

POSÚDENIE VYBRANÝCH PARAMETROV PRESNOSTI REKTIFIKÁCIE

ASSESSMENT OF SELECTED PARAMETERS PRECISION RECTIFICATION

Ing. Miroslav Rédl

Žilinská univerzita v Žiline, Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania

Ul. 1.mája 32, 010 26 Žilina

Kontakt: miro.redl@gmail.com

Ing. Ľudmila Macurová, PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania

Ul. 1.mája 32, 010 26 Žilina

Kontakt: ludmila.macurova@uzvv.uniza.sk

Ing. Michal Ballay, PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva,

Katedra technických vied a informatiky, Ul. 1.mája 32, 010 26 Žilina

Kontakt: michal.ballay@fbi.uniza.sk

ABSTRAKT

Príspevok je zameraný na zistenie rozsahu presnosti rektifikácie, ktorou sa spracováva fotodokumentácia pri dopravnej nehode. Samotný proces rektifikácie fotografií sa vykonáva v softvéri PC Rect a meranie odchýlok a vzdialeností v softvéri PC Crash. Okrem metodického postupu pri analýze presnosti rektifikácie (príprava príslušenstva, postup zhotovenia a spracovania fotografií) príspevok obsahuje aj zhodnotenie výsledkov jednotlivých meraní doplnené o grafické vyjadrenie.

Kľúčové slová: fotografia, metodický postup, rektifikácia, vzdialenosť, výsledky meraní

ABSTRACT

The contribution is focused on finding out the extent of rectification accuracy, which is used to process photography documentation in a traffic accident. The rectification process itself is performed in the PC Rect software and the measurement of deviations and distances in the PC Crash software. In addition to the methodological approach to the analysis of rectification accuracy (accessories preparation, procedure for making and processing of photography), the contribution also includes an evaluation of the results of individual measurements supplemented with a graphic expression.

Keywords: photography, methodological procedure, rectification, distance, measurement results

1 ÚVOD

V súčasnosti sa pri zaistovaní a vyhodnocovaní stôp pri dopravných nehodách uplatňujú rôzne druhy výpočtovej techniky a digitalizácie. Na tento účel bol vyvinutý aj softvér PC Rect, ktorý dokáže spracovať fotografiu do podoby pôdorysného priemetu. V tomto stave je možné zistiť a odčítať vzdialenosť jednotlivých predmetov od nejakého referenčného predmetu, napr. od rektifikačného kríža. [2] V mnohých prípadoch sa často stáva, že po určitom čase je potrebná spätná analýza. Najlepšou možnosťou je rektifikácia jednotlivých fotografií, kde je možné zmerať jednotlivé parametre objektov (výška, dĺžka, šírka, atď.).

Taktiež existuje určitá nepresnosť, ktorá vznikne rektifikáciou v programe. Tu môže mať vplyv viacero parametrov, ako napríklad výška zhotovenia fotografie, vzdialenosť od referenčného objektu (rektifikačného kríža), subjektívny vplyv osoby počas vyhodnocovania, atď. Poznať veľkosť odchýlky zrektifikovanej fotografie v porovnaní so skutočnosťou má

veľký význam pri znaleckom dokazovaní. Ak poznáme napríklad vzdialenosť niektorej odtrhnutej časti vozidla od miesta zrážky, tak sa bude dať presnejšie určiť priebeh nehodového deja. [2]

2 METODICKÝ POSTUP PRI ANALÝZE PRESNOSTI REKTIFIKÁCIE

Podľa Kasanického (riaditeľa Ústavu súdneho inžinierstva ŽU v Žiline) slúži rektifikácia na „objektívne a rýchle zdokumentovanie zložitých stôp po dopravnej nehode.“ Je to fotogrametrická metóda umožňujúca rektifikovať fotografie, ktoré boli zhotovené na približne vodorovnej ploche (napr. fotografie z miesta dopravnej nehody). Výsledok rektifikácie je fotografia, ktorá má podobu fotografie zhotovenej zhora, kolmo k rovnej ploche s neskresľujúcim objektívom. Takto možno všetky dĺžky a uhly v mierke odčítavať. Ak nie je do fotografie zasahované, možno ju považovať za objektívny dôkaz. Po jej rektifikácii, ktorú je možné kedykoľvek znova vykonať, je možné priamo merať všetky potrebné údaje. Odpadá subjektívny vplyv človeka a prípadná chyba meracieho prostriedku (pásmo, meter, meracie koliesko). Program PC Rect sa používa najmä vtedy, keď sú na vozovke zanechané zložité stopy, ktorých ručné zameranie a následné prekreslenie by bolo komplikované a zdĺhavé.“ [1,2]

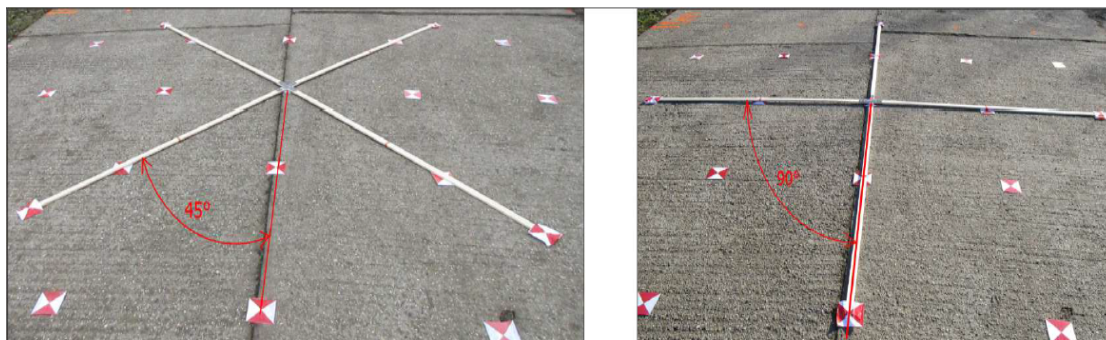
Pri posudzovaní vybraných parametrov presnosti rektifikácie sme vychádzali z metodického postupu analýzy presnosti rektifikácie, ktorý použil vo svojej záverečnej práci jeden z autorov. [3] Na zistenie odchýlky zrektifikovanej fotografie sme zhotovili raster, ktorý mal čo najpresnejšie simulovať vozovku. Jeho dĺžka bola 30 metrov a šírka 6 metrov.

2.1 Príprava rektifikačných terčikov

Na zhotovenie rastra bolo potrebné zhotoviť rektifikačné terčiky, ktoré sa rozmiestnili po vozovke, vo vzdialenosti 1 m priečne a 1 m pozdĺžne od seba. Rektifikačné terčiky mali rozmer 13x13 cm, čo predstavovalo aj rovnaký rozmer terčikov ukončujúcich rameno rektifikačného kríža. Ako materiál bol použitý kancelársky papier, ktorý bol zalaminovaný kvôli lepšej stabilite na vozovke.

2.2 Príprava rastra

V rámci prípravy rastra (Obr. 1) sa najskôr značkovacím sprejom vyznačili body. Pri zhotovovaní jednotlivých bodov sa použilo meracie pásmo a špagát v dĺžke 30 m, ktorý bol natiahnutý v pozdĺžnom smere. Potom sa už na vopred vyznačené body poukladali jednotlivé terčiky. Kríž do rastra sa umiestnil v dvoch polohách. V prvej polohe boli ramená kríža zvierané s pozdĺžnou osou rastra 45° a v druhej polohe 90° (Obr. 1).



Obrázok 1 Poloha kríža v rastri 45° a 90°

2.3 Použité príslušenstvo

Pri zhotovovaní fotografií boli použité 4 druhy zariadení. Prvý bol fotoaparát značky CANON (označenie IXUS 285 HS), druhým bol fotoaparát značky CANON (označenie IXUS 190) a tretí v poradí bol fotoaparát OLYMPUS (označenie X845, s menším rozlíšením a zastaralou optikou). Posledným zariadením bol smartfón XIAOMI REDMI 3, ktorý sa vo všeobecnosti chápe ako zariadenie s priemerným výkonom. V praxi sa môže vyskytnúť aj taká skutočnosť, že pri dokumentácii miesta nehody nie je fotoaparát k dispozícii.

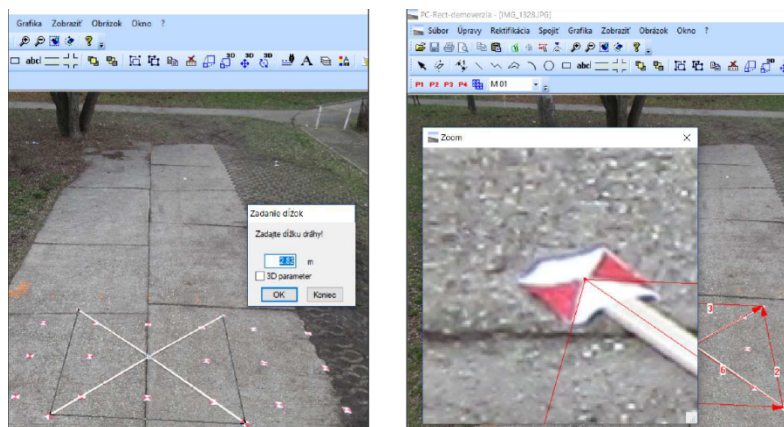
Ďalšou pomôckou bol rektifikačný kríž, ktorý sa pri rektifikácii v softvéri PC Rect používa ako referencia dĺžky. Rozmery boli použité rovnaké, ako používajú príslušníci Policajného zboru SR pri zaisťovaní dôkazov pri dopravných nehodách. Ako materiál bolo použité smrekové drevo, ktoré bolo v strede spojené s kovovými prírubami a skrutkami. Na koniec ramien sa prichytili rektifikačné terčíky. Potrebne bolo použiť i teleskopickú tyč o dĺžke 4 m, nakoľko niektoré zábery bolo potrebné zhotoviť až z výšky 5,7m. Na koniec tejto tyče bola ešte pripevnená „selfie tyč“, čím bola zabezpečená stabilná a presná výška záberu.

2.4 Postup zhotovenia fotografií

Fotografie boli postupne zhotovované z rôznych výšok (1,7m; 2,7 m; 3,7 m; 4,7 m a 5,7m). V rastru sa pohybovalo v krokoch 3 m od stredu rektifikačného kríža. Pri vyhodnocovaní sa bral do úvahy pojem „vzdialenosť záberu od rektifikačného kríža“ ako vzdialenosť, ktorá je viditeľná na fotografii. Kohút hovorí: „Ako príklad možno uviesť, že ak je zapísané vo vzdialenosti 6 m od stredu rektifikačného kríža, tak to znamená, že na zábere je tých 6 metrov viditeľných v celej šírke záberu.“ [4] Poloha fotoaparátu bola vo vzdialenosti o 3m až 4 m ďalej. Toto pravidlo platilo pre všetky zobrazovacie zariadenia.

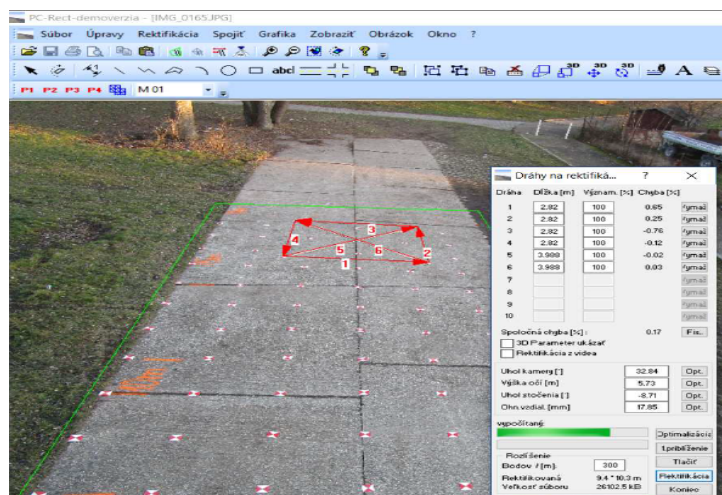
2.5 Postup spracovania fotografií softvérom PC Rect

Pri označovaní rektifikačného kríža sa označili všetky štyri vrcholy, aby mohol softvér na základe týchto referenčných dĺžok fotografiu zrektifikovať.



Obrázok 2a) Vyznačenie vrcholov Obrázok 2b) Presné umiestnenie na stred terčika

Pomocou nástroja na ohraničenie požadovanej oblasti rektifikácie bol vyznačený raster. Nástrojom na výpočet rektifikovanej fotografie sa spustí samotný rektifikačný proces (Obr. 3), po ktorom sa získa už zrektifikovaná fotografia, ktorá je následne vložená do PC Crash.



Obrázok 3 Priebeh rektifikácie

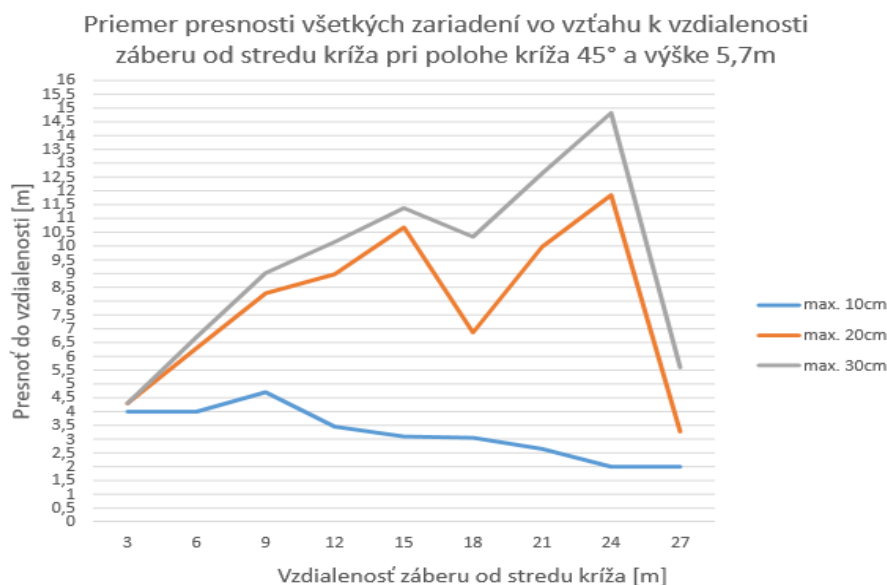
Predchádzajúcim postupom zrektifikovaná fotografia bola vložená do výpočtového softvéru PC Crash, kde sa porovnávali raster na fotografii s referenčným rastrom. Potom sa zamerali príslušné vzdialenosti patriace k odchýlkam 10 cm, 20cm a 30cm.

3 ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV MERANIA

3.1 Vplyv vzdialenosti zhotovenia fotografie na presnosť rektifikácie

V rámci vyhodnotenia ako vplýva vzdialenosť zhotovenia fotografie na presnosť rektifikácie sa sledovalo, ako sa s meniacou výškou záberu a vzdialenosti vyhotovenia fotografie mení presnosť rektifikácie. Myslíme tým to, že aký vplyv bude mať vzdialenosť zhotovenia fotografie od stredu rektifikačného kríža, resp. výška zhotovenia fotografie na presnosť rektifikácie. Na vyhodnotenie sa použili štyri zobrazovacie zariadenia (viď. podkapitola 2.3). Pre elimináciu možností chýb pri vyhotovení fotografií jedným zariadením bol využitý aritmetický priemer všetkých fotoaparátov a smartfónu. S narastajúcou výškou zhotovenia snímku sa zväčšuje aj vzdialenosť od stredu kríža, kde sa odchýlka pohybuje do požadovaných hraníc 10 cm, 20 cm a 30 cm. Použitím vhodného grafu možno vopred povedať, do akej presnosti od stredu rektifikačného kríža sa možno pohybovať pri konkrétnych vzdialenostiach a výškach. Na osi „Y – Presnosť do vzdialenosti [m]“ máme vynesenu hodnotu vzdialenosti od stredu rektifikačného kríža.

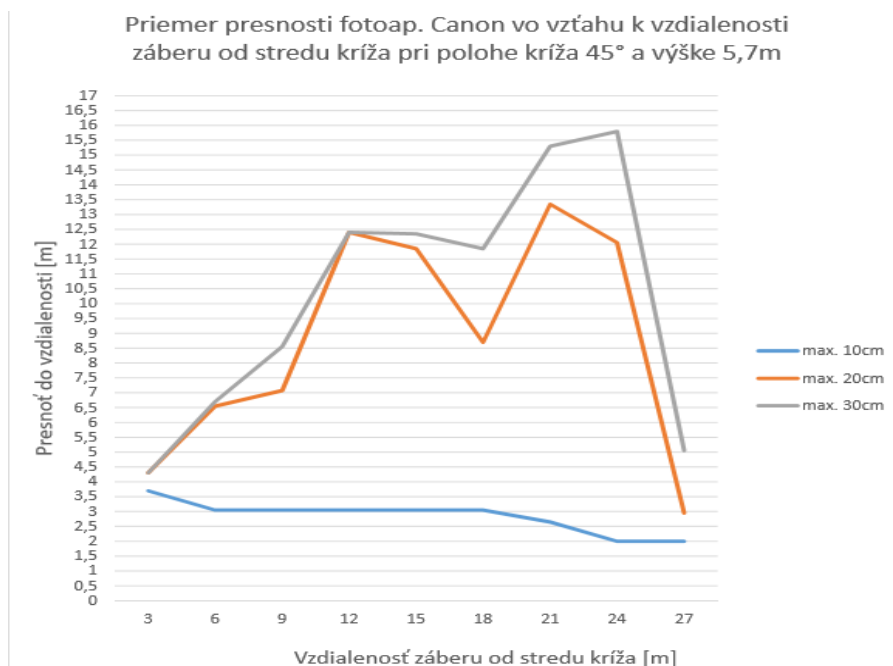
Na Obr. 4 si možno všimnúť, že pri zhotovení fotografie z výšky 5,7 m je možné rektifikovať s odchýlkou do 30 cm až do vzdialenosti cca 15m od stredu kríža. Pre dosiahnutie tejto presnosti je najlepšie voliť vzdialenosť zhotovenia fotografie od stredu rektifikačného kríža okolo 24 m.



Obrázok 4 Presnosť rektifikácie pri výške zhotovenia fotografie 5,7m a polohy kríža 45°

3.2 Vplyv fotoaparátov CANON na presnosť rektifikácie

Predchádzajúce výsledky vychádzali z meraní, kde boli použité štyri zobrazovacie zariadenia. V bežnej praxi sa väčšinou používajú fotoaparáty podobné fotoaparátom Canon, a preto nasledujúce vyhodnotenia zobrazujú vplyv na presnosť rektifikácie iba dvoch fotoaparátov tejto značky. Tým sme dosiahli presnosť pri tých istých podmienkach do vzdialenosti o cca 1 m väčšej, ako keď sme do vyhodnotenia zahrnuli aj výsledky z fotoaparátu Olympus alebo zo smartfónu.

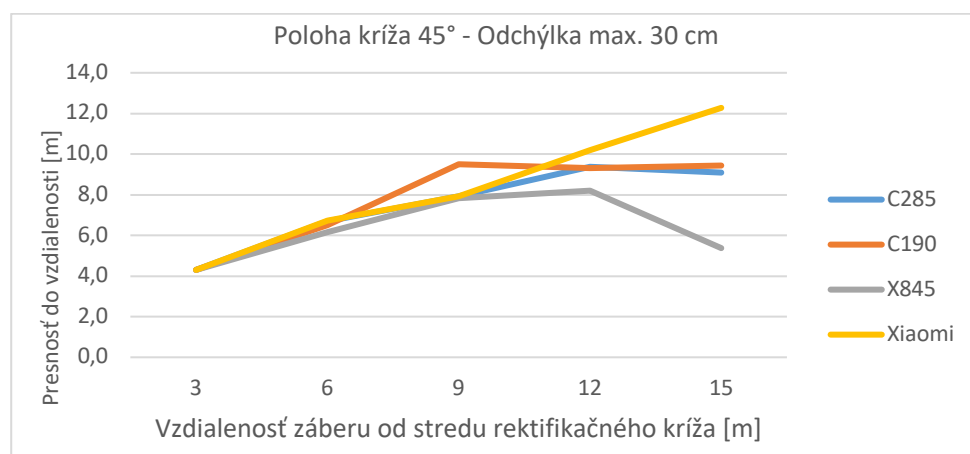


Obrázok 5 Presnosť rektifikácie pri výške zhotovenia fotografie 5,7m a polohy kríža 45° s použitím fotoaparátov Canon

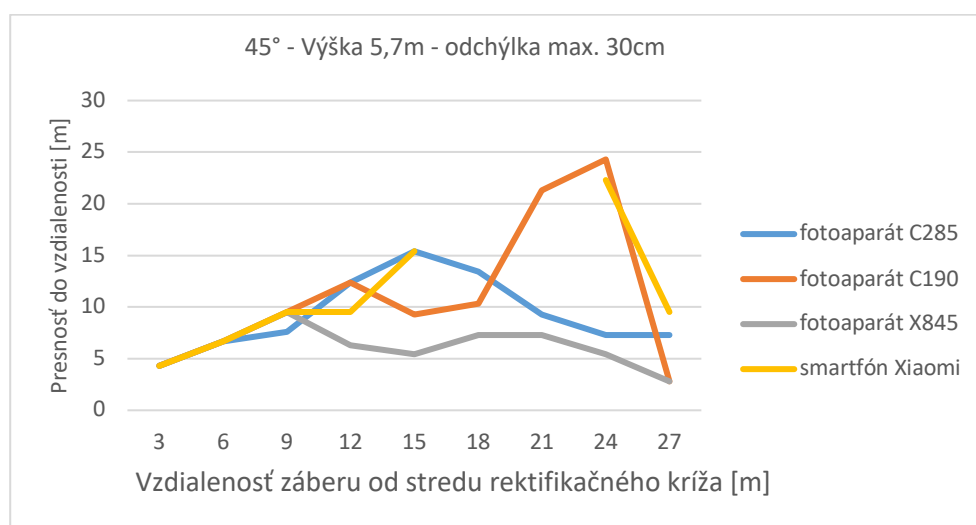
3.3 Zhodnotenie vplyvu jednotlivých zariadení na presnosť rektifikácie

Účelom tohto vyhodnotenia bolo poznať, ako a pri akých podmienkach jednotlivé zariadenia ovplyvňujú celkový výsledok. Zo zobrazených závislostí vyplýva, že do vzdialenosti cca 15 m od stredu kríža boli najlepšie výsledky so smartfónom Xiaomi Redmi 3. Toto mohlo byť spôsobené HDR funkciou, ktorá fotografiu vyostruje a robí lepšiu kontrast. Vo vzdialenosti väčšej ako 15 m je presnosť lepšia u fotoaparátu Canon. Smartfón má síce lepšie funkcie zobrazovania, ale pri väčších vzdialenostiach sa už ukazuje kvalita a prevedenie optického systému jednotlivých zariadení. Čo sa týka Zariadenia Olympus, toto zariadenie malo najnižšiu presnosť, čo mohlo byť slabším rozlíšením fotoaparátu a zastaralou optikou.

Na nasledujúcich obrázkoch je znázornená presnosť jednotlivých zariadení do vzdialenosti 15 m od kríža ako aritmetický priemer odchýlok pri všetkých výškach (Obr. 6) a do vzdialenosti 30m pri výške zhotovenia fotografie 5,7 m (Obr. 7). Pri použití fotoaparátu Canon je možné dosiahnuť presnosť rektifikácie s odchýlkou do 30cm až do vzdialenosti 25 m od stredu rektifikačného kríža.



Obrázok 6 Vplyv jednotlivých zariadení na presnosť rektifikácie s aritmetickým priemerom výšky



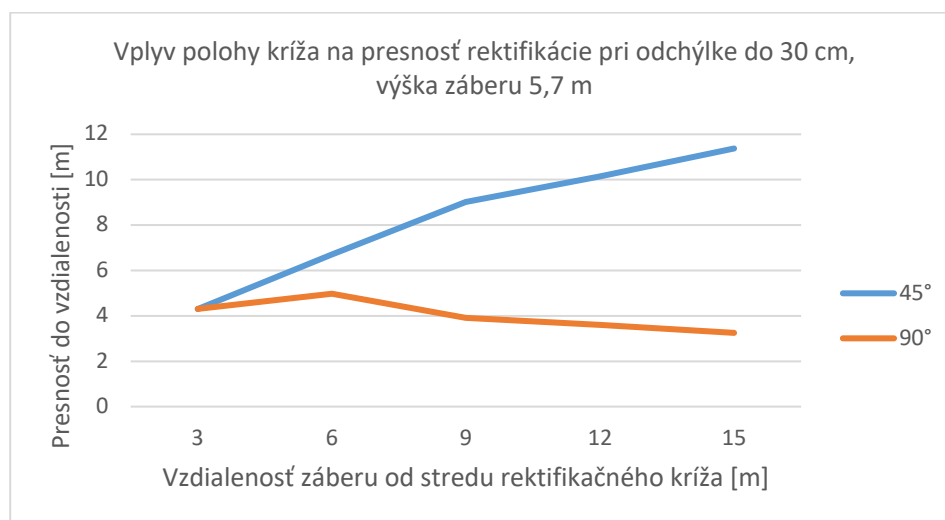
Obrázok 7 Vplyv jednotlivých zariadení pri výške zhotovenia fotografie 5,7 m

3.4 Vplyv polohy kríža voči rastru na presnosť rektifikácie

Pri analýze presnosti rektifikácie bol vyhodnotený aj vplyv polohy kríža v rastru vo vzťahu na jej presnosť. Kríž bol umiestnený v rastru pod uhlom 45° a 90° . Tento uhol zvierali ramená kríža s pozdĺžnou osou rastra. Pri vyhodnocovaní sa použil aritmetický priemer odchýlok všetkých zariadení.

Z uvedených závislostí vyplýva, že poloha kríža v rastru má veľmi zásadný vplyv na presnosť rektifikácie. Kým pri polohe ramena rektifikačného kríža 45° voči rastru možno dokázať rektifikovať s presnosťou do 30 cm až do vzdialenosti 15 metrov od stredu kríža pri priemere všetkých použitých zariadení (s použitím zariadenia Canon až do 25 m), tak pri 90° stupňoch sa nemožno dostať ani nad hranicu 5 metrov.

Na nasledujúcom obrázku znázorňuje graf závislosti závislosť medzi vzdialenosťou zhotovenia fotografie od stredu rektifikačného kríža a vzdialenosti s dosiahnuteľnou odchýlkou do 30 cm. Ako príklad bol použitý iba graf do vzdialenosti zhotovenia fotografie do 15m od stredu kríža, nakoľko pri väčších vzdialenostiach zhotovenia fotografie boli odchýlky pri polohe kríža 90° voči rastru vysoko prevyšujúce 30 cm. Pre tento prípad bol použitý najlepší prípad, a to výška zhotovenia fotografie 5,7 m.



Obrázok 8 Vplyv polohy rektifikačného kríža v rastru na presnosť rektifikácie pri výške zhotovenia fotografie 5,7 m

4 ZÁVER

Príspevok je venovaný problematike rektifikácie, ktorá má široké uplatnenie nielen pre znalcov z odboru „Doprava cestná“, ale aj pre príslušníkov Policajného zboru SR, ktorí sú zodpovední za dokumentáciu dopravných nehôd. Pri dôkladnom zdokumentovaní miesta dopravnej nehody sa dá aj s odstupom času pomerne presne zmerať niektorá skutočnosť, ktorá nebola zameraná priamo na mieste dopravnej nehody.

V tomto príspevku sme sa okrem popisu metodického postupu a postupu zhotovenia fotografií zaujímalí aj o vplyv viacerých parametrov, ktoré majú na rektifikáciu a jej presnosť významný vplyv. Pri dokumentácii miesta dopravnej nehody sú niekedy podmienky na

zhotovenie správnej fotografie značne obmedzené, preto je potrebné vedieť akú odchýlku možno pri daných podmienkach zhotovenia fotografie očakávať.

Na zistenie odchýlky sme zhotovili raster, ktorý mal čo najpresnejšie simulovať vozovku. Jeho dĺžka bola 30 metrov a šírka 6 metrov. Na vyznačenie sme použili rovnaké terčíky, akými bývajú ukončené ramená rektifikačného kríža, t.j. štvorec s rozmermi 13x13 cm a bielo červeným značením. Tie boli od seba vzdialené 1 meter pozdĺžne aj priečne na raster. Do rastra bol vložený kríž v dvoch polohách – s polohou ramien 45° a 90° voči pozdĺžnej osi rastra. Následne sme zhotovili fotografie z rôznych vzdialeností a výšok. Ďalším krokom bola rektifikácia jednotlivých fotografií v softvéri PC Rect. Ako posledné sme všetky zrektifikované fotografie preniesli do softvéru PC Crash, kde je možné odčítať presné vzdialenosti jednotlivých terčikov rastra na fotografiách od skutočnej polohy.

Najvýznamnejší vplyv na presnosť rektifikácie má poloha rektifikačného kríža v rastru. Presnosť rektifikácie pri polohe kríža 45° je dosiahnuteľná do výrazne väčších vzdialeností od stredu rektifikačného kríža, ako pri jeho polohe 90° . Pri použití vhodného zobrazovacieho zariadenia je možné dosiahnuť presnosť s odchýlkou do 30 cm až do vzdialenosti 25 m od stredu rektifikačného kríža. Ďalším parametrom, ktorý má výrazný vplyv je výška zhotovenia fotografie. Vo všeobecnosti možno skonštatovať, že pri všetkých variáciách boli dosiahnuté najlepšie výsledky pri výške zhotovenia fotografie z 5,7 m.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

1. KASANICKÝ, G. – KOHÚT, P. – LUKÁŠIK, M.: Teória pohybu a rázu pri analýze a simulácii nehodového deja. EDIS ŽU 2001, ISBN 80-7100-597-5, s. 350
2. KOHÚT, P.: Technicko-právna problematika pri analýze nehodového deja. EDIS ŽU 2011, ISBN: 978-80-554-0345-8.
3. RĚDL, M. Analýza presnosti rektifikácie. ŽU v Žiline. Ústav súdneho inžinierstva. Záverečná práca. 2018. 61 s.
4. KOHÚT, P. Ústav súdneho inžinierstva ŽU v Žiline. Osobné konzultácie.