardt W., Himbert G., *Bewegungsgeschwindigkeiten Versuchergebnisse nichtmotorisierter Verkehrsteilnehmer*, Der Verkehrsunfall 1979, nr 4.
- [5] Fugger Th., Randles B., Wobrock J., *Pedestrian Behavior at Signal-Controlled Crosswalks*, Accident Reconstruction-Crash Analysis SP-1572 (2001), SAE Technical Paper 2001-01-0896.
- [6] Kramer F., Raddatz M., *Das Bewegungsverhalten von Fussgängern*, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 2010, nr 12.
- [7] Strouhal J., Kühnl K., Hein H., *Messung von Fussgängergeschwindigkeiten und beschleunigungen*, Műchener Forschungsgesellschaft für Unfallanalyse GbR.
- [8] Windisch M., *Analysis the moving speed of 2 to 3 year-old children – video analysis and statistical evaluation*, Proceedings of XIV EVU Annual Meeting, 8-10 November 2007, Krakow.
- [9] *Wypadki drogowe. Vademecum biegłego sądownego*, Wydanie II, Kraków 2011.
- [10] Vaughan R., Bain J., *Acceleration and Speeds of Young Pedestrians: Phase II*, Accident Reconstruction SP-1491 (2000), SAE Technical Paper 2000-01-0845.
- [11] Zębala J., Cięпка P., Reza A., Rusitoru F., Lazarenko L., Bibian D., *Pedestrian motion speed while crossing the road*, Transbaltica 2009, Proceedings of the 6th International Scientific Conference, April 22-23, 2009, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania.
- [12] Zębala J., Cięпка P., Reza A., Rusitoru F., Lazarenko L., Bibian D., *Speed of Pedestrian movement in road traffic*, 5th European Academy of Forensic Science, Glasgow 8-11th September 2009, Book of Abstracts.