

MOŽNOSTI ZÍSKÁNÍ NOVÝCH INFORMACÍ Z POLICEJNÍ FOTODOKUMENTACE A ZPŮSOBY VERIFIKACE JEJÍ KVALITY A PŘESNOSTI

Drahomír Schmidt³¹, Michal Frydrýn³², Zdeněk Marek³³

Abstrakt

Článek vychází ze současného stavu možností soudně znalecké analýzy dopravních nehod. V dnešní době jsou již velmi podrobně propracovány metody výpočtů nehodových dějů, chování modelů dopravních prostředků před střetem, během něj a po střetu. I přes rozsáhlý matematický popis chování jednotlivých entit při výpočtu se jedná o simulaci a výsledek je závislý na dosazených vstupních hodnotách a počátečních podmínkách. Tyto informace jsou nezastupitelné a jen obtížně je lze nahradit, neboť mají podstatný vliv na řešení nehodového děje a tedy i na výsledek znaleckého zkoumání.

ÚVOD

Ze statistik, které vede Policie České republiky – Ředitelství služby dopravní policie vyplývá, že za rok 2009 se stalo 74.815 dopravních nehod, které byly řešeny Policií ČR. Z toho 832 dopravních nehod bylo smrtelných a 27.313 bylo se zraněním. Tyto dopravní nehody řešila dopravní služba Policie České republiky. Část těchto případů se dostane k soudnímu znalci, který je přibrán, aby se vyjádřil k objektivním skutečnostem a k nehodovému ději. Prostudováním spisu znalec získá základní informace o nehodě.

Někteří soudní znalci provedou „ex-post“ vlastní měření geometrického uspořádání v místě dopravní nehody. Někteří znalci k tomu použijí metodu geodetického zaměření totální stanicí a tak získají podklady pro přesný situační plán včetně poloh dopravního značení a dalších detailů, údaje o sklonu vozovky a další potřebné informace. Je ale složité získat ty nejcennější informace a to ty, které se týkají samotné dopravní nehody, například přesné zaměření konečných poloh vozidel, poloh nalezených stop a v častých případech i důležitých objektů, které nebyly Policií z nějakého důvodu zaznamenány.

Policejní dokumentace nebývá dostatečná pro soudně inženýrskou analýzu. Není cílem tohoto článku kritizovat policejní práci, ale uvést problémy, které kriminalistická dokumentace v praxi má, a napomoci tak kvalitnějšímu a jednoduššímu postupu řešení na straně dopravní policie tak i znalce. V následujícím textu je navrhováno řešení, které většinu těchto problémů umí překonat.

Namátkou neúplný výčet nedostatků policejní dokumentace:

- Výchozí bod měření (VBM) nebyl zvolen, byl zvolen neurčitě (např. začátek zaoblení okraje vozovky).
- Měření bylo provedeno s chybovostí. Metoda pravoúhlého měření vykazuje menší či větší odchylky od reality.
- Ve spisové dokumentaci chybí plánek, je obsažen pouze nesrozumitelný kótovaný náčrtek.
- Plánek neodpovídá skutečnosti, zejména poloměry oblouků nekorespondují s realitou.

³¹ Schmidt, Drahomír, Ing. Ph.D., FD ČVUT, Konviktská 20 Praha, tel.:224359520, schmidt@fd.cvut.cz

³² Frydrýn, Michal, Ing., FD ČVUT, Konviktská 20 Praha, tel.:224359001, frydryn@fd.cvut.cz

³³ Marek, Zdeněk, Mgr., Policejní akademie ČR, Lhotecká 559, 974828111, zdenda.marek@gmail.com

- Plánek je získán z mapových podkladů, do kterých jsou nepřesně zakresleny naměřené stopy.
- Fotodokumentace neposkytuje úplný obraz, polohy detailů nelze ověřit ve vztahu k markantům trvalé povahy.
- Kvalita snímků je nedostatečná. Archivace fotodokumentace v rozlišení 640x480 komplikuje následnou analýzu nehodového děje
- Počet snímků ve spisu je nízký vzhledem k složitosti dopravní nehody.

ÚVOD DO FOTOGRAMMETRIE

Fotogrammetrie je nauka zabývající se matematickými, mechanickými, optickými i jinými problémy umožňujícími z jednoho nebo z několika fotografických snímků určitého objektu zjištění jeho tvaru, rozměrů i polohy v prostoru[1].

Mezi fotogrammetrií a běžnými měřickými metodami je zásadní rozdíl. Ve fotogrammetrii vlastní měření neprovádíme přímo na daném objektu nebo v daném místě obvyklou měřicí metodou, jako je měření délkoměrným kolečkem, pásmem apod., ale na obraze toho objektu. Další výhodou, v kriminalistice a v soudním znalectví nepostradatelnou, je fakt, že měření objektu lze provést znovu a to kdykoli, i v případě, že objekt samotný již neexistuje, nebo je pozměněn. Další fotogrammetrické měření může mít například charakter měření kontrolního. Toto měření může být i přesnější a podrobnější, než bylo to původní. Fotogrammetrický snímek má také dokumentační hodnotu.

Fotogrammetrie od svého vzniku v polovině devatenáctého století prodělala dlouhý vývoj. Změny v technologii i technice byly pozvolné až do osmdesátých let minulého století. Vývoj výpočetní techniky zjednodušil celý proces fotogrammetrie pro širší skupinu uživatelů. Dnes si lze pod pojmem fotogrammetrie představit spíše fotogrammetrický program, který se používá pro získání vzdáleností nebo zaměření objektu a jeho polohy.

Fotogrammetrie se tradičně rozděluje na leteckou a pozemní. Jak již bylo naznačeno v předchozím textu, vyvinula se tato věda na základech geodézie a kartografie. Její použití je však mnohem širší a dnes ji lze použít téměř ve všech oborech, kde je třeba polohová dokumentace v prostoru. Pro účely technického znalectví a kriminalistiky je více použitelná oblast pozemní, někdy nazývaná jako terestrická.

Důvodem volby pozemní fotogrammetrie jsou často výrazně nižší náklady na pořízení a na používání metody. Velmi důležitým faktorem pro tuto oblast je skutečnost, že ji lze použít pro získání údajů z neznámých (nedefinovaných) fotografických snímků, tak jak tomu je například v soudním znalectví.

Fotogrammetrie se dále dělí podle počtu fotografických snímků na jednosnímkovou, stereo-(dvousnímkovou) a vícesnímkovou fotogrammetrii. Nedostatkem pozemní fotogrammetrie je skutečnost, že jednotlivé objekty se často vzájemně zakrývají a fotografické snímky tak obsahují části, které jsou nevyhodnotitelné – zakryté prostory mezi objekty, stíny, apod. Tyto oblasti je možné omezit volbou metody vícesnímkové fotogrammetrie, a měřit je na jiných snímcích, kde se objekty nezakrývají. Někdy se také používá v pozemní fotogrammetrii přívlastek „blízká“, znamená to, že se jedná o specifitější použití na menší objekty a měření do menší vzdálenosti.

Obor tedy prošel vývojem, avšak geometrické zákony, na kterých je postaven, zůstaly zachovány. Analogová fotogrammetrie se používá pouze v ojedinělých případech a převážně se jedná o použití digitální pozemní vícesnímkové fotogrammetrie. Pokud si však uživatel osvojí fotogrammetrické zákony, může používat analogovou fotogrammetrii jako velmi účinný nástroj pro získání nových informací a pro ověření původních.

NÁSTIN A POČÁTEČNÍ ŘEŠENÍ REÁLNÉHO PŘÍPADU

Na níže popsaném případě je ukázáno řešení, při kterém hrála významnou roli právě metoda pozemní fotogrammetrie. Autoři chtějí poukázat na možnosti této metody a inspirovat k širšímu využívání v kriminalistice pro mapování místa činu či místa dopravní nehody.

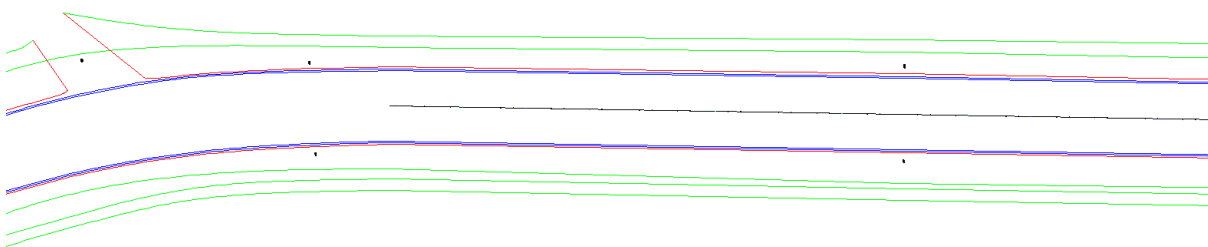
Vzhledem k faktu, že se jedná o reálný případ, autoři jej nebudou místně ani časově identifikovat. Při nehodě došlo k smrtelnému zranění jednoho z účastníků. Vzhledem k závažnosti byl Policií ČR k ohledání přizván soudní znalec z oboru dopravy. Toto rozhodnutí přispělo ke zvýšení kvality pořízené fotodokumentace z místa nehody. Díky většímu množství fotografií, které byly součástí spisu na přiloženém mediálním nosiči, bylo možné aplikací fotogrammetrie získat detailní a přesné podklady pro analytické řešení.



Obrázek č. 2 – Fotografie z místa dopravní nehody pořízené PČR.

Pro znaleckou analýzu dopravních nehod se osvědčuje provedení dodatečného geodetického měření prostorového uspořádání vozovky včetně podélných a příčných sklonů, poloh segmentů vodorovného značení, okolí komunikace (například poloh objektů omezujících rozhled, rozměrů příkopů). V předmětném případě byl pro měření zvolen výroční den nehody a hodina, kdy se po nehodě pořizovala fotodokumentace - kvůli rekonstrukci poloh dílčích stop dle fotografií ve vztahu k markantům stínů stromů.

Zpracováním dat z „ex-post“ geodetického zaměření byl získán přesný prostorový plán komunikace.



Obrázek č. 3 – výstup z ex-post geodetického měření na místě dopravní nehody

Následně byly hodnoty z policejní dokumentace porovnány s daty získanými totální stanicí. Ukázalo se, že chybovost policejní dokumentace byla v určitých úsecích zásadní.

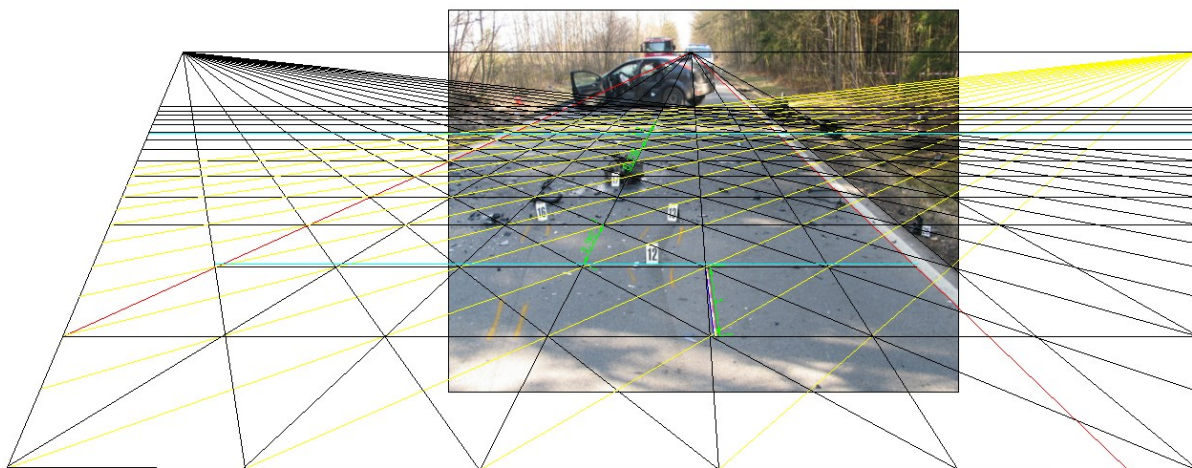
Pokud obrysy a oba zdroje mezi sebou souhlasí, lze data z totální stanice doplnit o pozice nalezených policejních stop. Pokud data nesouhlasí, nebo vykazují značné odchylky, je velmi složité je započítávat a vzniká otázka, zda lze takto zaznamenané stopy brát jako relevantní. Až sedm případů z deseti vykazuje odchylku od reálu 30 cm (na počátečních stopách) i mnohem více. Zde se naskytá uplatnění metody pozemní fotogrammetrie a to jak vícenímkové tak jednosnímkové.

FOTOGRAMMETRICKÉ ŘEŠENÍ PŘÍPADU

Pro základní kontrolu vzdáleností naměřených Policií ČR byla využita jednoduchá a nenáročná metoda jednosnímkové fotogrametrie. Jako měřičská fotografie byla vybrána fotografie viz obr.3 a to jednak z důvodu zobrazení předpokládaného místa střetu a dále díky náhodnému umístění měřičské tyče, která posloužila jako výchozí parametr pro určení perspektivního zkreslení fotografie.



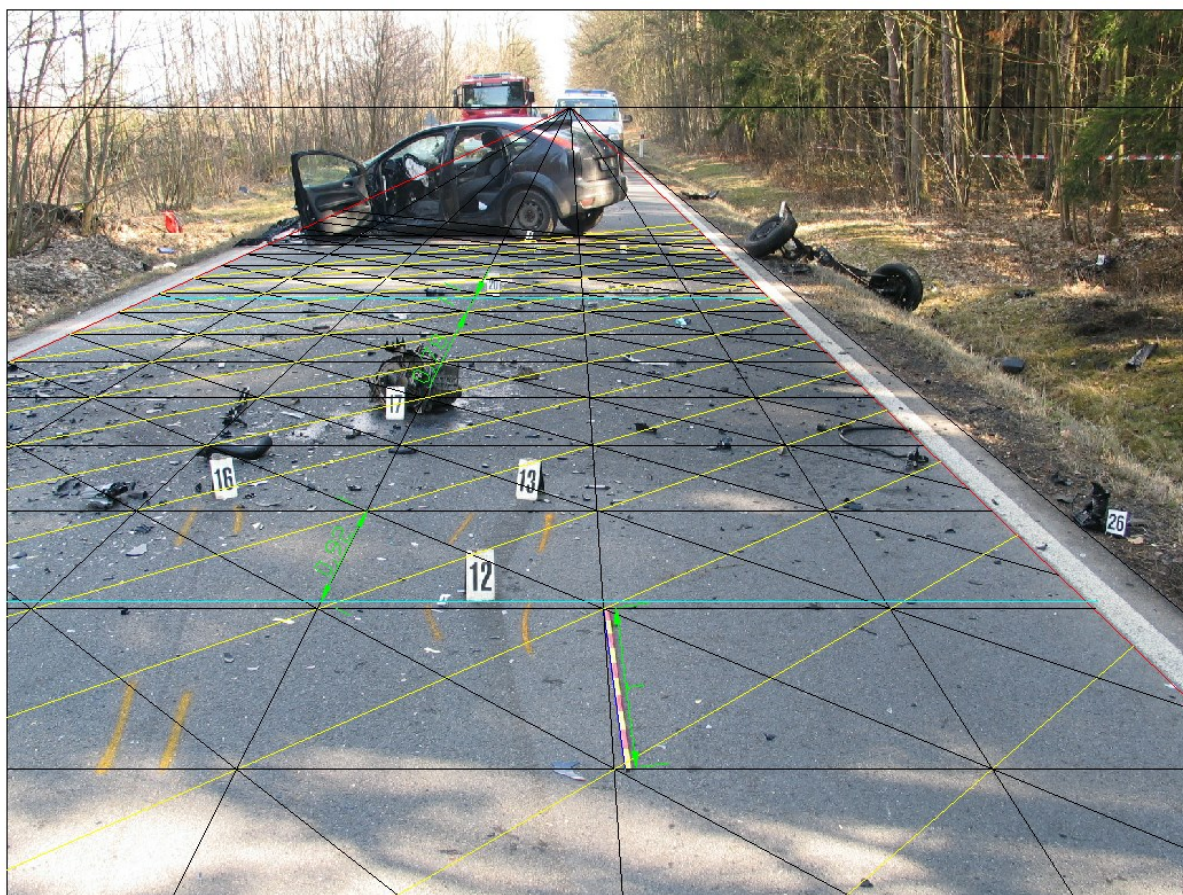
Obrázek č. 4 – použitá měřičská fotografie pro jednosnímkovou fotogrammetrii



Obrázek č. 5 – grafické řešení výpočtu jednosnímkovou fotogrammetrií – síť byla nakreslena v Autodesk AutoCad

Příprava pro řešení jednosnímkovou fotogrammetrií spočívá pouze v importu snímku do grafického prostředí libovolného programu, nebo pokud chceme snímek vyhodnocovat ručně, spočívá příprava ve vytištění ve známém měřítku. Dále se rozkreslí síť, určí se dvě ohniska a zvětší či zmenší se celý projekt dle základních a známých vzdáleností. Na vzniklé síti je možné neomezeně měřit, ale je nutné říci, že lze měřit pouze stopy ležící na vozovce, tedy jedná se o měření ve 2D. Pokud by na snímku bylo možné odečtení „zetového“ zkreslení, bylo by možné měřit i ve 3D. V tomto případě však všechny potřebné informace byly získány z 2D měření.

Bylo zjištěno, že policejní plánec je nepřesný a navíc v něm nebyly obsaženy všechny stopy potřebné k analýze. Byl požadavek zjistit a zakreslit místa stop viditelných na vozovce (žluté čáry), dále pak co nejpřesněji zakreslit jízdní stopy obou automobilů. K tomuto požadavku byla použita metoda digitální vícesnímkové fotogrammetrie popsána níže.



Obrázek č. 6 – konečné, upravené grafické řešení výpočtu jednosnímkovou fotogrammetrií

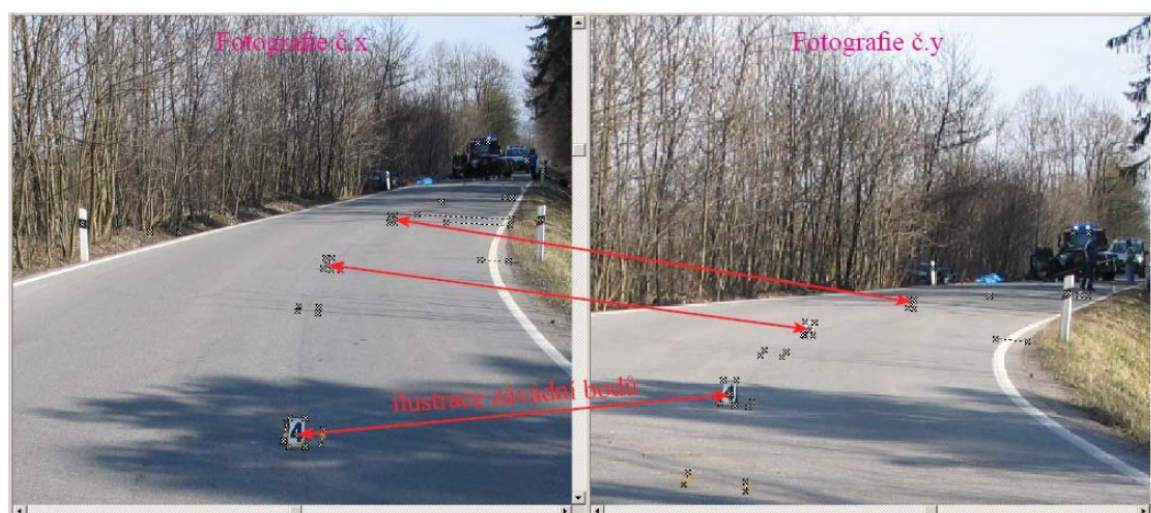
Pro následné a přesnější fotogrammetrické zpracování byl využit program pracující na základě digitální vícesnímkové fotogrammetrie. Do programu byly načteny snímky ve formátu JPEG z datového CD ve spise. Pracuje se tedy s naturálními daty, které Policie ČR zaznamenala.

Než se začne pracovat s těmito daty, je nutné oproti jednosnímkové fotogrammetrii, zadat informace o fotoaparátu a objektivu, kterým byly fotografie získávány. Tyto informace obsahuje každá digitální fotografie v takzvané EXIF části. Je zde mimo jiné také uvedeno, zda fotografie nebyla pozměněna a zda je tedy originální. Informace z EXIF části se zadají do fotogrammetrického programu. Pokud při fotografování byl použit manuální zoom objektivu, program uživatele upozorní, že daná fotografie nemá stejné parametry, a požaduje doplnění informací o tomto nastavení.

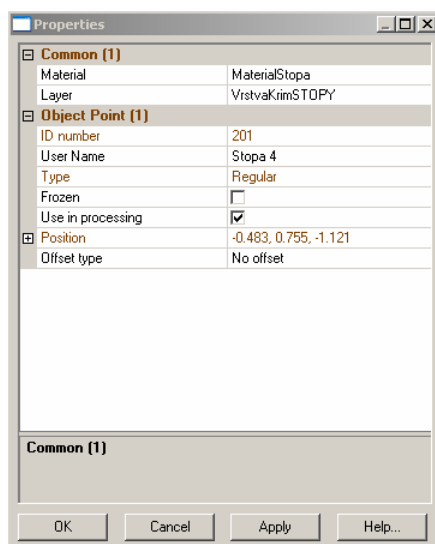
File source	Digital camera	ISO	Auto
Camera Make	Canon	Exposure time	1/400 s
Model	Canon PowerShot G5	Aperture	4.0
Firmware	Firmware Version 1.00	Focal length	8.00 mm
Compression	JFIF Compression	Focal length (EQ35mm)	39 mm
Compression quality	Fine	Lens's focal length	7.19 - 28.81 mm
Color representation	YCbCR	Max. aperture	2.20
DPI	180.00	Digital zoom ratio	1.00
Focal X resolution	5653.71	Exposure bias	0
Focal Y resolution	5660.38	Metering mode	Pattern
Focal resolution unit	Inches	Exposure mode	Auto exposure
Exif version	2.20	White balance	Automatic
Flashpix version	1.00	Orientation	Normal
Image Unique ID	2626219	Sharpness	Normal
Color profile	sRGB	Contrast	Normal
Digital signature	No	Saturation	Normal
		Scene capture type	Standard

Obrázek č. 7 – částečný výpis z EXIF části uložené v každé fotografii

Po nahrání fotografií a zadání fotoaparátu se v programu manuálně vytvoří dvojice snímků, na kterých se postupně zadávají body, jejichž pozice je nutné zjistit. Platí fotogrammetrické pravidlo: bod musí být označen minimálně na třech fotografiích, avšak je-li zaznamenán vícekrát, stává se později spočítaná pozice přesnější. Každý takto zaznamenaný bod dostává své individuální číslo. Je možné bodu přiřadit popisek a barvu, jak je znázorněno níže.



Obrázek č. 8 – práce s fotografiemi a ilustrace zadávání bodů



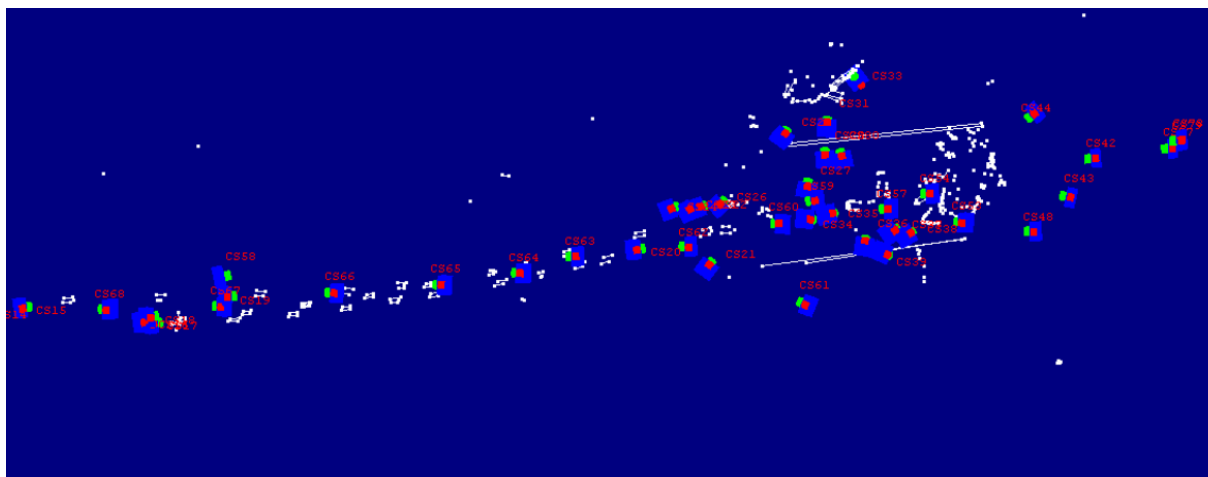
Obrázek č. 9 – vlastnosti bodu - každý zadaný bod má své vlastnosti, lze vytvářet skupiny bodů a do této skupiny (layer) je řadit – práce s tzv. vrstvami, bodům lze přiřazovat barevnost (material) k jejich rozlišení.

Takto se postupuje jednotlivými dvojicemi snímků a zadávají se postupně body, které jsou relevantní. Při práci s více body na snímku je možné označit skupinu bodů a automat je poté postupně označuje a žádá obsluhu o jejich zadání na druhém snímku. Výhodou je pak úplné zadání bodů a rychlejší práce při zadávání. Pokud bod není na snímku nebo jej nelze přesně zadat (leží v překryvu objektů, tedy není vidět) uživatel označí tento fakt a program automaticky přeskočí na další zájmový bod.

Po zadání několika bodů uživatel může spustit početní proces, kdy na konci dostává již jednotlivé body umístěné ve virtuálním prostoru, vše v jednom souřadném systému. Navíc výstupem je tabulka s chybivostí bodů a s celkovou odchylkou bodu.



Obrázek č. 10 – vlevo pohled na fotografii s množstvím zaznamenaných bodů, vpravo pohled na všechny body v prostoru – shodný pohled kamery

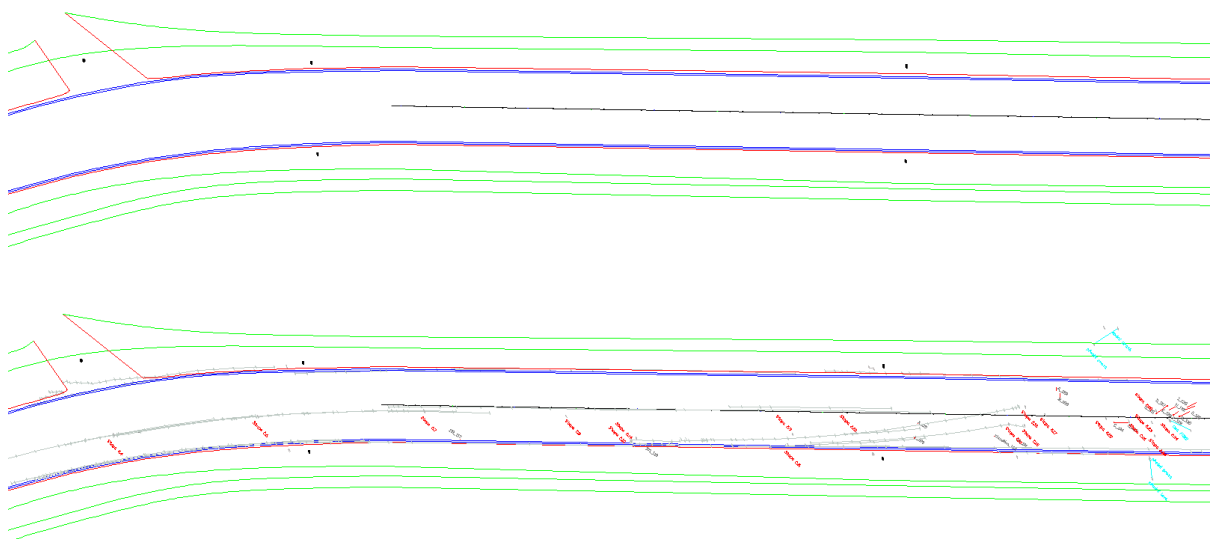


Obrázek č. 11 – pohled na prostorový model se zaměřenými body (bílé) včetně zobrazení vypočítaných pozic stanovišť, odkud policista fotografoval snímek s daným číslem

Fotogrammetricky bylo zaznamenáno celkem 498 bodů na celkem 59 fotografiích. Každý bod byl označen minimálně na třech fotografiích. Celkové fotogrammetrické zpracování trvalo 10 hodin.

Na obrázku č.10 je pohled na zaznamenané body spolu se stanovišti, odkud bylo fotografováno dané místo. Je tedy možné takto určit postup policisty na místě činu. Další výhodou informace o místě, odkud bylo fotografováno, je možnost ztotožnit místo a změny na něm dlouho po té, co byly pořízeny původní fotografie. Jelikož známe toto místo včetně souřadnice v ose „z“ v známém souřadném systému, umíme jej zaměřit geodeticky, nastavit stativ do správné výšky, včetně známých úhlů záběru a za použití parametricky stejného objektivu vyfotografovat toto místo znovu. Jednoduchou komparací snímků před a po je možné určit, jaké změny se na místě staly a částečně rekonstruovat toto místo. Toto přesně ztotožnění však prozatím zůstává nevyužíváno, avšak vzhledem k možnostem fotogrammetrie tato možnost existuje. Získaný prostorový model byl vyexportován výpisem bodů a importován do znaleckých softwarů, kde se provádějí dynamické výpočty potřebné pro analýzu dopravní nehody. Data byla komparována s daty získanými geodetickým zaměřením a nakonec bylo vše spojeno do jednoho zdrojového souboru. Registrace dat proběhla s minimální odchylkou. Propojením dat byl získán kvalitní a objektivní podklad.

Následným měřením byla zjištěna objektivní informace, s kterou nepočítal předchozí znalec. Vzdálenost jízdních stop se zmenšovala k místu střetu, což byl jeden ze zásadních kroků v analýze dopravní nehody. Tento fakt svědčil o rotaci automobilu.



Obrázek č. 12 – Horní situace vzniklá ex-post geodetickým měřením; Spodní situace - pohled na prostorový model, který vznikl spojením dat z geodetického zaměření dat a fotogrammetrického zpracování

ZÁVĚR

Vstupní údaje, které jsou potřebné pro analýzu dopravní nehody a které byly fotogrammetricky zjištěny, pomohly svým dílem vyřešit problematický případ. Publikovaná metoda není novinkou, v posledních letech zaznamenala digitální přepracování a zjednodušení. Obecně je v praxi velmi málo známá a tudíž prakticky nevyužívána.

Zápory metody jsou vyšší nároky na obsluhu, počáteční finanční náklady a potřeba většího počtu kvalitních fotografií v pořízené fotodokumentaci³⁴

Klady metody jsou rychlost, přesnost, objektivita, možnost pracovat téměř neomezeně na fotografiích a získávat neomezené množství prostorových dat. Nespornou výhodou oproti původnímu fotogrammetrickému analytickému zpracování je počítačové, uživatelsky příjemné zpracování metody. Možnost „vrátit se virtuálně“ na místo dopravní nehody a provést jakékoliv doměření je neocenitelné při práci policie či znalce z oboru dopravy. Jen tak může zpracovatel zaručit objektivitu a postavit své argumenty na dobrých podkladech.

LITERATURA

[1] MENŠÍK, M.: *Geometrické základy fotogrammetrie*. Státní pedagogické nakladatelství, 1966 Praha.

³⁴ Pozn. Minimum fotografií jsou tři, ale tento počet má výrazný vliv na přesnost výsledku. Dobré fotografie znamenají nezašedlé, nepoškozené, nepřeexponované atd.