

Pavol Kohút

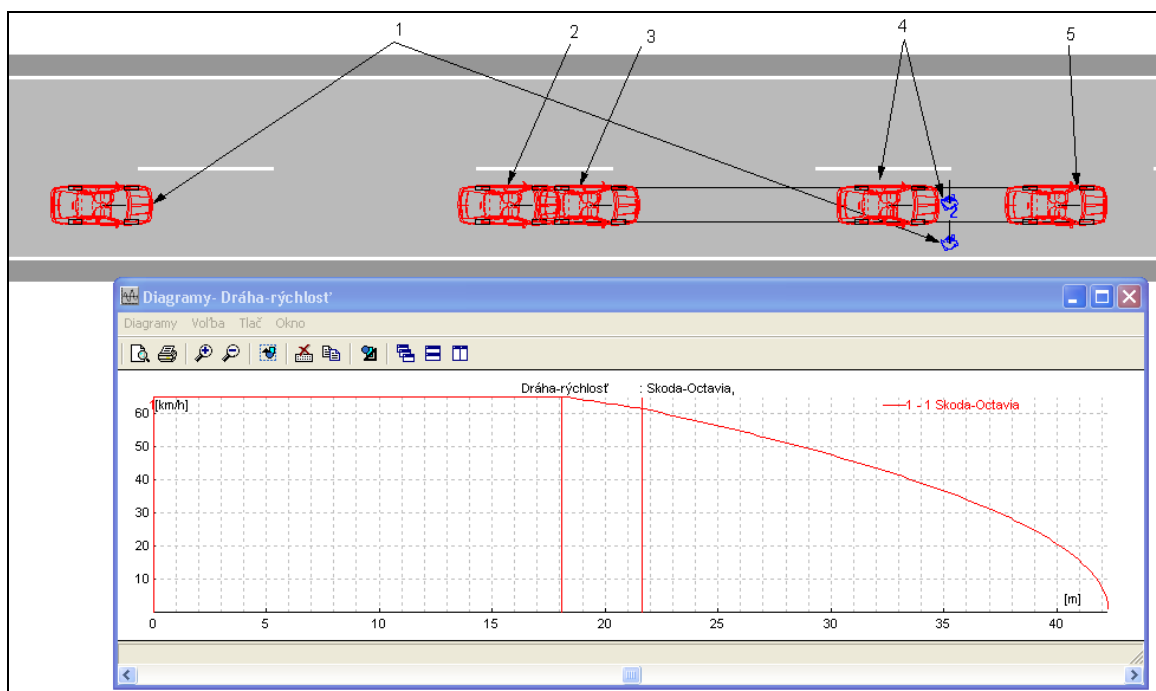
Problematika výpočtu prekážky náhlej

Pri analýze dopravných nehôd sa stretávame s prípadmi, kedy v rámci technicky prijateľného rozpätia vstupných údajov nie je možné jednoznačne vyhodnotiť, či došlo k vzniku prekážky náhlej, alebo nie. Ukážka takejto dopravnej nehody je uvedená ako príklad č. 1.

Príklad č. 1:

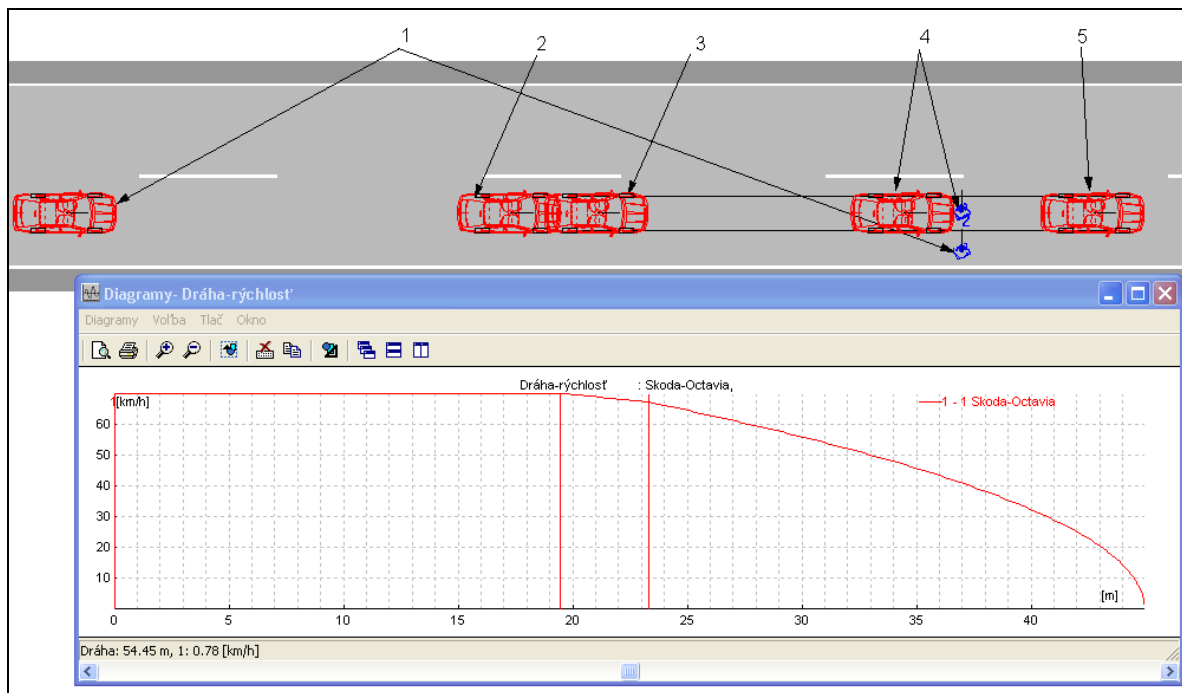
Charakteristika dopravnej nehody: k dopravnej nehode došlo za podmienok nezníženej viditeľnosti, v úseku obce, mimo priechodu pre chodcov, z analýzy nehodového deja vyplynulo, že vodič sa pohyboval rýchlosťou v rozpätí 65 až 70 km/h prevyšujúcou rýchlosť pre daný úsek maximálne povolenú (60 km/h), pričom na kolíznu situáciu reagoval včas.

Celková dopravná situácia ako i vzájomná poloha vozidla a chodca v jednotlivých etapách nehodového deja (za predpokladu, že vozidlo sa pohybovalo na spodnej technicky prijateľnej hranici rýchlosti, teda 65 km/h) je znázornená na nasledovnom obrázku.



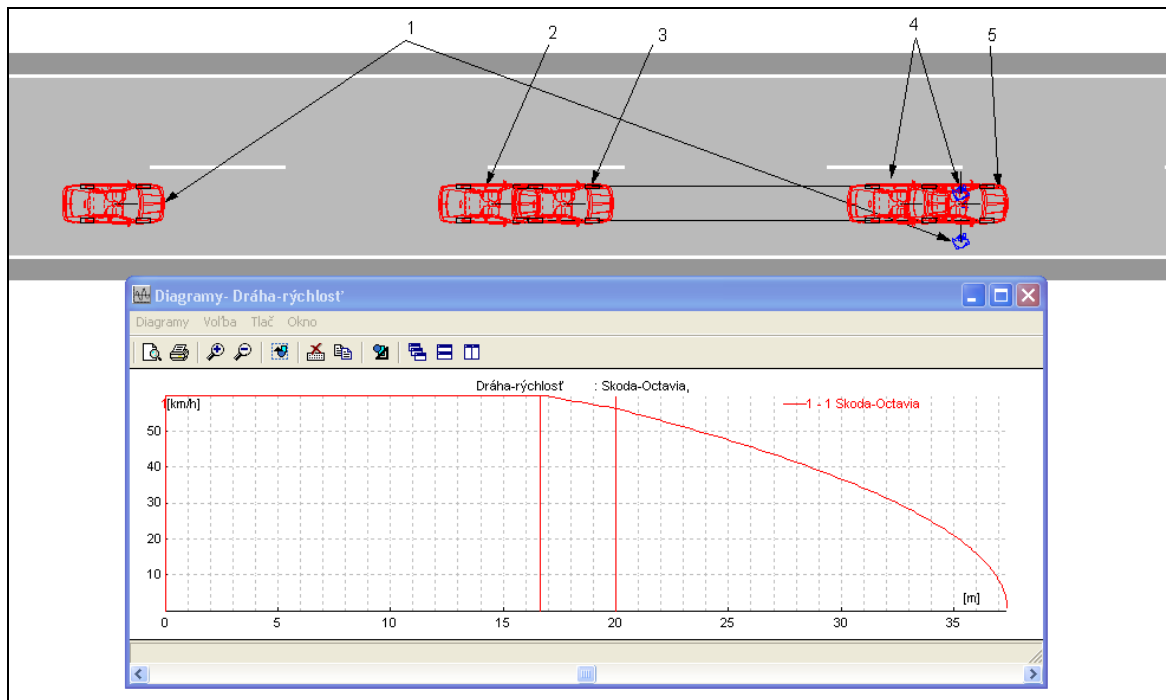
Obr. 1.1 Priebeh nehodového deja (pozícia 1 – vzájomná poloha vozidla a chodca v okamihu počiatku reakcie vodiča, pozícia 2 - poloha vozidla v okamihu počiatku nábehu brzdného účinku vozidla, pozícia 3 - poloha vozidla v okamihu počiatku plného brzdného účinku vozidla, pozícia 4 - vzájomná poloha vozidla a chodca v okamihu zrážky, pozícia 5 - poloha vozidla v okamihu zastavenia).

Celková dopravná situácia ako i vzájomná poloha vozidla a chodca v jednotlivých etapách nehodového deja (za predpokladu, že vozidlo sa pohybovalo na hornej technicky prijateľnej hranici rýchlosti, teda 70 km/h) je znázornená na nasledovnom obrázku.



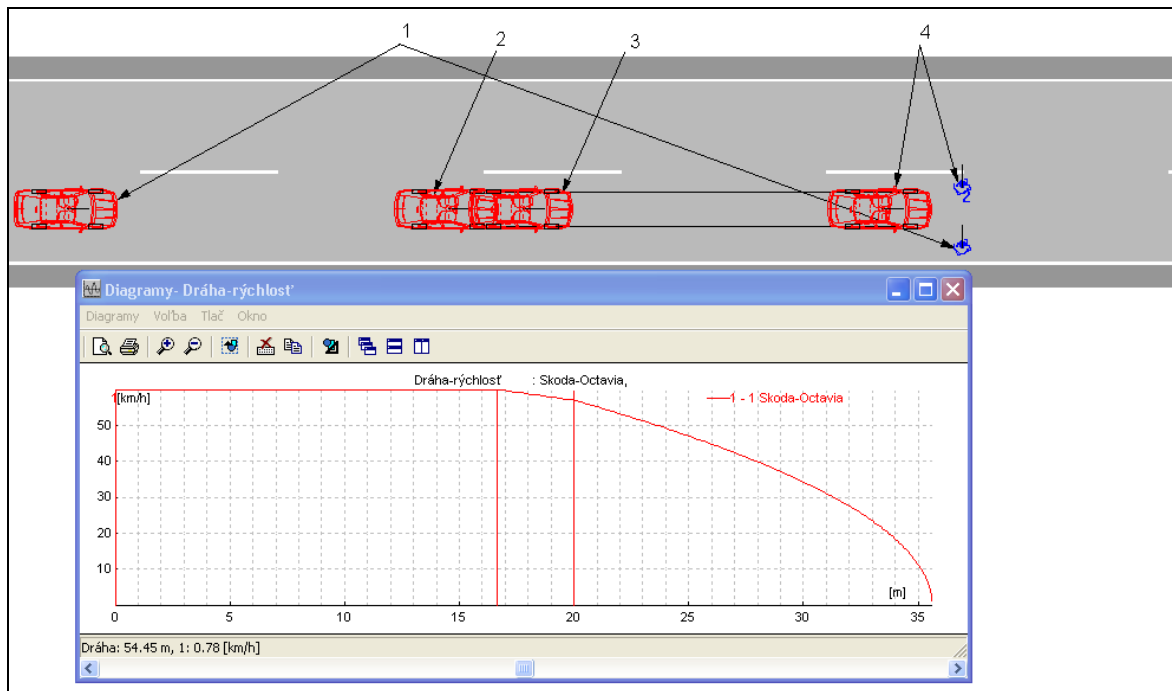
Obr. 1.2 Priebeh nehodového deja (pozícia 1 – vzájomná poloha vozidla a chodca v okamihu počiatku reakcie vodiča, pozícia 2 - poloha vozidla v okamihu počiatku nábehu brzdného účinku vozidla, pozícia 3 - poloha vozidla v okamihu počiatku plného brzdného účinku vozidla, pozícia 4 - vzájomná poloha vozidla a chodca v okamihu zrážky, pozícia 5 - poloha vozidla v okamihu zastavenia).

Ako prvé vykonáme vyhodnotenie prekážky náhle pre spodnú technicky prijateľnú hranicu rýchlosti (65 km/h). V prípade, že by sa vodič vozidla pohyboval (v okamihu, kedy rozpoznal kolíznú situáciu) práve rýchlosťou pre daný úsek maximálne povolenou, potom by došlo k nárazu vozidla do chodca rýchlosťou cca 20 km/h (viď nasledovný obrázok).



Obr. 1.3 Posúdenie priebehu nehodového deja pre prípad, že by sa vodič vozidla pohyboval (v okamihu, kedy rozpoznal kolíznú situáciu) práve rýchlosťou pre daný úsek maximálne povolenou (pozícia 1 – vzájomná poloha vozidla a chodca v okamihu počiatku reakcie vodiča, pozícia 2 - poloha vozidla v okamihu počiatku nábehu brzdného účinku vozidla, pozícia 3 - poloha vozidla v okamihu počiatku plného brzdného účinku vozidla, pozícia 4 - vzájomná poloha vozidla a chodca v okamihu nárazu vozidla do chodca, pozícia 5 - poloha vozidla v okamihu zastavenia).

Ďalej je potrebné vykonať vyhodnotenie prekážky náhlejšie pre hornú technicky prijateľnú hranicu rýchlosti (70 km/h). V prípade, že by sa vodič vozidla pohyboval (v okamihu, kedy rozpoznal kolíznú situáciu) práve rýchlosťou pre daný úsek maximálne povolenou, potom by došlo k zastaveniu vozidla cca 1 m pred miestom zrážky (viď nasledovný obrázok).



Obr. 1.4 Zabránenie dopravnej nehody (pozícia 1 – vzájomná poloha vozidla a chodca v okamihu počiatku reakcie vodiča, pozícia 2 - poloha vozidla v okamihu počiatku nábehu brzdného účinku vozidla, pozícia 3 - poloha vozidla v okamihu počiatku plného brzdného účinku vozidla, pozícia 4 - vzájomná poloha vozidla a chodca v okamihu zastavenia vozidla - za horeuvedených podmienok).

Charakteristické znaky nehody (pre príklad č. 1):

- viditeľnosti neznížená,
- dopravná nehoda v úseku obce, mimo priechodu pre chodcov,
- vodič reagoval včas,
- vodič sa pohyboval rýchlosťou (v rozpätí 65 až 70 km/h) vyššou ako bola rýchlosť pre daný úsek maximálne povolená (60 km/h),
- ak sa vodič počas nehodového deja pohyboval na spodnej technicky prijateľnej hranici rýchlosti (65 km/h), potom by pri rýchlosti jazdy 60 km/h došlo k nárazu do chodca rýchlosťou cca 20 km/h,
- ak sa vodič počas nehodového deja pohyboval na hornej technicky prijateľnej hranici rýchlosti (70 km/h), potom by pri rýchlosti jazdy 60 km/h došlo k zastaveniu cca 1 m pred miestom zrážky,
- jedná sa o dopravnú nehodu typu 1.

Vyhodnotenie prekážky náhle pre príklad č. 1: V danom prípade možno konštatovať, že prekážku náhle nie je možné jednoznačne vyhodnotiť, nakoľko v rámci technicky prijateľného rozpätia vstupných hodnôt vodič pri správnej technike jazdy mohol zastaviť pred miestom

zrážky (ak sa pohyboval na hornej technicky prijateľnej hranici rýchlosti) a nemohol zastaviť pred miestom zrážky (ak sa pohyboval na spodnej technicky prijateľnej hranici rýchlosti).

Možno iba konštatovať, že ak sa vodič v okamihu, kedy rozpoznal kolíznu situáciu pohyboval na spodnej technicky prijateľnej hranici rýchlosti (65 km/h), potom mu bola vytvorená prekážka náhla. V prípade, že sa vodič v okamihu, kedy rozpoznal kolíznu situáciu pohyboval na hornej technicky prijateľnej hranici rýchlosti (70 km/h), potom mu prekážka náhla vytvorená nebola.

Pri podmienkach, aké nastali v príklade č. 1 môže byť pre zadávateľa posudku dôležité či sú pravdepodobnejšie podmienky, kedy vodičovi prekážka náhla bola vytvorená, alebo či sú pravdepodobnejšie podmienky, kedy vodičovi prekážka náhla vytvorená nebola.

Pre vyšetrenie problematiky pravdepodobnosti vzniku prekážky náhlejšej je potrebné poznať charakter rozloženia vstupných údajov výpočtu. Vstupnými údajmi výpočtu sú najmä:

- spomalenie vozidla,
- dráha brzdzenia,
- vzdialenosť miesta zrážky od konca brzdnych stôp,
- čas reakcie,
- čas nábehu brzdného účinku,
- koeficient zrážky,
- prípadný čas oneskorenej reakcie vodiča.

Všetky uvedené vstupné údaje výpočtu sú vlastne veličiny, ktoré môžu byť v určitom rozpätí a ktorých presná skutočná hodnota nie je známa. Napríklad dĺžka brzdnej stopy je síce zameraná príslušníkom polície, avšak meradlo je používaný tzv. krokomer, ktorého najmenší dielik stupnice je 0,1m. Z mnou vykonaných meraní vyplynulo, že pri meraní vzdialenosti 30 m je odchýlka krokomeru od skutočnej hodnoty vzdialenosti cca 0,3 m. Ďalšia odchýlka vyplýva z subjektívneho vplyvu meranej osoby. Každá osoba by totiž označila miesto začiatku brzdnej stopy v inom mieste. Aby sme zohľadnili charakter veličiny dĺžky brzdnej stopy javí sa vhodné použiť predpoklad, že daná veličina má charakter gaussovho rozdelenie so strednou hodnotou odpovedajúcou dĺžke brzdnej stopy zameranej príslušníkom polície a určitou smerodajnou odchýlkou.

Podobné vlastnosti majú aj ostatné menované veličiny. Napríklad čas reakcie vodiča nepoznáme a každý vodič môže dosahovať inú hodnotu reakčného času, dokonca pri opakovanom meraní by sme zistili vždy inú hodnotu reakčného času.

Každú z uvedených veličín je teda potrebné interpretovať ako náhodnú veličinu s určitým rozdelením.

Medzi veličiny, ktoré majú minimálny vplyv na výpočet pravdepodobnosti javu, či došlo k vzniku prekážky náhlejš možno zaradiť tie veličiny z ktorých vypočítavame zmenu rýchlosti vozidla počas zrážky s chodcom, teda:

- hmotnosť vozidla,
- hmotnosť chodca,
- uhol medzi vektorom rýchlosti chodca a vozidla,
- rýchlosť chodca.

Tieto veličiny preto neboli skúmané z hľadiska ich možného rozpätia aj keď je zrejmé, že i tieto veličiny majú charakter náhodných veličín.

Jedinou veličinou, ktorá je vstupnou hodnotou výpočtu prekážky náhlejš a ktorá nemá charakter náhodnej veličiny je rýchlosť pre daný úsek maximálne dovolená.

Problematiku prekážky náhlejš môžeme analyzovať (z hľadiska komplexnosti posúdenia danej problematiky) troma spôsobmi:

1. úroveň: prekážku náhlu vyhodnotíme iba pre stredné hodnoty (pre strednú hodnotu spomalenia, miesta zrážky, dĺžky brzdnej stopy a pod.)
2. úroveň: prekážku náhlu vyhodnotíme metódou minima a maxima, teda pre dva varianty vstupných hodnôt a to jednak pre také technicky prijateľné vstupné údaje ktoré vedú k podmienkam, kedy je najväčšia pravdepodobnosť vzniku prekážky náhlejš (minimálna hodnota spomalenia, minimálna hodnota dĺžky brzdnej stopy, maximálne hodnota vzdialenosti miesta zrážky a konca brzdnych stôp a pod.) a ďalej pre také technicky prijateľné vstupné údaje ktoré vedú k podmienkam, kedy je najmenšia pravdepodobnosť vzniku prekážky náhlejš (maximálna hodnota spomalenia, maximálna hodnota dĺžky brzdnej stopy, minimálne hodnota vzdialenosti miesta zrážky a konca brzdnych stôp a pod.)
3. úroveň: prekážku náhlu vyhodnotíme z pohľadu matematickej štatistiky.

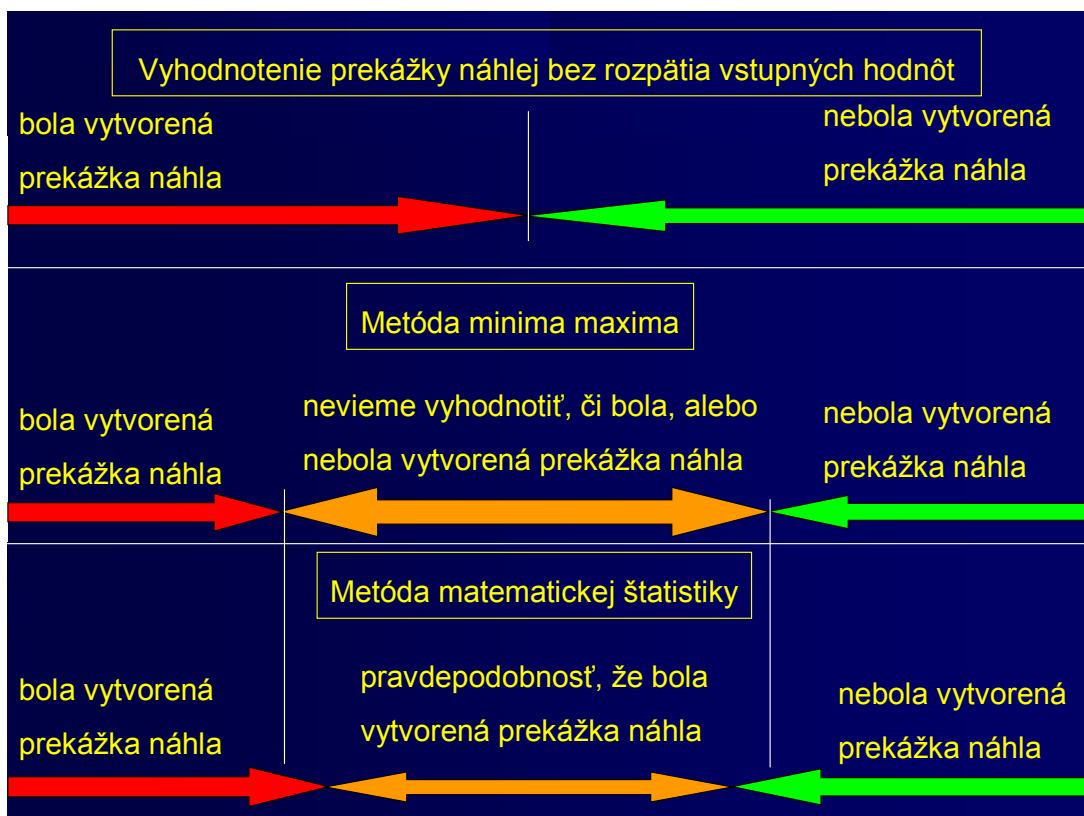
Najmenej komplexná je analýza vzniku prekážky náhlejš 1. úrovne, nakoľko pri takomto spôsobe vyhodnotenia môže dôjsť k tomu, že znalec zvolí také vstupné hodnoty, ktoré považuje za technicky prijateľné a najviac pravdepodobné ale ktoré počas nehodového deja nemuseli nastať. V takomto prípade sa môže stať, že vplyvom odchýlky znalcom

zvolených vstupných údajov a skutočných vstupných údajov dôjde k nesprávnemu konštatovaniu o vzniku prekážky náhlej.

Komplexnejšia analýza vzniku prekážky náhlej je analýza 2. úrovne, nakoľko táto pokrýva celé rozpätie technicky prijateľných vstupných údajov. Pri takomto spôsobe sa nemôže stať, aby znalec konštatoval, že prekážka náhla vznikla avšak vplyvom technicky prijateľného rozpätia vstupných údajov prekážka náhla v skutočnosti nevznikla. Táto analýza však uvažuje aj s takou kombináciou vstupných údajov, ktoré prakticky nemôžu nastať. Pri tejto analýze sa teda tzv. roztvára rozpätie pri ktorom nie je možné jednoznačne ustáliť, či k prekážke náhle došlo alebo nie. Ďalšou nevýhodou tejto metódy je, že nezodpovedáva otázku, či je pravdepodobnejšie, že prekážka náhla vznikla, alebo nie.

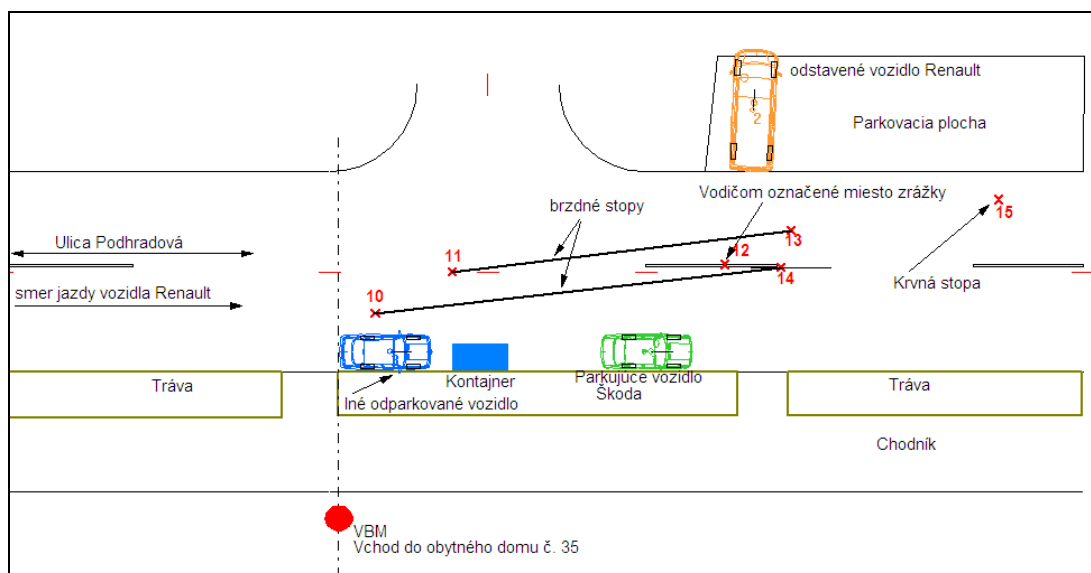
Najkomplexnejšia analýza vzniku prekážky náhlej je analýza 3. úrovne, nakoľko okrem jej výsledkom je jednak zodpovedanie otázky či došlo k vzniku prekážky náhlej, alebo nie ale tiež zodpovedanie otázky pravdepodobnosti vzniku prekážky náhlej.

Grafické znázornenie analýzy vzniku prekážky náhlej 1. 2. a 3. úrovne je uvedené na nasledovnom obrázku.



Ak budeme analyzovať jednotlivé vstupné údaje v rozpätí, teda ako náhodné veličiny, potom je potrebné pre jednotlivé vstupné údaje vygenerovať určitý počet vstupných údajov, ktoré sú vlastne náhodným výberom z danej náhodnej veličiny a ktoré vhodne charakterizuje danú veličinu.

V ďalšom bude analyzovaná problematika výpočtu prekážky náhlej pre nasledovné podmienky. Vozidlo Renault sa pohybovalo v uzavretej obci (kde bola maximálne dovolená rýchlosť jazdy 60 km/h). Z oblasti zakrytého výhľadu vybehlo maloleté dieťa, pričom došlo k zrážke v oblasti stredu vozovky. Celková dopravná situácia je zobrazená na nasledovnom obrázku.

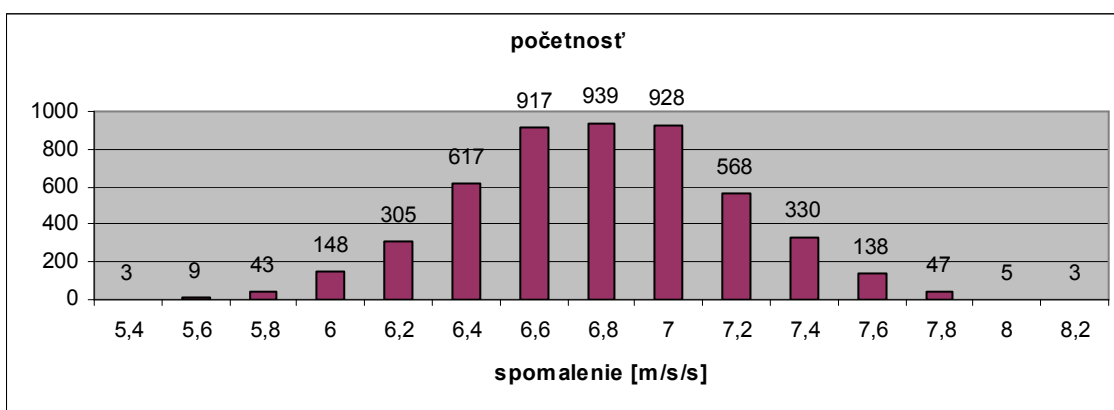


Jednotlivé vstupné veličiny výpočtu problematiky prekážky náhlej sú uvedenej v nasledovnej tabuľke.

vstupné veličiny	hodnoty	jednotky	typ rozdelenia
hmotnosť vozidla	2045	kg	
hmotnosť chodca	15	kg	
uhol pohybu chodca alfa	95	°	
rýchlosť chodca	5	km/h	
rýchlosť dovolená	60	km/h	
koeficient zrážky (stredná hodnota)	1	-	gauss

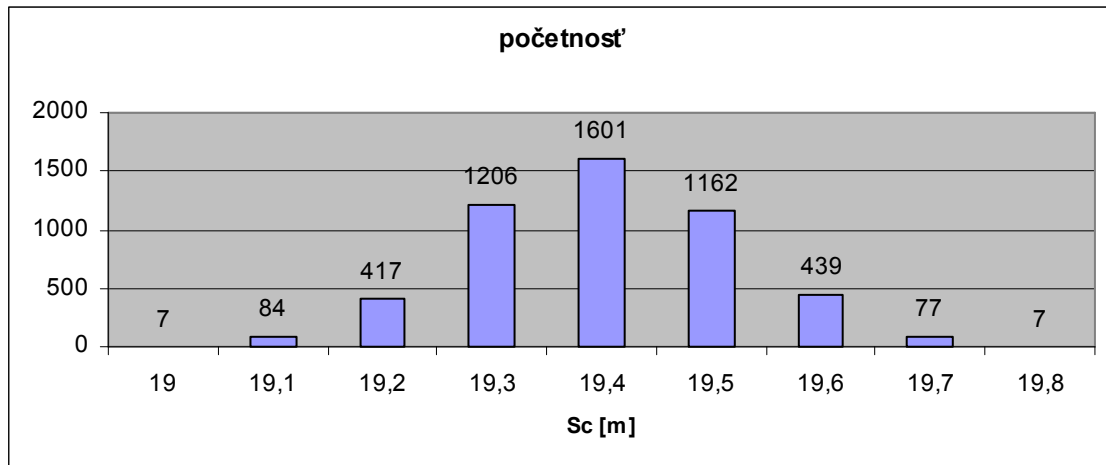
koeficient zrážky interval (\pm)	0	-	
čas nábehu (stredná hodnota)	0,2	s	gauss
čas nábehu interval (\pm)	0,05	s	
čas reakcie vodiča (stredná hodnota)	1	s	gauss
čas reakcie vodiča interval (\pm)	0,2	s	
čas oneskorenej reakcie vodiča (stredná hodnota)	0	s	gauss
čas oneskorenej reakcie vodiča interval (\pm)	0	s	
dráha S_1 (od MZ po zastavenie) stredn. hodn.	4,2	m	gauss
dráha S_1 (od MZ po zastavenie) interval (\pm)	0,7	m	
dráha brzdenia vozidla S_c (stredná hodnota)	19,4	m	gauss
interval dráhy brzdenia vozidla (\pm)	0,3	m	
spomalenie vozidla (stredná hodnota)	6,8	m/s^2	gauss
spomalenie vozidla interval (\pm)	1	m/s^2	

Ak predpokladáme, že veličina spomalenie má charakter gaussovho rozdelenia so strednou hodnotou $6,8 \text{ m/s}^2$ a takým rozložením jednotlivých hodnôt, že s tzv. technickou istotou (teda s pravdepodobnosťou 98,76 %) ležia všetky hodnoty v intervale $5,8$ až $7,8 \text{ m/s}^2$ dostávame pri vygenerovaných 5 000 údajov nasledovné rozdelenie početnosti – viď nasledovný graf.



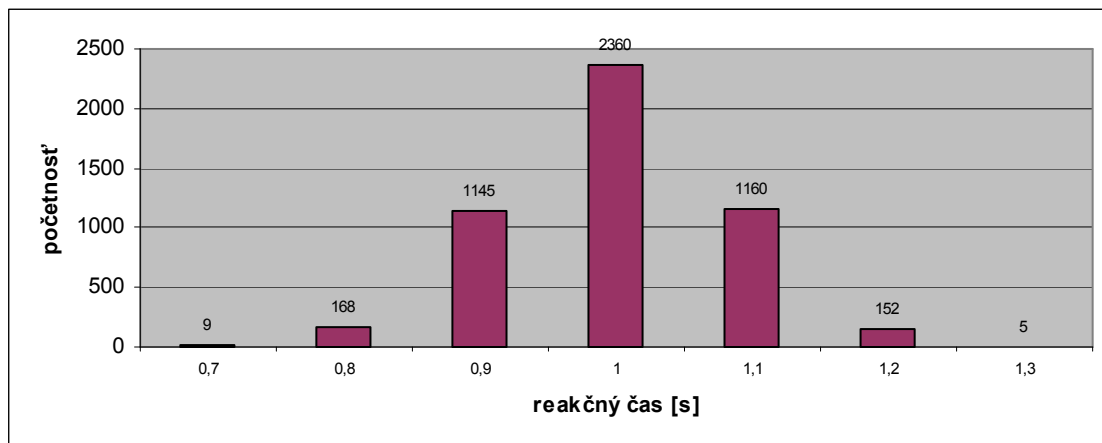
Graf č. 1 Rozdelenie početnosti veličiny spomalenie (jedná sa o gaussovo rozdelenie so strednou hodnotou $6,8 \text{ m/s}^2$ a smerodajnou odchýlkou $0,4 \text{ m/s}^2$, pri takomto rozdelení je 98,76% všetkých údajov v intervale $5,8$ až $7,8 \text{ m/s}^2$). Jedná sa o vstupnú veličinu pre výpočet pravdepodobnosti, že došlo k vzniku prekážky náhlejš.

Predpokladajme ďalej, že veličina celková dráha brzdění vozidla má charakter gaussovho rozdelenia so strednou hodnotou 19,4 m a takým rozložením jednotlivých hodnôt, že s tzv. technickou istotou (teda s pravdepodobnosťou 98,76 %) ležia všetky hodnoty v intervale 19,1 až 19,7 m dostávame pri vygenerovaných 5 000 údajov nasledovné rozdelenie početnosti – vid' nasledovný graf.



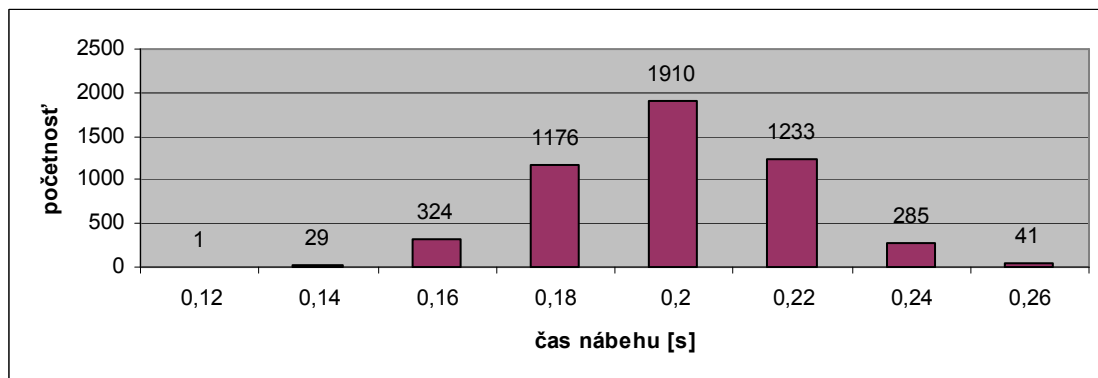
Graf č. 2 Rozdelenie početnosti veličiny celková dráha brzdění vozidla (jedná sa o gaussovo rozdelenie so strednou hodnotou 19,4 m a smerodajnou odchýlkou 0,12 m, pri takomto rozdelení je 98,76% všetkých údajov v intervale 19,1 až 19,7 m). Jedná sa o vstupnú veličinu pre výpočet pravdepodobnosti, že došlo k vzniku prekážky náhlejš.

Predpokladajme ďalej, že veličina reakčný čas má charakter gaussovho rozdelenia so strednou hodnotou 1,0 m a takým rozložením jednotlivých hodnôt, že s tzv. technickou istotou (teda s pravdepodobnosťou 98,76 %) ležia všetky hodnoty v intervale 0,8 až 1,2 m dostávame pri vygenerovaných 5 000 údajov nasledovné rozdelenie početnosti – vid' nasledovný graf.



Graf č. 3 Rozdelenie početnosti veličiny reakčný čas (jedná sa o gaussovo rozdelenie so strednou hodnotou 1,0 s a smerodajnou odchýlkou 0,08 s, pri takomto rozdelení je 98,76% všetkých údajov v intervale 0,8 až 1,2 s). Jedná sa o vstupnú veličinu pre výpočet pravdepodobnosti, že došlo k vzniku prekážky náhlejš.

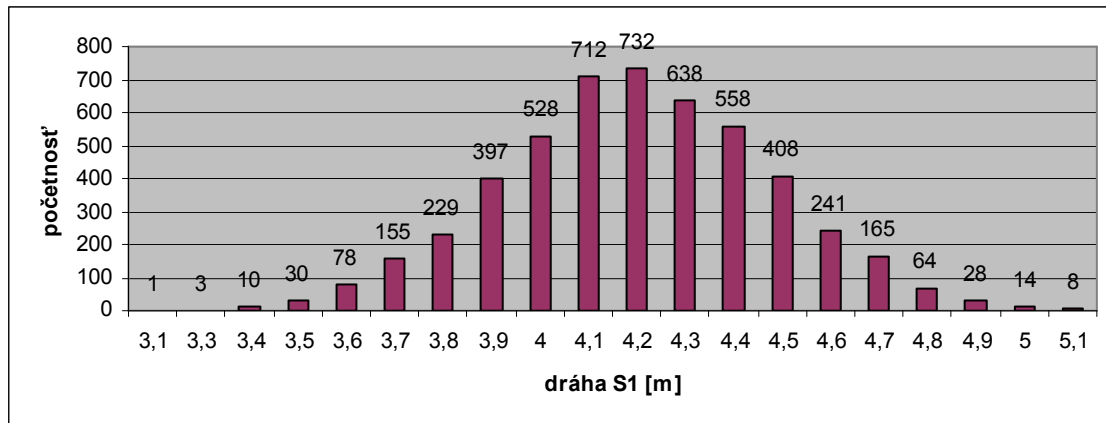
Predpokladajme ďalej, že veličina čas nábehu brzdneho účinku má charakter gaussovho rozdelenia so strednou hodnotou 0,2 s a takým rozložením jednotlivých hodnôt, že s tzv. technickou istotou (teda s pravdepodobnosťou 98,76 %) ležia všetky hodnoty v intervale 0,15 až 0,25 s dostávame pri vygenerovaných 5 000 údajov nasledovné rozdelenie početnosti – viď nasledovný graf.



Graf č. 4 Rozdelenie početnosti veličiny čas nábehu brzdneho účinku (jedná sa o gaussovo rozdelenie so strednou hodnotou 0,2 s a smerodajnou odchýlkou 0,02 s, pri takomto rozdelení je 98,76% všetkých údajov v intervale 0,15 až 0,25 s). Jedná sa o vstupnú veličinu pre výpočet pravdepodobnosti, že došlo k vzniku prekážky náhlejš.

Predpokladajme ďalej, že veličina dráha brzdienia vozidla po zrážke má charakter gaussovho rozdelenia so strednou hodnotou 4,2 m a takým rozložením jednotlivých hodnôt,

že s tzv. technickou istotou (teda s pravdepodobnosťou 98,76 %) ležia všetky hodnoty v intervale 3,5 až 4,9 m dostávame pri vygenerovaných 5 000 údajov nasledovné rozdelenie počtosti – vid' nasledovný graf.

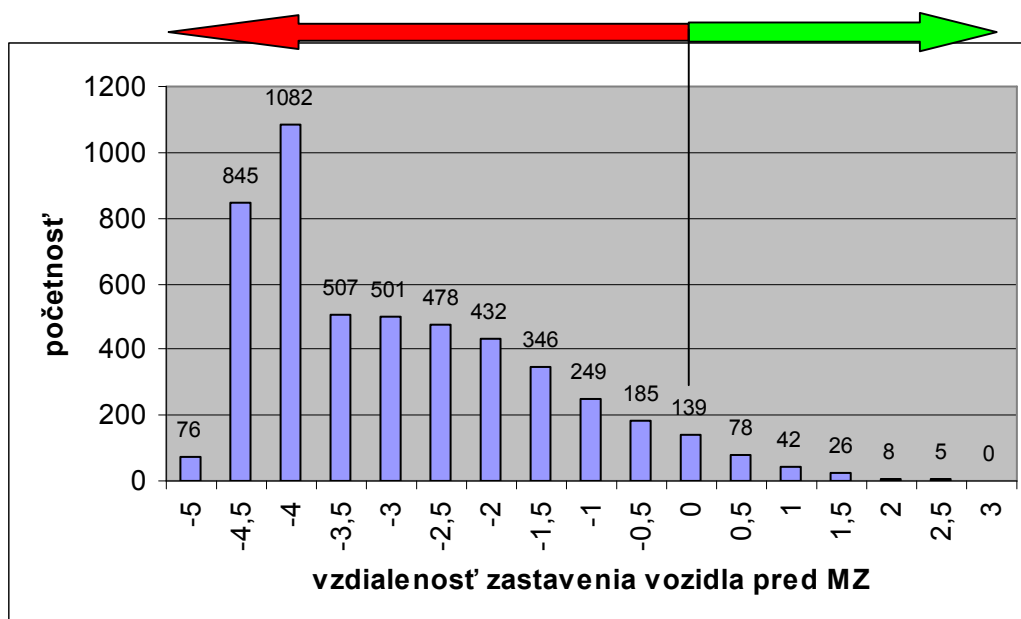


Graf č. 4 Rozdelenie počtosti veličiny dráha brzdenia vozidla po zrážke (jedná sa o gaussovo rozdelenie so strednou hodnotou 4,2 m a smerodajnou odchýlkou 0,28 m, pri takomto rozdelení je 98,76% všetkých údajov v intervale 3,5 až 4,9 m). Jedná sa o vstupnú veličinu pre výpočet pravdepodobnosti, že došlo k vzniku prekážky náhlejš.

Pri analýze nehodového deja bolo zistené, že vodič reagoval včas a preto uvažujeme, že veličina čas oneskorenej reakcie má hodnotu 0 s. Vzhľadom k typu danej zrážky (trambusový typ karosérie) má veličina koeficient zrážky hodnotu veľmi blízku 1,0.

Z uvedenými vstupnými hodnotami vykonáme nasledovný postup. Postupne vyberieme jednu hodnotu z 5 000 hodnôt spomalenia vozidla (a_1), ďalej jednu hodnotu z 5 000 hodnôt celkovej dráhy brzdenia vozidla (S_{C1}), ďalej jednu hodnotu z 5 000 hodnôt dráhy brzdenia vozidla po zrážke (S_{11}), ďalej jednu hodnotu z 5 000 hodnôt času reakcie vodiča (t_{R1}) a jednu hodnotu z 5 000 hodnôt času nábehu brzdného účinku vozidla (t_{N1}). Vypočítame vzdialenosť vozidla v konečnej polohe od miesta zrážky za predpokladu, že vodič by sa pohyboval správnou technikou jazdy (teda ak by neprekročil rýchlosť jazdy pre daný úsek maximálne dovolenú). Kladným znamienkom označíme prípad, ak by vodič pri správnej technike jazdy, zastavil pred miestom zrážky a záporným znamienkom označíme prípad, ak by vodič pri správnej technike jazdy, nezastavil pred miestom zrážky.

Ak uvedený postup vykonáme so všetkými 5 000 údajmi dostávame náhodnú veličinu vzdialenosti vozidla od miesta zrážky pri správnej technike jazdy vodiča. Na nasledovnom grafe je táto veličina uvedená.



Graf č. 5 Rozdelenie početnosti veličiny vzdialenosti vozidla od miesta zrážky pri správnej technike jazdy vodiča. Jedná sa o vstupnú veličinu pre výpočet pravdepodobnosti, že došlo k vzniku prekážky náhlejšej.

Na vodorovnej osi (grafu č. 5) je uvedená vzdialenosť od miesta zrážky po miesto zastavenia vozidla v prípade, ak by sa vodič pohyboval správnou technikou jazdy, teda rýchlosťou do 60 km/h. Kladné údaje na vodorovnej osi reprezentujú skutočnosť, že vozidlo by zastavilo pred miestom zrážky. Záporné údaje na vodorovnej osi reprezentujú skutočnosť, že vozidlo by zastavilo za miestom zrážky. Na zvislej osi je uvedená početnosť, teda počet výskytov javu, kedy by vozidlo zastavilo v danej vzdialenosti pred miestom zrážky. Červenou šípkou je označená oblasť, kedy z 5 000 technicky prijateľných vstupných údajov došlo k vzniku prekážky náhlejšej a zelenou šípkou je označená oblasť, kedy z 5 000 technicky prijateľných vstupných údajov nedošlo k vzniku prekážky náhlejšej.

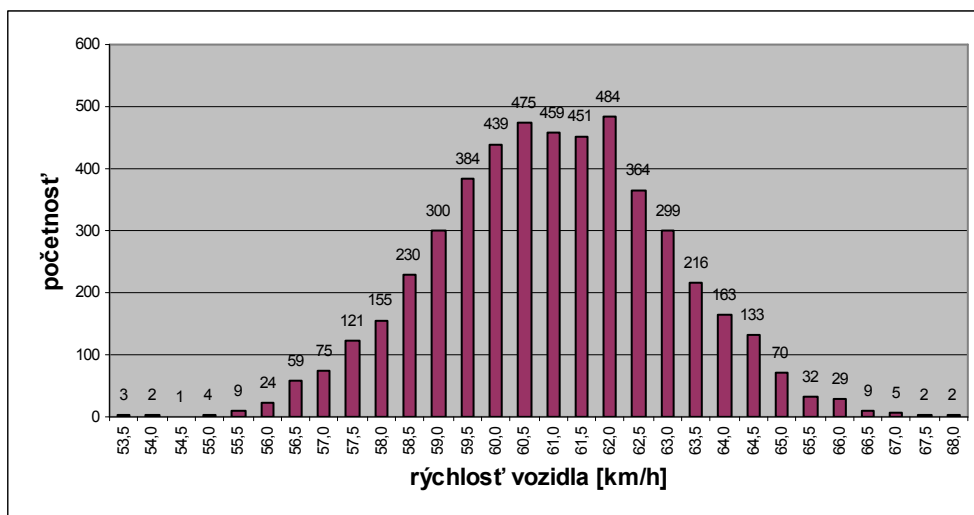
Uvedené rozdelenie početnosti nám umožňuje vypočítať pravdepodobnosť, že v danom prípade došlo k vzniku prekážky náhlejšej. V predmetnom prípade s pravdepodobnosťou 95,7% došlo k vzniku prekážky náhlejšej. Z tejto analýzy vyplýva, že 95,7 % technicky prijateľných vstupných údajov vedie k javu, že chodkyňa vozidlu vytvorila prekážku náhlejšej a 4,3 % technicky prijateľných vstupných údajov vedie k javu, že chodkyňa vozidlu nevytvorila prekážku náhlejšej.

Vypočítanú hodnotu percenta pravdepodobnosti vzniku prekážky náhlej je možné previesť do slovného vyjadrenia nasledovne:

0 %:	nemožnosť, aby dej nastal,
do 1,24 %:	s tzv. technickou istotou dej nenastal,
1,24 – 15%:	veľmi vysoká pravdepodobnosť, že dej nenastal,
15 - 30 %:	vysoká pravdepodobnosť, že dej nenastal,
30 - 40 %:	prevažujúca pravdepodobnosť, že dej nenastal,
40 - 60 %:	podobná pravdepodobnosť javu, že dej nastal, oproti javu, že dej nenastal,
60 - 70 %:	prevažujúca pravdepodobnosť, že dej nastal,
70 - 85 %:	veľká (vysoká) pravdepodobnosť, že dej nastal,
85 – 98,76 %:	veľmi vysoká pravdepodobnosť, že dej nastal,
98,76 % a viac:	s tzv. technickou istotou dej nastal,
100 %:	istota, že dej nastal.

V prípade, že jednotlivé vstupné veličiny majú gaussov charakter rozdelenia a do výpočtu zadávame rozpätie príslušných veličín tak, aby 98,76 % vstupných údajov ležalo v intervale, ktorý považujeme za technicky prijateľný interval danej veličiny, potom vstupné údaje obsahujú 1,24 % údajov, ktoré považujeme za technicky neprijateľné. Je to dôsledkom toho, že hustota pravdepodobnosti gaussovho rozdelenia je definovaná v intervale $(-\infty; \infty)$. Výstupná veličina teda tiež obsahuje určité percento údajov, ktoré sú vlastne technicky neprijateľné. Od pravdepodobnosti 98,76 % a viac teda možno hovoriť ako o tzv. technickej istote, že dej nastal.

Z vykonanej analýzy je možné ďalej vypočítať rozdelenie početnosti veličiny rýchlosť vozidla na začiatku nehodového deja. Toto je zobrazené na nasledovnom grafe.

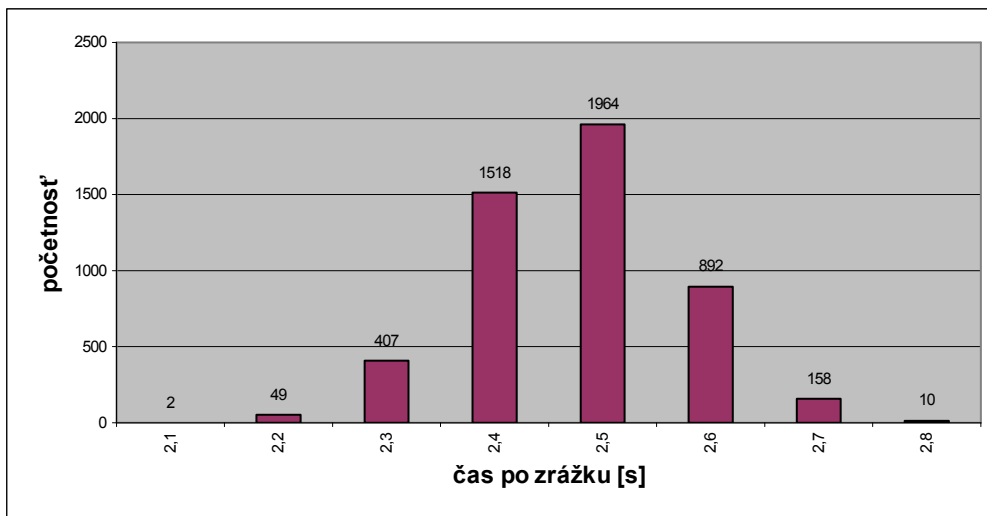


Graf č. 6 Vypočítané rozdelenie početnosti veličiny rýchlosti vozidla na začiatku nehodového deja na základe rozdelení početností jednotlivých vstupných dát (daná veličina má strednú hodnotu 61 km/h a s tzv. technickou istotou - teda pravdepodobnosťou 98,76% je interval danej veličiny 56,1 km/h až 65,9 km/h).

V predmetnom prípade je teda správne konštatovať, že s tzv. technickou istotou bola rýchlosť vozidla na začiatku nehodového deja 56,1 km/h až 65,9 km/h. Stredná hodnota tejto veličiny je 61 km/h. Uvedenú skutočnosť je možné vyjadriť i nasledovným zápisom, teda že rýchlosť vozidla na začiatku nehodového deja bola 61,0 km/h \pm 4,9 km/h. Pri vyjadrení v percentách: 61,0 km/h \pm 8 %.

Ak by sme rýchlosť vozidla skúmali metódou minima - maxima (pre hodnotu spomalenia 5,8 a 7,8 m/s², celkovú dĺžku brzdnéj dráhy vozidla 19,1 a 19,7 m, brzdnú dráhu vozidla po zrážke 3,5 a 4,9 m, čas reakcie 0,8 a 1,2 s a čas nábehu brzdného účinku vozidla 0,15 a 0,25 s – teda pre rovnaké rozpätie vstupných údajov, ako bola vykonaná štatistická analýza) dostali by sme rozpätie rýchlosti vozidla 55,2 km/h až 66,7 km/h. Metóda minima - maxima logicky vedie k širšiemu rozpätiu rýchlosti vozidla (a teda i širšiemu rozpätiu oblasti v ktorej nie je možné jednoznačne vyhodnotiť, že došlo k vzniku prekážky náhlejšej) oproti metóde štatistickej analýzy. Príčinou širšieho rozpätia vypočítaných údajov pri metóde minima – maxima je v tom, že pri tejto metóde uvažujeme s takou kombináciou vstupných údajov, ktorej pravdepodobnosť vzniku je vlastne nulová.

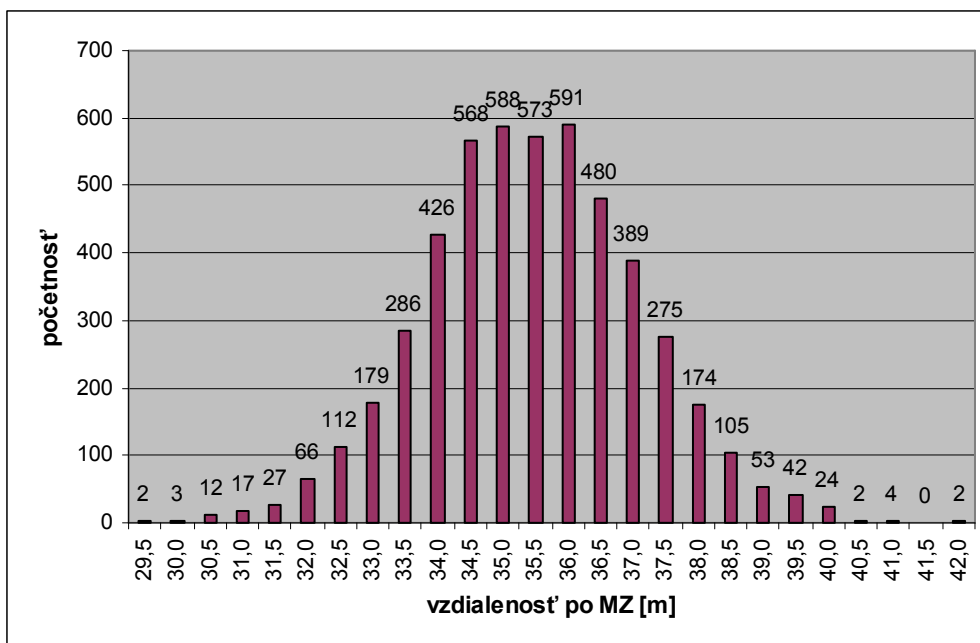
Z vykonanej analýzy je možné ďalej vypočítať rozdelenie početnosti veličiny času, ktorý uplynul od okamihu začiatku reakcie vodiča po okamih zrážky. Toto je zobrazené na nasledovnom grafe.



Graf č. 7 Vypočítané rozdelenie početnosti veličiny času, ktorý uplynul od okamihu začiatku reakcie vodiča po okamih zrážky na základe rozdelení početností jednotlivých vstupných dát (daná veličina má strednú hodnotu 2,47 s a s tzv. technickou istotou - teda pravdepodobnosťou 98,76% je interval danej veličiny 2,23 s až 2,71 s).

V predmetnom prípade je teda správne konštatovať, že s tzv. technickou istotou uplynul od okamihu začiatku reakcie vodiča po okamih zrážky čas 2,23 s až 2,71 s. Stredná hodnota tejto veličiny je 2,47 s. Uvedenú skutočnosť je možné vyjadriť i nasledovným zápisom, teda že od okamihu začiatku reakcie vodiča po okamih zrážky uplynul čas $2,47 \text{ s} \pm 0,24 \text{ s}$. Pri vyjadrení v percentách: $2,47 \text{ s} \pm 9,7 \%$.

Z vykonanej analýzy je možné ďalej vypočítať rozdelenie početnosti veličiny dráhy, ktorú prekonal vozidlo od okamihu začiatku reakcie vodiča po okamih zrážky. Toto je zobrazené na nasledovnom grafe.



Graf č. 8 Vypočítané rozdelenie početnosti veličiny dráhy, ktorú prekonal vozidlo od okamihu začiatku reakcie vodiča po okamih zrážky na základe rozdelení početností jednotlivých vstupných dát (daná veličina má strednú hodnotu 35,5 m a s tzv. technickou istotou - teda pravdepodobnosťou 98,76% je interval danej veličiny 31,3 m až 39,7 m).

V predmetnom prípade je teda správne konštatovať, že s tzv. technickou istotou prekonal vozidlo od okamihu začiatku reakcie vodiča po okamih zrážky dráhu 31,3 m až 39,7 m. Stredná hodnota tejto veličiny je 35,5 m. Uvedenú skutočnosť je možné vyjadriť i nasledovným zápisom, teda že vozidlo od okamihu začiatku reakcie vodiča po okamih zrážky prekonal dráhu $35,5 \text{ m} \pm 4,2 \text{ m}$. Pri vyjadrení v percentách: $35,5 \text{ m} \pm 11,8 \%$.

Pre praktické využitie uvedeného štatistického modelu bol autorom tohto článku vytvorený program prekážka náhla, ktorý vykoná štatistickú analýzu problematiky prekážky náhle na základe nasledovných vstupných údajov:

- stredná hodnota spomalenia vozidla, technicky prijateľné rozpätie spomalenia vozidla a charakter rozdelenia tejto veličiny (gaussovo, alebo rovnomerné rozdelenie),
- stredná hodnota celkovej brzdnéj dráhy vozidla, technicky prijateľné rozpätie celkovej brzdnéj dráhy vozidla a charakter rozdelenia tejto veličiny (gaussovo, alebo rovnomerné rozdelenie),
- stredná hodnota brzdnéj dráhy vozidla po zrážke, technicky prijateľné rozpätie brzdnéj dráhy vozidla po zrážke a charakter rozdelenia tejto veličiny (gaussovo, alebo rovnomerné rozdelenie),

- stredná hodnota reakčného času vodiča, technicky prijateľné rozpätie reakčného času vodiča a charakter rozdelenia tejto veličiny (gaussovo, alebo rovnomerné rozdelenie),
- stredná hodnota času nábehu brzdného účinku vozidla, technicky prijateľné rozpätie času nábehu brzdného účinku vozidla a charakter rozdelenia tejto veličiny (gaussovo, alebo rovnomerné rozdelenie),
- stredná hodnota oneskorenej reakcie vodiča, technicky prijateľné rozpätie oneskorenej reakcie vodiča a charakter rozdelenia tejto veličiny (gaussovo, alebo rovnomerné rozdelenie),
- stredná hodnota koeficientu zrážky, technicky prijateľné rozpätie koeficientu zrážky a charakter rozdelenia tejto veličiny (gaussovo, alebo rovnomerné rozdelenie),
- parametre ktorými je daná zmena rýchlosti vozidla pri zrážke s chodcom (hmotnosť vozidla, hmotnosť chodca, uhol medzi vektorom rýchlosti chodca a vozidla, rýchlosť pohybu chodca).

Výsledkom štatistickej analýzy programu Prekážka náhla je:

1. určenie, ktorý z nasledovných prípadov nastal:
 - 1.a. vodičovi bola vytvorená prekážka náhla,
 - 1.b. vodičovi nebola vytvorená prekážka náhla,
 - 1.c. nie je možné jednoznačne určiť či vodičovi bola, alebo nebola vytvorená prekážka náhla.
2. Ak nastal prípad 1.c, potom program umožňuje vypočítať pravdepodobnosť, že došlo k vzniku prekážky náhlejšej.
3. Stredná hodnota rýchlosti vozidla na začiatku nehodového deja a technicky prijateľné rozpätie rýchlosti vozidla na začiatku nehodového deja.
4. Stredná hodnota času, ktorý uplynul od okamihu, kedy vodič rozpoznal kolíznú situáciu po okamih zrážky a technicky prijateľné rozpätie času, ktorý uplynul od okamihu, kedy vodič rozpoznal kolíznú situáciu po okamih zrážky.
5. Stredná hodnota vzdialenosti, ktorú prekonalo vozidlo od okamihu, kedy vodič rozpoznal kolíznú situáciu po miesto zrážky a technicky prijateľné rozpätie vzdialenosti, ktorú prekonalo vozidlo od okamihu, kedy vodič rozpoznal kolíznú situáciu po miesto zrážky.

Výhodou použitia programu Prekážka náhla je okrem získania horeuvedených výsledkov tiež preverenie celého spektra technicky prijateľných vstupných údajov s ohľadom na otázku problematiky prekážky náhlejšej. Pri súdnom pojednávaní som sa viackrát stretol s otázkou či som sa zaoberal tým, že niektorá z nasledovných veličín (spomalenie vozidla,

reakčný čas vodiča, poloha miesta zrážky) mohla byť iná, ako som uvažoval pri analýze nehodového deja a aký má táto skutočnosť vplyv na výsledky analýzy nehodového deja. Spracovanie štatistickej analýzy problematiky prekážky náhlejšie umožňuje zodpovedať i túto otázku.

Program prekážka náhla spolu s manuálom je umiestnený na www.expertgroup.sk.

Použitá literatúra:

1. Bradáč, A. - Pustina, P. - Vémola, A. – Bradáč, A. jr.: Gnozeologické a etické aspekty znalecké činnosti, XIV. EVU - Výročná konferencia, Zborník prednášok, Bratislava, 2005.