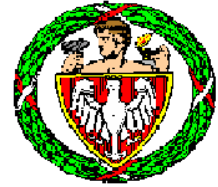




WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA
WYDZIAŁ MECHANICZNY
Zakład Inżynierii Eksploatacji Pojazdów



POLITECHNIKA WARSZAWSKA
Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych

M A T E R I A Ł Y

S Z K O L E N I O W E

dla uczestników studiów podyplomowych
„Diagnostyka, mechatronika, rzeczoznawstwo
samochodowe i ubezpieczenia”

Opis i rekonstrukcja

wypadków drogowych

Przy opracowaniu materiałów szkoleniowych wykorzystano dokumentację dydaktyczną
Stowarzyszenia rzeczoznawców Samochodowych „EKSPERMOT”

Do użytku wewnętrznego

Warszawa, styczeń 2006 r.

SPIS TREŚCI MATERIAŁÓW SZKOLENIOWYCH

Nr tematu	Tytuł tematu	nr strony
	Skorowidz	1
TEMAT 1.	OPIS MIEJSCA I OKOLICZNOŚCI ZDARZENIA DROGOWEGO	5
1.1.	Dokumentacja opisowa zdarzenia drogowego służąca do jego rekonstrukcji	5
1.2.	Ślady i dowody rzeczowe z miejsca wypadku służące do jego rekonstrukcji	15
TEMAT 2.	POWYPADKOWE BADANIA POJAZDÓW UCZESTNICZĄCYCH W ZDARZENIU DROGOWYM	35
2.1.	Podstawowe zasady powypadkowych badań pojazdów	35
2.2.	Powypadkowe badania stanu technicznego układów samochodu wpływających na bezpieczeństwo ruchu drogowego	38
2.3.	Przykład protokołu z dodatkowych badań powypadkowych samochodu	48
TEMAT 3.	DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA ZDARZENIA DROGOWEGO I PRZEKSZTAŁCENIA FOTOGRAMETRYCZNE	51
3.1.	Charakterystyka fotografii jako dowodu z miejsca zdarzenia drogowego	51
3.2.	Transformacja fotogrametryczna	52
3.3.	Program PC-Rect	62
TEMAT 4.	ANALIZA PRZESTRZENNO-CZASOWA ZDARZENIA DROGOWEGO	69
4.1.	Ogólny schemat postępowania	69
4.2.	Czas trwania stanu zagrożenia	70
4.3.	Położenie pojazdu w chwili powstania stanu zagrożenia	71
4.4.	Wykres analizy czasowo-przestrzennej	74
4.5.	Przykład analizy graficznej	75

TEMAT 5.	WYZNACZANIE PRĘDKOŚCI PRZEDWYPADKOWEJ POJAZDÓW UCZESTNICZĄCYCH W WYPADKACH DROGOWYCH	81
5.1.	Wyznaczanie prędkości przedwypadkowej pojazdów w wypadku typu pojazd – pieszy	81
5.2.	Wyznaczanie prędkości kolizyjnej w wypadkach z udziałem pojazdów jednośladowych	91
5.3.	Metody wyznaczania prędkości samochodów uczestniczących w wypadkach drogowych	92
TEMAT 6	WYPADKI DROGOWE Z UDZIAŁEM PIESZYCH	117
6.1.	Ustalanie prędkości samochodu w chwili uderzenia pieszego	121
6.2.	Czasowo-przestrzenna analiza wypadku	124
6.3	Przykłady rekonstrukcji wypadku potrącenia pieszego	133
TEMAT 7.	REKONSTRUKCJA PRZEBIEGU WYPADKU SAMOCHÓD – POJAZD JEDNOŚLADOWY	143
7.1.	Charakterystyka kolizji samochód – pojazd jednośladowy	143
7.2.	Hamowanie pojazdów jednośladowych	149
7.3.	Rekonstrukcja wypadku z udziałem pojazdu jednośladowego	150
7.4.	Przykład rekonstrukcji wypadku uderzenia roweru przez samochód	152
TEMAT 8.	REKONSTRUKCJA WYPADKU ZDERZENIA SAMOCHODÓW	161
8.1.	Tor ruchu i parametry ruchu pojazdów przed wypadkiem	161
8.2	Miejsce zderzenia pojazdów	162
8.3.	Charakterystyka zderzeń pojazdów	163
8.4.	Ustalenie prędkości pojazdów w chwili powstania zagrożenia i zderzenia	164
8.5.	Ocena taktyki i techniki jazdy oraz możliwości uniknięcia wypadku przez kierujących	166
8.6.	Przykłady rekonstrukcji wypadków zderzenia samochodów	168
TEMAT 9	WYPADKI DROGOWE PODCZAS WYKONYWANIA MANEWRÓW SKRĘTU W LEWO I WYPRZEDZANIA	201
9.1.	Prawny aspekt manewru skrętu i wyprzedzania.	201
9.2.	Ocena taktyki i techniki jazdy kierujących.	203
9.3.	Określenie położenia pojazdu wykonującego skręt w lewo w chwili rozpoczynania manewru.	204
9.4.	Przykład rekonstrukcji wypadku uderzenia samochodu skręcającego w lewo przez pojazd wyprzedzający.	205

TEMAT 10	WYPADKI W WARUNKACH OGRANICZONEJ WIDOCZNOŚCI	215
10.1.	Problemy oświetlenia drogi i widoczności przeszkód na drodze.....	215
10.2.	Określenie odległości możliwego dostrzeżenia przeszkody na drodze	218
10.3.	Charakterystyki zasięgu oświetlenia drogi w światłach mijania wybranych samochodów	223
10.4.	Przykład rekonstrukcji wypadku zaistniałego w warunkach ograniczonej widoczności	228
TEMAT 11	WYPADKI NA SKRZYŻOWANIACH Z SYGNALIZACJĄ ŚWIETLNA	241
11.1.	Odtwarzanie faz sygnalizacji świetlnej w rekonstrukcji wypadków	241
11.2	Przykład rekonstrukcji wypadku na skrzyżowaniu z sygnalizacją świetlną	246
TEMAT 12	OCENA MOŻLIWOŚCI POWSTANIA USZKODZEŃ POJAZDU W OKOLICZNOŚCIACH PODANYCH PRZY ZGŁOSZENIU SZKODY	257
12.1.	Wyłudzenia odszkodowań komunikacyjnych od firm ubezpieczeniowych	257
12.2.	Węzłowe problemy organizacyjne i techniczne ekspertyz dotyczących wyłudzenia odszkodowania	270
TEMAT 13	PROGRAMY KOMPUTEROWE STOSOWANE W REKONSTRUKCJI WYPADKÓW I ZDARZEŃ DROGOWYCH	277
13.1.	Programy do wspomaganie rekonstrukcji zdarzeń drogowych	277
13.2.	Wykorzystanie programu AutoCAD do oceny możliwości powstania uszkodzeń pojazdów w podanych okolicznościach	289

TEMAT 1

dr inż. Bolesław PANKIEWICZ

OPIS MIEJSCA I OKOLICZNOŚCI ZDARZENIA DROGOWEGO

1.1. Dokumentacja opisowa zdarzenia drogowego służąca do jego rekonstrukcji.

Podstawą rekonstrukcji wypadków i zdarzeń drogowych są materiały dowodowe w formie dowodów materialnych lub rzeczowych oraz dowodów osobowych. Dowodami materialnymi są odpowiednie dokumenty sporządzone przez upoważnione organa procesowe - Policję, dokumentujące istnienie i formę rzeczy lub zjawisk fizycznych. Dowody rzeczowe są przedmiotami fizycznymi zabezpieczonymi przez te organa, a dowodami osobowymi zeznania uczestników i świadków wypadków drogowych.

1.1.1. Notatka urzędowa dotycząca zdarzenia drogowego:

Pierwszym dokumentem dotyczącym zdarzenia drogowego, sporządzanym przez Policję na miejscu i w dniu jego zaistnienia, jest „**NOTATKA URZĘDOWA**” - *(załącznik 1)* Podane są w niej: data, godzina i miejsce zdarzenia drogowego, rodzaj, marka i nr rej. pojazdów w nim uczestniczących oraz nazwiska kierujących tymi pojazdami.

Zapis dotyczący daty i godziny zdarzenia jest bardzo ważny, zwłaszcza w przypadku wypadków mających miejsce w czasie świtu albo zmierzchu, bądź też podczas opadów atmosferycznych, gdyż pozwala to później na określenie stopnia widoczności przeszkód na drodze lub występowania opadów w chwili zaistnienia zdarzenia, co jest istotne przy jego rekonstrukcji.

W II punkcie notatki urzędowej opisane są okoliczności zdarzenia wynikające z relacji jego uczestników lub świadków. Należy przy tym zauważyć, że wyłaniająca się z tych relacji przyczyna wypadku, ze względu na subiektywną ocenę zdarzenia przez osoby je relacjonujące oraz zrozumiałe intencje jego uczestników, może być myląca.

W III punkcie opisane są skutki zdarzenia, co pozwala na wstępną, prawną kwalifikację jego wagi oraz weryfikację informacji zawartych w innych dokumentach.

Punkt IV notatki urzędowej dotyczy warunków drogowych. Zawiera informacje dotyczące: rodzaju i stanu nawierzchni jezdni, znaków i sygnałów na danym odcinku drogi, nasilenia ruchu oraz prędkości dopuszczalnej. Dane te są niezbędne do wyznaczenia prędkości pojazdu i oceny taktyki jazdy kierującego nim przy późniejszej rekonstrukcji wypadku.

Punkt V zawiera personalia uczestników, a punkt VI świadków zdarzenia. Dane te są wykorzystywane w procedurze postępowania przygotowawczego dla organów wymiaru sprawiedliwości lub też przy likwidacji szkód komunikacyjnych.

W punkcie VII zawarte są informacje dotyczące miejsca i sposobu zabezpieczenia pojazdu po wypadku, który jest usuwany z miejsca jego zaistnienia i często zabezpieczany do dalszych czynności proceduralnych.

W wypadkach drogowych, równoległe z „Notatką Urzędową” sporządzane są: protokół oględzin miejsca wypadku, oględzin pojazdu, dokumentacja fotograficzna, badania

trzeźwości kierowców i inne dokumenty, które są do niej dołączane w formie załączników i wyszczególniane w punkcie VIII.

Często zdarza się, że jako pierwsi na miejsce wypadku przybywają policjanci, którzy nie mają uprawnień do prowadzenia czynności procesowych. Ich zadaniem jest jedynie zabezpieczenie miejsca wypadku do czasu przybycia wykwalifikowanej ekipy. Jeśli policjant nie jest zmuszony do bezpośredniego udzielania pomocy rannym, to jego działanie powinno polegać na ochronie śladów znajdujących się na miejscu wypadku. W tym celu policjant powinien zatrzymać ruch albo tak go zorganizować, aby pojazdy nie przejeżdżały po śladach.

W przypadkach kolizji pojazdów bez ofiar w ludziach często Policja nie jest wzywana, a wezwana odmawia przyjazdu na miejsce zdarzenia lub też przyjeżdża z dużym opóźnieniem. Sporządzana wówczas „Notatka urzędowa” jest z reguły zawężona i nie zawiera ww. załączników. Dotyczy to zwłaszcza spraw o wykroczenia drogowe rozpatrywanych przez Wydziały Grodzkie Sądów Rejonowych w miejsce dawnych Kolegiów Orzekających.

Zaś w przypadkach nieobecności Policji na miejscu zdarzenia informacja o nim pojawia się w dokumencie zgłoszenia szkody w instytucji ubezpieczeniowej. Informacje odnośnie przebiegu kolizji, zawarte w tych dokumentach, są często bardzo lakoniczne, co istotnie ogranicza możliwości dokładnej rekonstrukcji zdarzenia.

1.1.2. Protokół oględzin miejsca wypadku drogowego.

Podstawowym dokumentem sporządzanym przez wyspecjalizowaną ekipę Policji na miejscu wypadku jest „**Protokół oględzin miejsca wypadku drogowego**” (załącznik 2). Dokument ten posiada dwie części. Pierwsza część (punkty od A do D) ma charakter ankiety, w której w formie wyboru i zaznaczenia zapisuje się typowe informacje dotyczące wypadku i warunków drogowych. W części drugiej - punkt E pozostawiono miejsce na swobodny opis śladów ujawnionych na miejscu wypadku. Zamieszczony przy lewym marginesie „przewodnik” jest pomocny dla dokładnego sporządzenia protokołu. We wstępnej części, oprócz daty i godziny rozpoczęcia oględzin, w miarę możliwości należy ustalić faktyczną godzinę zaistnienia wypadku.

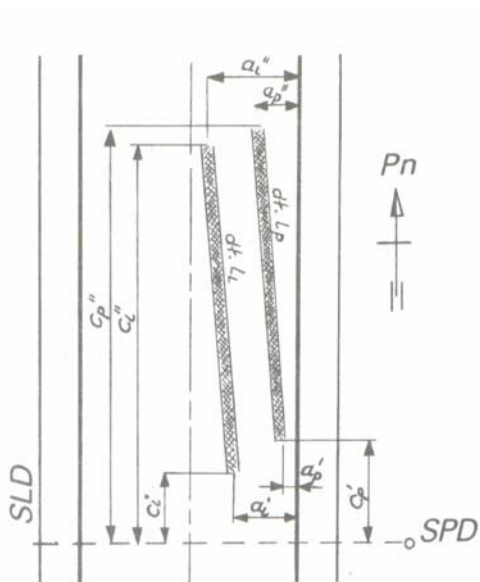
Dla późniejszego odnalezienia miejsca wypadku oprócz miejscowości istotne jest wpisanie numerów: drogi, słupka hektometrowego i kilometra, na którym doszło do wypadku.

Wypełniając część ankietową w pierwszej kolejności należy ustalić, czy położenie śladów znajdujących się na miejscu wypadku jest ich rzeczywistym (pierwotnym) położeniem powypadkowym, czy też ich położenia zostały zmienione. Należy to zrobić zaraz po przybyciu na miejsce wypadku. Bowiem tylko bezpośrednio powypadkowe usytuowanie śladów pozwala na wiarygodne zrekonstruowanie przebiegu wypadku. Przy czym opis pierwotnego usytuowania śladów na podstawie relacji jakiejś osoby nie ma walorów dowodu rzeczowego, a jedynie osobowego. Dla potrzeb rekonstrukcji wypadku istotna jest informacja, który ślad został przemieszczony, a który nie.

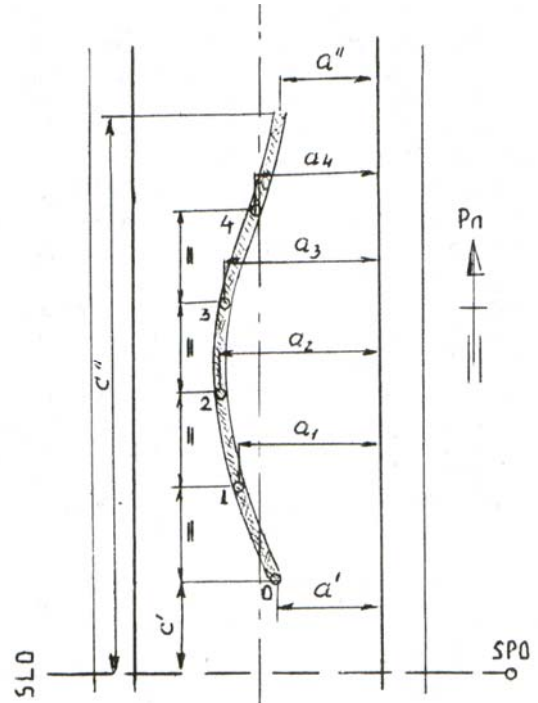
Przed przystąpieniem do wymiarowania śladów należy bezwzględnie wybrać stały punkt odniesienia (SPO) oraz obowiązujący w czasie całych oględzin kierunek patrzenia pokrywający się z kierunkiem opisu śladów. Istotne jest przyjęcie SPO, który po kilku latach będzie znajdował się w tym samym miejscu i będzie łatwy do identyfikacji. Często nawet po kilku latach prowadzi się na miejscu wypadku wizje lokalne i eksperymenty. Wówczas odtworzenie sytuacji powypadkowej możliwe jest jedynie wtedy, gdy poszczególne wymiary można odmierzyć od SPO.

Jako SPO nie należy przyjmować słupków hektometrowych czy znaków drogowych, których położenie jest stosunkowo często zmieniane.

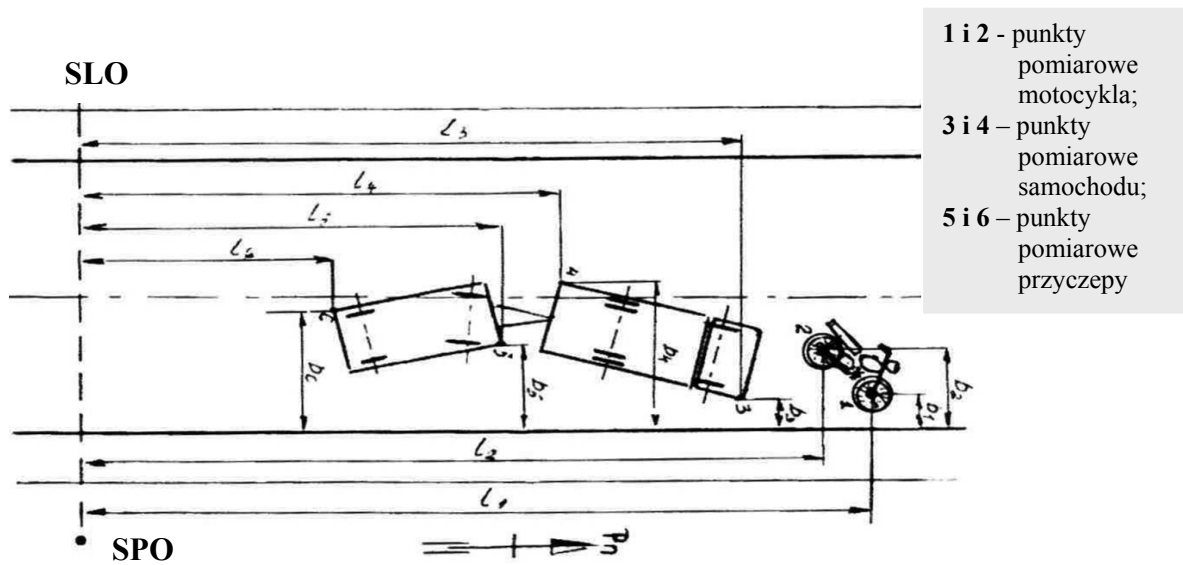
Ponieważ ślady wymiaruje się na miejscu wypadku w układzie współrzędnych prostokątnych, dlatego oprócz SPO należy przyjąć dwie stałe linie odniesienia SLO1 i SLO2 – rys. 1.01. i 1.02.



Rys 1.01. Sposób wymiarowania śladów hamowania prostoliniowych



Rys 1.02. Sposób wymiarowania śladów hamowania krzywoliniowych



Rys 1.03. Wymiarowanie powypadkowego położenia motocykla i zespołu pojazdów

W klasycznym przypadku początkiem układu X,Y powinien być SPO. Za oś X układu (odpowiadającą SLO2) najlepiej przyjąć krawędź jezdni. Wymiarowanie polega na podaniu dla każdego wymiarowanego punktu dwóch współrzędnych, tj. odległości od SLO1 i SLO2. Warunki atmosferyczne w chwili przybycia na miejsce wypadku należy opisać w punkcie C. Mogą one ulec zmianie w trakcie oględzin i mogły być inne w chwili wypadku.

Dla określenia warunków widoczności przeszkód należy opisać obecność, usytuowanie i stan lamp w rejonie miejsca wypadku.

Istotnym jest ustalenie widoczności w sytuacji, gdy występuje mgła. Ponieważ mgła jest zjawiskiem dynamicznym, ulotnym i praktycznie niemożliwym do odtworzenia, dlatego należy określić widoczność możliwie jak najszybciej po zaistnieniu wypadku. Wyróżnić można trzy rodzaje przeszkód spotykanych we mgle: nieoświetlone, z świecącymi światłami mijania i światłami pozycyjnymi. W danym konkretnym przypadku należy wykonać co najmniej jedną próbę, która dotyczy danego zdarzenia. Ustalenie odległości zauważenia przeszkody musi nastąpić w drodze eksperymentu. W przypadku braku możliwości ustalenia, jakie było oświetlenie przeszkody, należy wykonać dwa eksperymenty dla najbardziej prawdopodobnych przypadków.

Pierwszą stroną protokołu zamyka wypełniana w warunkach nocnych podwójna sześciostopniowa skala szarości nawierzchni jezdni oraz przeszkody. Jeśli uda się to ustalić na miejscu zdarzenia, to fakt ten należy odnotować dokonując właściwego zakreslenia. Umieszczenie tej skali na dole strony protokołu pozwala na przyłożenie jej do jezdni i do przeszkody oraz porównanie odcienia szarości.

W punkcie E przewidziano miejsce na swobodny opis sytuacji wypadkowej i śladów zdarzenia. Informacje podane po lewej stronie mają jedynie przypominać dokonującemu oględzin (zwłaszcza mało doświadczonemu), jakich śladów należy szukać na miejscu wypadku, w zależności od jego rodzaju oraz w jaki sposób dokumentować i zabezpieczać te ślady. Przy czym kolejność opisu śladów i umiejscowienie tekstu jego dotyczącego może być dowolne.

Istotnym elementem oględzin miejsca wypadku jest prawidłowe zwymiarowanie wszystkich śladów. Bowiem sama informacja o ujawnieniu jakiegoś śladu jest niewystarczająca do jego wykorzystania przy rekonstrukcji wypadku. Dopiero po zwymiarowaniu ślad ten może mieć pełną wartość dowodową. Z reguły ślady wymiaruje się w prostokątnym układzie współrzędnych. Przy wymiarowaniu położenia pojazdów należy określić współrzędne dwóch punktów, leżących jak najdalej od siebie, tj. punktów styku opon z jezdnią albo narożników. W przypadku przemieszczenia kół jednej osi (w skutek odkształceń), wymiarów nie wolno odnosić do kół tej osi, lecz do kół drugiej osi. W przypadku wymiarowania przyczep ze skrzyżowanymi kołami wymiary należy odnosić do narożników przyczepy.

Jednoznaczne zwymiarowanie leżącego pojazdu jednośladowego polega na określeniu współrzędnych osi kół. W przypadku odkształcenia koła wymiary należy odnosić do nieodkształconej części pojazdu.

Wymiarowanie położenia śladów hamowania pojazdu polega na podaniu dwóch współrzędnych początku i końca każdego z ujawnionych śladów.

Przykłady wymiarowania niektórych sytuacji wypadkowych przedstawiono na rysunkach: 1.01. – 1.12.

1.1.3. Szkic miejsca wypadku.

Dokumentowanie rozlokowania śladów pochodzących z wypadku jest nieodłącznie związane z koniecznością pokazania ich na tle topografii fragmentu terenu (miejsca zdarzenia), na którym wypadek nastąpił. Służy temu **szkic miejsca wypadku** (załącznik 3).

Wprawdzie, w postępowaniu procesowym podstawowym dokumentem jest protokół oględzin miejsca wypadku, a szkic i zdjęcia fotograficzne są tylko załącznikami do niego, to jednak w praktyce właśnie szkic, ze względu na swoją obrazowość i komunikatywność, jest tym źródłem informacji, z którego się najlepiej korzysta. Prawidłowe odtworzenie na szkicu topografii miejsca zdarzenia i rozlokowania na nim śladów powypadkowych jest niezwykle ważne dla późniejszej procedury rekonstrukcji wypadku, a także zachowania się jego uczestników.

Przy wyznaczaniu granic obszaru, jaki ma być opisany w protokole i odwzorowany na szkicu, należy mieć na uwadze, że w przebiegu i późniejszej rekonstrukcji wypadku istotne znaczenie może mieć ukształtowanie i oznakowanie odcinków drogi sąsiadujących z miejscem wypadku.

Całkowita długość obszaru ważnego dla analizy wypadku może nieraz sięgać kilkuset metrów. Generalnie, dokumentacja miejsca wypadku (protokół oględzin, szkic i zdjęcia) powinna obejmować wszystko to, co miało lub mogło mieć wpływ na warunki jazdy, widzialność przeszkód, stabilność pojazdów, wartość maksymalnej bezpiecznej prędkości itp.

Po ustaleniu wielkości obszaru, który ma być objęty dokumentacją należy dobrać skalę (podziałkę) szkicu. W praktyce policyjnej typowa jest skala 1:200, przy której 1cm na szkicu odpowiada odległości 2m w terenie. W takiej skali, na kartce formatu A4, można przedstawić obszar o wymiarach 30 x 50 m przy zadawalającej dokładności odwzorowania szczegółów. Do szkicowania dłuższych odcinków drogi, w celu oddania jej ukształtowania i oznakowania trzeba stosować podziałkę większą, np. 1:500 (1 cm = 5 m).

W przypadkach, gdy długość interesującego nas odcinka drogi wymaga stosowania dużych pomniejszych, zazwyczaj sporządza się dwa szkice. Jeden szkic w dużej skali tzw. **Szkic sytuacyjny miejsca wypadku**, szkic jego wycinka obejmującego samo miejsce wypadku z istniejącymi tam śladami, w odpowiednio mniejszej skali (1:200 lub nawet 1:100) jako **szkic miejsca wypadku**. W takim przypadku, dobrze jest na szkicu sytuacyjnym (dużym) zaznaczyć ramką obszar, przedstawiony na szkicu szczegółowym.

Przy sporządzaniu szkicu miejsca wypadku obowiązkowo należy przyjąć stały punkt odniesienia (SPO), który będzie zarazem początkiem układu współrzędnych, w którym na szkicu będziemy określali położenie poszczególnych śladów. Należy obligatoryjnie stosować prostokątny układ współrzędnych, w którym jedna z osi (X) będzie równoległa (lub styczna) do krawędzi (lub osi) jezdni, a druga (Y) prostopadła do niej. W tym układzie współrzędnych położenie każdego punktu należy określić poprzez podanie obu jego współrzędnych.

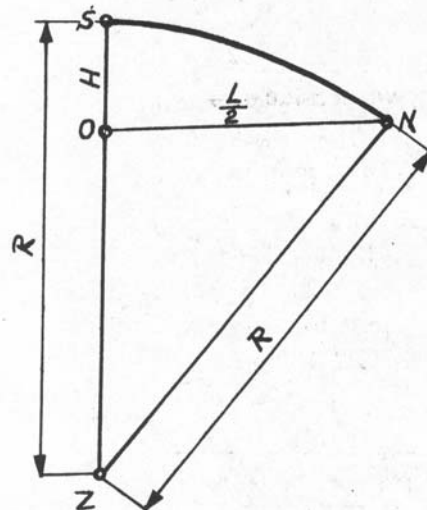
Promienie krzywizn łuków (zakrętu, śladu zarzucania lub znoszenia kół itp.) są ważnymi parametrami technicznymi miejsca wypadku, których znajomość może być niezbędna do opracowania opinii. Promień łuku zakrętu limituje np. wartość maksymalnej prędkości, z jaką można zakręt pokonać. Promień ten zazwyczaj wyznacza się metodą strzałki i cięciwy, której istota jest pokazana na rys. 1.00. Łuk zakrętu przecina się cięciwą (np. przy pomocy linki lub wprost taśmy mierniczej odpowiedniej długości), a następnie mierzy się długość tej cięciwy oraz długość strzałki łuku s . Z twierdzenia Pitagorasa, dla trójkąta NOZ (rys. 1.06.) mamy:

$$R = 0,5H + 0,125L^2/H.$$

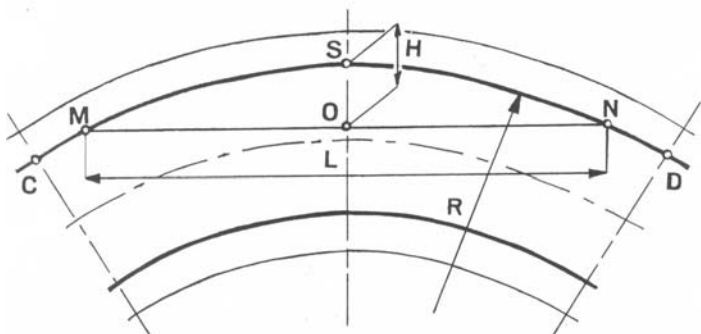


A i B – początek lub koniec krzywej przejściowej;
 C i D - początek lub koniec części łukowej;
 AB - całkowita długość łuku zakrętu;
 CD - długość części łukowej zakrętu.

Rys 1.04. Elementy składowe łuku drogowego



1) z trójkąta **NOZ** wynika, że
 $R^2 - (R - H)^2 = 0,25L^2$;
 - po przekształceniu otrzymujemy
 $R = 0,5 (0,25 L^2 + H^2) : H$;

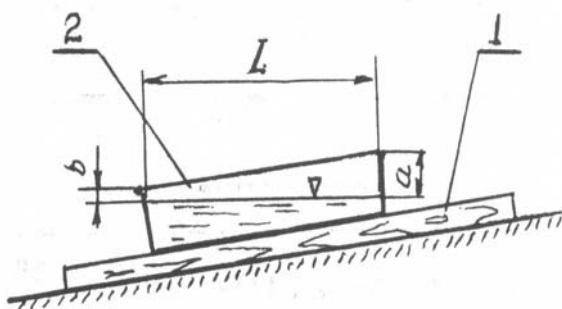


L – długość cięciwy wycinka kołowego;
 H – wysokość wycinka kołowego;
 S – środek łuku zakrętu.

Rys 1.05. Wycinek kołowy MONSM, utworzony na łukowej części zakrętu dla ustalenia promienia jego krzywizny R

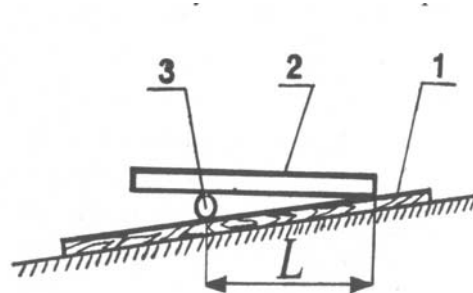
Rys 1.06. Schemat geometryczny do wyliczenia promienia łuku zakrętu

Praktyczny sposób pomiaru nachylenia drogi przedstawiono na rysunkach 1.07. i 1.08.



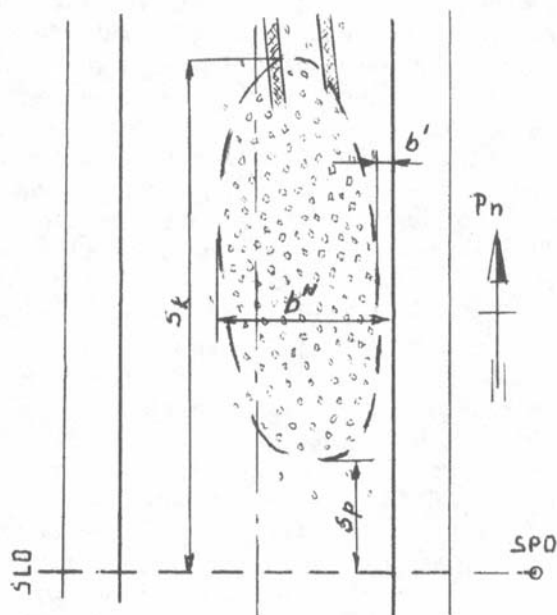
1 – deska o długości ~ 1 [m];
 2 – podłużne naczynie (np. - foremka do ciast).

Rys 1.07. Pomiar pochylenia drogi z zastosowaniem podłużnego naczynia z wodą

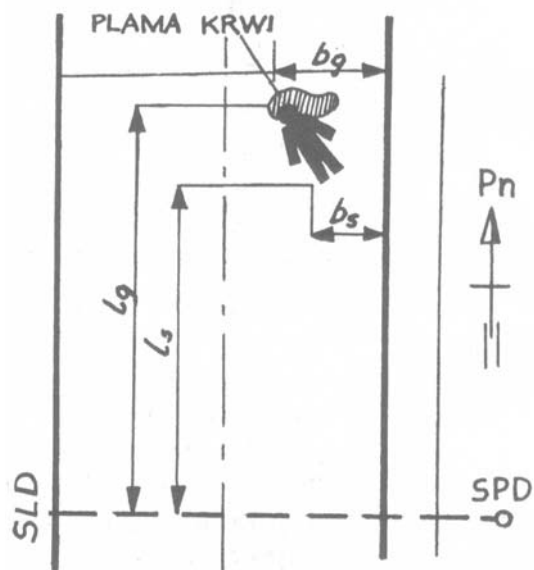


1 – deska o długości ~1m;
 2 – poziomica;
 3 – rolka o średnicy ~ 15 [mm]

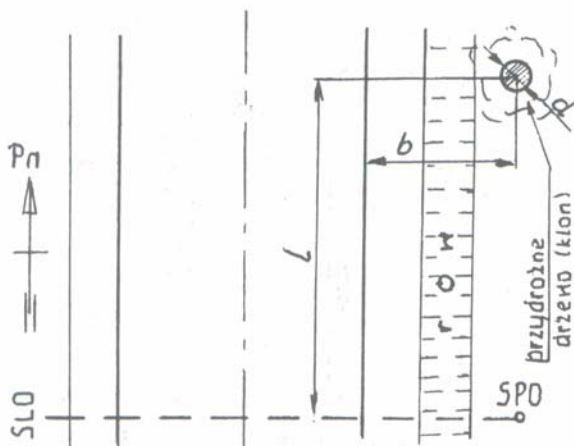
Rys 1.08. Pomiar pochylenia drogi z zastosowaniem poziomicy



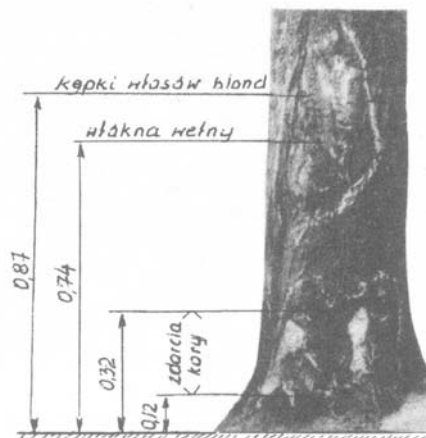
Rys 1.09. Sposób wymiarowania obszaru zasypanego odłamkami szkła



Rys 1.10. Sposób wymiarowania powypadkowego położenia ciała ludzkiego



Rys 1.11. Lokalizacja przeszkody w postaci przydrożnego drzewa (d = średnica drzewa)



Rys 1.12. Sposób wymiarowania śladów powypadkowych na przeszkodzie

1.1.4. Protokół oględzin pojazdu.

Protokół oględzin pojazdu (załącznik 4) jest dokumentem, który sporządza się na miejscu zdarzenia, oddzielnie dla każdego pojazdu, w celu uniknięcia ewentualnej zmiany jego stanu fizycznego i zatarcia śladów w czasie transportu do miejsca zabezpieczenia. Dla usprawnienia tej czynności IES opracował wzór druku protokołu oględzin pojazdu. Zawiera on dane identyfikacyjne pojazdu, opis stanu elementów bezpośrednio wpływających na bezpieczeństwo ruchu drogowego (dokonywany na zasadzie zakreślenia możliwych wersji) oraz indywidualny opis stanu technicznego i uszkodzeń pozostałych

zespołów. Opis uszkodzeń pojazdu powinien być udokumentowany dodatkowo zdjęciami fotograficznymi.

Protokół oględzin pojazdu w takiej formie dokumentuje jego stan bezpośrednio po zdarzeniu, ale jest z reguły niewystarczający do stwierdzenia czy stan techniczny pojazdu mógł być przyczyną wypadku oraz do wyceny szkody. W tym celu przeprowadza się dokładniejsze badania powypadkowe i ocenę techniczną pojazdu, których dokonuje rzeczoznawca lub specjalista (np. techniczny likwidator szkód) poza miejscem zdarzenia.

1.1.5. Dokumentacja fotograficzna miejsca zdarzenia i uszkodzonego pojazdu.

Fotografia odwzorowuje zastaną sytuację obiektywnie, dzięki czemu może stanowić dokument o pełnej wartości technicznej, gdyż jako homograficzny rzut przestrzeni na płaszczyznę podlega ścisłym prawom geometrycznym. Pozwala to na odtworzenie brakujących wymiarów, a czasem całego obrazu jezdni w prawdziwych proporcjach, wg tychże zasad geometrycznych.

Należy przy tym zauważyć, że bezpośrednie wykorzystanie takiej fotografii może jednak doprowadzić do poważnych nieporozumień, gdyż wykazuje ona określone „skrót” wypaczające perspektywę dla obserwatora nie dysponującego odpowiednim przygotowaniem.

Przekształceniem obrazu odwzorowanego w perspektywie, czyli tzw. rzucie środkowym, na rzut prostokątny zajmuje się dziedzina geometrii wykreślnej zwana *fotogrametrią*. Istnieją również specjalistyczne programy komputerowe przeznaczone do transformacji fotogrametrycznej zdjęć, np. *PC-Rect* firmy *DSD Dr Steffan Datentechnik*. W obu przypadkach muszą być spełnione pewne warunki. Albo na fotografii musi znajdować się obiekt o znanych wymiarach, albo muszą być znane warunki wykonywania zdjęcia, a mianowicie:

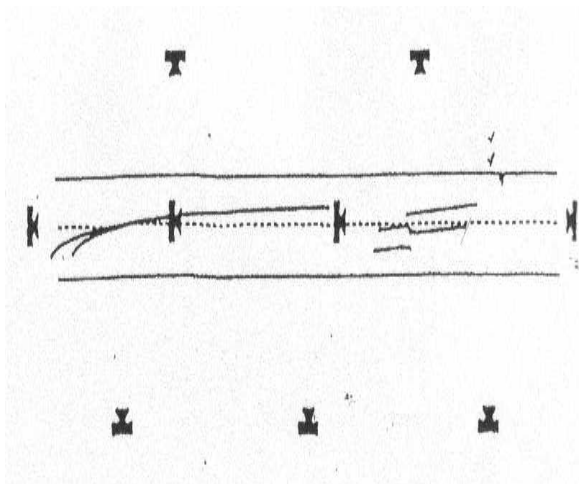
- wysokość położenia osi układu optycznego nad powierzchnią jezdni w chwili wykonywania zdjęcia oraz ogniskowa obiektywu kamery, jaką wykonywana była fotografia.

Zdjęcia fotograficzne pozwalają na :

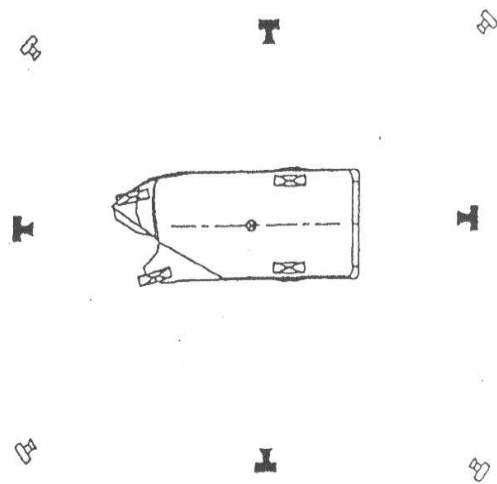
- dokumentowanie miejsca zdarzenia, w tym położenia powypadkowych pojazdów;
- dokumentowanie śladów w miejscu zdarzenia - ich przebieg i charakter;
- dokumentowania uszkodzeń pojazdów.

Zdjęcia powinny być wykonywane w sposób zapewniający odpowiednią dokładność transformacji. Największą dokładność transformacji fotogrametrycznej można uzyskać, gdy wzorzec widoczny jest na pierwszym planie zdjęcia. Zdjęcia miejsca zdarzenia wykonuje się najpierw ujmując całość, a następnie zbliżenia pojazdów, przedmiotów i śladów.

Uszkodzony pojazd należy fotografować z czterech stron, prostopadle do boków (przodu i tyłu), w miarę możliwości z góry. (Nieco odmiennie jak przy likwidacji szkód, gdzie zdjęcia wykonuje się po przekątnych pojazdu) Umożliwia to późniejsze wyznaczenie stopnia deformacji i obliczenie energii utraconej na odkształcenie nadwozia, a co za tym idzie prędkości pojazdów tuż przed zderzeniem. Sposób fotografowania miejsca zdarzenia rozciągającego się na dużej przestrzeni i uszkodzonego pojazdu przedstawiono na poniższych rysunkach: 1.13. i 1.14.



Rys 1.12. Sposób dokumentowania fotograficznego miejsca wypadku rozciągającego się na dużej przestrzeni



Rys 1.14. Sposób fotografowania uszkodzonego pojazdu

1.1.6. Plan rozmieszczenia i program działania sygnalizacji świetlnej.

Do rekonstrukcji wypadków i kolizji drogowych, które miały miejsce na skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną niezbędna jest znajomość *planu rozmieszczenia i programu działania sygnalizacji świetlnej* na tym skrzyżowaniu. Plan rozmieszczenia sygnalizacji świetlnej stanowi plan geodezyjny obszaru danego skrzyżowania, na którym zaznaczone są ciągi komunikacyjne dla pojazdów i pieszych, wszystkie znaki drogowe (pionowe i poziome) oraz naniesione i ponumerowane sygnalizatory świetlne służące do sterowania ruchem na nim..

Program działania sygnalizacji świetlnej stanowi nomogram czasowy nadawania określonego sygnału świetlnego na poszczególnych sygnalizatorach w czasie tzw. cyklu świetlnego.

Przykładowo plan rozmieszczenia sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu przedstawiono w załączniku nr 5, a odpowiadający mu program działania tej sygnalizacji w załączniku nr 6.

1.1.7. Dokumentacja sądowo-lekarska ofiar wypadków drogowych.

Dokumentacja sądowo-lekarska jest przydatna do rekonstrukcji wypadków drogowych, w których doznały obrażeń ciała osoby w nim uczestniczące. W dokumentacji tej, zwłaszcza dotyczącej sekcji zwłok śmiertelnych ofiar wypadku, jest opis zakresu i charakteru obrażeń ciała osób poszkodowanych. Obrażenia ciała uczestnika wypadku mogą stanowić istotne źródło informacji dla odtworzenia szeregu fragmentów przebiegu tego zdarzenia.

Wyodrębnić tu można dwie grupy zagadnień:

- w przypadku pieszego uderzonego przez samochód obrażenia jego ciała pozwolą na określenie kierunku uderzenia, a więc wzajemnego usytuowania pieszego i pojazdu w chwili uderzenia oraz na określenie prędkości samochodu w tej chwili,
 - w przypadku osoby znajdującej się wewnątrz samochodu, w skojarzeniu ze stwierdzonymi odkształceniami nadwozia, na określenie miejsca, jakie zajmowała ta osoba w pojeździe w chwili wypadku, a przez to osoby kierującej tym pojazdem.
- Odcisnięcie pasa bezpieczeństwa na tułowiu osób siedzących na przednich siedzeniach jednoznacznie identyfikuje osobę kierującą pojazdem w czasie zderzenia.

- Końcowym efektem analizy lokalizacji i charakteru obrażeń ciała uderzonego pieszego jest ustalenie jego pozycji w chwili uderzenia. Informacja ta w wielu przypadkach jest decydująca dla oceny zachowania się uczestników wypadku, gdyż pozwala na:
- określenie kierunku poruszania się pieszego (w poprzek – z lewa na prawo lub prawa na lewo, bądź też wzdłuż jezdni),
- określenie stanu ruchu pieszego w chwili uderzenia (chód, bieg, stojący),
- określenie orientacyjnej prędkości samochodu w chwili uderzenia.

Dane te w połączeniu z innymi „śladowymi” pozostawionymi na miejscu wypadku, pozwalają na zredukowanie do minimum obszaru zmienności parametrów ruchu uczestników zderzenia i przez to na uściślenie fizycznego modelu jego przebiegu, a co za tym idzie na bardziej jednoznaczne wnioski.

W rzeczywistych wypadkach można dosyć dokładnie określić zakres obrażeń ciała jakich doznał pieszy. Dla uzyskania porównywalności danych wprowadzone zostały umowne jednostki AIS (*Abbreviated Injury Scale*) określające zakres powstałych rzeczywiście obrażeń.

Tak więc orientacyjnie określono:

AIS = 1 – lekkie obrażenia; AIS = 2 – średnie obrażenia; AIS = 3 – ciężkie obrażenia ciała; AIS = 4 – bardzo ciężkie obrażenia; AIS = 5 – krytyczne obrażenia; AIS = 6 – nieprzeżyłowe obrażenia, AIS = 9 – bardzo rozległy zakres obrażeń (zmasakrowanie ciała).

Przeprowadzone badania pozwoliły na określenie zależności między prędkością uderzenia, a wywołanym nim zakresem obrażeń w formie wielomianu drugiego stopnia typu:

$$AIS = a + bv + cv^2$$

Gdzie: a, b, i c są stałymi współczynnikami, zależnymi od: rodzaju uderzenia (pierwotne, wtórne), rodzaju nadwozia samochodu (klinowe, pontonowe, skrzynkowe), wzrostu pieszego (dorośli, dzieci), zaś v w m/s jest prędkością uderzenia pieszego. Na przykład przybliżona prędkość uderzenia osoby dorosłej przodem współczesnego samochodu osobowego (nadwozie klinowe), w zależności od doznanych obrażeń wyraża się zależnością: $v = (AIS/0,0155)^{1/2}$.

1.1.8. Protokoły zeznań uczestników i świadków zdarzeń drogowych.

Informacje zawarte w protokołach z zeznań uczestników i świadków zdarzeń drogowych zaliczane są do tzw. dowodów osobowych. Ich ranga dowodowa jest niższa niż dowodów materialnych, zwłaszcza w rekonstrukcji fizycznych zjawisk zachodzących podczas wypadku.

Jednak ocena dowodów w sprawie jest w gestii organu, dla którego są one zgromadzone. W ostateczności w gestii sądu. Rzecznik lub biegły nie jest uprawniony do dawania lub nie dawania wiary uzyskanym informacjom, szczególnie pochodzącym z dowodów osobowych.

Nieprawidłowość informacji, zarówno w dowodach materialnych jak i osobowych polega na świadomym lub nieświadomym ich zniekształceniu. Zniekształcenia świadome są często bardzo łatwe do ujawnienia i oczywiście podlegają odpowiedniej ocenie przez organa ścigania i wymiaru sprawiedliwości.

W dowodach osobowych przyczynami zniekształcenia głównie są:

- Złudzenie obserwatora zarówno co do miejsca jak i czasu występowania zdarzeń. Złudzenie to wynika ze stanu emocjonalnego lub braku umiejętności „notowania” zdarzeń szybkozmiennych w czasie.

- Mylenie faktów z własnymi lub zasugerowanymi wnioskami wyciągniętymi subiektywnie podczas incydentu.
- Cechy osobowe obserwatora, jego stopień pewności siebie, samokrytycyzm i zdolność do logicznego myślenia, w tym również ogólny poziom intelektualny i wiedza w dziedzinie.
- Lokalizacja osobista obserwatora w procesie wypadku. Jako uczestnik, czując się zagrożony objęciem aktem oskarżenia, nawet podświadomie może „korygować” subiektywnie fakty na swoją korzyść.
- Możliwość istnienia konkretnych nacisków wynikających z formalnych lub nieformalnych powiązań rodzinnych, służbowych lub innych.

Zniekształcenia te są jednak w ogromnej większości przypadków możliwe do ujawnienia na drodze wnikliwej analizy powiązań faktów z nich wynikających. Znacznie większe trudności występują przy selekcjonowaniu informacji wynikających z dowodów materialnych. Informacje te przyjmowane są jako bezsporne w sprawie. Tak niestety nie jest.

1.2. Ślady i dowody rzeczowe z miejsca wypadku służące do jego rekonstrukcji.

1.2.1. Miejsce zdarzenia jako źródło dowodowe.

Miejsce wypadku lub kolizji drogowej, wraz ze wszystkimi znajdującymi się tam śladami tego zdarzenia, jest jednym z podstawowych (inaczej: rzeczowych) źródeł dowodowych. Znajdujący się tam zbiór śladów pochodzących z tego zdarzenia jest zaś, w znaczeniu procesowym, zbiorem dowodów materialnych.

Należy tu przypomnieć, że w nomenklaturze kryminalistycznej pod pojęciem śladu rozumie się wszystko to, co stanowi zmianę wprowadzoną do rzeczywistości przez rozpatrywane zdarzenie. Idzie tu zatem nie tylko o dosłownie rozumiane ślady powstałe przez rozlanie czegoś lub odcisnięcie stóp, kół itp. w podłożu, ale także o leżące przedmioty (np. odpryski szkła, lakieru, części pojazdów), powypadkowe położenie pojazdów i ofiar wypadku, a wreszcie ślady uszkodzenia znajdujące się na pojazdach oraz obrażenia ciał uczestników i ślady na ich odzieży. Ślady takie, pod warunkiem ich prawidłowego udokumentowania i odczytania, są niezwykle cennym i obiektywnym nośnikiem informacji o zdarzeniach, które spowodowały ich powstanie. Materialny zaś charakter tych dowodów sprawia, że proces ich powstawania musi odbywać się zgodnie z prawami przyrody, a w przypadku śladów o charakterze fizycznym – zgodnie z prawami fizyki. Odczytanie mechanizmu powstania takich śladów, ich interpretacja i ujawnienie ukrytych w nich informacji o zdarzeniu, jako wymagające „wiadomości specjalnych”, o jakich mowa w kodeksach postępowania karnego i cywilnego, jest domeną działania biegłego i rzeczoznawcy.

Warunkiem koniecznym, aby ślady powypadkowe stały się dowodami w rozumieniu procesowym, jest zarejestrowanie i udokumentowanie ich w sposób przewidziany procedurą procesową. Czynności takiej z reguły dokonuje wezwana na miejsce ekipa policyjna, toteż biegły powołany do sprawy w toku jej prowadzenia zazwyczaj dysponuje już dokumentacją z przeprowadzonych oględzin miejsca wypadku. Dokumentacja taka składa się najczęściej z: protokołu oględzin oraz szkicu miejsca wypadku i kompletu zdjęć, stanowiących załączniki do tego protokołu. Czasem także w jej skład wchodzi kaseta video nagrana podczas oględzin.

Bywają również w praktyce takie przypadki, gdy dokumentacji miejsca wypadku w ogóle nie ma lub gdy istniejąca dokumentacja jest niekompletna, albo gdy w toku toczącego się postępowania wyjdą na jaw jakieś nowe okoliczności, wymagające uzupełnienia lub

rozszerzenia informacji o miejscu i okolicznościach zdarzenia. W takich przypadkach podejmuje się próby uzyskania brakujących dowodów poprzez dokonywanie tzw. wizji lokalnej lub eksperymentu procesowego. Tak dzieje się często w przypadkach drobnych z pozoru kolizji, które nie są zgłaszane policji, a na drogę sądową trafiają ze znacznym opóźnieniem, w formie procesu cywilnego o odszkodowanie (gdą strony nie mogą dojść do porozumienia).

Dokumentacja miejsca wypadku nie może ograniczać się tylko do opisanie i pokazania śladów powypadkowych. Informacje o poszczególnych śladach nie pozwalające na ich umiejscowienie w planie drogi i względem innych śladów są prawie lub całkowicie bezwartościowe z punktu widzenia możliwości rekonstrukcji i analizy zdarzenia. Oględziny miejsca wypadku w jego stanie tuż powypadkowym są procesową czynnością dowodową o niezwykle ważnym i specyficznym znaczeniu, które polega na tym, że:

- a) miejsce to jest materialnym, a więc obiektywnym, niezależnym od przekazów osobowych, źródłem informacji o wypadku;
- b) oględziny takie są czynnością z reguły niepowtarzalną, jako że z upływem czasu obraz niektórych śladów powypadkowych szybko ulega zniekształceniu i zanika;
- c) regułą jest, że osobą, która będzie korzystała z dokumentacji powypadkowej będzie ktoś, kto miejsca wypadku w takim jego stanie nie widział i wszelkie o nim informacje będzie mógł czerpać tylko ze zgromadzonej dokumentacji. Zatem sposób opisanie i pokazania obrazu tego miejsca musi być jednoznaczny, przejrzysty.

1.2.2. Rodzaje i charakterystyka śladów kół pojazdów.

Ślady kół pojazdów dostarczają informacji nie tylko o torach poruszania się, ale także o dynamicznych warunkach ich ruchu. Jest zatem rzeczą ważną, aby dokonując oględzin miejsca wypadku prawidłowo te ślady rozpoznać, nazwać i udokumentować ich charakter. Dokumentacja taka powinna zawierać:

- opis śladów charakteryzujący ich cechy (w protokóle oględzin),
- rysunek (na szkicu ogólnym) przedstawiający długość śladów (z uwzględnieniem ewentualnych przerw w ich ciągłości) oraz ich rzeczywisty kształt,
- komplet zdjęć przedstawiający ślady w ogólnym ujęciu perspektywicznym oraz wykonanych z góry zbliżeniach, pokazujących szczegółowo wygląd śladu.

Czyste, ogumione koło pojazdu toczące się swobodnie po suchej i twardej nawierzchni drogi nie pozostawia żadnych widocznych śladów. Jeśli na takiej nawierzchni pojawia się widoczny ślad tarcia, to oznacza to, że na koło działały siły styczne do nawierzchni jezdni, pochodzące od znacznej wartości sił wzdłużnych (hamujących lub napędzających koło) lub poprzecznych (np. reakcji na siłę odśrodkową na łuku). Możliwa jest również wypadkowa tych dwóch sił.

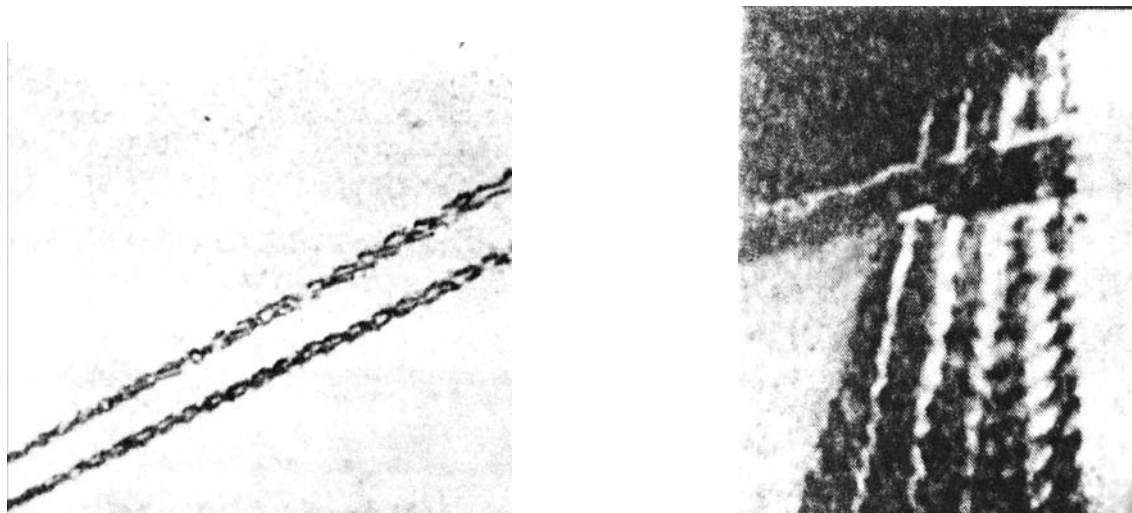
Pojawienie się śladu tarcia koła jest zawsze dowodem na to, że jego ruch odbywał się na granicy przyczepności lub że granica ta została przekroczona. Opona trze wówczas intensywnie o jezdnię, co powoduje wydzielanie znacznych ilości ciepła, działających destrukcyjnie zarówno na materiał opony, jak i nawierzchni. Produkty tych procesów tworzą na jezdni mniej lub bardziej wyraziste ciemne, smugowate ślady.

Generalnie należy rozróżniać następujące ślady pochodzące od kół pojazdów:

- ślady jazdy (toczenia) pojazdu,
- ślady hamowania lub przyspieszania,
- ślady blokowania kół,
- ślady bocznego znoszenia,
- ślady zarzucania.

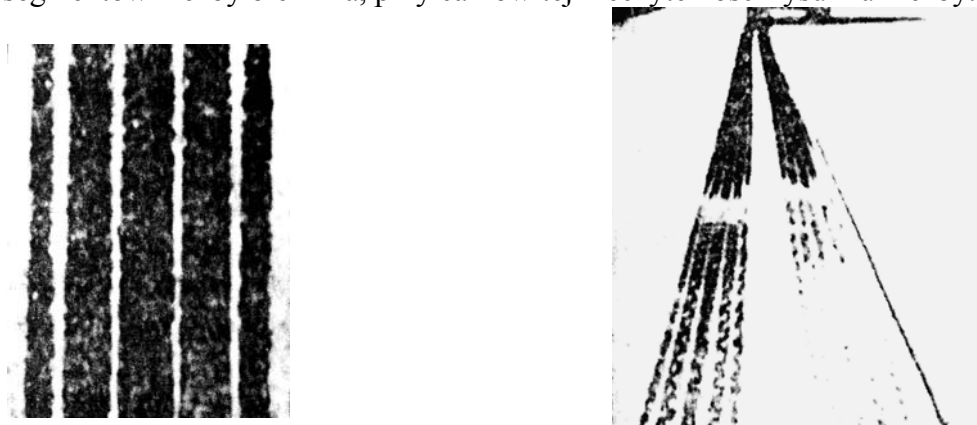
Ślady jazdy toczących się swobodnie kół (tj. nie hamowanych i nie przyspieszanych intensywnie) dają się ujawnić zasadniczo na podłożach miękkich. Na twardej i suchej nawierzchni wyjątkiem jest przejazd po plamie rozlanej wody, farby oleju itp. Ślad taki jest zazwyczaj krótki (czasem przerywany), gdyż opona tocząc się ulega oczyszczeniu i ślad stopniowo zanika. Cechą charakterystyczną śladów jazdy jest to, że obraz rzeźby bieżnika jest jego wiernym odwzorowaniem, tj. bez zniekształceń odległości pomiędzy elementami rzeźby i samych elementów.

Ślady hamowania są to ślady tarcia pozostawione przez koło intensywnie hamowane, ale toczące się – z prędkością kątową mniejszą niż wnikająca z przebytej drogi przez pojazd. Powoduje to charakterystyczną zmianę odległości pomiędzy elementami rzeźby bieżnika odwzorowanymi w śladzie, które ulegają wydłużeniu w stosunku do rzeczywistych odległości tych elementów w bieżniku. Cechą tych śladów zatem jest to, że zachowany jest w nich zarys rzeźby bieżnika, ale jest on rozciągnięty. W przypadku intensywnego przyspieszania pojazdu mogą powstawać podobne ślady, ale będą się charakteryzować „skróceniem” – zagęszczeniem rysunku bieżnika w stosunku do rzeczywistego – rys.1.15. i 1.16.



Rys 1.15. Ślady hamowania toczącego się koła samochodu ciężarowego

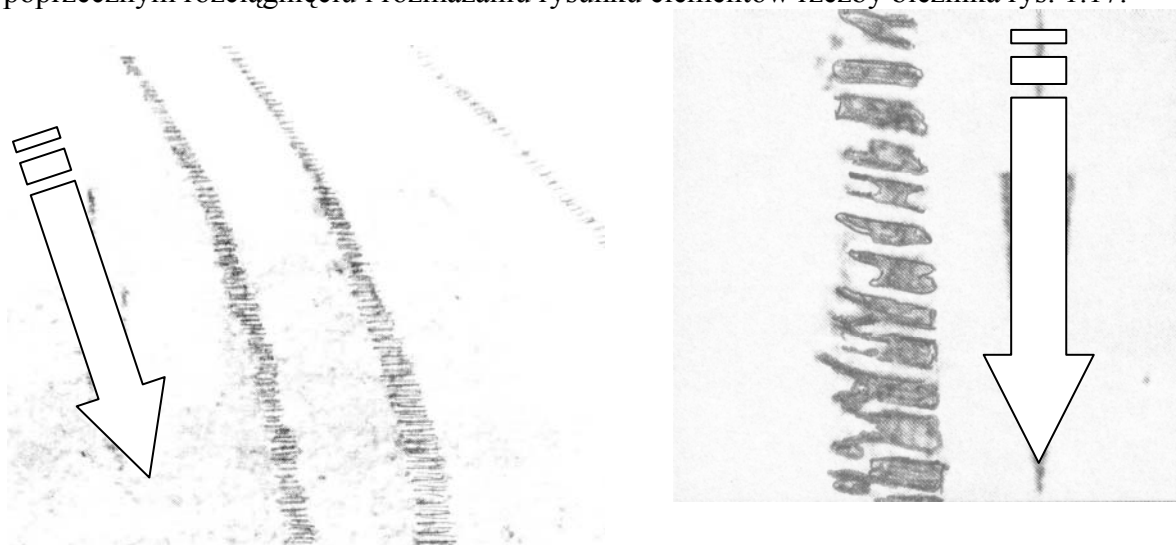
Ślady blokowania kół są również formą śladów hamowania, ale pozostawionych przez koła nie obracające się, lecz sunące po jezdni w pewnym poślizgu. Ślad blokowania na nawierzchniach bitumicznych charakteryzuje się podłużnymi smugami pochodzącymi od segmentów rzeźby bieżnika, przy całkowitej nieczytelności rysunku rzeźby.



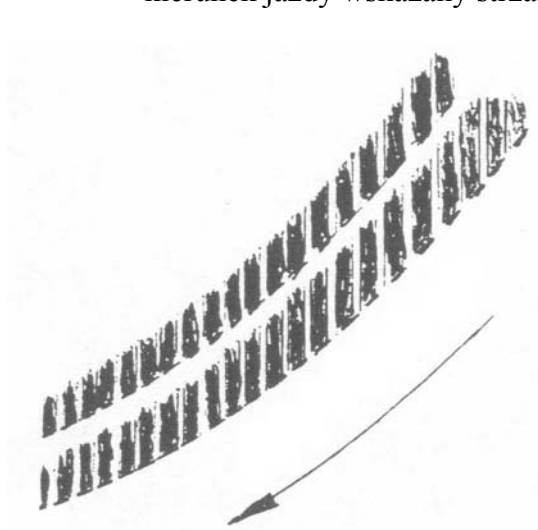
Rys 1.16. Ślady hamowania koła samochodu ciężarowego przechodzący w ślad blokowania.

Przy oponach o drobnej i zawilej rzeźbie bieżnika ślad taki może mieć charakter jednolitej smugi, bez dostrzegalnego podziału na segmenty.

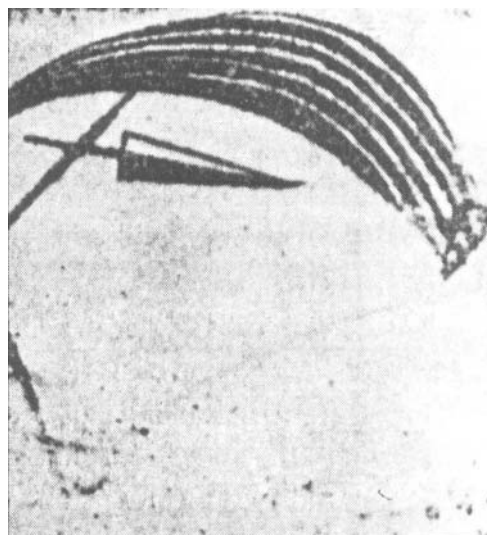
Ślady bocznego znoszenia kół i ślady zarzucania pojazdu charakteryzują się innego rodzaju zniekształceniami. W obu przypadkach, obok ruchu potoczystego wykonywanego w płaszczyźnie koła, występuje równocześnie prostopadła do tej płaszczyzny składowa ruchu o charakterze poślizgu bocznego. O **znoszeniu** mówimy wtedy, gdy koło toczy się, a poślizg boczny jest stosunkowo niewielki i jest na granicy odkształceniowego poślizgu w strefie kontaktu opony z jezdnią. W efekcie, wektor prędkości wypadkowej środka koła odchyła się od płaszczyzny koła w kierunku działania siły bocznej o pewien kąt, zwany kątem znoszenia koła. Zniekształcenia na śladzie nie hamowanego koła polegają na poprzecznym rozciągnięciu i rozmazaniu rysunku elementów rzeźby bieżnika rys. 1.17.



Rys 1.17. Ślady bocznego znoszenia nie hamowanych kół samochodu osobowego – kierunek jazdy wskazany strzałką



Rys 1.18. Ślady bocznego znoszenia kół bliźniaczych



Rys 1.19. Ślady zarzucania tylnego koła

W przypadku znoszenia koła hamowanego (ale toczącego się) kierunek deformacji rysunku rzeźby bieżnika staje się skośny - rys. 1.18.

W miarę wzrostu względnego bocznego poślizgu koła, zjawisko bocznego znoszenia może się przemienić w pełny poślizg boczny, przy którym składowa poprzeczna ruchu staje się

dominująca. Jeśli zjawiska takie wystąpi na kołach tylnej osi pojazdu, wówczas następuje tzw. *zarzucanie*, którego istotą jest obrót pojazdu (jego osi podłużnej) względem pierwotnego kierunku jazdy. Cechą charakterystyczną takich śladów jest to, że początkowo pokrywające się ślady kół przednich i tylnych jednego boku, wskutek obrotu rozdzielają się, a sam ślad kół będących w poślizgu, o charakterze smugowym, zwiększa swoją szerokość w miarę wzrostu kąta obrotu pojazdu (rys.1.19).

1.2.3. Ślady wskazujące na miejsce zaistnienia zdarzenia drogowego.

Nieodzownym warunkiem możliwości dokonania rekonstrukcji wypadku drogowego jest ustalenie miejsca kolizji. Na wyznaczenie miejsca kolizji pozwalają różne ślady i dowody rzeczowe pozostawione na tym miejscu po zdarzeniu. Duże znaczenie mają przy tym ślady pochodzące od twardych elementów pojazdów. Chodzi tu o ślady utworzone na podłożu przez takie części pojazdu, jak np. silnie odkształcone w zderzeniu elementy zawiesznień i obłachowania, krawędź otwartych drzwi samochodu osobowego, podnózek i kierownica motocykla. Ich charakter i wygląd może być różny, toteż trudno podać ich uniwersalny opis. Śladów tych należy starannie poszukiwać na miejscu kolizji, przy równoczesnym odszukaniu ich replik na pojazdach, tj. na tych elementach pojazdu, których uszkodzenia odpowiadają tym śladom.

W czasie wypadku ulegają rozbiciu takie elementy wyposażenia pojazdu, jak szyby nadwozia, szkła reflektorów i klosze lamp, a ich odłamki rozsypują się. Niekiedy też, szczególnie w poważniejszych zderzeniach, w rejonie miejsca wypadku pozostają rozrzucone drobne części wyposażenia pojazdów, takie jak fragmenty zderzaków, wycieraczki szyb, ramki reflektorów, a nieraz i elementy układu napędowego i zawiesznień pojazdów. W najprostszym wypadku, w miejscu kolizji (zestknięcia się) pojazdów pozostają na nawierzchni grudki błota odpadłe od zdeformowanego błotnika wskutek wstrząsu. Wszystkie te ślady należy starannie zinwentaryzować, ponieważ mogą być ważne dla ustalenia miejsca kolizji i wzajemnego usytuowania pojazdów w chwili zderzenia. Zwłaszcza prawidłowe udokumentowanie położenia odłamków rozbitego szkła szyb czołowych lub reflektorów umożliwia ustalenie zarówno prędkości pojazdu, jak i miejsca kolizji – w szczególności w wypadkach potrącenia pieszych. Dokumentując ślady odłamków szkła, należy koniecznie dążyć do ustalenia, czy są to odłamki szyby czołowej czy reflektorów, wymierzyć dokładnie długość i szerokość pola pokrytego tymi odłamkami oraz ustalić położenie (podać współrzędne) początku, końca i środka ciężkości tego pola. W przypadkach ucieczki pojazdu z miejsca wypadku przedmioty te mają wartość identyfikacyjną. Ich zabezpieczenie jako dowodów rzeczowych może umożliwić późniejszą identyfikację indywidualną, jeśli „podejrzany” pojazd zostanie odnaleziony.

W przypadkach potrącenia pieszego przez pojazd należy intensywnie poszukiwać charakterystycznego śladu tarcia podeszwy buta pieszego o jezdnię (niestety drobnego, a więc łatwego do przeoczenia), który to ślad jest wyznacznikiem miejsca, w którym znajdował się pieszy w chwili potrącenia. Udokumentowaniu muszą też podlegać ślady na odzieży uczestników wypadku, co jest szczególnie istotne w przypadkach przejechania ofiary.

1.2.4. Ślady i dowody rzeczowe będące podstawą wyznaczenia prędkości pojazdu.

Ślady pozostawione na miejscu zdarzenia drogowego w połączeniu ze skutkami wypadu pozwalają z reguły na wyznaczenie prędkości pojazdów biorących w nich udział.

Istnieje wiele metod i sposobów wyznaczania prędkości pojazdów uczestniczących w kolizji lub wypadku drogowym. Najdokładniejsze oszacowanie tej prędkości uzyskuje się na podstawie długości śladów hamowania lub blokowania kół pojazdu. Prędkość zderzających się pojazdów można oszacować znając odległości i sposób ich przemieszczenia się z miejsca kolizji do położenia powypadkowego oraz zakres odkształceń powstałych w wyniku zderzenia.

Znając odległość, sposób i kierunki przemieszczenia się pojazdów po kolizji oraz kierunki torów ich ruchu bezpośrednio przed kolizją można wyznaczyć ich prędkości kolizyjne, bez szacowania energii pochłoniętej na powstałe odkształcenia, tzw. metodą wektorową.

Sposób wyznaczania prędkości samochodu w wypadkach polegających na potrąceniu pieszego zależy od znajomości miejsca potrącenia i śladów pozostawionych na miejscu wypadku.

W zależności od posiadanych danych prędkość w chwili uderzenia pieszego można wyznaczyć na podstawie:

- długości śladu hamowania pojazdu;
- odległości odrzutu uderzonego pieszego;
- odległości odrzutu odłamków szkła stłuczonej szyby czołowej;
- odległości odrzutu odłamków szkła reflektora;
- wielkości rozwinięcia pieszego na pokrywie przedniej samochodu;
- metody graficznej prof. *Slibara*;
- zakresu obrażeń ciała uderzonego pieszego.

1.2.5. Ślady i dowody pozwalające na ustalenie osoby kierującej pojazdem podczas wypadku.

Ustalenie osoby kierującej pojazdem w chwili wypadku jest zagadnieniem trudnym i nie zawsze prowadzącym do jednoznacznych rozwiązań. Wpływ na to ma bardzo wiele czynników, gdyż pomimo licznych podobieństw każdy przypadek jest zdarzeniem indywidualnym. Opieramy się przy tym zarówno na materiale osobowym, jak i rzeczowym. Najczęściej dopiero suma informacji z obu tych źródeł może wskazać osobę kierującą pojazdem z odpowiednim prawdopodobieństwem.

Dla celów ustalenia osoby kierowcy, na podstawie materiałów rzeczowych, należy określić tor ruchu samochodu przed i w trakcie wypadku. Bowiem istotne jest z jakimi elementami podłoża kontaktował pojazd i z którą jego częścią oraz w jakiej fazie zdarzenia, jakie elementy pojazdu i kiedy z niego wypadły oraz jakie było ich bezpośrednie położenie powypadkowe. Położenie tych elementów może bowiem wskazywać na kierunki sił działających na osoby w pojeździe w danej fazie zderzenia. Kierunki sił działających na osoby znajdujące się wewnątrz pojazdu zależą od toru i charakteru ruchu pojazdu w czasie zderzenia. Np. uderzenie pojazdu jadącego w pojazd stojący powoduje przemieszczenie się osób w siedzących w kierunku, z którego nadjechał pojazd uderzający.

Na ustalenie osoby kierującej pojazdem w czasie wypadku pozwalają obrażenia ciała doznane przez osoby w nim się znajdujące oraz ślady biologiczne pozostawione w pojeździe. Praktycznie jednoznacznie określają kierowcę pojazdu obrażenia klatki piersiowej, pochodzące od zapiętego pasa bezpieczeństwa oraz kończyn dolnych pochodzących od uderzenia o pedały sprzęgła i hamulca. Podobnie jest w przypadku

odwzorowania rzeźby nakładki pedału hamulca na podeszwie buta osoby kierującej pojazdem.

Śladami biologicznymi pozwalającymi na identyfikację osoby kierującej między innymi są:

- włosy zakleszczone w popękanej szybie czołowej;
- badania DNA śladów pozostawionych na kierownicy;
- cząstki tkaniny odzieży przeniesione na elementy sterowania pojazdu z tworzyw sztucznych;
- ślady pomadki odwzorowane na wyzwolonej poduszce powietrznej;

1.2.6. Zapisy kart tachografów i rejestratorów wypadkowych (UDS).

Z punktu widzenia rekonstrukcji wypadków najbardziej interesujące informacje niesie ze sobą mikroskopowy odczyt zabezpieczonych kart tachografów pojazdów uczestniczących w wypadkach drogowych. Na ich podstawie można prześledzić ruch pojazdu przed zderzeniem, tj. prędkość, przyspieszenie, hamowanie, zatrzymanie, a także ustalić moment zderzenia oraz prędkość kolizyjną. Precyzja uzyskania wyników zależy w pierwszym rzędzie od jakości i stanu tachografu, ale również od prawidłowości odczytu. Konieczne jest tu posiadanie specjalistycznego mikroskopu oraz odpowiedniego przeszkolenia. Uzyskanie analogicznych wyników domowymi sposobami nie jest możliwe. Precyzja zapisu osiągnięta jest przez kreślenie dużo cieńszej linii wygniatanej przez rysik na dnie rowka, ale do jej dostrzeżenia konieczny jest specjalny rodzaj oświetlenia i specjalizowany stolik mikroskopowy.

Zapis taki pozwala ustalić prędkość pojazdu w chwili wypadku i ujawnić błąd w zachowaniu się kierowcy przed zderzeniem, np. polegający na braku reakcji hamowania. Zapis powstający w trakcie zderzenia, mający wygląd nieregularnych kresek przy opadającej prędkości jest wynikiem drgań pokrywy tachografu wraz z zamocowaną kartą w stosunku do rysika.

Posiadanie w pojeździe urządzenia rejestrującego przebieg jazdy skłania mniej sumiennych kierowców do prób ingerencji w jego zapis. Można jednak stwierdzić, że urządzenie to jest skutecznie zabezpieczone przed znakomitą większością możliwych w praktyce manipulacji.

Ogólny widok tachografu i miejsc umieszczenia cech uwierzytelnienia pokazano na rys. 1.21., a ogólny widok karty tachografu na rys. 1.20. Natomiast zapis sytuacji kolizyjnej zarejestrowanej na tarczy tachografu pokazuje rys. 1.23., a przykłady nieprawidłowej ingerencji w jego zapisy na rys. 1.22 i 1.24.

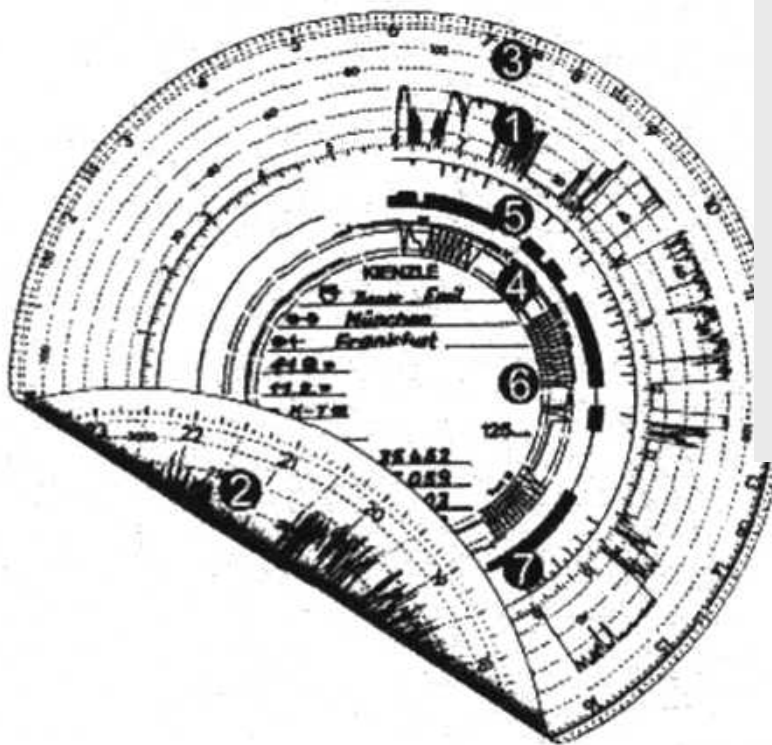
W celu ścisłego odtworzenia sposobu jazdy pojazdu w chwili poprzedzającej kolizję oraz w jej trakcie zbudowano specjalne urządzenie rejestrujące – **rejestrator wypadków UDS**, które w sposób nieprzerwany zapisuje stan ruchu pojazdu oraz działanie jego poszczególnych urządzeń.

Wyniki pracy takiego urządzenia mogą być przydatne zarówno dla potrzeb procesu karnego, jak i postępowań odszkodowawczych. Urządzenie to nazwane w skrócie UDS (od niemieckiej nazwy wypadkowego rejestratora danych) pamięta ostatnie 30 sekund ruchu pojazdu, a w przypadku wystąpienia kolizji przez 15 sekund po jej zaistnieniu. „Zamrożenie” danych w pamięci urządzenia następuje automatycznie po zaistnieniu kolizji lub też po ręcznym wybraniu takiego momentu. Odczyt takich danych może być dokonany wyłącznie za pomocą specjalistycznego programu, który nie jest w posiadaniu kierowcy. Na bieżąco notowane są następujące dane ruchu i zdarzenia:

- czas, - uruchomienie zapłonu, - użycie hamulca, prędkość pojazdu,

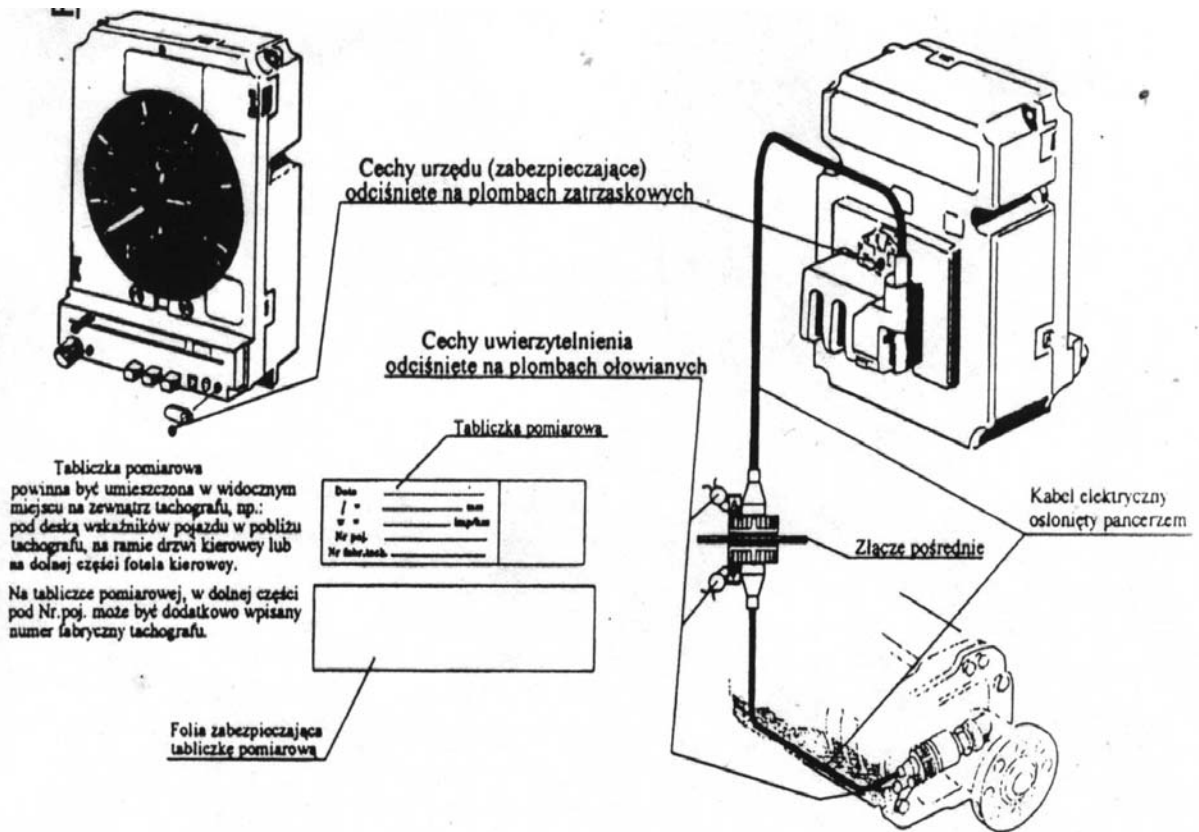
- użycie kierunkowskazu , oddzielnie lewego i prawego,
- fakt zapalenia świateł głównych i pozycyjnych pojazdu,
- przyspieszenie ruchu pojazdu: poprzeczne i wzdłużne,
- rotacja pojazdu (obrót po wpadnięciu w poślizg).

Po wypadku wszystkie zarejestrowane dane mogą być odzyskane i przetworzone w komputerze na odpowiednie wykresy, tak aby stać się bazą do prowadzenia analizy przebiegu zdarzenia. Taki przetworzony zapis jest pokazany na rys. 1.25. Jak widać można uzyskać tą drogą szereg parametrów ruchu pojazdu prędkość min przyspieszenie i prędkość które obrazują parametry ruchu samochodu przed kolizją, w jej trakcie oraz po jej zaistnieniu. Na rys 1.26. przedstawiono powiększony fragment zapisu innej kolizji, z którego można odczytać, że samochód najpierw hamował z opóźnieniem ok. 6 m/s^2 , następnie został uderzony od tyłu przez inny pojazd, w trakcie którego doznał przyspieszenia rzędu 5 g (50 m/s^2), aby znów po chwili uderzyć swoim przodem o inny poprzedzający pojazd. Uderzenie to spowodowało powstanie opóźnienia ok. -4 g (-40 m/s^2). Ostatnia część wykresu przedstawia reakcję zawieszenia na to uderzenie aż do końcowego uspokojenia ruchu pojazdu.

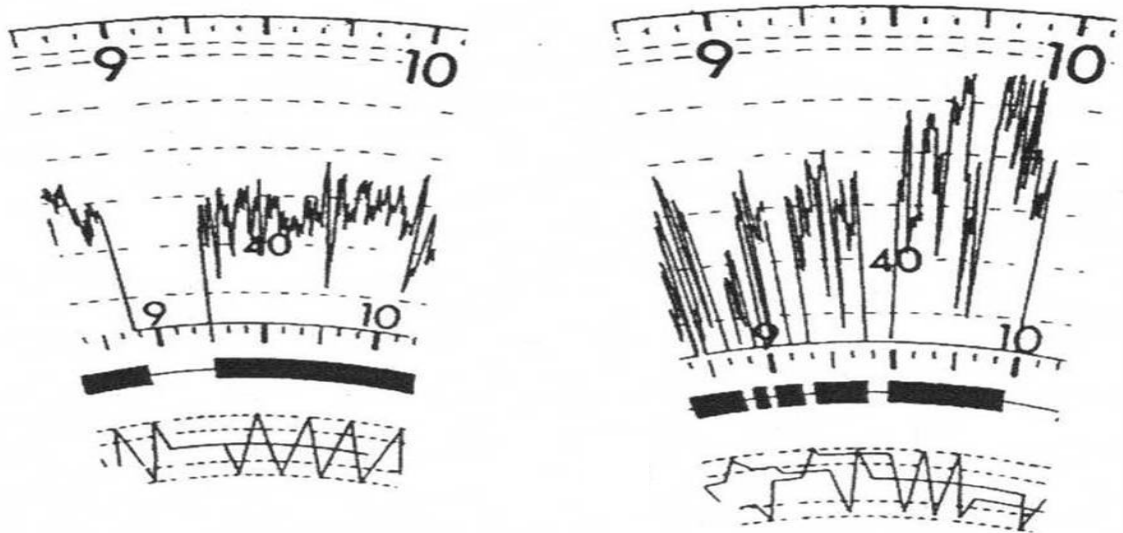


- 1 – zapis prędkości;
- 2 – zapis prędkości obrotowej silnika;
- 3 – zewnętrzna skala czasowa;
- 4 – zapis długości drogi;
- 5 – zapis rodzaju czasu pracy kierowcy;
- 6 – pole wpisów ręcznych;
- 7 – pole rejestracji parametrów dodatkowych (np. zużycie paliwa itp..).

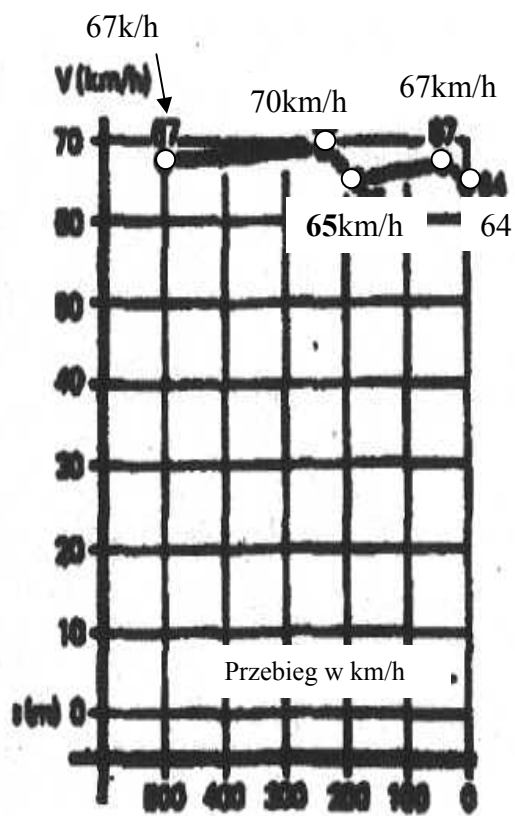
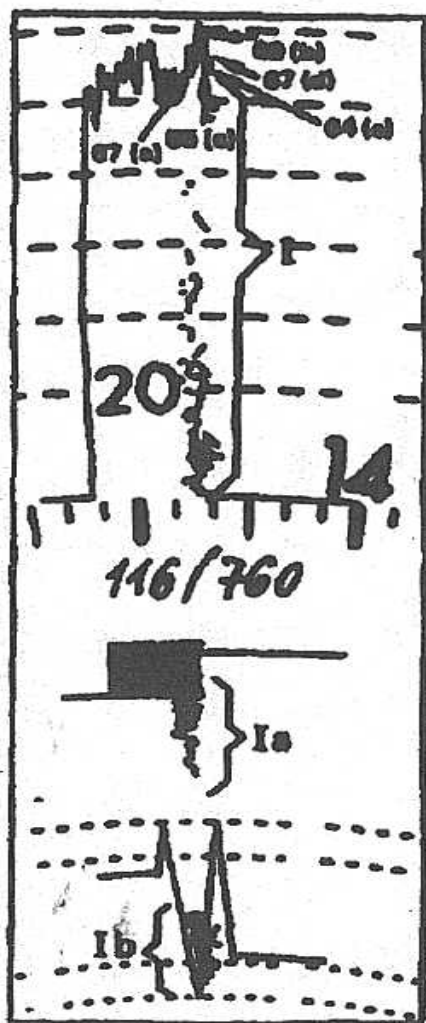
Rys 1.20. Tarcza tachografu i parametry rejestrowane



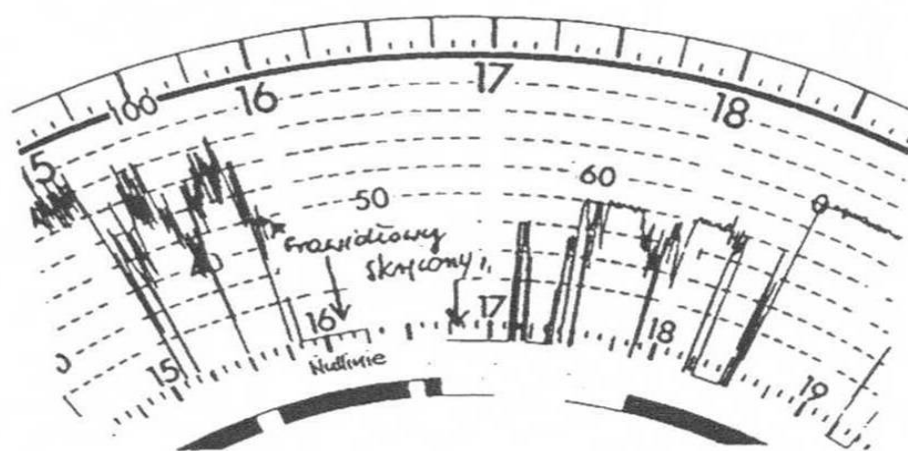
Rys 1.21. Miejsca umieszczenia cech uwierzytelnienia na przykładzie tachografu typ 1319 firmy VDO - KIEMZLE



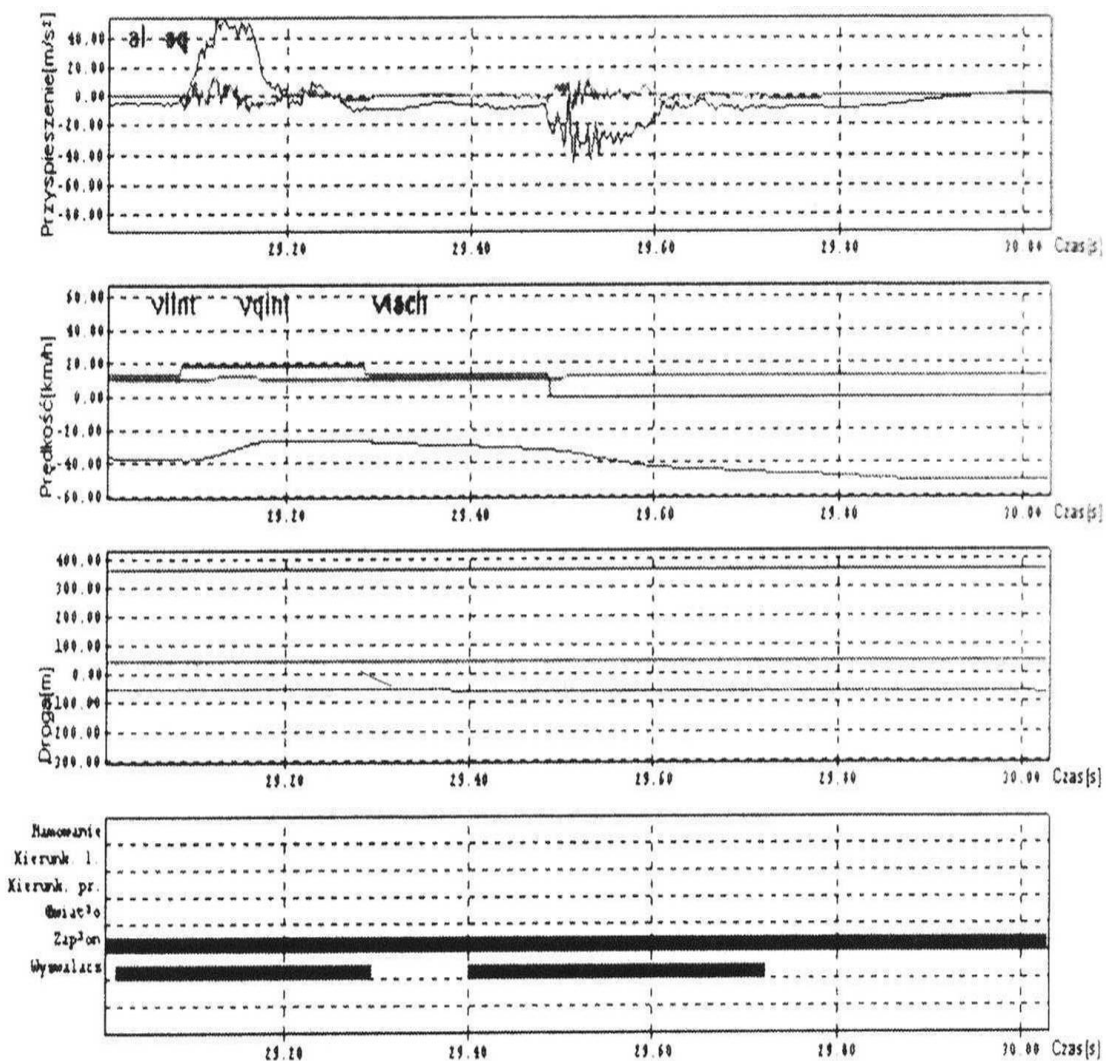
Rys 1.22. Uzupełnienie zapisu poprzez ponowne złożenie tarczy



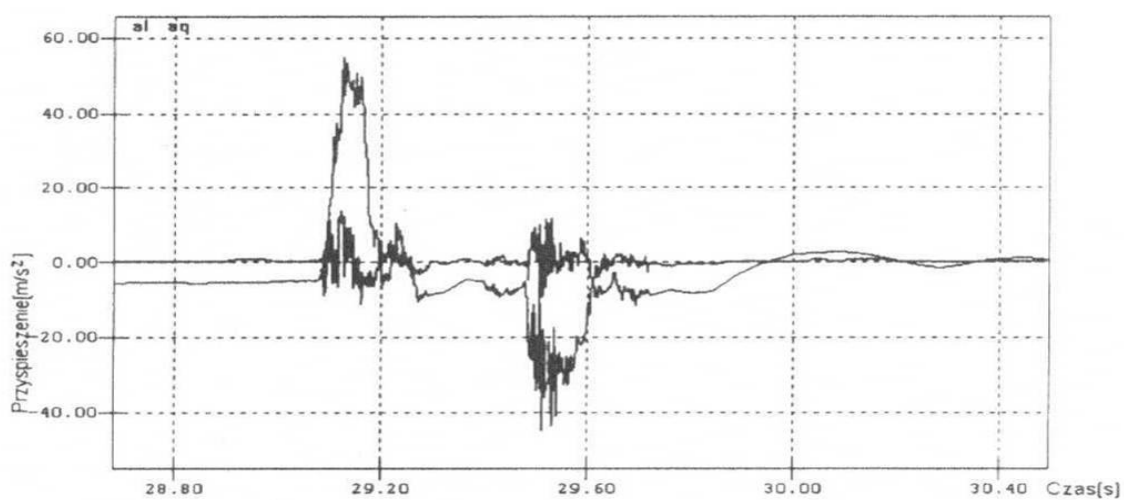
Rys 1.23. Rozszyfrowywanie sytuacji kolizyjnej



Rys 1.24. Zagięcie pisaka dla uzyskania zniżenia prędkości jazdy



Rys 1.25. Odczyt fragmentu zapisu z urządzenia rejestrującego UDS



Rys 1.26. Powiększony fragment zapisu przebiegu zmian przyspieszenia wzdłużnego i poprzecznego zarejestrowanego przez UDS

Wykaz załączników

1. Załącznik 1, NOTATKA URZĘDOWA – stron 2;
2. Załącznik 2, PROTOKÓŁ OGŁĘDZIN MIEJSCA WYPADKU DROGOWEGO – stron 4;
3. Załącznik 3, SZKIC MIEJSCA WYPADKU DROGOWEGO – stron 1;
4. Załącznik 4, PROTOKÓŁ OGŁĘDZIN POJAZDU (samochodu) – stron 4;
5. Załącznik 4a, PROTOKÓŁ OGŁĘDZIN POJAZDU (roweru, motocykla) – stron 2;
6. Załącznik 5 Plan rozmieszczenia sygnalizatorów sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu;
7. Załącznik 6 Program działania sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu.

Literatura:

1. Kończykowski W. – Odtwarzanie i analiza przebiegu wypadku drogowego
Stowarzyszenie Rzecznawców Techniki Samochodowej i Ruchu
Drogowego, Paryż – Warszawa 1993r.
2. Reza A. – Oględziny miejsca wypadku drogowego i pojazdu. Instytut Ekspertyz
Sądowych w Krakowie - Paragraf na drodze Nr 4 –12/99.
3. Praca zbiorowa: Wypadki drogowe. Vademecum biegłego sądowego.
Instytut Ekspertyz Sądowych, Kraków 2002.

V UCZESTNICZY ZDARZENIA (wpisać kierowców i potrąconych)

1. Osoba: _____
 nr PESEL: _____
 zamieszkały: _____ tel.: _____
 zatrudniony: _____
 nr dowodu: _____
 nr druku: _____
 dowód wydany przez: _____
 nr polisy: _____
 ubezpieczony w: _____
 status trzeźwości: _____

2. Osoba: _____
 nr PESEL: _____
 zamieszkały: _____ tel.: _____
 zatrudniony: _____
 nr dowodu: _____
 nr druku: _____
 dowód wydany przez: _____
 nr polisy: _____
 ubezpieczony w: _____
 status trzeźwości: _____

VI ŚWIADKOWIE

VII MIEJSCE ZABEZPIECZENIA POJAZDÓW

VIII ZAŁĄCZNIKI (wymień protokoły, dokumenty załączone do sprawy)

IX INNE UWAGI (np. informacja uzyskana o osobie, pojazdach, status pojazdu po akcji ratowniczej)

Poljins policjanti

ZAŁĄCZNIK 1, strona 1

ROZDZIAŁ _____
 miejscowość, data _____
 nr KW _____

NOTATKA URZĘDOWA

I W dniu _____ o godz. _____
 udaliśmy się na miejsce zdarzenia, zainstalowanego o godz. _____
 na ulicy _____ w _____
 gm. _____
 nr rej. _____
 kierowcy przez _____
 nraki _____
 złożył się, poinformował _____
 nraki _____
 nraki _____
 nraki _____

II OKOLICZNOŚCI ZDARZENIA

III SKUTKI ZDARZENIA

IV WARUNKI DROGOWE

FAKULT WYD 0

Warunki drogowe:	
Jezdnia	szerokość m, liczba pasów ruchu
odcinek	PROSTY, ŁUK — W PRAWO, W LEWO, SKRZYŻOWANIE
teren	PŁASKI, WZNIESIENIE, SPADEK [°] — patrząc w przyjętym kierunku
rodzaj	BETON, ASFALT, BRUK, KOSTKA, NIUTWARDZONA
stan	SUCHA, WILGOTNA, MOKRA
	CZYSTA, ZANIECZYSZCZONA czym
	GŁADKA, NIERÓWNA, DZIURY, KAŁUŻE
	ŚNIEG: ŚWIEŻY, ROZJEŻDŻONY, UBITY, SUCHY, MOKRY
	LÓD: NIEPOSYPANY, POSYPANY — ŻUŻELEM, GRYSEM, PIASKIEM
D	
Pobocze	szerokość po stronie lewej m szerokość po stronie prawej m
nawierzchnia m
stan
Wysokość w stosunku do jezdnii: WYŻEJ, NIŻEJ — prawe cm, lewe cm	
<p>Sygnalizacja świetlna w rejonie wypadku: NIE MA, JEST — DZIAŁA, NIE DZIAŁA Rodzaj sygnalizacji: TROJKOLOROWA, DWUKOLOROWA, DLA POJAZDÓW KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ, JEDNOKOLOROWA — CZERWONA, ŻÓŁTA Oznakowanie pionowe i poziome przed i za SPO: opisać w p. E Obszar: ZABUDOWANY, NIEZABUDOWANY, STREFA ZAMIESZKANIA Obowiązujące ograniczenie prędkości do km/h</p>	
E	
Opis sytuacji wypadkowej i śladów zdarzenia	
<p>Położenie pojazdów — zwymiarować wzdłuż i wszerz jezdnii.</p> <p>Ślady kół — wyróżnić w opisie: — ślad jazdy, — ślad hamowania, — ślad blokowania, — ślad zarzucania.</p> <p>Jeśli ślad jest krzywoliniowy zwymiarować na nim kilka charakterystycznych punktów.</p> <p>Ślady szkła — rozróżnić szkło szyb od reflektorów. Zaznaczyć początek i koniec pola pokrytego odłamkami. Opisać położenie odłamków wszerz jezdnii.</p>	

PROTOKÓŁ OGŁĘDZIN MIEJSCA WYPADKU DROGOWEGO

..... dnia godz. : : :

..... Z
imię i nazwisko stanowisko nazwa jednostki policyjnej albo Przetwarzalnia
czas rozpoczęcia oględzin

Działając w celu utrwalenia śladów i dowodów przestępstwa na mocy artykułu 207 k.p.k. i zgodnie z art. 143 § 1 pkt 3 k.p.k. na polecenie PROKURATORA, SĄDU:
 przy udziale protokolanta

.....
imię i nazwisko

.....
imię i nazwisko

.....
stopień, imię i nazwisko

biegłego zam. w
 zam. w
 zam. w

oraz w obecności: 1.
 2.

dokonał oględzin miejsca wypadku drogowego zaistniałego na drodze nr
 km, hm w miejscowości

Przebieg i wyniki oględzin:

Ustalił czy położenie (pojazdów, osób, przedmiotów) do chwili rozpoczęcia oględzin było zmieniane:
 NIE, TAK — źródło informacji

Zostało zmienione położenie:
położenie pierwotne opisać w uwagach

A Jako SPO (stały punkt odniesienia) przyjęto

B
wybrał dogodnie dla pomiarów wzdłuż i wszerz jezdnii (przebieg) wymiarowanie w układzie współrzędnych (podstawowych)

Przyjęto obowiązujący dalej kierunek patrzenia

Warunki atmosferyczne w chwili przybycia na miejsce wypadku
 Warunki oświetlenia: PORA DZIENNA, PORA NOCNA, ZMIERZCH
 Pogoda: SŁONECZNE, ZACHMURZENIE — NIEWIELKIE, CAŁKOWITE
 Oświetlenie sztuczne w miejscu zdarzenia: BRAK, JEST WŁĄCZONE, JEST WYŁĄCZONE
 Opisać cyfrowo i oznaczyć na szkicu po dwie lampy przed i za miejscem zdarzenia:
 Lampa Nr : ŚWIECI, NIE ŚWIECI; ŻAROWA, RĘCZNIOWA, SODOWA, INNA
 Lampa Nr : ŚWIECI, NIE ŚWIECI; ŻAROWA, RĘCZNIOWA, SODOWA, INNA
 Lampa Nr : ŚWIECI, NIE ŚWIECI; ŻAROWA, RĘCZNIOWA, SODOWA, INNA
 DESZCZ, ŚNIEG, GRAD — NIE PADA, PADA — INTENSYWNY, SŁABY
 Wiatr: NIE MA, JEST — SILNY, SŁABY
Kierunek wiatru zaznaczyć strzałką

C Temperatura powietrza: °C, przy gruncie °C
 Mgła: JEST, NIE MA
 Widoczność we mgle nieoświetlonych przedskód (pojazdu, pies) [m] (zmierzyć)
 Widoczność we mgle zapalonych świateł mijania pojazdów [m] (zmierzyć)
 Widoczność we mgle zapalonych świateł pozycyjnych pojazdu [m] (zmierzyć)
 W warunkach nocnych zaznaczyć barwę nawierzchni jezdni i przeszkody na skali szarości:
jezdni
dolna część przeszkody (odzież)
 1 2 3 4 5 6 1 2 3 4 5 6

Najechanie na przeszkodę — ustalić jej rodzaj i usytuowanie, Sprawdzić czystość tylnych światła i urządzeń odblaskowych. Zabezpieczyć zarówno do badań.

Zmiana warunków atmosferycznych w czasie oględzin:

Uwagi:

W przypadku żądań (wynikających z art. 148 § 2 k.p.k.) osób biorących udział w czynnościach uwzględnić je w punkcie E protokołu.

Przy sporządzaniu protokołu użyto wkładki: NIE, TAK — ilość sztuk
 Następnie
 dozór — przekazano do użytkowania *)

rodzaj i rozmieszczenie pieczęci, numerów i linii oraz adreś używanym lub osobą sprawującą dozór
 powołanie jako załącznika pochwitanie lub zobowiązania

W czasie oględzin:

1. Znalezione

2. Ujawniono i zabezpieczono

3. Wykonano

4.

W treści dokonano następujących poprawek i uzupełnień

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

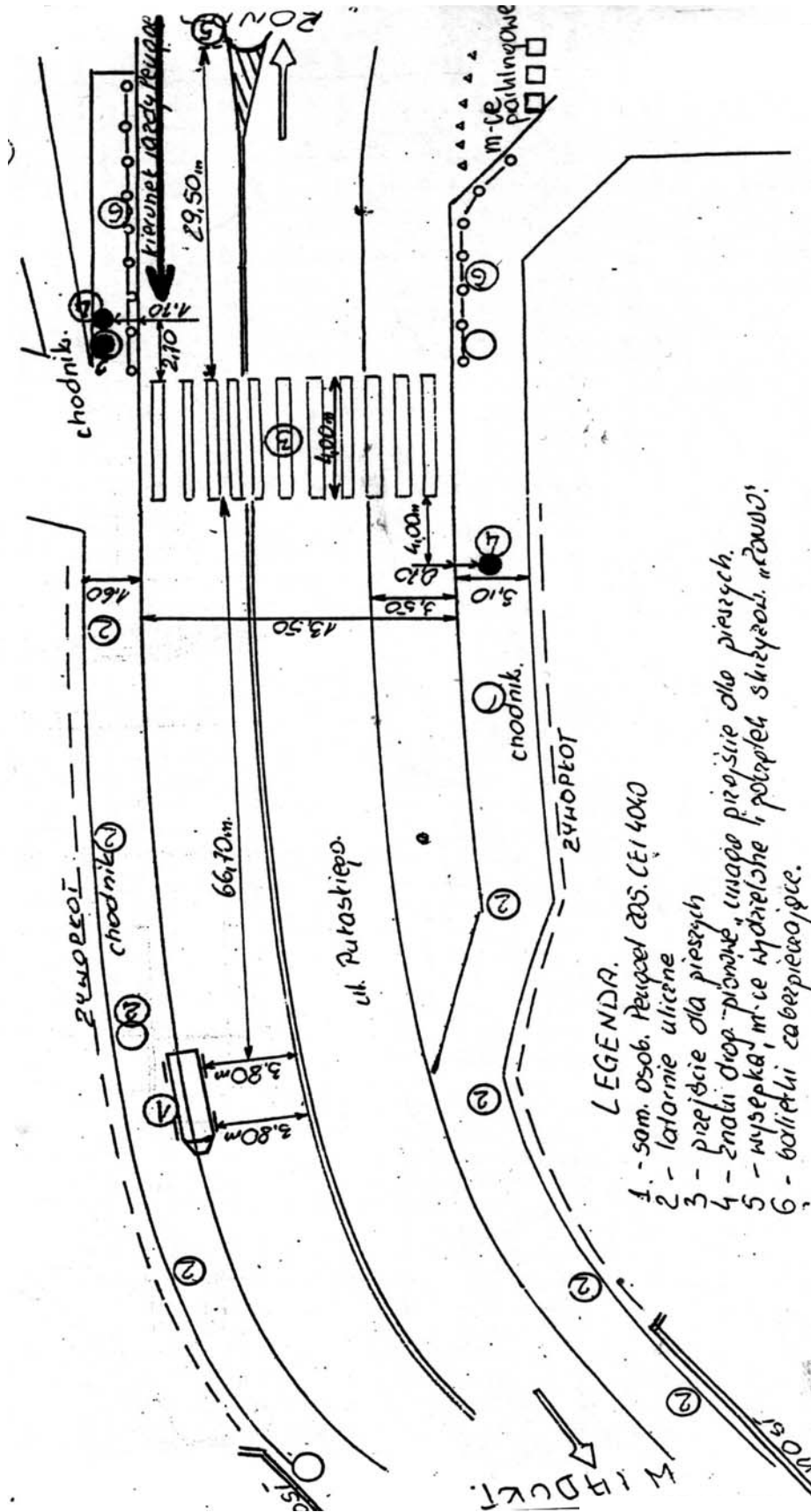
.....

.....

Położenie poszkodowanych osób na drodze — wymiarować na szkicu i opisać.
Inne ślady — rozróżnić i opisać położenie takich z nich jak: płyny, plamy cieczy, przedmioty, lakier, części pojazdów, błoto, żłobienia, wleczenia i otarcia.
Zderzenie pojazdów — w tym przypadku poszukać w rejonie kolizji śladów tarcia opon, zarysowania podłoża od części samochodu, śladu suchoego błota, które może odpaść spod nadkoli. Przebieg śladów wymiarować starannie na całej długości.
Wykonać zdjęcie ogólne i stając prostopadle do uszkodzonych stron pojazdów z uwzględnieniem skaliówki.
Potrącenie pieszego — ustalić miejsce jego wypadkowego położenia; zaznaczyć na szkicu i podać źródło tej informacji. Poszukiwać na jezdni śladu tarcia od podszwy buta.
Ustalić kolor odzieży pieszego oraz zaznaczyć na skali szarości w pkt. C.
Zabezpieczyć odzież pieszego.
Osoba kierującego — w przypadku trudności w jej ustaleniu;
 1. zabezpieczyć wnętrze pojazdu
 2. rozważyć pobranie krwi od wszystkich uczestników zdarzenia (alkohol, grupa krwi)
 3. zabezpieczyć odzież od osób mogących prowadzić pojazd (w tym obuwie)
 4. ujawnić i zabezpieczyć ślady linii papilarycznych, włókien, plam krwi, odcisków obuwia.

Szkic miejsca wypadku drogowego

Skala 1:200
1 cm = 2 m



LEGENDA.

- 1 - sam. osob. Peugeot 205 CEI 4000
- 2 - latarnie uliczne
- 3 - przejście dla pieszych
- 4 - znaki drogow. pionowe, linowe przejście dla pieszych.
- 5 - wysępka, m-ce mydelniche i potropek skrzyżow. "rowno"
- 6 - bolitki zabezpieczajace.

SZKIC MIEJSCA WYPADKU DROGOWEGO

<p>Szczelność układu (wycieki — w tym ze zbiorników)</p> <p>Pneumatyczny — ciśnienie w układzie: po nalażowaniu po 10 min</p> <p>zastane</p>	<p>Instalacja elektryczna:</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">opisać nieprawidłości</p> <p>Sygnal dźwiękowy: SPRAWNY, NIESPRAWNY</p> <p>Oświetlenie: wpisać pozostałe niesprawne światła</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">światło</th> <th style="width: 15%;">prawe</th> <th style="width: 15%;">lewe</th> <th style="width: 55%;">opis uszkodzeń</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>mijania</td> <td>Ś, N</td> <td>Ś, N</td> <td></td> </tr> <tr> <td>drogowe</td> <td>Ś, N</td> <td>Ś, N</td> <td></td> </tr> <tr> <td>kierunkowskazy: przód</td> <td>Ś, N</td> <td>Ś, N</td> <td></td> </tr> <tr> <td>tył</td> <td>Ś, N</td> <td>Ś, N</td> <td></td> </tr> <tr> <td>bok</td> <td>Ś, N</td> <td>Ś, N</td> <td></td> </tr> <tr> <td>światło hamowania</td> <td>Ś, N</td> <td>Ś, N</td> <td></td> </tr> <tr> <td>pozycyjne przód</td> <td>Ś, N</td> <td>Ś, N</td> <td></td> </tr> <tr> <td>tył</td> <td>Ś, N</td> <td>Ś, N</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ś, N</td> <td>Ś, N</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ś, N</td> <td>Ś, N</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Ś — świeci, N — nie świeci</p> <p>Gdy w czasie wypadku były lub miały być włączone światła zabezpieczyć żarówki!</p> <p>Żarówki zabezpieczono: NIE, TAK</p> <p style="text-align: right; font-size: x-small;">podać liczbę i rodzaj</p>	światło	prawe	lewe	opis uszkodzeń	mijania	Ś, N	Ś, N		drogowe	Ś, N	Ś, N		kierunkowskazy: przód	Ś, N	Ś, N		tył	Ś, N	Ś, N		bok	Ś, N	Ś, N		światło hamowania	Ś, N	Ś, N		pozycyjne przód	Ś, N	Ś, N		tył	Ś, N	Ś, N			Ś, N	Ś, N			Ś, N	Ś, N	
światło	prawe	lewe	opis uszkodzeń																																										
mijania	Ś, N	Ś, N																																											
drogowe	Ś, N	Ś, N																																											
kierunkowskazy: przód	Ś, N	Ś, N																																											
tył	Ś, N	Ś, N																																											
bok	Ś, N	Ś, N																																											
światło hamowania	Ś, N	Ś, N																																											
pozycyjne przód	Ś, N	Ś, N																																											
tył	Ś, N	Ś, N																																											
	Ś, N	Ś, N																																											
	Ś, N	Ś, N																																											
F																																													
<p>Stan szyb i świateł:</p> <p>Szyba czolowa: CZYSTA, ZABRUDZONA, POPEKANA, BRAK</p> <p>Szklka reflektorów: CZYSTE, BRUDNE, POPEKANE, BRAK</p> <p>Światła odbliaskowe: CZYSTE, BRUDNE, POPEKANE, BRAK</p> <p>Tablice wyróżniające: CZYSTE, BRUDNE, BRAK</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">uwagi do świateł</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">uwagi do tablic</p> <p>Wycieraczka szyby czolowej: SPRAWNA, NIESPRAWNA; jakość ścierania: DOBRA, ZŁA</p> <p>Wycieraczka szyby tylnej: SPRAWNA, NIESPRAWNA; jakość ścierania: DOBRA, ZŁA</p> <p>Szyby przyciemniane: NIE, TAK</p> <p>Lusterka wsteczne:</p>	<p>Ładunek pojazdu: NIE MA, JEST; rodzaj ilość</p> <p>zamocowanie</p>																																												
G																																													
H																																													

<p>PROTOKÓŁ OGLEDZIN POJAZDU</p> <p>Wypełnić na miejscu zdarzenia oddzielnie dla każdego pojazdu!</p>	
<p>dnia godz. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p style="font-size: x-small;">czas rozpoczęcia oględzin</p> <p>..... Z</p> <p style="font-size: x-small;">imię i nazwisko staroszewsko jednostka Policji albo Prokuratury</p>	<p>Działając w celu utrwalenia śladów i dowodów przestępstwa na mocy artykułu 207 k.p.k. i zgodnie z art. 143 § 1 pkt 3 k.p.k. na polecenie PROKURATORA, SĄDU: przy udziale protokółanta</p> <p style="font-size: x-small;">imię i nazwisko</p> <p>..... imię i nazwisko</p> <p>..... stopień, imię i nazwisko</p> <p>funkcjonariusza techniki kryminalistycznej</p> <p>biegłego</p> <p> Zam. W</p> <p> Zam. W</p> <p> Zam. W</p> <p>..... wpisać miejsce oględzin</p>
<p>A</p> <p>Pojazd: nr rej.</p> <p>kolor rok produkcji</p> <p>nr nadwozia nr silnika</p> <p>data badania stanu technicznego: ostatniego następnego</p>	<p>B</p> <p>Pozycja dźwigni zmiany biegów:</p> <p>Układ kierowniczy: (luz na kole kierownicy określić w stopniach, opisać ograniczenia skrętu)</p>
<p>C</p> <p>Uszkodzenia pojazdu: NIE MA, SA</p> <p>Opis:</p>	<p>D</p> <p>Uwaga: wykonać zdjęcia stojąc twardo do poszczególnych boków (stron) pojazdu</p> <p>Zdjęcia wykonano: NIE, TAK — liczba</p>
<p>E</p> <p>Hamulec roboczy:</p> <p>Hydrauliczny — odległość pedału od podłogi po jego pełnym naciśnięciu:</p> <p>jednokrotnym cm, kilkukrotnym cm</p>	

PROTOKÓŁ OGLEDZIN POJAZDU (samochodu - strony 1 i 2)

PROTOKÓŁ OGLEDZIN POJAZDU

marki nr rej. (ramy)
 Wypełnić na miejscu zdarzenia oddzielnie dla każdego pojazdu jednośladowego!
 (wpisać miejsce oględzin) czas rozpoczęcia oględzin
 (nazwa jednostki Policji prowadzącej sprawę)
 (stanowisko bądź stopień, imię i nazwisko prowadzącego czynność) Z
 (nazwa jednostki Policji albo Prokuratury)
 przy udziale
 (stanowisko bądź stopień, imię i nazwisko osoby uczestniczącej w czynności — jeżeli w czynności bierze udział specjalista, należy wskazać ich imiona i nazwiska, specjalność, miejsce zamieszkania, miejsce pracy i stanowisko oraz podać rodzaj i zakres czynności wykonywanych przez każdego z nich)

Przebieg czynności będzie utrwalony za pomocą urządzenia rejestrującego obraz/dźwięk* tak nie, o czym uprzedzono uczestników
 (rodzaj i cechy identyfikacyjne urządzenia, modela oraz techniczne warunki rejestracji)

obsługiwane przez
 (imię, nazwisko i adres oraz stanowisko służbowe — w przypadku podlegających adres jednostki Policji)

Pojazd: SOLO, Z WÓZKIEM BOCZNYM		marka i typ	nr rej. (ramy)
A	kolor	rok produkcji	stan licznika
	nr ramy	VIN	nr silnika
B	data badania stanu technicznego: ostatniego następnego		
	Pozycja dźwigni zmiany biegów:		
C	Kierownica (sprawdzić, czy nie występuje blokowanie, luz w ułożystowaniu główki ramy)		
	Hamulec koła przedniego: MECHANICZNY, HYDRAULICZNY, BRAK		
	Sprawdzić stan linek albo,		
	Szczelność układu (wycieki — w tym ze zbiorniczka)		
	Stan elementów ciernych		
D	Czy występuje siła hamująca na kole: TAK, NIE		
	Hamulec koła tylnego: MECHANICZNY, HYDRAULICZNY, BRAK		
	Sprawdzić stan linek albo,		
	Szczelność układu (wycieki — w tym ze zbiorniczka)		
	Stan elementów ciernych		
	Czy występuje siła hamująca na kole: TAK, NIE		

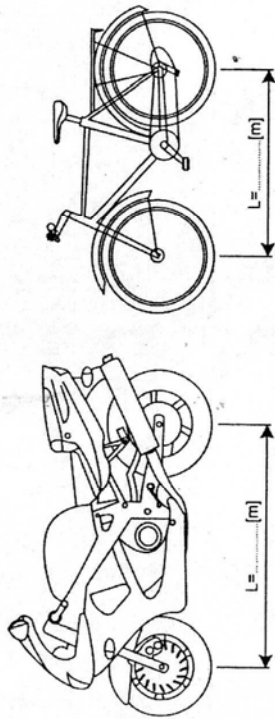
BR-01 7.06.14002/001

PROTOKÓŁ OGLEDZIN POJAZDU (roweru i motocykla – strona 1 i 2)

materiały szkoleniowe

Uszkodzenia pojazdu: NIE MA, SA

Opis:



Uwagi: — należy zmierzyć faktyczną odległość między osiami pojazdu,
 — wykonać zdjęcia stojąc wzdłuż osi poszczególnych boków (stron) pojazdu.
 Zdjęcia wykonano: NIE, TAK — liczba
 Rejestracja wideo: NIE, TAK

Instalacja elektryczna:
 (rodzaj i cechy identyfikacyjne instalacji, modela oraz techniczne warunki instalacji)
 Instalacja elektryczna:
 (rodzaj i cechy identyfikacyjne instalacji, modela oraz techniczne warunki instalacji)

Sygnal dźwiękowy: SPRAWNY, NIESPRAWNY, BRAK

Oświetlenie: wpisać pozostałe światła

światło	dwa		opis uszkodzeń
	jedno	prawe	
mijania	S, N	S, N	
drogowe	S, N	S, N	
światła hamowania	S, N	S, N	
pozycyjne	pród	S, N	S, N
	tył	S, N	S, N
kierunkowskazy	pród	S, N	S, N
	tył	S, N	S, N

S — świeci, N — nie świeci

Gdy w czasie wypadku były lub miały być włączone światła zabazprzeć żarówkami

Rodzaj reflektorów głównych: KONWENCJONALNY, SOCZEKOWY;

Szkło: RYFLOWANE, GŁADKIE

ZAŁĄCZNIK 4a (strona 2)

ZAŁĄCZNIK 4a (strona 1)

MAZOWIEC - MENT

nr i typ	nr sygnalizatorów	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
PROJEKT NR 1													
1	K 11,2,31												
2	K 13,4												
3	F 1,5,6												
4	F 7,8												
5	F 9,10												
6	F 11,12,13,14												
7	F 15,16,17												
8	K 18,19,20												
9	K 21,22,23												
10	F 24,25,26												
11	F 27,28												
12	F 29												
13	F 30												
PROJEKT NR 2													
1	K 11,2,31												
2	F 3,4												
3	F 5,6												
4	F 7,8												
5	F 9,10												
6	F 11,12,13,14												
7	K 15,16,17												
8	K 18,19,20												
9	F 21,22,23												
10	F 24,25,26												
11	F 27,28												
12	F 29												
13	F 30												

Wykaz grup kolizyjnych: 1,2,3#8,9,10,11,12 4#9 6#9,12 5,7#8

Projekt związany z wprowadzeniem linii tramwajowej nr 35 na ul. Stawki.

Wskazania: K. - Skrzyżowanie, F. - Przejście, K. - Krawężnik, M. - Mieszkanie, N. - Nieruchomość

MAZOWIEC - MENT

Wykaz grup kolizyjnych: 1,2,3#8,9,10,11,12 4#9 6#9,12 5,7#8

Nadzorowanie sygnaliów w grupach: 1,2,8,9

Stan aktualny od dnia 19.12.94 do dnia 05.07.2000

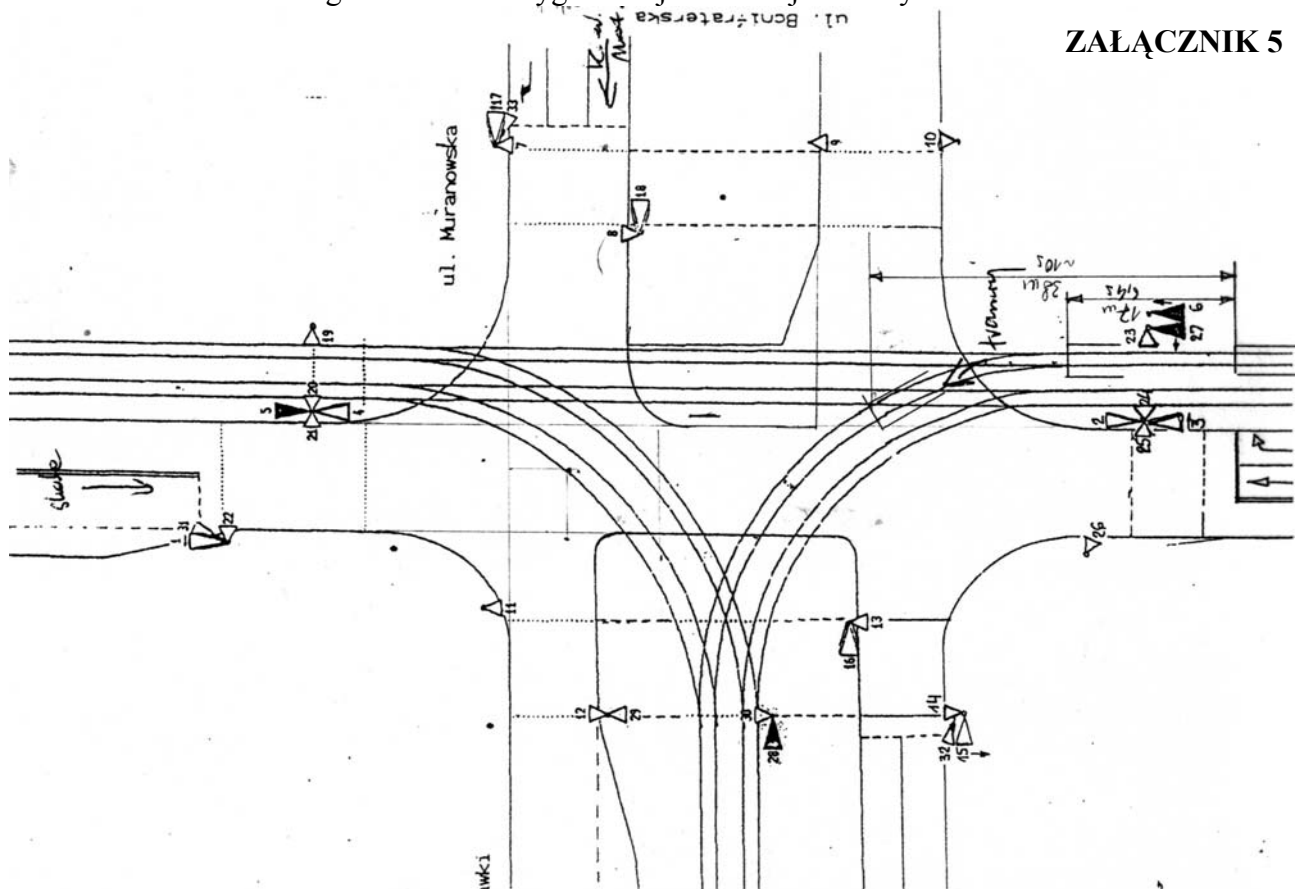
INŻYNIER RUCI
Miasto Warszawa

Podpis: [Signature]
Data: 1994-10-14

1994-10-14

ZALĄCZNIK 6

Program działania sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu



ZALĄCZNIK 5

Plan rozmieszczenia sygnalizatorów sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu

TEMAT 2

Dr inż. Bolesław PANKIEWICZ

POWYPADKOWE BADANIA POJAZDÓW UCZESTNICZĄCYCH W ZDARZENIU DROGOWYM

2.1. Podstawowe zasady powypadkowych badań pojazdów [1]

Powypadkowe badania pojazdu prowadzi się generalnie w dwóch kierunkach: kryminalistycznym i technicznym.

Badania kryminalistyczne przeprowadza się dla ujawnienia i procesowego udokumentowania istniejących na pojeździe śladów, mogących przyczynić się do odtworzenia oraz wyjaśnienia okoliczności i przebiegu wypadku. Badania te mają dostarczyć przesłanek do ustalenia, jaki był mechanizm powstania uszkodzeń i śladów na pojeździe pochodzących z wypadku, i jakie dane, co do okoliczności i przebiegu wypadku, można ustalić na podstawie rozkładu, rozmiarów i innych charakterystycznych cech tych śladów i uszkodzeń.

Idzie tu w szczególności o możliwość ustalenia na podstawie śladów:

1. Jakie było w chwili kolizji wzajemne usytuowanie pojazdów bądź pojazdu i przeszkody, w którą godził;
2. Jaki był kierunek i punkt przyłożenia działającego na pojazd wektora impulsu uderzenia;
3. Jaka była topografia i rozmiary odkształceń nadwozia powstałych w zderzeniu; dane dotyczące rozkładu i rozmiarów deformacji muszą być określone nie tylko opisowo, ale także liczbowo, w postaci konkretnych wymiarów powierzchni i głębokości deformacji odkształconych partii²²⁾
4. Co działo się z pojazdem w czasie kolizji i po kolizyjnego ruchu pojazdu.

Niezwykle ważna jest także inwentaryzacja i pobranie próbek śladów biologicznych znajdujących się na zewnątrz i we wnętrzu pojazdu. Te ostatnie zwłaszcza są nader ważnym, często przesądzającym, dowodem w przypadku wątpliwości co do tego, kto w czasie wypadku kierował pojazdem. Przy dzisiejszym poziomie techniki badania takich śladów, ślady biologiczne, nawet w minimalnych ilościach, zachowują swą wartość dowodową przez bardzo długi (liczony nawet w latach) czas. Dlatego nie należy rezygnować z pobrania próbek takich śladów nawet wtedy, gdy badanie pojazdu jest dokonywane w czasie odległym od wypadku. Do pobierania i zgodnego z procedurą zabezpieczania takich próbek uprawnieni są funkcjonariusze policji, specjaliści techniki kryminalistycznej.

Pierwsze oględziny kryminalistyczne przeprowadzają zazwyczaj funkcjonariusze policji, bądź wprost na miejscu wypadku, bądź w miejscu, gdzie pojazd został po wypadku zdeponowany do badań. Wyniki tych oględzin można znaleźć bądź w protokole oględzin miejsca wypadku (jeśli oględziny pojazdu były wykonywane podczas oględzin tego miejsca), bądź też w odrębnym protokole oględzin pojazdu (a czasem w obu dokumentach). Fakt, że takie oględziny były już przeprowadzone, nie upoważnia biegłego powołanego później do zbadania pojazdu do pomijania kryminalistycznego aspektu sprawy. Przeciwnie, wynikająca z wiedzy biegłego świadomość, jak ważnym źródłem informacji jest w procedurze rekonstrukcji wypadku zbiór śladów powypadkowych, jak się z niego korzysta i jak powinien zostać udokumentowany, powinna go obowiązywać do szukania odpowiedzi na przytoczone na wstępie pytania.

²²⁾ Takie, możliwie dokładne dane liczbowe są niezbędne dla późniejszego, w ramach rekonstrukcji wypadku, obliczenia pracy (czy też energii) zużytej na deformację pojazdu

Do obowiązku takiego powinien się biegły poczuwać niezależnie od tego, czy w skierowanym do niego postanowieniu tego rodzaju pytania zostały postawione, czy też nie. Jest to szczególnie ważne dlatego, że jest ten biegły na ogół jedynym specjalistą, który ma szansę na własne oczy, w oryginale, zobaczyć te ślady i je „na żywo” zinterpretować. Takich możliwości żadna dokumentacja już później w takim stopniu nie da.

Badania techniczne mają na celu ustalenie:

- Jaki był stan techniczny pojazdu po wypadku; pod pojęciem „stan pojazdu” należy rozumieć zarówno stan sprawności technicznej jak i wszystkie indywidualne cechy pojazdu;
- Czy w czasie bezpośrednio poprzedzającym wypadek pojazd był sprawny technicznie; jeśli zaś nie, to
- Które ze stwierdzonych po wypadku wad, usterek i uszkodzeń powstały lub istniały przed wypadkiem a które są następstwem wypadku;
- Czy te wady, usterki i uszkodzenia, które nie są następstwem wypadku miały (lub mogły mieć) wpływ na powstanie wypadku;
- Czy istniejące przed wypadkiem wady, usterki i uszkodzenia objawiały się w taki sposób, że kierowca mógł i powinien był zdawać sobie sprawę z ich istnienia, a także, czy przy zachowaniu należytej staranności mógł być ich istnieniu zapobiec. Oba wspomniane kierunki badań (kryminalistyczny i techniczny) muszą być z sobą skorelowane. Idzie o to, by działania i techniki stosowane do badania pojazdu jako maszyny nie niweczyły możliwości ujawnienia i utrwalenia dowodów, które wprawdzie mogą być obojętne dla ustalenia sprawności pojazdu, ale są ważne dla kryminalistycznej rekonstrukcji wypadku. Dlatego też, a także dla uzyskania optymalnego dowodowe efektu badań, należy kierować się następującymi generalnymi zasadami postępowania.

1. Przed przystąpieniem do oględzin i badań pojazdu należy zapoznać się z zebrany dotychczas materiałem dowodowym, aby uzyskać orientację co do charakteru wypadku i warunków, w jakich nastąpił (pora doby, warunki atmosferyczne i drogowe), a także co do tego, czy kierowca nie tłumaczył powstania wypadku jakąś awarią pojazdu. Należy także zasięgnąć informacji, czy po wypadku była prowadzona jakaś akcja ratownicza wymagająca dodatkowej destrukcji pojazdu oraz w jaki sposób pojazd był transportowany do miejsca badań. Posiadanie tych informacji ułatwia dostosowanie zakresu niezbędnych badań do potrzeb dowodowych, a ponadto pozwala łatwiej oddzielić ślady i uszkodzenia pochodzące z akcji ratowniczej i transportu od tych, które pochodzą z samego wypadku.
2. Oględziny i badania kryminalistyczne pojazdu powinny zawsze następować przed badaniami technicznymi, nawet jeśli są wykonywane przez tę samą osobę, a tym bardziej, jeśli stanowią dwie oddzielne czynności procesowe.
3. Przed dokonaniem jakichkolwiek zmian w pojeździe (zmiana pozycji, uruchomienie, wszelki demontaż) należy najpierw dokładnie zinwentaryzować stan wyjściowy. Jest to ważne zawsze, ale szczególnie w tych przypadkach, gdy zamierzona czynność prowadzi do nieodwracalnej zmiany istniejącego stanu, którego już potem odtworzyć i udokumentować nie będzie można.
4. Należy mieć na uwadze, że wyniki badań mają służyć innym uczestnikom postępowania, którzy obiektu badań w tym jego stanie już na ogół nie będą mogli sami zobaczyć. Dlatego opisy i dokumentacja wszelkich zaobserwowanych śladów, zjawisk i faktów muszą być zredagowane tak jasno i jednoznacznie, by odbiorca tego przekazu był w stanie bezbłędnie odtworzyć w swojej świadomości opisywany obraz. Wyniki oględzin i badań należy, więc dokumentować zarówno opisowo, jak i fotograficznie²³⁾. Zwłaszcza prawidłowo wykonana dokumentacja fotograficzna ogromnie ułatwia późniejsze redagowanie opinii (sprawozdania z badań) i zwiększa jej wartość dowodową. Można bowiem, zamiast wdawać się w zawile

²³⁾ W praktyce coraz częściej spotyka się dokumentowanie badań za pomocą kamer' video. Jest to bard/o dobra forma dodatkowej, pomocniczej ilustracji badań, która jednak nic może i nie powinna zastępować dokumentacji topograficznej.

- w opisy jakiegoś śladu lub szczegółu, wskazać go (np. strzałką) na dobrym, przejrzystym zdjęciu i objaśnić wprost w opisie tego zdjęcia (lub serii zdjęć, jeśli jedno nie wystarczy). Niedopuszczalna jest natomiast forma zastępowania opisu śladów, uszkodzeń czy też ogólnie - wyników badań samymi zdjęciami, choćby najlepszymi technicznie²⁴, ale pozbawionymi opisu.
5. W sferze technicznych badań pojazdu należy, oprócz stwierdzenia istniejących wad i usterek, bezwzględnie dążyć do ustalenia ich przyczyn. Podając w sprawozdaniu wyniki ustaleń należy jasno i wyczerpująco podać warunki, w jakich te wyniki uzyskano i sposób wykonania badań.
 6. Badania należy prowadzić systematycznie, według uprzednio przemyślanego planu. Plan ten musi uwzględniać taką logiczną kolejność czynności, by wykonanie jednej z nich nie wpływało ujemnie na następne. Generalnie, kolejność działań powinna być następująca:
 - najpierw inwentaryzacja zastanego stanu wyjściowego,
 - następnie wszelkie próby ruchowe (które w istocie też są formą ustalenia stanu wyjściowego), a dopiero na końcu wszelkie próby i pomiary warsztatowe bądź laboratoryjne, poczynając od najprostszych a kończąc na tych, które wymagają demontażu zespołów.
 7. Należy dążyć do tego, aby zbadać pojazd w ruchu, jeśli tylko jego stan i stojące do dyspozycji środki techniczne na to pozwolą. Próby ruchowe są, bowiem podstawową przesłanką wyjściową dla wykrycia ewentualnych wad tych mechanizmów pojazdu, które mają wpływ na możliwość należytego panowania nad nim przez kierowcę. O wykryciu zaś takich właśnie wad i usterek przede wszystkim chodzi. Próby ruchowe, rzecz jasna, pozwalają jedynie stwierdzić istnienie określonej wady; ustalenie jej przyczyn będzie wymagać przeprowadzenia badań warsztatowych.
 8. Szczególną wagę należy przywiązywać do badania stanu i sprawności układu hamulcowego pojazdu. Jest to bowiem układ, którego parametry techniczne mają zasadnicze znaczenie nie tylko z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu, ale także przyszłej rekonstrukcji wypadku, w której dla prawidłowego określenia prędkości pojazdu w czasie zdarzenia potrzebna jest znajomość rzeczywistej, określonej liczbowo wartości osiaganego przez pojazd opóźnienia (bądź wskaźnika skuteczności) hamowania. Dlatego nie wystarczy podanie w sprawozdaniu z badań informacji, że układ hamulcowy spełnia wymagania obowiązujących przepisów²⁵ (które to wymagania określają zaledwie niezbędne minima). Należy koniecznie podać konkretną wartość osiaganego opóźnienia lub też wartości sił hamujących na poszczególnych kołach, zmierzone na stanowisku rolkowym.
 9. Pojazd, jak również jego wymontowane części noszące na sobie ślady wypadku lub mające wpływ na jego powstanie, są w rozumieniu procesowym dowodami rzeczowymi i biegły nie może nimi samodzielnie dysponować. Dyspozycja dowodami należy do organów procesowych. Nie przysługuje więc biegłemu prawo do samodzielnego zwracania właścicielowi pojazdu lub jego części po badaniu. Może to zrobić tylko organ procesowy, który powinien oczywiście zasięgnąć w tej mierze zdania biegłego.
- Nie przysługuje, więc biegłemu prawo do samodzielnego zwracania właścicielowi pojazdu lub jego części po badaniu. Może to zrobić tylko organ procesowy, który powinien oczywiście zasięgnąć w tej mierze zdania biegłego.

²⁴ Spotyka się niestety „opinie techniczne”, w których opis uszkodzeń pojazdu jest skwitowany jednym Jedynym zdaniem: „uszkodzenia pojazdu przedstawiają załączone zdjęcia”, które do tego przeważnie są wykonywane manierą „krajobrazową”, ukazując uszkodzony pojazd z różnych perspektywicznych ujęć efektywnych, ale nieprzydatnych dla celów kryminalistycznych.

Wymagania określające warunki dopuszczenia pojazdów do ruchu są ogłoszone w rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 1 lutego 1993 r. w sprawie warunków technicznych i badań pojazdów" (tekst jedn. Dz. U. z 1996 r., Nr 155, póź. 772).

Natomiast sposób przeprowadzania obowiązkowych okresowych badań technicznych pojazdów jest określony w zarządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 12 października 1995 r. „w sprawie zakresu i sposobu przeprowadzania badań technicznych pojazdów oraz wzorów stosowanych przy tym dokumentów" (M. P. z 1995 r., Nr 63. poz. 695).

UWAGA: przed skorzystaniem z tych aktów prawnych należy sprawdzić ich aktualność, gdyż nowe akty wykonawcze powinny się ukazać do 30 czerwca 1999 r.

Nie należy wyrażać zgody na wydanie pojazdu spod kontroli, jak długo nie zostaną definitywnie zakończone wszystkie potrzebne badania oraz wymontowane i zabezpieczone wszystkie elementy wymagające badań specjalistycznych.

10. Podejmując decyzję o wymontowaniu jakichś elementów pojazdu celem skierowania ich do badań specjalistycznych należy:

- starannie opisać wszystkie cechy i wygląd uszkodzonych elementów w tym stanie, specjalistycznych jakim je biegły zastał, wraz ze sporządzeniem odpowiedniej dokumentacji fotograficznej oraz dopilnować prawidłowego, ostrożnego wymontowania tych części;
- w przypadku elementu pękniętego - pobrać obydwie jego części oraz dołączyć wszystkie elementy łączące, podkładki, zabezpieczenia itp.; obie części uszkodzonego elementu należy oczyścić, zakonserwować i zabezpieczyć tak, by ich stan nie uległ zmianie;
- wymontowane części przekazać organowi procesowemu prowadzącemu sprawę, ze wskazaniem jakiego rodzaju badaniom powinny być poddane; do wymontowanych części należy dołączyć sporządzoną przez biegłego krótką informację z przebiegu demontażu wraz z ewentualnymi uwagami mogącymi mieć znaczenia dla procesu badania uszkodzonego elementu

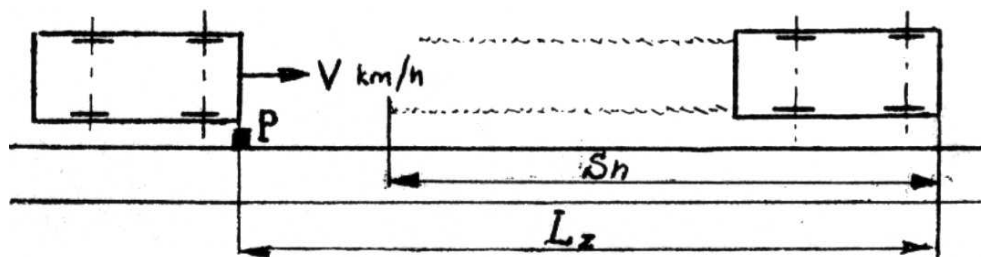
Wskazane jest sformułowanie (na użytek organu procesowego) pytań, na jakie owe badania powinny udzielić odpowiedzi.

2.2. Powypadkowe badania stanu technicznego układów samochodu wpływających na bezpieczeństwo ruchu drogowego

2.2.1. Badanie skuteczności działania hamulców na miejscu zaistniałego wypadku.

Bardzo istotnego znaczenia dla rekonstrukcji przebiegu wypadku nabierają wyniki badania skuteczności działania hamulców pojazdów w danym wypadku uczestniczących, dokonywanego bezpośrednio na miejscu zaistniałego wypadku wraz z jego oględzinami. Zasadą przy tym być powinno, że każdy pojazd w wypadku uczestniczący, który po jego zaistnieniu daje się uruchomić i nadaje się do jazdy, takiemu badaniu poddany być powinien. Wyniki bowiem takiego badania zawierają już w sobie wpływ całego szeregu czynników na skuteczność działania hamulców, przy których liczbowym ustalaniu trzeba dokonywać całego szeregu założeń mniej lub bardziej trafnych. Przebieg takiego badania jest stosunkowo prosty i opiera się o przepis, zawarty w § 15 ust. 1 już nie obowiązującego Rozporządzenia Ministra Komunikacji z dnia 8 grudnia 1983 r. w sprawie warunków technicznych i badań pojazdów (Dz. U. nr 70 z dnia 24 grudnia 1983 r. - póź. 317). Jego treść była następująca: „Hamulce uważa się za sprawne, jeżeli droga hamowania całkowicie obciążonego pojazdu lub zespołu pojazdów przy prędkości 30 km/h, na drodze poziomej o nawierzchni twardej, równej, suchej i czystej, mierzona od miejsca, w którym kierowca uruchomił hamulec, do miejsca zatrzymania pojazdu, nie przekracza:[m]

Tu następuje wyliczenie dopuszczalnych długości dróg hamowania dla poszczególnych rodzajów pojazdów zarówno przy użyciu hamulca roboczego (zwanego dawniej *zasadniczym*), jak i przy użyciu hamulca awaryjnego (zwanego dawniej *pomocniczym* lub *ręcznym*).



Rys 2.01. Schemat badania skuteczności działania hamulców

Przy badaniu skuteczności działania hamulców na miejscu zaistnienia wypadku chodziło samą metodykę tego badania, wynikającą z zacytowanego przepisu. Badania te przeprowadza się zatem przy takim stanie jezdni, w jakim znajdowała się ona w chwili zaistnienia wypadku i przy takim obciążeniu pojazdu, pod jakim znajdował się on przed zaistnieniem wypadku. Czy natomiast dane hamulce spełniały warunki sprawności, wyszczególnione w poszczególnych punktach § 15 ust. 1 wyżej zacytowanego Rozporządzenia, to już zagadnienie odrębne. Dla uzyskania możliwie dokładnych wyników takiego badania, przeprowadzanego bezpośrednio na miejscu zaistniałego wypadku, należy je powtórzyć, co najmniej dwukrotnie i każdy wynik podać oddzielnie.

Sam przebieg tego badania, które w zasadniczych kwestiach zilustrowano na rys. 2.01, powinien być następujący:

Na odcinku drogi, na którym dany wypadek zaistniał, należy wyraźnie zaznaczyć punkt „P”, w którym zasiadający za kierownicą badanego pojazdu kierowca ma uruchomić hamulec. Będzie to niemal z reguły hamulec roboczy. Badany pojazd lub zespół pojazdów należy ustawić w takiej odległości od zaznaczonego punktu „P”, aby przed dojazdem do tego punktu było możliwe osiągnięcie stałej, a więc ustabilizowanej prędkości, równej 30km/h, lub przy bardzo śliskich jezdniach, równej nawet 20 km/h. Następnie po hamowaniu mierzy się długość odcinka „L_Z” i S_h na którym dany pojazd lub zespół pojazdów zatrzymał się od zaznaczonego punktu „P”.

Podając wyniki tego pomiaru należy wyraźnie zaznaczyć od jakiej prędkości „v” był on przeprowadzany. Na czas tegoż pomiaru ruch innych pojazdów powinien być wstrzymany! Znaczenie wyników tego badania polega na tym, że mając daną wielkość S_h-, można natychmiast ustalić, jakie opóźnienie hamowania a_h, był w stanie rozwijać przedmiotowy pojazd przy danym stanie jezdni i przy danym obciążeniu. Wielkość tego opóźnienia wylicza się z zależności:

$$a_h = \frac{v^2}{2 \times L - 0,4 \times v} \quad [\text{m/s}^2]$$

Taki sposób wyznaczenia opóźnienia jest mało dokładny ze względu na rozrzut miejsca i siły nacisku kierującego na pedał hamulca. Dokładniejszy wynik daje wyznaczenie opóźnienia na podstawie długości śladów blokowania kół - S_h z zależności:

$$a_h = \frac{2 \times (v \times t_n + S_h - \sqrt{S_h(v \times t_n + S_h)})}{t_n^2} \quad [\text{m/s}^2]$$

gdzie: v - prędkość podczas próby w [m/s];

t_n- czas narastania opóźnienia hamowania w [s].

2.2.2. Ustalanie położenia dźwigni regulatora siły hamowania na przyczepach i naczepach

We wszystkich wypadkach drogowych z udziałem zespołu pojazdów lub pojazdów członowych należy bezwzględnie sprawdzać położenie ręcznej dźwigni regulatora siły hamowania na przyczepach i naczepach. Regulator ten, nastawiany ręcznie przez kierowcę danego zespołu pojazdów lub pojazdu członowego przed rozpoczęciem jazdy służy do dostosowywania sumarycznej siły hamowania na kołach przyczepy bądź naczepy do stopnia ich załadowania. Chodzi tu o to, aby siły hamowania na kołach przyczepy bądź naczepy nie były zbyt małe, jak i zbyt duże, doprowadzające do zablokowania kół przyczepy bądź naczepy.

Zbyt małe siły hamujące na kołach przyczepy bądź naczepy nie tylko zmniejszają skuteczność hamowania całego zespołu pojazdów czy pojazdu członowego, ale mogą powodować niestateczny ruch przyczepy bądź naczepy w stosunku do pojazdu silnikowego. Niestateczny ruch przyczepy bądź naczepy w stosunku do pojazdu silnikowego mogą powodować również wywoływane na ich kołach zbyt duże siły hamujące, doprowadzające do ich blokowania. Każdy z tych przypadków może doprowadzać w trakcie hamowania całego zespołu pojazdów lub pojazdu członowego do tzw.

najeżdżania przyczepy bądź naczepy na pojazd ciągnący. To natomiast *najeżdżanie* przyczepy bądź naczepy na hamowany pojazd ciągnący staje się szczególnie niebezpieczne przy ich zablokowanych kołach, kiedy przyczepność kół do nawierzchni, w kierunku bocznym zostaje całkowicie zlikwidowana. Wówczas, bowiem przyczepa, bądź naczepa wychyla się w bok i swym tyłem bądź to tarasuje lewą połowę jezdni, bądź tyłem tym zsuwa się poza koronę drogi w prawo i jeśli natrafia tam na rów lub opadającą w dół skarpeę wywraca się, powodując niejednokrotnie wywrócenie się również pojazdu silnikowego.

Tego rodzaju sytuacje, szczególnie przy zabarykadowaniu lewej połowy jezdni ruchliwej drogi, niejednokrotnie doprowadzają do bardzo tragicznych w skutkach wypadków drogowych. Dźwignia regulatora siły hamowania ma zwykle trzy, a czasami nawet cztery położenia. Jedno z tych położen odpowiada przyczepie lub naczepie o prawie całkowicie wykorzystanej jej ładowności. Drugie położenie (przy regulatorach czteropozosteniowych) odpowiada przyczepie lub naczepie, której ładowność jest wykorzystywana w około 50%. Trzecie położenie odpowiada jeździe bez ładunku. Ostatnie położenie dźwigni powoduje połączenie zbiorników powietrza na przyczepie bądź naczepie z atmosferą. Regulator ten jest zwykle umieszczony w przedniej części przyczepy lub naczepy bądź z boku. Odszukanie jego nie stanowi problemu.

Praktyka postępowan przygotowawczych w tego rodzaju wypadkach drogowych wielokrotnie potwierdzała, że zaniechanie sprawdzenia, czy dźwignia regulatora siły hamowania na przyczepie bądź naczepie była prawidłowo przez kierowcę ustawiona, niezmiernie komplikowało ustalenie faktycznych przyczyn zaistniałego wypadku.

2.2.3. Badanie światel, urządzeń sygnalizacyjnych i oznakowania świetlnego pojazdów na miejscu zaistniałego wypadku drogowego

Swoistą grupę wypadków drogowych stanowią wypadki, zaistniałe po zapadnięciu zmroku, spowodowane:

- jazdą bez jakichkolwiek światel przednich, czy tylnych, bądź ich niewłaściwym stanem technicznym,
- brakiem, nieprawidłowym stosowaniem lub niesprawnością techniczną urządzeń sygnalizacyjnych, do których zalicza się przede wszystkim kierunkowskazy,
- całkowitym brakiem, niekompletnością lub niewłaściwym stanem technicznym oznakowania świetlnego pojazdów, do którego zalicza się m.in. światła odblaskowe.

Ponieważ postępowanie przygotowawcze na miejscu zaistniałego wypadku drogowego w swej części technicznej powinno już wstępnie zarysowywać kierunki dalszego toku tego postępowania, niezbędne staje się dokonywanie już na samym tym miejscu pewnych konkretnych ustaleń.

Jeśli chodzi o pojazdy silnikowe i przyczepy, to ustalenia te dotyczyłyby działania lub nie działania poszczególnych rodzajów światel przednich i tylnych oraz ich kierunkowskazów z uwzględnieniem zaistniałych w trakcie wypadku uszkodzeń na tych elementach, przy ewentualnym zabezpieczeniu do odpowiednich dalszych badań specjalistycznych uszkodzonych lub nie działających żarówek.

Dokładniejszym natomiast badaniom powinien być poddawany stopień oznakowania świetlnego pojazdów, pozostawionych na drodze, na które nastąpił na nie najazd innych pojazdów. Przy tego rodzaju badaniach znajdują zastosowanie przepisy, zawarte:

Prawo o ruchu drogowym w myśl których:

- **Na autostradzie i drodze ekspresowej** w pojeździe takim powinny być włączone światła awaryjne, a jeżeli pojazd nie jest w nie wyposażony - powinny być włączone światła pozycyjne. Ponadto w odległości 100 [m] za takim pojazdem powinien być umieszczony na jezdni lub poboczu, odpowiednio do miejsca unieruchomienia pojazdu ostrzegawczy trójkąt odblaskowy.
- Na pozostałych drogach:

a) poza obszarem zabudowanym w pojeździe takim powinny być włączone światła awaryjne, a jeżeli pojazd nie jest w niego wyposażony - powinny być włączone światła pozycyjne, a ponadto w odległości 30 -50 [m] za pojazdem powinien być ustawiony trójkąt ostrzegawczy,

b) na obszarze zabudowanym w pojeździe takim powinny być włączone światła awaryjne, a jeżeli pojazd nie jest w niego wyposażony - powinny być włączone światła pozycyjne, a ponadto za pojazdem lub na nim na wysokości nie większej niż metr powinien być umieszczony trójkąt ostrzegawczy.

Badanie to polega przede wszystkim na stwierdzeniu, czy podane wyżej wymagania były spełnione, czy też nie. A jeśli spełnione nie były, to ustalenie, jakie oznakowania świetlne na danym pojeździe w ogóle istniały, ich opisanie i zwymiarowanie ich położenia oraz podanie ich wymiarów i aktualnego stanu. Badanie występujących na takim pojeździe świateł odblaskowych powinno polegać na ich oświetleniu światłami drogowymi innego pojazdu z odległości co najmniej 150[m] metrów. Z takiej zatem odległości światła te powinny być dobrze widoczne przy przejrzystym powietrzu. Jeśli natomiast z takiej odległości światła te były jeszcze niewidoczne, to zbliżając się do stojącego pojazdu należy ustalić, z jakiej faktycznej odległości wspomniane światła odblaskowe stawały się łatwo dostrzegalne.

Jeśli do najazdu na taki pojazd bez włączonych w nim świateł awaryjnych bądź pozycyjnych doszło przy wymijaniu się z nadjeżdżającym z przeciwnego kierunku pojazdem, kiedy kierowca pojazdu nadjeżdżającego by zobowiązany jechać na światłach mijania, wskazane byłoby zbadanie z jakiej odległości zadziałały światła odblaskowe stojącego pojazdu, naświetlone światłami mijania, a to przy ustawieniu na lewej stronie jezdni pojazdu, skierowanego przodem do pojazdu naświetlającego, z włączonymi w nim światłami mijania.

Ten ostomy sposób badań nosi oczywiście cechy eksperymentu, ale jego wyniki stają się nieocenione przy ustalaniu przyczyn wypadku drogowego, szczególnie jeśli jest on przeprowadzany w identycznych warunkach atmosferycznych i warunkach ogólnej widoczności, jakie panowały w momencie zaistnienia wypadku.

2.2.4. Charakterystyka wyników badań żarówek pojazdów powypadkowych.

W rekonstrukcji zdarzeń drogowych można wyróżnić kilka ich typów, w których problem świecenia lub nie świecenia się określonych lamp samochodu ma istotne, a czasem decydujące znaczenie w sprawie.

Do tych zdarzeń można zaliczyć:

- zderzenie czołowe pojazdów w nocy,
- najechanie w nocy na tył nieoświetlonego pojazdu,
- najechanie lub zderzenie się pojazdów w czasie mgły,
- najechanie na tył pojazdu, w którym mogły nie świecić się światła „STOP”,
- zderzenie pojazdów w czasie manewrów skrętu w lewo i wyprzedzania.

W takich zdarzeniach podstawą rzeczowej analizy sprawy powinny być wyniki badań mechanicznych i ewentualnie fizyko-chemicznych żarówek zabezpieczonych na miejscu zdarzenia, pochodzących z uczestniczących w nim pojazdów.

Problematyka badania stanu żarówek pojazdów jest złożona i wymaga wiedzy oraz doświadczenia, a nadto kosztownego sprzętu. Dla oceny porównawczej konieczne jest zabezpieczenie do badań nie tylko tych żarówek, które znajdowały się w strefie kontaktu pojazdów, ale również innych z tego samego pojazdu – jako materiału porównawczego. Przed badaniem samych żarówek istotnym jest ustalenie, czy przewód zasilający daną żarówkę nie został przerwany wcześniej niż doszło do jej rozbicia. Bowiemy w przypadku dostatecznie dużego odstępu czasu między przerwaniem zasilania a rozbiciem żarówki może

ona nie wykazywać cech charakterystycznych dla świecenia, pomimo że tuż przed wypadkiem świeciła. Ważna jest również wysokość napięcia zasilającego.

Wygląd żarówek o nie uszkodzonej bańce szklanej.

Badanie wstępne żarówek polega na obserwacji kształtu włókna żarnika oraz ocenie stanu wewnętrznej powierzchni bańki szklanej. Możliwe są następujące przypadki:

- a) żarnik jest normalnie rozpięty na doprowadnikach, nie utleniony i nie odkształcony. Może to świadczyć o tym, że żarówka nie świeciła się w chwili zderzenia, lub też - że wstrząs był zbyt słaby i nie spowodował odkształcenia żarnika, pomimo jego rozgrzania (większej plastyczności);
- b) zerwany żarnik leży wewnątrz bańki, zaś jego włókno nie zostało zniekształcone, a co najwyżej połamane na kawałki. Świadczy to zazwyczaj o jego zerwaniu i złamaniu w stanie zimnym – żarówka nie świeciła się (Wolfram żarnika jest wtedy kruchy) – rys. 2.00;
- c) żarnik jest zniekształcony, tj. nadmiernie wydłużony w przypadku włókna rozwieszonego poprzecznie lub też częściowo ściśnięty, a częściowo rozciągnięty w przypadku włókna położonego osiowo w stosunku do kierunku działania siły. Jest to dowód, że żarnik musiał być rozżarzony (plastyczny) w czasie wstrząsu, tj. żarówka świeciła się – rys. 2.00 i 2.00;
- d) żarnik uległ utlenieniu, przy nie rozbitej bańce, możliwość taka powstaje tylko wówczas, gdy do wnętrza bańki przedostaje się tlen atmosferyczny. Jeśli w takiej sytuacji stwierdzi się ułamanie zatopionej rurki próżniowej, to można przypuszczać, że uszkodzenie nastąpiło w chwili, gdy żarnik się świecił i ono było przyczyną wniknięcia do bańki tlenu atmosferycznego. Mogły być również inne przyczyny wniknięcia tlenu do bańki i wówczas nie można postawić diagnozy.

Wygląd włókna żarówek ze stłuczoną bańką szklaną:

W przypadku rozbicia żarówki, gwałtowny dopływ tlenu atmosferycznego powoduje natychmiastowe utlenienie się rozgrzanego włókna żarówki, aż do jego przepalenia się. Produkty tej reakcji chemicznej pozostają na szczątkach żarówki, co ułatwia wnioskowanie. Z drugiej zaś strony, uderzenie powodujące rozbicie żarówki, godzi często w pierwszej kolejności w jej cokół i przewody, co może doprowadzić do zaniku napięcia zanim doszło do stłuczenia bańki. Utrudnia to wnioskowanie i zmusza do przeprowadzenia dodatkowych badań przewodów i połączeń elektrycznych układu oświetlenia.

W toku eksploatacji wygląd żarnika częściowo się zmienia. Ponieważ tlen atmosferyczny nie wiąże się z zimnym włóknem żarówki, po uprzednim stłuczeniu jej bańki, dlatego też, jeśli żarówka nie świeciła się w trakcie zderzenia, to włókno jej powinno zachować wygląd jak przed kolizją. W przypadku rozbicia bańki żarówki w sytuacji, gdy przez włókno przepływał prąd, żarnik pokrywa się nalotem. Jeżeli żarnik zostanie przerwany w tym samym momencie, w którym nastąpi rozbicie bańki szklanej, wtedy będzie zbyt mało czasu na to, aby na powierzchni włókna wytworzył się barwny tlenek wolframu. Zwykle wtedy włókno nabierze jedynie matowego szarego koloru. Jeśli jednak włókno w początkowej fazie, tuż po rozbiciu bańki szklanej, pozostanie rozżarzone w atmosferze zawierającej tlen, to pokryje się ono jasno żółtym nalotem tlenku wolframu. Przepalone w ten sposób włókno posiada w sąsiedztwie przerwy cieńsze (stożkowe) końce.

Inne cenne informacje można odczytać również z koloru barwnych nalotów na włóknie. Np. ile czasu upłynęło od momentu przerywania zasilania do rozbicia bańki szklanej. Bowiem naloty powstałe na włóknie, a spowodowane opadającą temperaturą, wywołują trwałe zabarwienie włókna według następującego uszeregowania kolorów (w nawiasie podano tzw. indeks kolorów):

- ciemno-niebieski (1), - zielony (2), - niebieski (3),
- purpurowy (4), - żółty (5), - jasno-szary (6).

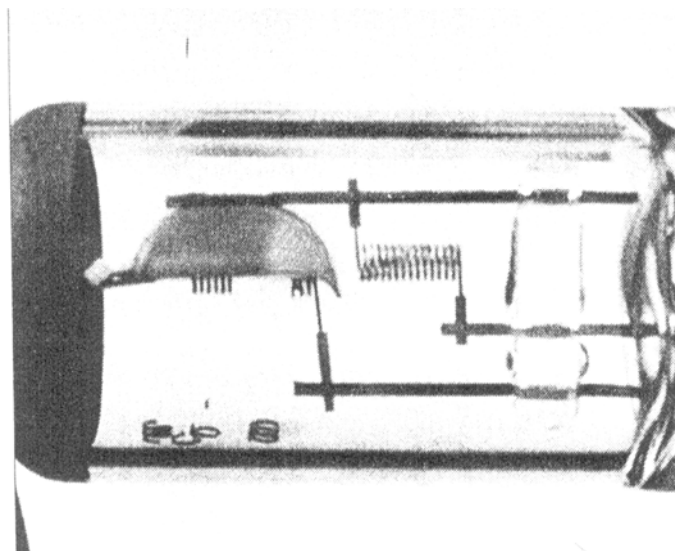
Wygląd odłamków bańki szklanej

W badaniach powypadkowych pojazdów nie zawsze mamy do dyspozycji włókno rozbitej żarówki. Często jedyną pozostałością zdarzenia przydatną do identyfikacji są znalezione cząstki rozbitej bańki szklanej żarówki. Badanie to nie jest tak pewne jak badanie stanu włókna. Stwierdzenie braku pod mikroskopem jakiegokolwiek nalotu na wewnętrznych częściach bańki szklanej każe przypuszczać, że nie była ona zaświecona w czasie rozbicia.

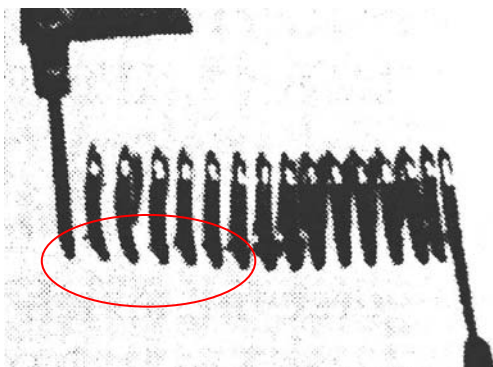
Obecność na tej powierzchni delikatnego śladu czarnego nalotu z eksploatacyjnego odparowania włókna również skłania ku hipotezie o niepaleniu się żarówki w czasie wypadku.

Jeśli jednak na powierzchni szkła uda się zaobserwować nalot biały lub cytrynowy, to wskazuje to z jednej strony na możliwość żarzenia się włókna w trakcie rozbijania żarówki, z drugiej zaś nie pozwala na wykluczenie możliwości, że osad ten powstał wskutek uprzednio istniejącej mikronieszczelności i narastał stosunkowo powoli przez dłuższy okres czasu. Barwa fioletowa osadu jest charakterystyczna dla takiej właśnie mikronieszczelności.

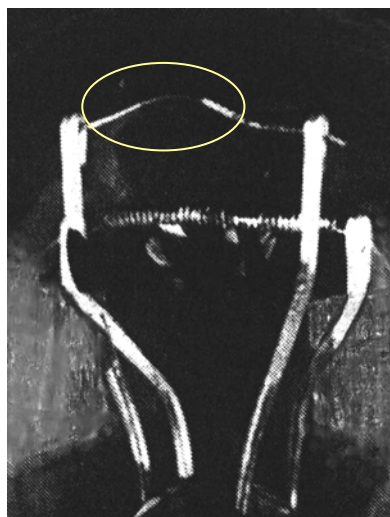
Z przedstawionej charakterystyki wynika, że badanie żarówek pod kątem ustalenia ich stanu w chwili wypadku drogowego jest czynnością dość trudną i dostępną praktycznie dla odpowiednio wyposażonych laboratoriów posiadających równocześnie doświadczoną kadrę pracowników. Jednakże powstawanie charakterystycznych cech w określonych warunkach wypadku drogowego silnie przemawia za koniecznością ich zabezpieczenia w trakcie powypadkowych oględzin pojazdu. Przedstawione na wstępie przykłady sytuacji drogowych ułatwiają rozpoznanie zdarzeń drogowych, w których zabezpieczenie żarówek jest obligatoryjne i stanowi niejednokrotnie jedyną podstawę opiniowania.



Rys 2.02. Połamane włókno żarnika (żarówka reflektora) światła mijania w stanie „niezaswieconym”



Rys 2.03. Wygląd włókna żarnika żarówki H1/55w odkształconego w stanie „zaswieconym”. Włókno rozmieszczone do kierunku działania siły bezwładności



Rys 2.04. Wygląd włókna żarnika żarówki dwuwłokowej światła pozycyjnego i STOP odkształconego w stanie „zaswieconym”. Włókno rozwieszane poprzecznie do kierunku działania siły bezwładności.

2.2.5. Zasady postępowania w przypadku zaistniałych uszkodzeń w ogumieniu pojazdów

Jedną z czynności technicznych na miejscu zaistniałego wypadku drogowego powinna być kontrola ciśnienia powietrza w ogumieniu pojazdów w danym wypadku uczestniczących, gdyż jego znaczące obniżenie w stosunku do normy mogło stanowić bądź to wyłączną, bądź współtowarzyszącą przyczynę zaistnienia danego wypadku. Zwykle bywa tak, że tego rodzaju pomiar jest odkładany na okres późniejszy i łączony ze szczegółowymi oględzinami i badaniami technicznymi (powypadkowymi) danego pojazdu. Tego rodzaju jednak postępowanie ma tę wadę, że z biegiem czasu ciśnienie to może ulegać zmianie i jego pomiar w terminie późniejszym może nie odzwierciedlać stanu tego ciśnienia w chwili zaistnienia wypadku. Dlatego też dokonywanie tego pomiaru w trakcie oględzin miejsca wypadku staje się ze wszech miar wskazane.

Istnieją jednak czasami wypadki drogowe, spowodowane nagłym całkowitym ubytkiem ciśnienia powietrza w ogumieniu jednego z kół pojazdu, przy którym kierowca tego pojazdu nie potrafił lub w ogóle nie był w stanie zapanować nad pojawiającą się wówczas utratą stateczności pojazdu. Tego rodzaju uszkodzenie ogumienia jest popularnie nazywane *wystrzałem*. W takich przypadkach staje się nieodzowne zabezpieczenie uszkodzonej opony wraz z dętką, jako dowodu rzeczowego dla dokonania odpowiedniej ekspertyzy, potwierdzającej zaistnienie przed wypadkowego *wystrzału* ogumienia, bądź też stwierdzającej, że *wystrzeli* ten był jedynie skutkiem w y p a d k u, a nie jego przyczyną. Należałoby przy tym zwracać uwagę na stan obręczy danego koła, gdyż powstałe na niej odkształcenia mogą stanowić ewentualny dowód, że wystrzał ogumienia był jednak skutkiem wypadku.

Zdarzają się ponadto, niestety, przypadki świadomego powypadkowego uszkodzenia ogumienia, mające na celu próbę zaprzeczenia faktycznym przyczynom zaistniałego wypadku. Tego rodzaju jednak przestępcze działanie jest w stanie ujawnić w stosunkowo prosty sposób odpowiednia ekspertyza.

2.2.6. Powypadkowe badania opon samochodowych.

Podstawowym celem powypadkowego badania opon jest ustalenie, czy ewentualnie istniejące po wypadku ich uszkodzenia są następstwem wypadu, czy też powstały przed wypadkiem, a jeśli tak - to czy miały bądź mogły mieć wpływ (i jaki) na powstanie i przebieg wypadku.

Podstawową techniką badania opony są jej oględziny. Często zachodzi przy tym konieczność demontażu opony z obręczy, co może spowodować pewne zmiany jej stanu. Dlatego też prawidłowy sposób dokonania oględzin decyduje o ilości informacji, jakie tą drogą można otrzymać. Informacje te należy precyzyjnie opisać i udokumentować fotograficznie. Dokumentację oględzin należy sporządzić oddzielnie dla każdego koła.

Podstawowe zasady i kolejność czynności przy badaniu opon

Proponowana poniżej kolejność czynności w czasie szczegółowych oględzin opon pozwala uniknąć przeoczenia istotnych kwestii. A zatem kolejność ta powinna być następująca:

1. Sprawdzić, czy powietrze nie ucieka przez zwór i zmierzyć jego ciśnienie.
2. Sprawdzić rodzaj opon na kołach ich zgodność z wymogami oraz oznaczyć, na których kołach pracowały.
3. Sprawdzić położenie zaworu (prostopadły, przekoszony, wciągnięty).
4. Opisać wtłoczenia materiału obcego (ziemia, trawa) pomiędzy obręcz i oponę.
5. Opisać zewnętrzne uszkodzenia opony.
6. Przed demontażem wykonać dokumentację fotograficzną stanu dostarczenia do badań.
7. Obręcze wieloczęściowe przed rozebraniem oznaczyć.
8. Dokonać ostrożnego demontażu opon.
9. Po otwarciu sprawdzić zapach wnętrza opony świadczący o podwyższonej temp. pracy.
10. Sprawdzić dotykiem wewnętrzną stronę opony na wystawanie nitek opasania.
11. Wykonać fotografie elementów koła i ogumienia po demontażu.
12. Sprawdzić występowanie otworów w oponie.
13. W oponie bezdętkowej sprawdzić szczelność zaworu i jego mocowanie do obręczy.

Mechaniczne uszkodzenia opon.

Uszkodzenia mechaniczne opon powodowane są przez przedmioty, z którymi koło miało styczność. Do nich należą drobne i ostre przedmioty, które przebiły powierzchnię opony nie zostawiając po sobie widocznego śladu lub ew. bardzo mały, bez szkody dla dalszej trwałości opony. Mogą też być uszkodzenia dużych rozmiarów polegające na rozerwaniu czoła lub bocznej ścianki opony.

Najechanie na krawężnik może prowadzić do zniszczenia wewnętrznej struktury opony bez naruszenia ciągłości wierzchniej warstwy gumy. Towarzyszące temu wybrzuszenie koreluje wówczas z miejscem uszkodzenia na obręczy. Przesunięcie kątowe tych uszkodzeń może świadczyć o toczeniu się opony po takim zdarzeniu. Uszkodzenia takie są powszechne w czasie zderzeń pojazdów. Przy tym warto pamiętać, że na tym samym kole jedno uszkodzenie (od przodu) pochodzi zwykle od kolizji z elementami innego pojazdu, a drugie, położone po przeciwnej stronie koła pochodzi od dobiecia koła do wnętrza błotnika lub progu pojazdu.

Stopka opony ulega często uszkodzeniu podczas niewłaściwego montażu lub demontażu opony na obręczy. Uszkodzenie to nie grozi niebezpieczeństwem. Ma jednak wpływ na szczelność opony. Inne uszkodzenie może powstać w wyniku ostrego hamowania przy

dużej prędkości na szorstkiej nawierzchni, które intensywnie niszczy czoło bieżnika, czasem nawet aż do warstwy osnowy - rys.2.07 i 2.09.

Uszkodzenie mechaniczne może spowodować również kamień, który zaklinował się między bliźniaczymi kołami samochodu ciężarowego. Pozostawia on wtedy wyżłobienia w odpowiadających sobie miejscach opon, między którymi pozostawał. Uszkodzenie to różni się od uszkodzenia kół bliźniaczych powstałych przy jeździe z niedopompowanymi oponami lub przy dużym przeciążeniu pojazdu.

Zewnętrzne strony opony również podlegają niekiedy powierzchniowemu starciu przy dojeżdżaniu do wysokich krawężników.

Długotrwała jazda na kole pozbawionym powietrza powoduje ogromne naciski krawędzi obręczy na rozplaszczoną powierzchnię boków opony, co powoduje powstanie intensywnych obwodowych śladów, zniszczeń lub nawet całkowitego rozerwania boku opony - rys. 2.06 i 2.08.

Jazda z kołem o znacznie obniżonym ciśnieniu powoduje silne nagrzewanie się opony, a to z kolei prowadzi do zmian mechanicznych najczęściej dobrze widocznych wewnątrz opony.

Utrata ciśnienia może być bardziej lub mniej gwałtowna i niekiedy znacząco wpływać na prowadzenie pojazdu. Szczególnie niebezpieczne jest gwałtowne zejście powietrza z opony przedniego koła znajdującego się po stronie zewnętrznej pokonywanego łuku drogi. Szczególnie jest to niebezpieczne w przypadku dużego pojazdu ciężarowego lub autobusu.

Obřęcze kół

Powypadkowy stan obręczy kół jest ważnym nośnikiem informacji o przebiegu zdarzenia. Zagięte brzegi obręczy i ich korelacja z miejscem uszkodzenia opony mogą świadczyć o przebiegu kolizji i sposobie powstania tych uszkodzeń. Starcie i rozsmarowanie gumy pozostawione na obręczy w miejscu kontaktu ze stopką opony świadczy o obracaniu opony się względem obręczy i jej prawdopodobnym niedopompowaniu.

Niekorzystne dla bezpieczeństwa ruchu są również efekty korozji, pochodzące najczęściej z okolic otworu wentyla, których obecność sprzyja przecieraniu się dętki. Silna korozja może doprowadzić do nieszczelności części obwodowej obręczy opony bezdętkowej lub nawet spowodować oderwanie się od niej tarczy koła. Obie te sytuacje mogą być niebezpieczne.

Eksplozje opon

Pod pojęciem eksplozji, czyli tak zwanego popularnie wystrzału, możemy rozumieć wyłącznie takie uszkodzenie koła, w którym następuje gwałtowne zejście powietrza spowodowane rozerwaniem powłoki opony ciśnieniem powietrza zawartego w niej (rys. 2.05.).

Zasadne wtedy są wszystkie uwagi dotyczące wpływu tej niesprawności na zachowanie się pojazdu, a ponadto możliwe jest dodatkowo szarpanie uszkodzonego koła na skutek zaczepiania rozerwanych części opony o wnętrze błotnika i elementy zawieszenia koła. Kierujący stara się zawsze przeciwdziałać niewłaściwemu zachowaniu się pojazdu, toteż nie można ustalić generalnych reguł dotyczących jego toru ruchu oraz przewidzieć zachowania się samochodu po wystąpieniu takiej awarii.

Ogólnie przyjmuje się, że w przedziale prędkości 70-100 km/h, podczas jazdy samochodem osobowym po prostym odcinku drogi, wpływ nagłego ujścia powietrza nie jest znaczący. W przypadku tego typu awarii na łuku drogi lub w czasie manewru skrętu, staje się znacznie bardziej niebezpieczna. Awaria prawego przedniego koła podczas pokonywania łuku drogi w lewo powoduje raptowne zmniejszenie przyczepności tego koła (z tarcia pary trącej guma - asfalt na jezdnie - stalowa obręcz). Powoduje to zmianę promienia łuku, po którym można w sposób stabilny poruszać się (zwiększenie promienia), przez co pojazd ma skłonność do wypadania na zewnątrz łuku. W przypadku analogicznej awarii tylnego

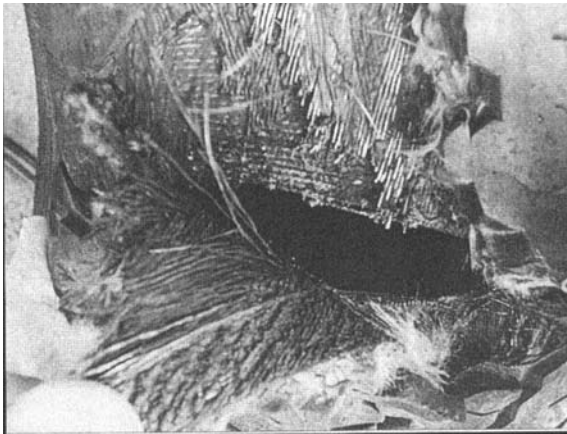
prawego koła maleje silnie i gwałtownie zdolność koła do przenoszenia sił bocznych i pojazd zaczyna obracać się, tracąc stabilność kierunkową, najczęściej w krótkim czasie (do 3 sekund).

Awaria wewnętrznych (dla łuku drogi) kół jest nieco mniej groźna, ale zawsze może stanowić

źródło zaburzenia ruchu pojazdu i zaskoczenia dla kierowcy.

Te same awarie kół samochodów ciężarowych są zwykle znacznie trudniejsze do bezpiecznego opanowania, co wynika z faktu znacznie większego pochylenia się pojazdu na to koło.

Innym rodzajem eksplozyjnego uszkodzenia opony jest napompowanie jej do znacznie większej wartości ciśnienia, w następstwie czego dochodzi do rozluźnienia lub rozerwania drutówki i przejścia brzegu opony przez obręcz. - rys. 2.11.



Rys 2.05. Rozerwana powłoka opony na skutek wystrzału



Rys 2.06. Ślady obwodowe powstałe w czasie jazdy bez powietrza



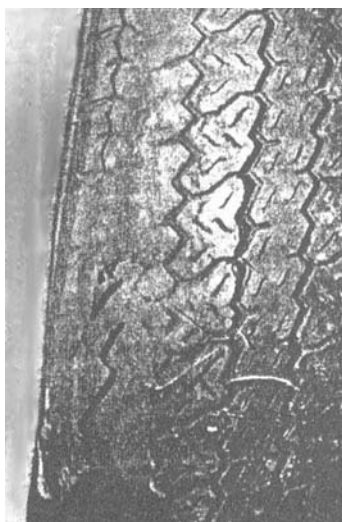
Rys 2.07. Starcie bieżnika w czasie hamowania



Rys 2.08. Całkowite zniszczenie opony po dłuższej jeździe bez powietrza



Rys 2.09.
Zniszczenie opony przez jazdę z zablokowanym kołem



Rys 2.10. Wada produkcyjna opony – odpadanie bieżnika



Rys 2.11. Uszkodzenie opony i jej stopki na skutek pompowania do zbyt dużego ciśnienia

2.3. Przykład protokołu z dodatkowych badań powypadkowych samochodu osobowego.

PRZYKŁAD

Rzeczoznawca:

Zleceniodawca: *Komenda Miejska Policji*

Adres:..... ul. Narutowicza Kod:.....

Pismo, znak.z dnia:.....

Miejsce badania:

Zakres oceny: *ustalenie stanu technicznego pojazdu oraz udzielenie odpowiedzi na zadane pytania.*

Zgodnie z decyzją Komendy Miejskiej Policji w o zasięgnięciu opinii u Rzeczoznawców Techniki Motoryzacyjnej Ruchu Rogowego i Towaroznawstwa zrzeszonych w Polskim Związku Motorowym w w sprawie ustalenia stanu technicznego samochodu marki Opel Vectra nr rej. wyznaczony przez RTM rzeczoznawca, po dokonaniu oględzin przedmiotowego pojazdu wydaje opinię będącą odpowiedzią na postawione pytania:

Pytanie 1 Czy samochód Opel Vectra nr rej. przed wypadkiem był sprawny technicznie ?

Odpowiedź: W wyniku przeprowadzonego badania technicznego pojazdu stwierdza się, że samochód Opel Vectra nr rej. przed wypadkiem był sprawny technicznie.

Pytanie 2 Czy w samochodzie tym sprawne były: układ kierowniczy, hamulcowy i zawieszenie?

Odpowiedź 2: W zbadanym pojeździe przed zaistnieniem wypadku drogowego sprawny był układ kierowniczy oraz zawieszenie przednich i tylnych kół pojazdu. Układy hamulca roboczego oraz awaryjnego były niesprawne technicznie.

UZASADNIENIE

Dla układu kierowniczego

Elementy układu kierowniczego tworzą układ nierozłączny.

- Wywierając moment obrotowy na koło kierownicze koła jezdne skręcają w obu kierunkach
- Badanie podczas uruchomionego silnika pojazdu wykazało prawidłowe działanie układu wspomagania kierownicy.

Dla układu hamulcowego

Podczas badania pojazdu hamulec roboczy po naciśnięciu na pedał wykazuje opór hamowania po obniżeniu nogi około 1/3 skoku pedału. Badanie układu wspomagania hamulców podczas uruchomionego silnika pojazdu wykazało prawidłowe działanie. W wyniku przeprowadzonej analizy załączonego do postanowienia testu hamulców wykonanego w Stacji Kontroli Pojazdów w Jaworznie stwierdza się, że hamulec roboczy przed zaistnieniem wypadku drogowego nie był sprawny technicznie. Powodem niesprawności układu hamulcowego jest obniżona siła hamowania kota tylnego prawego, która powoduje wystąpienie różnicy w siłach hamowania kół tylnych wynoszącej 50 %. Wskaźnik skuteczności hamulca roboczego wynosi 76 % zatem uznać należy go za dobry. Pomimo dobrego wskaźnika hamulca roboczego ww. hamulec uważa się za niesprawny technicznie ponieważ występujące różnice sił hamowania na osi tylnej podczas nagłego hamowania na śliskiej i mokrej jezdni powodować będą boczne znoszenie osi tylnej. Hamulec awaryjny jest niesprawny technicznie ze względu na małą skuteczność (21%) oraz różnicę w siłach hamowania kół (51%).

Dla zawieszek kół

- Zawieszenie kół przednich sprawne technicznie - wad i niesprawności technicznych nie stwierdzono.
- Zawieszenie kół tylnych sprawne technicznie, luzów oraz nieprawidłowości nie stwierdzono.

Dla ogumienia kół

- Koło przednie lewe - opona marki VIKING o wym. 175/ 70 R14, wysokość rzeźby bieżnika 4 mm ciśnienie w ogumieniu 1,95 Mpa.
- Koło przednie prawe - opona marki VIKING o wym. 175/70 R 14, wysokość rzeźby bieżnika 4 mm ciśnienie w ogumieniu I, 95 Mpa.
- Koło tylne lewe - opona marki KUMHO o wym. 175 /70 R14 wysokość rzeźby bieżnika 5 mm, ciśnienie w ogumieniu I, 75 Mpa.
- Koło tylne prawe - opona marki KI/MHO o wym. 175 70 R14 wysokość rzeźby bieżnika 5 mm, ciśnienie w ogumieniu 1,25 Mpa. W wyniku przeprowadzonych oględzin ogumienia pojazdu, stwierdza się, że ogumienie pojazdu przed zaistnieniem wypadku drogowego było sprawne technicznie.

Pytanie 3. Inne uwagi biegłego.

Odpowiedź 3:

Zbadany pojazd wykazuje uszkodzenia przedniego segmentu nadwozia w następującym zakresie:

Tablica rejestracyjna przednia z prawej strony zdeformowana. Podkładka tablicy rejestracyjnej przedniej z prawej strony w części dolnej wyłamana.

Podczas badania pojazdu hamulec roboczy po naciśnięciu na pedał wykazuje opór hamowania po obniżeniu nogi około 1/3 skoku pedału. Badanie układu wspomagania hamulców podczas uruchomionego silnika pojazdu wykazało prawidłowe działanie. W wyniku przeprowadzonej analizy załączonego do postanowienia testu hamulców wykonanego w Stacji Kontroli Pojazdów w Jaworznie stwierdza się, że hamulec roboczy przed zaistnieniem wypadku drogowego nie był sprawny technicznie. Powodem niesprawności układu hamulcowego jest obniżona siła hamowania koła tylnego prawego, która powoduje wystąpienie różnicy w siłach hamowania kół tylnych wynoszącej 50 %. Wskaźnik skuteczności hamulca roboczego wynosi 76 % zatem uznać należy go za dobry. Pomimo dobrego wskaźnika hamulca roboczego ww.

hamulec uważa się za niesprawny technicznie ponieważ występujące różnice sił hamowania na osi tylnej podczas nagłego hamowania na śliskiej i mokrej jezdni powodować będą boczne znoszenie osi tylnej. Hamulec awaryjny jest niesprawny technicznie ze względu na małą skuteczność (21%) oraz różnicę w siłach hamowania koi (51 %).

Literatura:

1. Praca zbiorowa:- Wypadki drogowe. Vademecum biegłego sądowego.
Instytut Ekspertyz Sądowych, Kraków 2002.
2. Kończykowski – Odtwarzanie i analiza przebiegu wypadku drogowego.
Stowarzyszenie Rzecznawców Techniki Samochodowej
Rzecznawców Ruchu Drogowego
–Paryż-Warszawa 1993r.
3. Ukraiński J. – Postępowanie przygotowawcze w sprawie o wypadek drogowy
– część techniczna. R-press – Rzeszów 1992r

TEMAT 3

dr inż. Wiesław MOMOT
mgr inż. Mirosław MAKOWSKI

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA ZDARZENIA DROGOWEGO I PRZEKSZTAŁCENIA FOTOGRAMETRYCZNE

3.1. Charakterystyka fotografii jako dowodu z miejsca zdarzenia

3.1.1. Fotografia jako dowód rzeczowy z miejsca zdarzenia.

Z punktu widzenia obiektywizmu opiniowania dowody rzeczowe głównie fotograficzne są kluczowymi w sprawie i pozwalają na dokładniejsze i bardziej jednoznaczne odtworzenie przebiegu wypadku niż dowody osobowe, które w wielu przypadkach są sprzeczne, parametry ruchu i odległości podawane są w szerokich granicach, co prowadzi do nieprecyzyjnego odtworzenia przebiegu wypadku

Właściwe udokumentowanie miejsca i obiektów zdarzenia jest bardzo ważne dla późniejszego opiniowania. Jeśli dane te są dobrze opracowane pozwalają na właściwą interpretację zawartych w nich danych i umożliwiają jednoznaczne opracowanie opinii.

3.1.2. Zastosowanie fotografii w dokumentowaniu wypadków.

Cele i sposób fotografowania i tworzenia dokumentacji fotograficznej. Zdjęciu fotograficzne pozwalają na:

- dokumentowanie miejsca wypadku,
- dokumentowanie położenia powypadkowych pojazdów,,
- dokumentowanie śladów w miejscu zdarzenia ich przebieg i charakter.
- dokumentowanie uszkodzeń pojazdów.

3.1.2. Fotogrametria i fotointerpretacja – definicje

Fotogrametria - jest nauką, która zajmuje się właściwościami obrazu fotograficznego terenu oraz sposobami wykonywania pomiarów na podstawie zdjęć.

Fotointerpretacja i zbliżone pojęcie odczytywanie lub analiza zdjęć oznacza proces rozpoznania obiektów i punktów charakterystycznych na podstawie ich obrazu fotograficznego według oznak bezpośrednich – widocznych bezpośrednio na zdjęciu.

Kiedy jest potrzebna i co umożliwia fotogrametria :

- potrzebna jest gdy dokumentacja-rysunkowa i szkicowa zostanie źle wykonana,
- umożliwia:
 - weryfikację źle wykonanego szkicu;
 - określenie kierunków zderzenia;
 - określenia miejsc styku pojazdów;
 - określenia rodzaju uszkodzeń;
 - określenia przebiegu toru ruchu pojazdów;
 - określenia sposobu ruchu pojazdów;

- określenie ekwiwalentnej prędkości odkształcenia za pomocą rastrów energetycznych i wykonanych zdjęć (rysunków).

3.2. Transformacja fotogrametryczna,

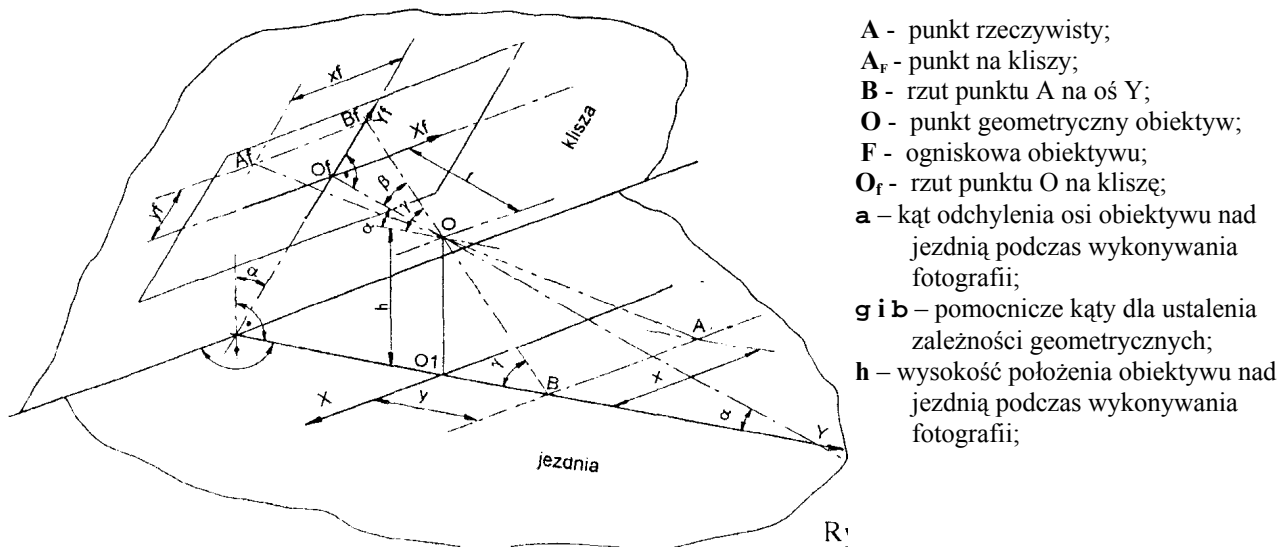
- Transformacja wykonana metodą: -ręczną - podstawą tej metody jest właściwość linii równoległych na powierzchni jezdni które na fotografii muszą przecinać się na linii horyzontu. Gdy znane są wymiary prostokątnego obiektu znajdującego się na powierzchni jezdni np. płyty chodnikowej, pasy przejścia lub specjalnie położona łąta w każdym prostokącie można wyodrębnić cztery odmiany linii: dwa zespoły linii boków i dwie linie przekątnych.

Omówienie szczegółowe odczytywania współrzędnych wybranych punktów na zdjęciu na podstawie zależności geometrycznych opartych na rzucie środkowym i według metody „paska papieru”.

Omówienie zależności geometrycznych pomiędzy obrazem rzeczywistym i utrwalonym na wykonanym zdjęciu pokazano na rysunku 3.01:

Między położeniem rzeczywistego dowolnego punktu na jezdni i jego odpowiednikiem na kliszy można ustalić określone zależności geometryczne wynikające z obowiązujących zasad rzutu środkowego.

Na rysunku 3.01. przedstawione jest położenie na jezdni dowolnego punktu rzeczywistego A oraz jego odpowiednika na kliszy A_f oraz wszystkie zależności pomiędzy zdjęciem na kliszy i punktami położonymi na fotografowanym terenie i właściwościami obiektywu.



- A** - punkt rzeczywisty;
- A_f** - punkt na kliszy;
- B** - rzut punktu A na oś Y;
- O** - punkt geometryczny obiektywu;
- F** - ogniskowa obiektywu;
- O_f** - rzut punktu O na kliszę;
- a** – kąt odchylenia osi obiektywu nad jezdnią podczas wykonywania fotografii;
- g i b** – pomocnicze kąty dla ustalenia zależności geometrycznych;
- h** – wysokość położenia obiektywu nad jezdnią podczas wykonywania fotografii;

Rys 3.01. Położenie na jezdni dowolnego punktu A oraz jego odpowiednika na kliszy A_f

Przyjmując układ współrzędnych $X-Y$ na powierzchni jezdni z położeniem środka O_1 w miejscu pionowego rzutu punktu geometrycznego przyjętego jako obiektyw na jezdnię współrzędnymi punktu A są x i y mierzone na powierzchni jezdni. Ich odpowiednikami na kliszy są x_f i y_f mierzonymi w układzie współrzędnych X_f i Y_f na jej powierzchni.

Dla uproszczenia na rysunku przyjęto, że krawędź poprzeczna kamery ustawiona jest równoległe do powierzchni jezdni. Uwzględnienie odchylenia tej krawędzi dokonane zostanie później. W dalszych rozważaniach zostanie przyjęte założenie, że powierzchnie jezdni i kliszy stanowią płaszczyzny. Założenie to wprowadza oczywiście określone odstępstwo od dokładności w odtworzeniu rzeczywistego kształtu śladu, tym większe im bardziej powierzchnia jezdni odbiega od

płaszczyzny. W przypadku znacznych różnic w poziomach położenia części śladów należy to uwzględnić przez wprowadzenie odpowiednich wysokości h położenia obiektywu nad rozpatrywanym śladem.

Z rysunku 3.01 wynika zależność pomiędzy nw. kątami $\beta = \gamma - \alpha$;

Z trójkąta - B_f - O - O_f - wynika zależność: $-\operatorname{tg} \beta = \frac{y_f}{f}$;

Z trójkąta - B - O - O_f - wynika zależność: $-\operatorname{tg} \gamma = \frac{h}{f}$;

Ponieważ $-\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg}(\gamma - \alpha) = \frac{\operatorname{tg} \gamma - \operatorname{tg} \alpha}{1 + \operatorname{tg} \gamma \cdot \operatorname{tg} \alpha}$;

Po przekształceniu ww zależności otrzymuje się że: $y = h \cdot \frac{f - y_f \cdot \operatorname{tg} \alpha}{y_f + f \cdot \operatorname{tg} \alpha}$

Z podobieństw trójkątów O - A - B i O - A_f - B_f wynika:

$$\frac{x}{y} = \frac{B - O}{B_f - O}$$

Ponieważ: $B - O = \sqrt{h^2 + y^2}$ a, $B_f - O = \sqrt{f^2 + y_f^2}$;

Więc po podstawieniu i przekształceniu wyrażenie na x otrzymuje postać;

$$x = x_f \cdot h \cdot \frac{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}}{y_f + f \cdot \operatorname{tg} \alpha}$$

Oczywiście wymiar odcinków x_f i y_f odnoszą się do kliszy. Jeżeli zostały one zmierzone na odbitce powiększonej k razy w stosunku do kliszy to należy w miejsce x_f i y_f wprowadzić do powyższych zależności wymiary współczynnika powiększenia

$$\frac{x_f}{k} \quad \text{i} \quad \frac{y_f}{k};$$

Po uwzględnienia współczynnika powiększenia k wyrażenia na x i y przyjmują nw. postać:

$$x = x_f \cdot h \cdot \frac{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}}{y_f + f \cdot \operatorname{tg} \alpha} \qquad y = h \cdot \frac{k \cdot f - y_f \cdot \operatorname{tg} \alpha}{y_f + f \cdot k \cdot \operatorname{tg} \alpha}$$

W przypadku takiego ustawienia aparatu, że oś obiektywu będzie równoległa do powierzchni jezdni (ślada) a więc $-\alpha = 0$

otrzymujemy na wielkość niewiadomych x i y wyrażenia znacznie uproszczone:

$$x = h \cdot \frac{x_f}{y_f} \qquad y = h \cdot \frac{k \cdot f}{y_f};$$

Jeżeli podczas wykonywania fotografii nie został dotrzymany warunek utrzymania równoległości poprzecznej krawędzi aparatu do powierzchni jezdni i została ona obrócona o kąt ε w stronę zgodną z ruchem wskazówek zegara to obraz na kliszy został również obrócony o kąt ε w stosunku do układu osi $X_f - Y_f$ na powierzchni kliszy. W tym przypadku należy, więc w miejsce wymiarów x_f i y_f wprowadzić

$$x_{fo} = x_f \cdot \cos \varphi - y_f \cdot \sin \varphi \quad \text{oraz} \quad y_{fo} = x_f \cdot \sin \varphi + y_f \cdot \cos \varphi \quad \text{tg} \alpha = \frac{\alpha}{f}$$

Jak widać na rysunku 3.01. wymiary x_f i y_f mierzone są od osi współrzędny $X_f - Y_f$ a punki O_f jako środek tego układu leży na osi obiektywu. Punkt ten znajduje się więc w środku kliszy, na której wykonane zostało zdjęcie. Przystępując więc do technicznej realizacji odtwarzania rzeczywistego kształtu śladu należy na odbitce zawierającej cały kadr fotografii narysować dwie wzajemnie prostopadłe linie, z których każda jest równoległa do odpowiedniej krawędzi kliszy, a punkt przecięcia się tych linii położony jest w środku kliszy (punkt O_f).

Następnie od powyższych linii, stanowiących przecież osie $X_f - Y_f$ należy odmierzając wymiary $-x_f$ i y_f dla charakterystycznych punktów rozpatrywanych śladów uwzględniając znaki „+” i „-”. Podstawiając otrzymane wymiary do podanych poprzednio zależności otrzymuje się rzeczywiste położenie przedstawiających je punktów na powierzchni jezdni w stosunku do układu współrzędnych $X-Y$. Przy dużej liczbie punktów charakterystycznej dla skomplikowanego układu krzywoliniowych śladów postępowanie takie jest dosyć uciążliwe. Można więc wykonać obliczenia przy wykorzystaniu prostego programu komputerowego, którego napisanie jest możliwe nawet przez mało doświadczonego informatyka.

O ile ogniskowa f aparatu, z którego wykonano fotografie powinna być dokładnie znana, o tyle wartości stałe jak h , a , f , nie zawsze mogą być wyraźnie określone. Skala powiększenia odbitki może być łatwo określona w przypadku znajomości wymiarów kliszy i „nie kadrowania odbitki”. Wymiar h przy braku ustalenia może być szacunkowo określony na podstawie danych o typie aparatu. Trzeba jednak wtedy przeprowadzić obliczenia kontrolne wykorzystując dane o wymiarach dowolnego elementu znajdującego się w polu widzenia obiektywu.

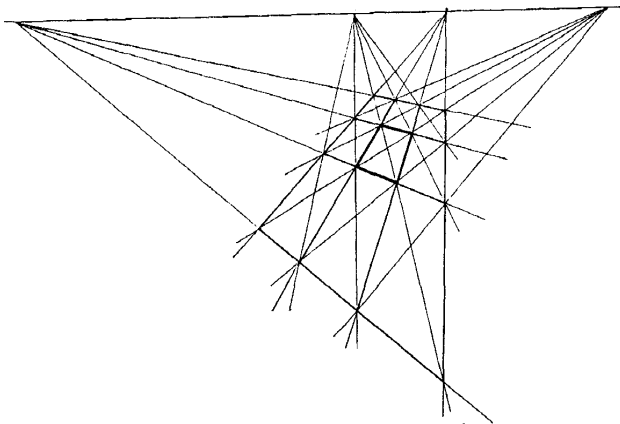
Określenie wartości kątów α i f może być również przeprowadzone na podstawie dysponowanej fotografii. Jeżeli w obszarze objętym zdjęciem znajdują się choć dwie linie równoległe, to na fotografii przecinają się one na linii horyzontu. Jeżeli odległość tej linii od środka kliszy wynosi a , to podczas fotografowania aparat był ustawiony do powierzchni jezdni pod kątem, którego tangens wynosił

$$\text{tg} \alpha = \frac{a}{f}$$

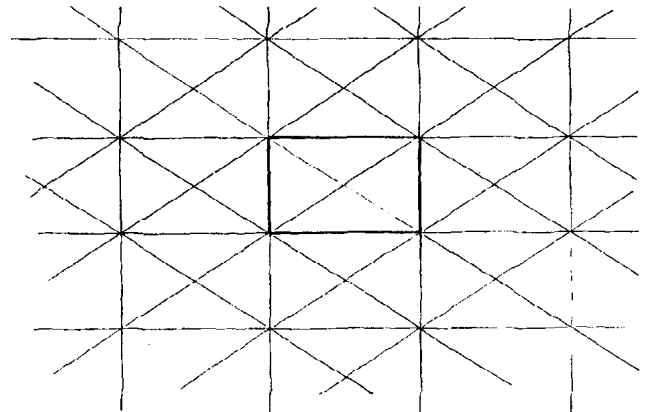
Dla określenia wartości kąta f poprzecznego pochylenia aparatu podczas wykonywania zdjęcia niezbędne jest dysponowanie co najmniej dwiema liniami równoległymi, tak aby było można określić położenie linii horyzontu, która w tym przypadku nie będzie równoległa do krawędzi kliszy. Otrzymany kąt pochylenia tej linii jest jednocześnie kątem poprzecznego ustawienia aparatu podczas wykonywania fotografii. Dla w pełni profesjonalnego odtwarzania rzeczywistego kształtu śladu, i to nie koniecznie położonego na powierzchni jezdni, produkowane są specjalistyczne urządzenia złożone z kamery z rasterowanym obiektywem, digitizera, komputera i plottera. Wykorzystanie takiego urządzenia znakomicie ułatwia wykonanie odtwarzania. Warunkiem absolutnie niezbędnym jest zawsze wykonanie odpowiedniej fotografii.

W przypadku szczególnym, gdy znane są wymiary prostokątnego obiektu znajdującego się na powierzchni jezdni np. przykład płyty chodnikowej, wycinka jezdni lub pasów przejścia dla pieszych, można zastosować wykreśliła metodę odtwarzania rzeczywistego kształtu śladu przy wykorzystaniu elementarnych przyrządów kreślarskich. Podstawą tej metody jest właściwość linii równoległych na powierzchni jezdni, które na fotografii muszą przecinać się na linii horyzontu. W każdym prostokącie patrz - rys 3. 02. można wyodrębnić cztery odmiany linii:

- dwa zespoły linii boków,
- dwie linie przekątnych.



Rys 3.02. Linie przekątnych



Rys 3.03. Linie przekątnych i równoległych

Przy dowolnym ustawieniu prostokąta wszystkie linie równoległe na powierzchni jezdni na fotografii muszą przecinać się na linii horyzontu (rys 3.02.). Na rysunku 3.03. pokazany został na powierzchni kliszy wybrany prostokąt z rysunku 3.03. Jeżeli teraz układem kolejno wrysowywanych prostokątów, mających w rzeczywistości takie same wymiary, objęty zostanie cały rozpatrywany ślad, to oceniając w jakich punktach przecina on odpowiednie boki prostokątów można na siatce pokazanej na rysunku 3.03 nanieść rzeczywisty kształt tego śladu.

Problemem wymagającym omówienia jest tu dokładność otrzymywanych wyników. Z góry można założyć, że przy elementarnej precyzji działania we wszystkich przypadkach dokładność będzie większa niż przy odręcznym „szkicowaniu” śladu bez uwzględnienia skali. Jednak im dokładniej zmierzone zostaną wymiary x_f i y_f im dokładniej określony zostanie wymiar h , tym dokładniejsze będą wyniki pracy. Dla celów jakim ma służyć odtwarzanie rzeczywistego kształtu śladów nie są istotne błędy wynikające z niepłaskości elastycznej kliszy fotograficznej oraz błędów kształtu soczewek znajdujących się w obiektywie. Sprawy te są ważne przy wykonywaniu zdjęć na użytek topografii.

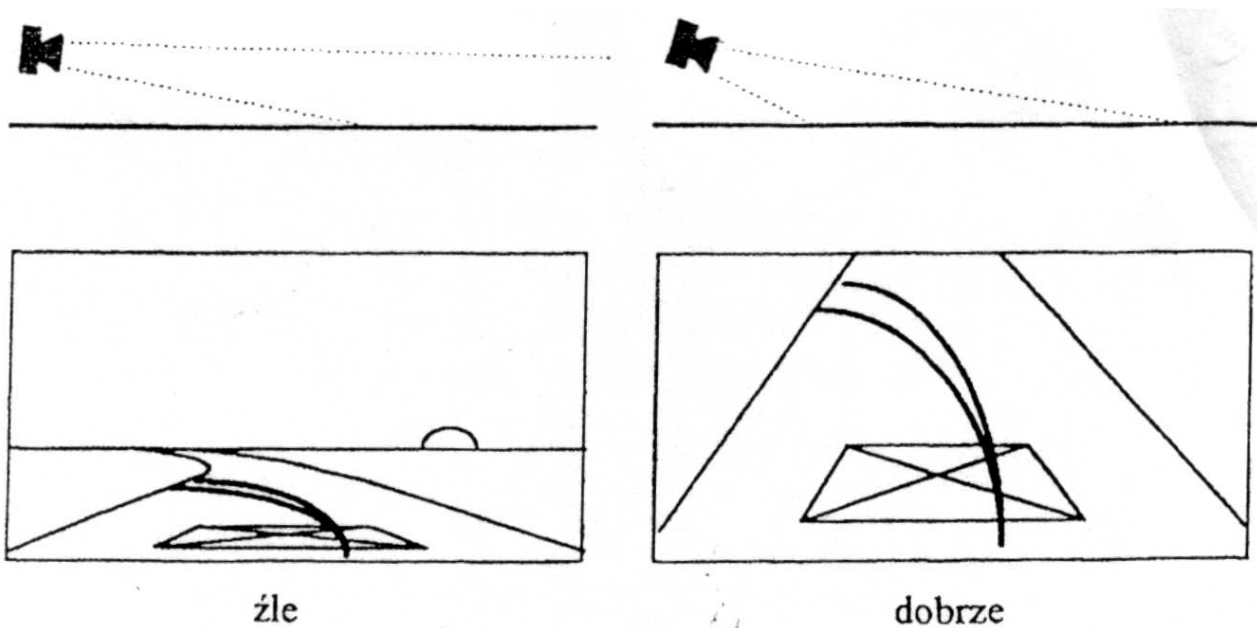
W dalszym ciągu przedstawiona zostanie metoda odwzorowania fotografii za pomocą paska papieru

Metoda paska papieru

Metoda paska papieru oparta jest o tzw. zasadę czterech punktów, która mówi; że stosunki wzajemnych odległości czterech dowolnych punktów leżących na jednej prostej pozostają niezmiennic w przekształceniu rzutu środkowego.

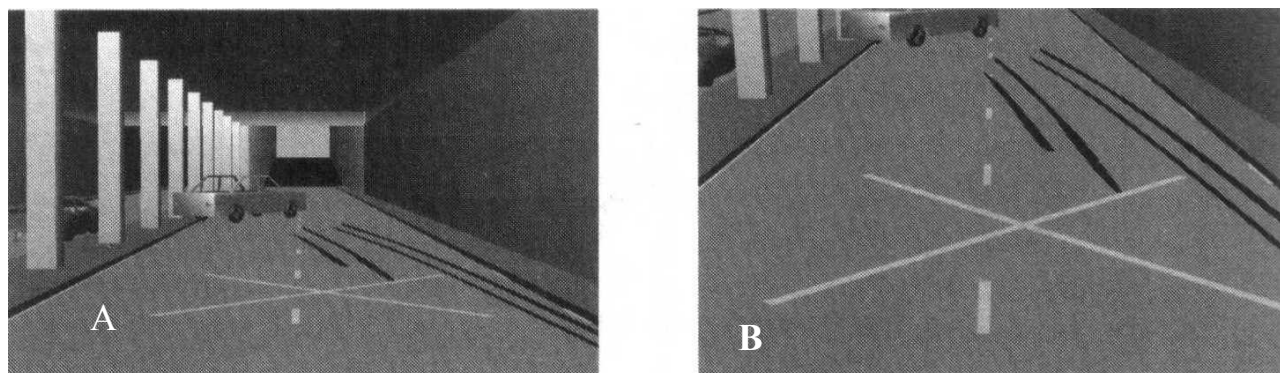
Założenia metody to:

1. Powierzchnia, na której leżą przetwarzane ślady jest płaszczyzną.
2. Znane są położenia przynajmniej czterech niewspółliniowych punktów leżących na tej płaszczyźnie i widocznych na zdjęciu. Czworokąt powstały w wyniku połączenia tych punktów nie powinien mieć zbyt ostrych kątów.
3. Powierzchnia czworokąta powinna być jak największa i znajdować się blisko w perspektywie.



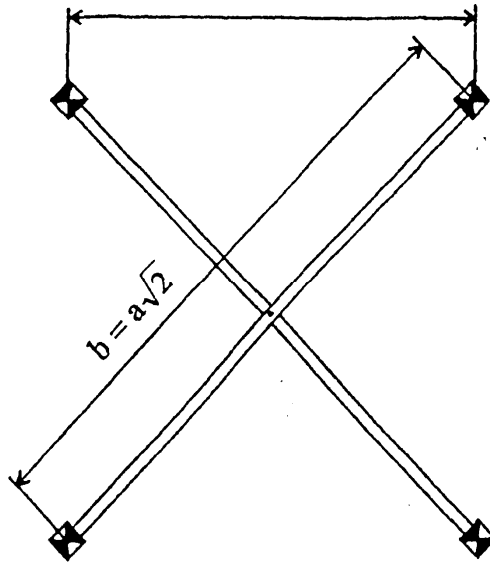
Rys 3.04. Zdjęcia drogi z widocznym śladem zarzucania

Rysunek 3.04 przedstawia fotografię drogi z widocznym śladem zarzucania. Zdjęcie z lewej strony jest zrobione pod zbyt małym kątem w stosunku do płaszczyzny jezdni - przekształcony obraz będzie obarczony dużym błędem.



Rys. 3.05. Dwie fotografie przedstawiające ten sam fragment jezdni z śladami zarzucania i położonym kwadratem wzorcowym.

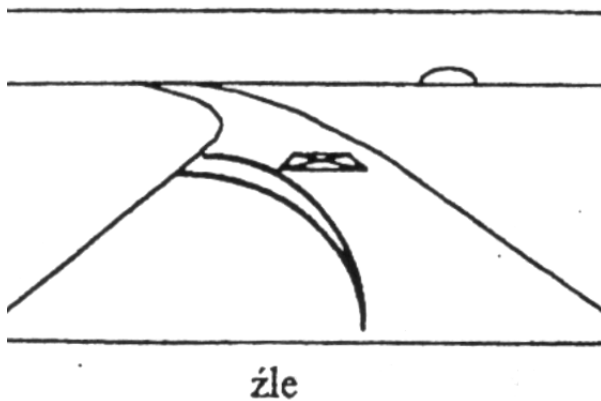
Na rysunku 3.05. Pokazane są dwie fotografie przedstawiające ten sam fragment jezdni z śladami zarzucania i położonym kwadratem wzorcowym. Dokładność przekształcenia zdjęcia B będzie większa niż zdjęcia A, ponieważ kamera przy robieniu zdjęcia została nachylona pod większym kątem w stosunku do płaszczyzny jezdni.



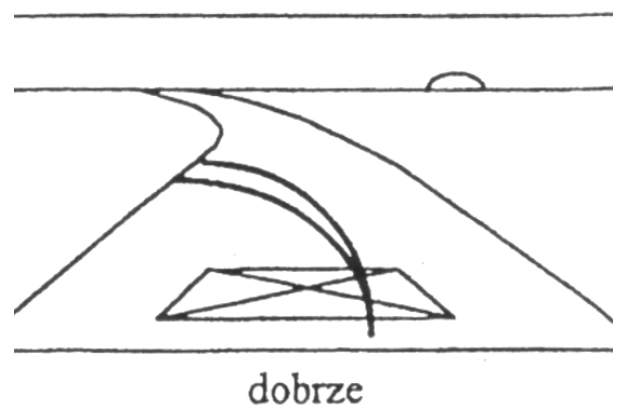
Rys. 3.06. Kwadrat wzorcowy - bazowa w formie krzyża

Największą dokładność transformacji fotogrametrycznej można uzyskać wówczas, gdy wzorzec widoczny jest na pierwszym planie zdjęcia. Dokładność będzie również tym większa im większy będzie wzorzec.

Kamera fotografująca ślady na jezdni powinna być nachylona w stosunku do fotografowanej płaszczyzny pod kątem jak najbardziej zbliżonym do kąta prostego.

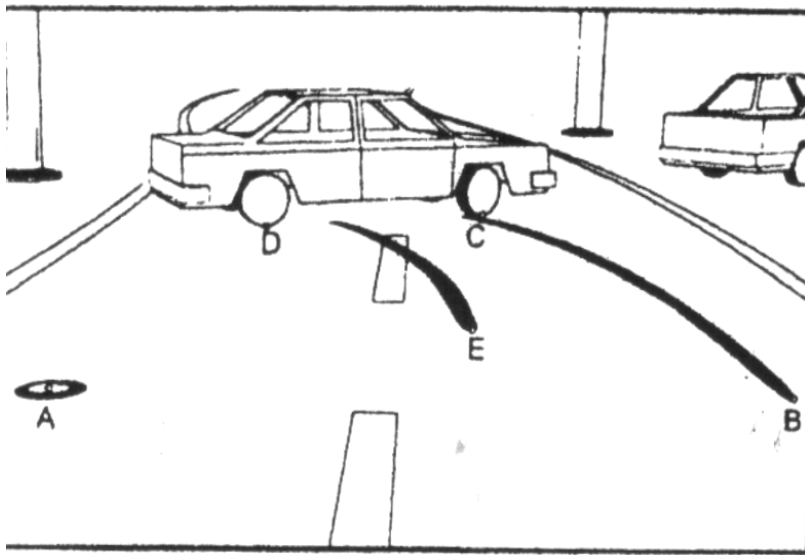


Rys 3.07. Fotografia drogi z widocznym śladem zarywania.

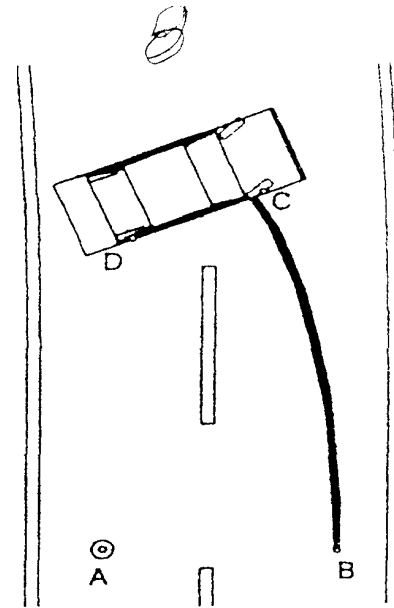


Rys 3.08. Fotografia drogi z widocznym śladem zarywania.

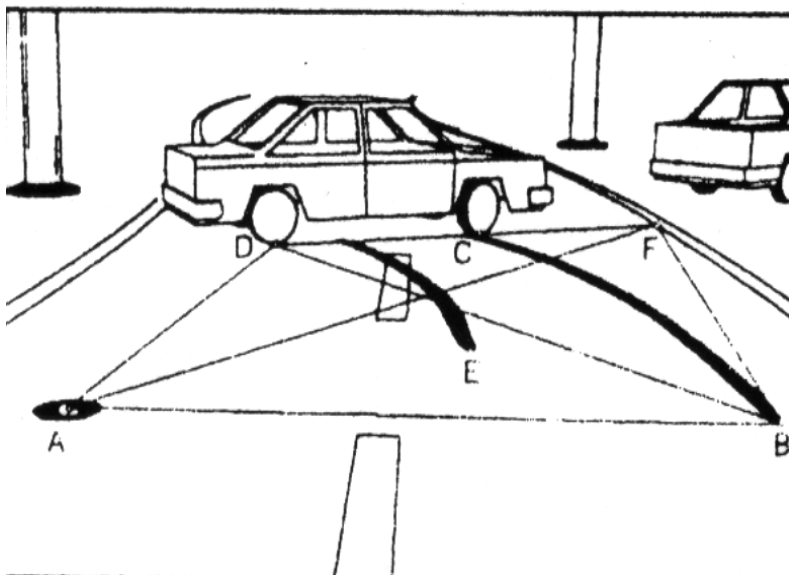
Rysunki 3.07. i 3.08. przedstawiają tę samą fotografię drogi z widocznym śladem zarywania. Wzorzec na zdjęciu z lewej strony widoczny jest zbyt daleko w perspektywie. Transformacja fotogrametryczna wykonana przy jego pomocy będzie obarczona bardzo dużym błędem. Kwadrat wzorcowy na zdjęciu z prawej strony umieszczony jest prawidłowo.



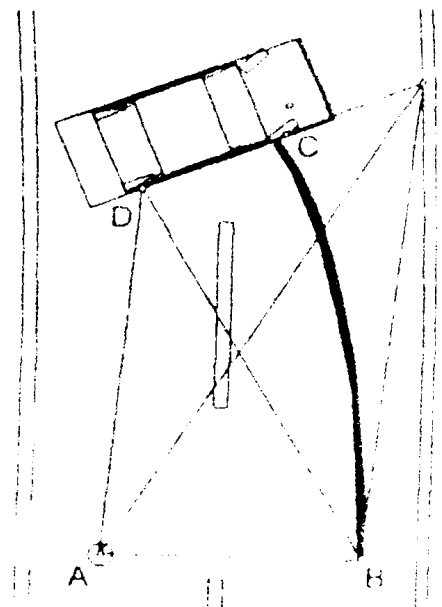
Rys 3.09. Zdjęcie powypadkowe z ujawnionymi śladami



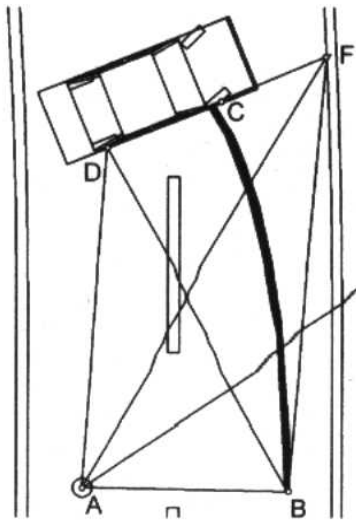
Rys 3.10. Zwymiarowany szkic miejsca wypadku



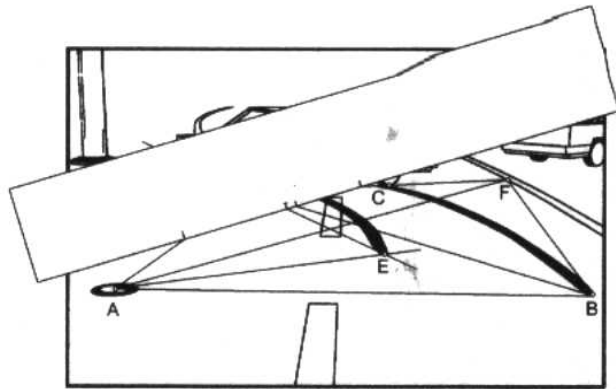
Rys 3.12. Łączenie zwymiarowanych punktów na zdjęciu



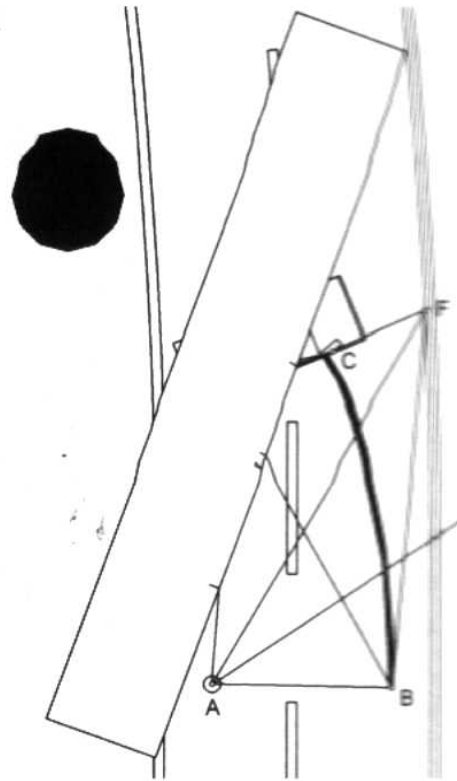
Rys 3.13. Łączenie zwymiarowanych punktów na szkicu



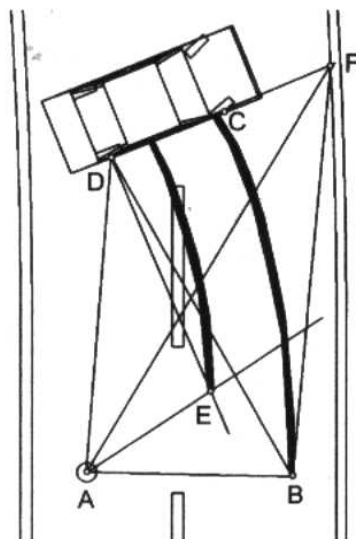
Przebieg linii AE na szkicu



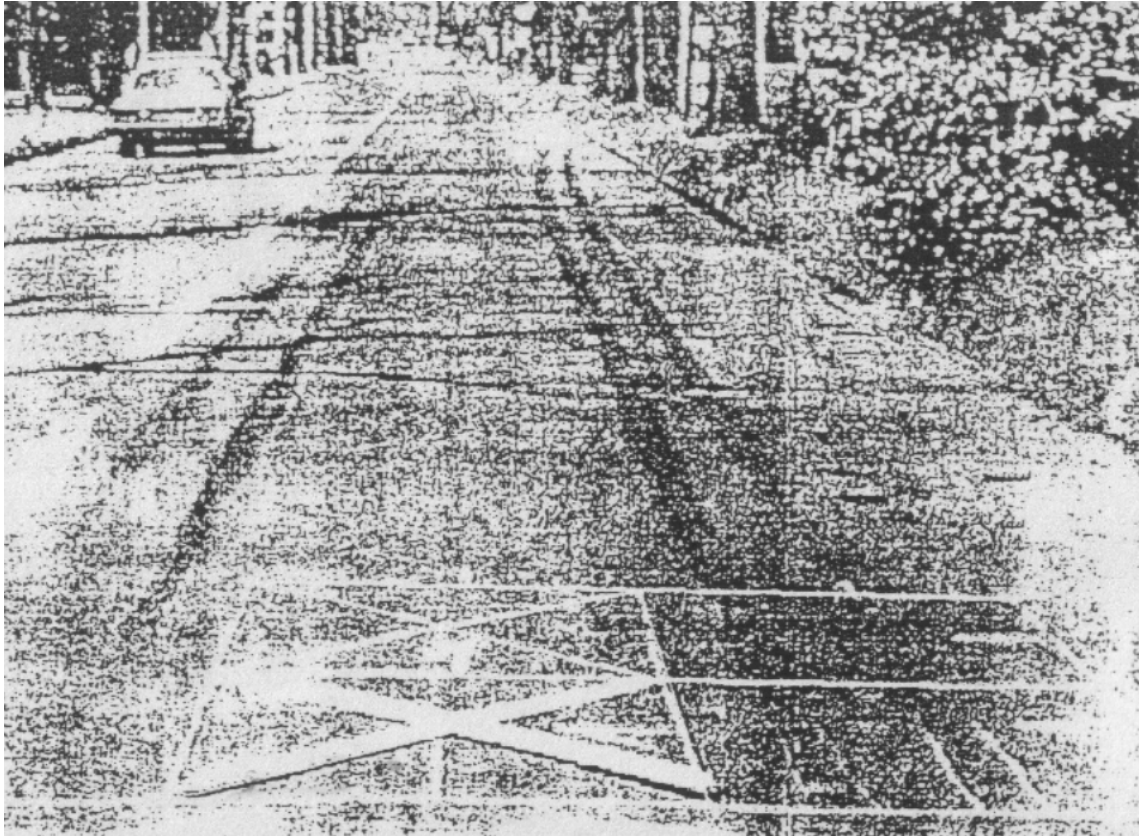
Rys 3.14. Wyznaczanie kierunku linii DE na pasku papieru



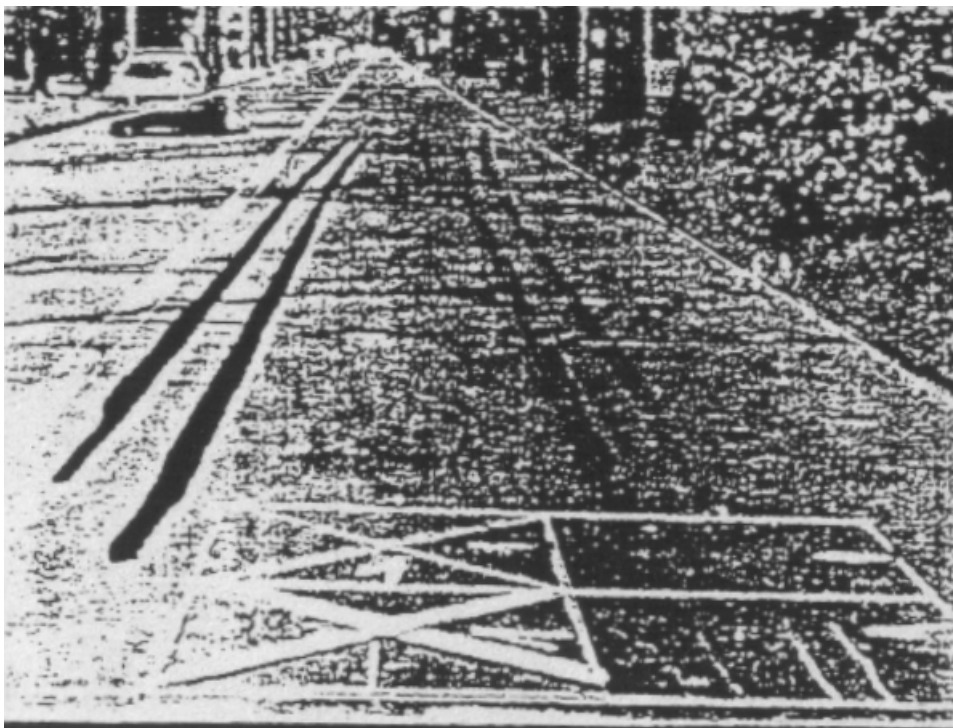
Rys 3.15. Wyznaczanie kierunku linii DE na szkicu



Rys 3.15. Wyznaczanie szukanego punktu E na szkicu

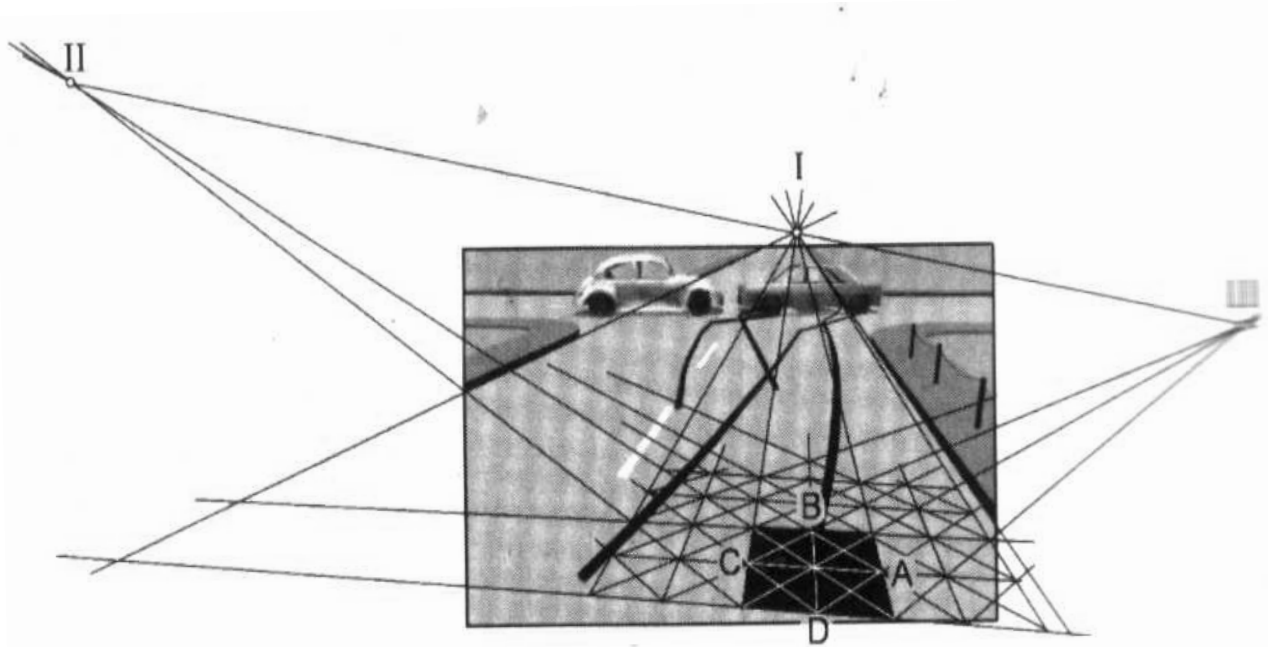


Rys 3.16. Transformacja fotogrametryczna przy pomocy programu Corel Draw

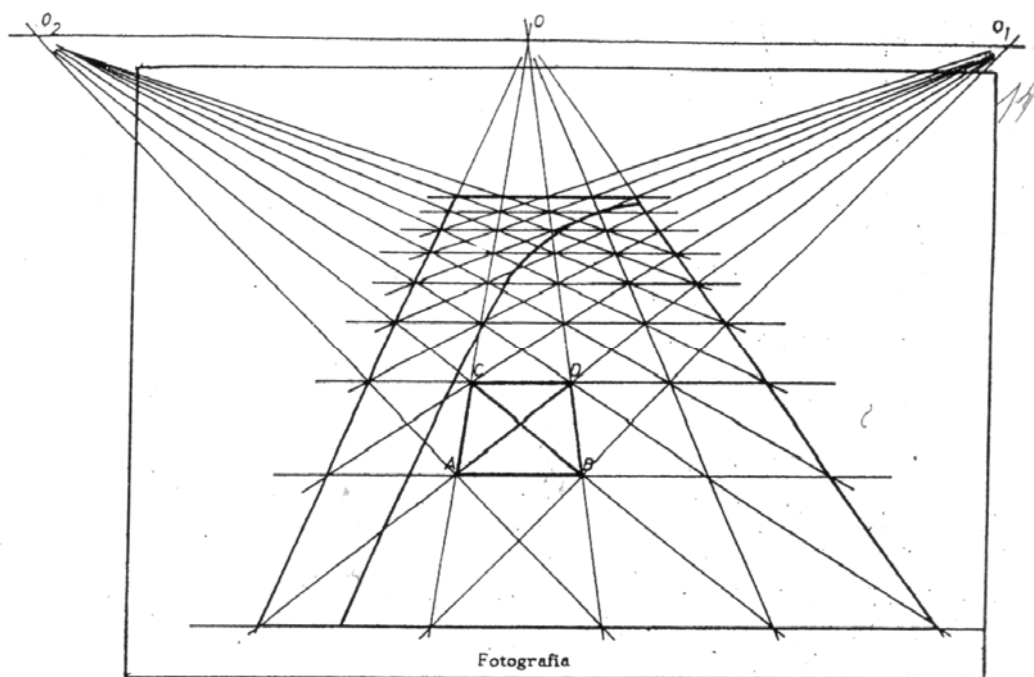


Rys 3.15. Zdjęcie w trakcie retuszowania

Innym uniwersalnym sposobem odwzorowanie fotografii na płaszczyźnie jest metoda siatki. Przy metodzie tej musimy dysponować na fotografii i w rzeczywistości elementem o znanych wymiarach najlepiej o kształcie kwadratu lub prostokąta. Przykładowa fotografia jest przedstawiona na rys 3.16. Na fotografii tej naniesiono siatkę linii zbiegających się w dwóch punktach na linii horyzontu. Siatkę tę odwzorowano na rys 3.18. przedstawiającym płaski liniowy obraz siatki z rys 3.16. na która naniesiono ślad hamowania widoczny na fotografii 3.16.

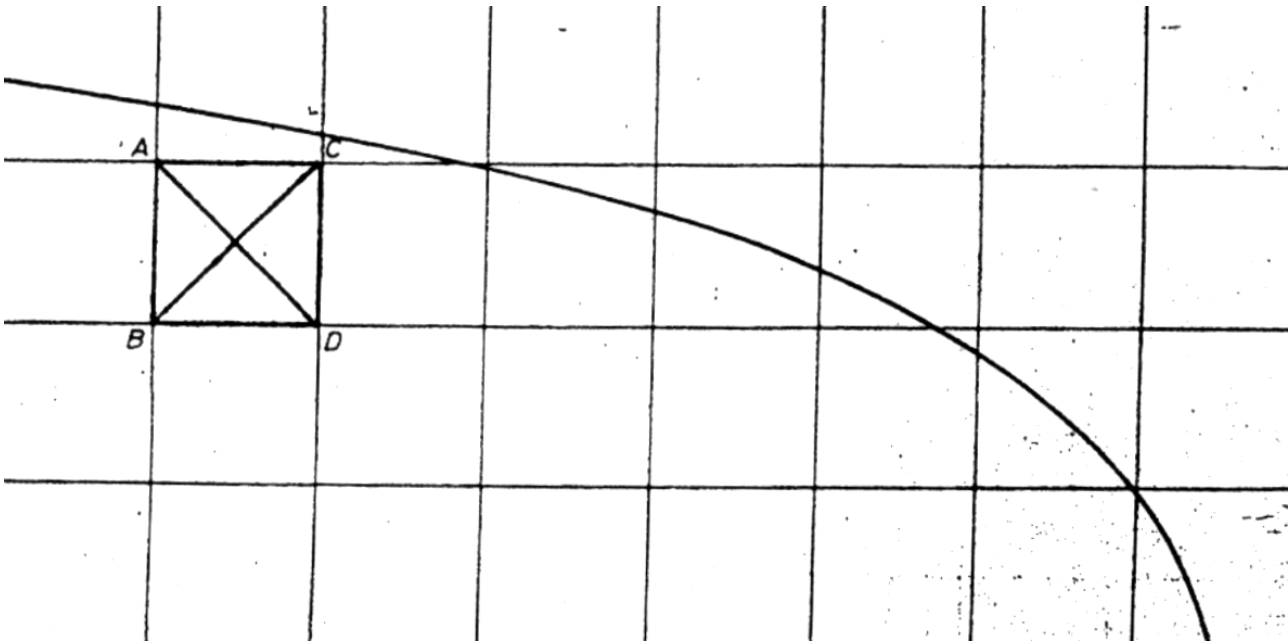


Rys 3.16. Rozbudowa siatki wzorcowej na zdjęciu



Rys 3.17. Kształt śladu i siatka na fotografii

Rzeczywisty kształt śladu



Rys 3.18. Przykład transformacji ręcznej

Istnieje wiele metod przetwarzania fotografii. Wszystkie są wykonywane na zasadzie rozchodzenia się światła po liniach prostych zależności opisanych w pkt 3.2. Innymi metodami przetwarzania fotografii są programy komputerowe wykorzystujące zależności deformacji obrazu fotografowanego. Zawsze jednak są ważne zasady przyjęcia do skalowania elementów o stałych wymiarach usytuowanych w miarę możliwości na pierwszym planie.

3.3. Program PC-Rect.

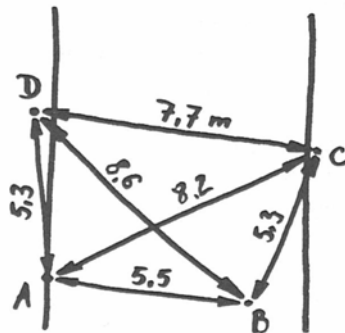
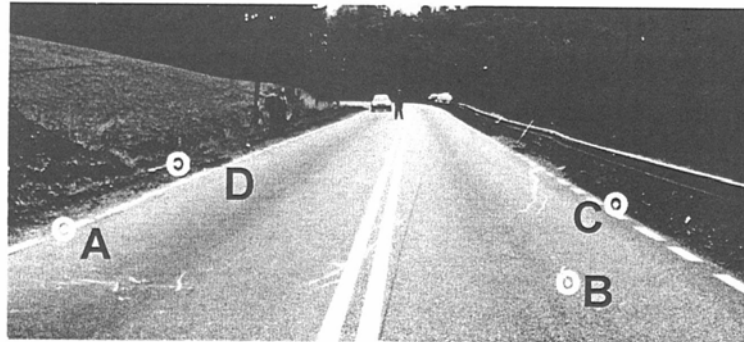
3.3.1. Transformacja fotogrametryczna zdjęcia

Program PC-Rect umożliwia fotogrametryczne przekształcenie płaszczyzny odwzorowanej w perspektywie na jej rzut równoległy. Mówiąc inaczej, pozwala przetworzyć np. uchwycony na zdjęciu fragment ulicy z widocznymi na niej śladami hamowania, zarzucania, rozbitego szkła, itp. na widok z góry, w którym zachowane są wszystkie proporcje wymiarów wzdłużnych oraz poprzecznych. Poprawnie wykonana, z punktu widzenia założeń matematycznych programu, fotografia stanowić może po transformacji pełnowartościowy materiał dowodowy. Obraz taki może zostać wydrukowany, jak również przesłany bezpośrednio do programu PC-Crash, dzięki czemu symulacja ruchu pojazdów będzie odbywać się na „prawdziwym”, tj. sfotografowanym i przetworzonym, fragmencie jezdni. Program oddaje nieocenione usługi w sytuacji, gdy dysponujemy zdjęciami, na których widoczne są jakieś istotne ślady, ale niewymiarowane na szkicu miejsca wypadku.

Program PC-Rect stworzony został przede wszystkim z myślą o zastosowaniu w analizie wypadków drogowych, ale nie trudno znaleźć dla niego wykorzystanie w zgoła odmiennych dziedzinach jak np. inżynieria drogowa, geodezja, czy architektura.

3.3.2. Zasady wykonywania zdjęć przydatnych do transformacji w programie PC-Rect

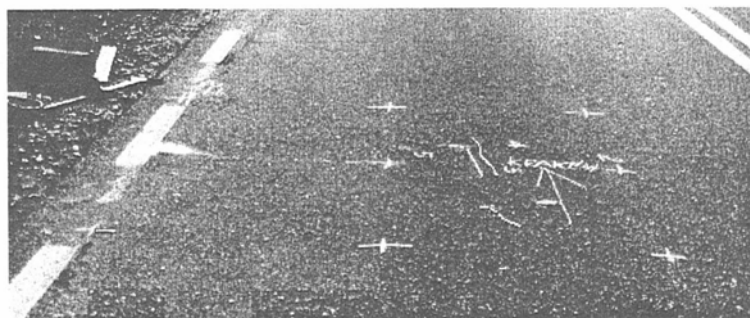
- Przekształcana powierzchnia musi być płaszczyzną.
- Na zdjęciu muszą być widoczne co najmniej 4 niewspółliniowe punkty, których wzajemne odległości zostały dokładnie zmierzone w rzeczywistości, przy czym punkty te muszą leżeć na transformowanej płaszczyźnie. Program pozwala zdefiniować długości maksymalnie 10 odcinków widocznych na zdjęciu.



Rys. 3.19. Zdjęcie miejsca wypadku, wraz z zaznaczonymi punktami, które zostały zwymiarowane na szkicu poniżej

Kąty pomiędzy odcinkami referencyjnymi powinny być zbliżone do kąta prostego, aby zminimalizować błąd transformacji. Jeżeli są one ostre, warto na wszelki wypadek zmierzyć na jezdni kilka dodatkowych odcinków uchwyconych na fotografii.

Najłatwiej sprostać powyższym wymogom rysując kredą na jezdni 4 krzyże, które wyznaczą rogi kwadratu lub prostokąta o znanych długościach boków i przekątnych, lub kładąc na jezdni przenośną łąkę wzorcową utworzoną przez dwie listwy skrzyżowane pod kątem prostym.



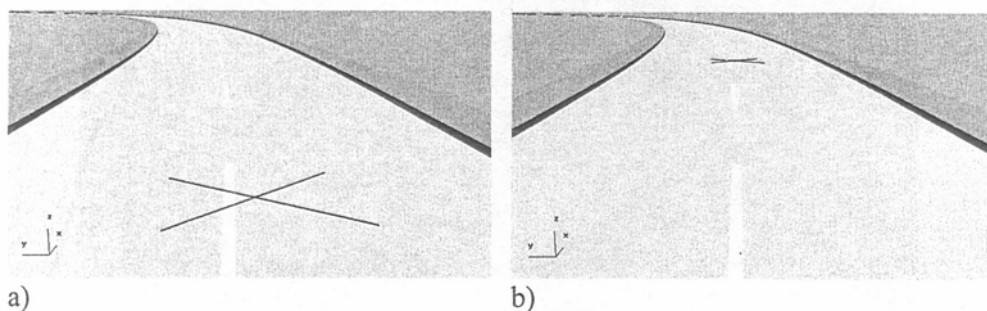
Rys. 3.20. Punkty wzorcowe narysowane na jezdni kredą.



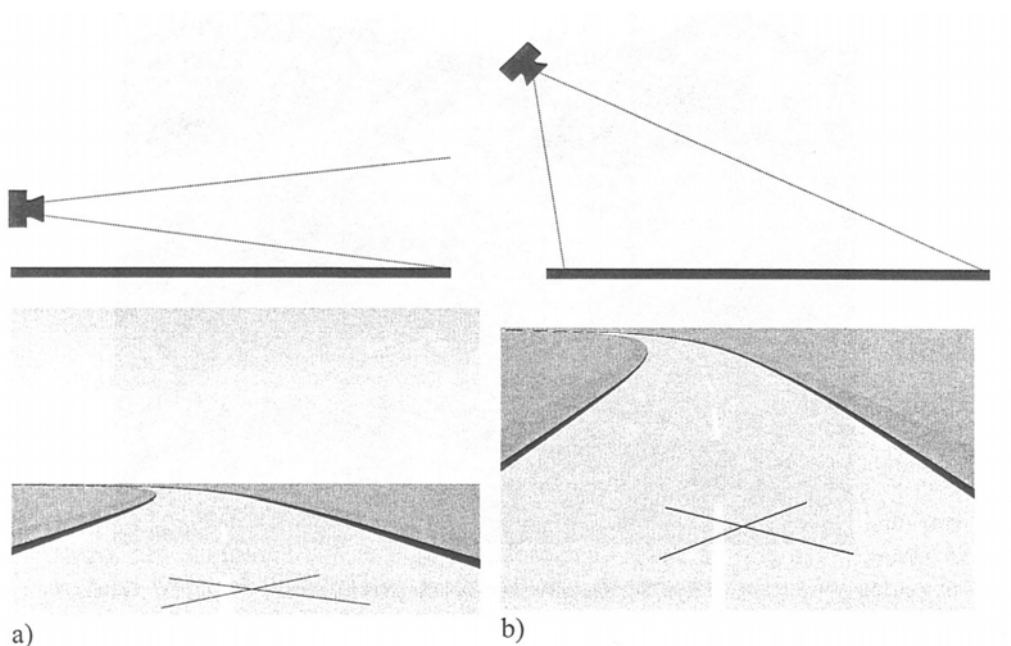
Rys. 3.21. Krzyż wzorcowy położony na jezdni.

Największą dokładność transformacji fotogrametrycznej można uzyskać, gdy wzorec widoczny jest na pierwszym planie zdjęcia (rys. 3.21. rys. 3.22.). Dokładność transformacji rośnie proporcjonalnie do wymiarów odcinków wzorcowych.

Kamera powinna fotografować jezdnię z jak największej wysokości i być nachylona w stosunku do niej pod kątem jak najbardziej zbliżonym do kąta prostego (rys. 3.23.).



Rys. 3.22. Usytuowanie odcinków referencyjnych na jezdni: a) prawidłowe, b) zbyt oddalone od obserwatora.



Rys. 3.23. Zdjęcie tego samego fragmentu jezdni wykonane przy różnym położeniu kamery. Transformacja zdjęcia b) będzie charakteryzować się znacznie większą dokładnością niż zdjęcia a).

3.3.3. Transformacja zdjęcia

Fotografia, która ma podlegać transformacji, musi zostać zeskanowana skanerem stacjonarnym lub wczytana z aparatu cyfrowego i zapisana w jednym z następujących formatów rastrowych:

- Windows Bitmap (*bmp*),
- Encapsulated Postscript (*eps*),
- Graphic Interchange Format (*gif*),
- JPEG (*jpg*),
- PCX (*pcx*),
- TIFF (*tif*).

Skaner podłączony przez tzw. port „TWAIN” pozwala na skanowanie obrazu bezpośrednio spod programu PC-Rect.

Jeżeli jest to potrzebne, można poddać obraz pewnym przetworzeniom dotyczącym kontrastu, jasności, czy nasycenia kolorów, wykorzystując do tego narzędzia programu.

Transformację zdjęcia lub jego fragmentu można przeprowadzić „metodą czworokąta”. W tym celu na fotografii należy zaznaczyć cztery kolejne narożniki czworokąta o znanych długościach boków w rzeczywistym terenie.

Transformacja będzie tym dokładniejsza, im czworokąt będzie bardziej zbliżony do kwadratu, lub jego przekątne będą się krzyżowały pod kątem prostym.

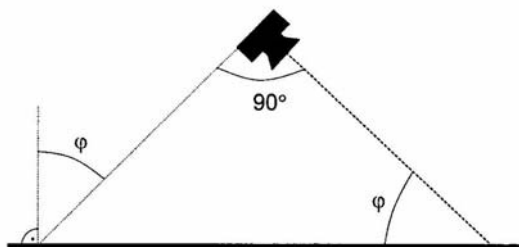
Czworokąt w miejscu wypadku może być wyznaczony za pomocą łaty wzorcowej umieszczonej na pierwszym planie. Łata ma formę krzyża o ramionach długości $c = 4,00$ m, które są przekątnymi kwadratu o bokach

$$a = \frac{c}{\sqrt{2}} = 2,83 \text{ m}$$

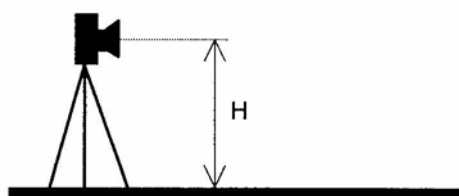
Czworokąt może być wyznaczony także za pomocą dowolnych punktów o znanych odległościach np. sygnalizator świetlny - znak drogowy - uszczerbek w krawężniku – słupek.

W fazie przygotowania do transformacji można wpisać w odpowiednim oknie dialogowym między innymi następujące parametry:

- **rzeczywistą odległość** pomiędzy punktami charakterystycznymi czworokąta i innych odcinków referencyjnych, przy czym ich liczba ograniczona jest do 10,
- **Kąt kamery** - kąt osi optycznej obiektywu względem fotografowanej płaszczyzny:



- **Wysokość kamery** - położenie kamery nad fotografowaną płaszczyzną (np. jezdnią):



- **Kąt obrotu** (kamery) - kąt osi poziomej kamery względem poziomu fotografowanej płaszczyzny:

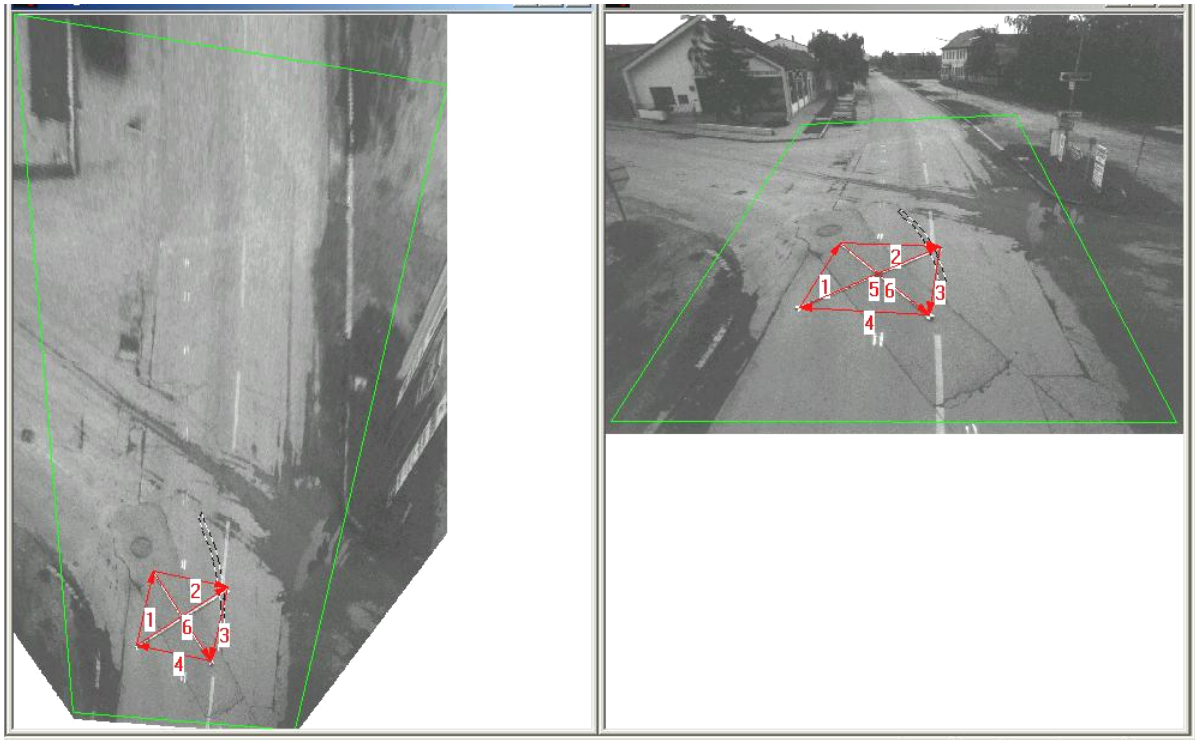


- **Ogniskową** - długość ogniskowej obiektywu w chwili wykonywania fotografii.
- **Rozdzielczość** – zadeklarowaną rozdzielczość transformowanego obrazu w punktach na metr. Dla informacji wyświetlana jest także wielkość pliku bitmapowego, który otrzymamy przy danej rozdzielczości.

Wygodnie jest stosować rozdzielczości 15, 20, 25 lub 50 punktów na metr. Oznacza to, że np. przy rozdzielczości 20 jeden punkt odpowiadał będzie długości 0,05 m, przy rozdzielczości 50 - 0,02 m itd.

Program przed transformacją, w trakcie obliczeń dokonuje optymalizacji zależności pomiędzy rzeczywistymi oraz zaznaczonymi na obrazie odcinkami referencyjnym. Celem obliczeń jest znalezienie wektora przekształcenia płaszczyzny (jezdni) odwzorowanej w perspektywie na płaszczyznę odwzorowaną w rzucie równoległym. W czasie trwania obliczeń na bieżąco wyświetlane są wartości błędu względnego poszczególnych odcinków oraz wartość błędu całkowitego ważonego.

Wciśnięcie przycisku < **Transformuj** > spowoduje transformację fotografii, czyli przekształcenie położenia każdego punktu wg obliczonego wektora przekształcenia, a następnie narysowanie obrazu w nowym oknie:



Rys. 3.24. Z lewej strony okno z wynikiem transformacji obrazu, z prawej okno z obrazem przed transformacją.

Plik z przetransformowanym obrazem można zapisać na dysku lub od razu przesłać do programu PC-Crash. Można także wczytać go do każdego innego programu graficznego i poddać dalszej obróbce np. wykorzystując do narysowania całego planu miejsca wypadku.

Program PC-Rect daje możliwość opisywania obrazów i rysowania w formacie wektorowym w sposób identyczny jak w programie PC-Crash.

Literatura:

1. W. Kończykowski – Odtwarzanie i analiza przebiegu wypadku drogowego, SRTSiRD, Paryż-Warszawa 1993 r.,
2. Wypadki drogowe, Vademecum biegłego sądowego, - Instytut Ekspertyz Sądowych, Kraków 2002 r.

TEMAT 4

Mgr inż Adam REZA

ANALIZA PRZESTRZENNO-CZASOWA ZDARZENIA DROGOWEGO [1]

4. Czasowo-przestrzenna analiza wypadku

Czasowo-przestrzenna analiza wypadku jest formą rekonstrukcji, zmierzającą do odtworzenia przebiegu wypadku w układzie współrzędnych droga czas. Docelowym zadaniem takiej analizy jest z reguły ustalenie, czy i jakie możliwości uniknięcia wypadku miał kierowca pojazdu. W tym celu zawsze jest konieczne odtworzenie wzajemnego usytuowania uczestników wypadku w chwili powstania stanu zagrożenia. Za chwilę tę należy uważać moment w którym jeden z uczestników - przy zachowaniu należytej, uwagi i ostrożności mógł i powinien był dostrzec drugiego i zorientować się o mogącym grozić niebezpieczeństwie kolizji.

4.1. Ogólny schemat postępowania

W przypadku czasowo-przestrzennej analizy wypadku ogólny tok postępowania jest następujący

1. Na podstawie wszelkich dostępnych dowodów ustalamy maksymalną liczbę informacji i danych dotyczących:
 - a) miejsca kolizji, rozumianego jako to miejsce na drodze, w którym nastąpiło zderzenie pojazdów lub potrącenie pieszego;
 - b) torów ruchu, prędkości i sposobu zachowania się uczestników wypadku;
 - c) ewentualnych czynników które mogły poszczególnym uczestnikom wypadku ograniczać możliwość dostrzeżenia innych jego uczestników w tej fazie zdarzenia, w której podjęcie odpowiednich działań obronnych mogłoby umożliwić uniknięcie wypadku, Efektem tego etapu powinno być ustalenie (w postaci liczbowo określonych danych) miejsca kolizji i początkowej (dla procedury analizy) pozycji przy-najmniej jednego z uczestników wypadku, odpowiadającej powstaniu stanu zagrożenia. Odległość pomiędzy tymi dwoma punktami jest miarą długości drogi S_{01} (rys. 4.01.) przebytej przez tego uczestnika w stanie zagrożenia.
2. Znając położenie miejsca kolizji, tor i początkowy punkt ruchu wybranego uczestnika wypadku oraz jego prędkość, określamy czas trwania stanu zagrożenia $t_2^{1)}$ (rys. 4.01.), tj. czas, jaki upłynął od chwili powstania stanu zagrożenia do chwili wypadku. W typowej analizie dotyczącej dwóch uczestników wypadku dogodnie jest wybrać tego z nich, którego pojawienie się wywołało stan zagrożenia²⁾ przy większej liczbie uczestników należy ustalić i wybrać tego, który jako pierwszy stan ten spowodował.

3. Znając wartość czasu trwania stanu zagrożenia (t_2) i funkcję $S = f(t)$ opisującą ruch drugiego uczestnika, wypadku, ustalamy jego położenie w chwili powstania stanu zagrożenia, tj. odległość S_2 (rys. 4.01.) od miejsca kolizji, w jakiej znajdował się on w tej chwili (tj. na czas t_2 przed kolizją).

W ten sposób są ustalone początkowe pozycje obu uczestników wypadku w chwili powstania stanu zagrożenia, określane para wartości współrzędnych (S_{01} , S_2) i wspólną dla nich współrzędną czasu t_2 .

4) Sprawdzamy, jaka relacja zachodzi pomiędzy odległością S_{01} tego uczestnika wypadku, którego możliwości uniknięcia kolizji badamy, a długością drogi potrzebnej dla skutecznej realizacji możliwego do zastosowania manewru obronnego. Podstawą do uznania, że wypadek był przezeń możliwy do uniknięcia, jest ustalenie, iż jego odległość S_{01} była większa lub co najmniej równa długości drogi potrzebnej w danych warunkach dla wykonania określonego manewru obronnego. Przypadek przeciwny wskazuje na to, że ze strony tego uczestnika wypadku możliwości uniknięcia kolizji nie było³⁾.

Jako alternatywne manewry obronne można rozważać:

- zatrzymanie przed miejscem kolizji,
- takie wydłużenie czasu dojeżdżania do miejsca kolizji (poprzez podjęcie hamowania), by drugi uczestnik zdążył opuścić strefę zagrożenia,
- ominięcie drugiego uczestnika ruchu.

Możliwość zatrzymania należy zawsze badać w pierwszej kolejności. Jest to bowiem manewr obronny najbardziej pewny, a ponadto w swej realizacji całkowicie niezależny od sposobu zachowania się drugiego uczestnika ruchu⁴⁾. Jeżeli analiza wykaże, że możliwość zatrzymania istniała, to sprawdzanie pozostałych manewrów alternatywnych jest zbędne. Dopiero w przypadku gdy manewr zatrzymania okaże się niewykonalny, jest celowe badanie pozostałych możliwości.

Kolejne kroki nakreślonego toku postępowania realizuje się w sposób następujący.

4.2. Czas trwania stanu zagrożenia

Znając położenie miejsca kolizji, tor ruchu uczestnika wypadku i jego prędkość, określamy czas, jaki upłynął od chwili powstania stanu zagrożenia do chwili wypadku. W typowej analizie czasowo-przestrzennej dotyczącej dwóch uczestników wypadku, wybieramy tego z nich, który wywołał stan zagrożenia. Umownie tego uczestnika oznaczamy cyfrą „2”, a drugiego uczestnika cyfrą „1”. Może to być zarówno pojazd, który wyjechał z ulicy podporządkowanej jak i pieszy, który wtargnął na jezdnię. Jeśli ten uczestnik wypadku („2”) poruszał się ze stałą prędkością, to czas trwania stanu zagrożenia można wyliczyć z następującej zależności:

$$t_2 = \frac{S_2}{v} = [s]; \quad /4.1./$$

gdzie:

- S_2 [m] jest to długość drogi przebytej przez uczestnika wypadku nr 2 od chwili powstania sytuacji zagrożenia, do chwili zderzenia (potrącenia pieszego),
- v_2 [m/s] jest to prędkość ruchu uczestnika wypadku nr 2.

¹⁾ Oznaczany także t_2 (czas zagrożenia).

²⁾ Przy zderzeniach pojazdów może to być np. pojazd, który wyjechał z drogi podporządkowanej, przy wypadkach z udziałem pieszych dogodnie jest wybrać pieszego,

³⁾ Nie stanowi żadnego kryterium możliwości uniknięcia wypadku porównywanie czasu trwania stanu zagrożenia t_2 z czasem trwania określonego manewru obronnego. Fakt, że czas trwania manewru obronnego jest dłuższy niż będący do dyspozycji czas t_2 nie przesądza o niemożności uniknięcia wypadku, jeśli początkowa odległość S_{01} interesującego nas uczestnika ruchu jest większa, (lub nie mniejsza) niż droga potrzebna do realizacji określonego manewru.

Długość drogi S_2 należy mierzyć wzdłuż rzeczywistego toru ruchu uczestnika wypadku - zazwyczaj od miejsca kolizji do miejsca, w którym zaistniała sytuacja zagrożenia (uczestnicy wypadku mogli się zauważyć). W przypadku, gdy jeden z uczestników wypadku wyłaniał się spoza jakiejś przeszkody, drogę tę mierzy się do miejsca, w którym mógł on stać się widoczny dla drugiego uczestnika wypadku. W tym przypadku granice pola widzenia należy określać doświadczalnie lub np. według metody opisanej w rozdz. 10.3.8.[1].

Tam, gdzie nie można w sposób jednoznaczny ustalić wartości parametrów S_2 i v_2 należy - kierując się dostępnymi dowodami - ustalić prawdopodobny przedział wartości czasu t_2 i analizę prowadzić dla obu granicznych wartości tego przedziału.

Czas t_2 może być również ustalony w drodze eksperymentu.

4.3. Położenie pojazdu w chwili powstania stanu zagrożenia

Znając wartość (przedział wartości) czasu t_2 ustala się położenie pojazdu 1 w chwili powstania stanu zagrożenia, tj. odległość, w jakiej znajdował się pojazd w tejże chwili od miejsca kolizji. W tym celu należy znać (móc ustalić) sposób jazdy pojazdu 1 w czasie t_2 . Mogą tu zachodzić dwa generalne przypadki;

- a) przed kolizją pojazd nie był hamowany;
- b) w chwili i miejscu kolizji pojazd był już hamowany.

Ad a) W pierwszym przypadku można, nie popełniając znacznego błędu, przyjąć, że pojazd jechał ruchem jednostajnym ze stałą prędkością v_1 . Wtedy długość drogi, jaką przebył tak jadący pojazd przebył w czasie t_2 , wylicza się ze wzoru:

$$S_1 = v_1 \cdot t_2 = [m]; \quad /4.2./$$

gdzie:

- v_1 - jest prędkością pojazdu w [m/s];
- S_1 - jest odległością w jakiej od miejsca kolizji znajdował się pojazd 1 na czas t_2 przed wypadkiem tj. w chwili powstania stanu zagrożenia.

Pozostaje problem ustalenia wartości v_1 . Można ją próbować ustalić na podstawie:

- długości śladów hamowania za miejscem kolizji, jeśli takie zostały ujawnione
- pola rozrzutu odłamków szkła reflektora lub szyby czołowej;
- obliczenia prędkości kolizyjnej w chwili zderzenia.

Przy braku śladów lub ich niedostatecznej wiarygodności można przyjąć prędkość na podstawie dowodów osobowych.

W tym ostatnim przypadku jednoznaczne ustalenie prędkości nie będzie na ogół możliwe ponieważ poszczególne osoby różnie oceniają prędkość.

Nie należy wyciągać żadnych wniosków dotyczących prędkości pojazdu bazując na powypadkowej odległości zatrzymania się pojazdu od miejsca kolizji, jeżeli na tym odcinku nie zostały ujawniane ślady hamowania, ponieważ nie wiadomo wtedy ani w którym miejscu, ani z

⁴⁾ Przy wszystkich pozostałych manewrach, które nie kończą się zatrzymaniem przed miejscem kolizji, skuteczność manewru zależy (m.in.) od tego, czy podejmujący manewr trafnie przewidzi sposób zachowania się drugiego uczestnika w czasie realizacji tego manewru. Jeśli w tym drugi uczestnik ruchu w sposób nieprzewidziany zmieni sposób swego zachowania się (przyspieszy, zwolni lub zatrzyma się), to manewr może okazać się nieskuteczny. Dlatego też, przedstawiając koncepcję takiego manewru należy zawsze zastrzec, że analiza jest słuszna tylko przy założeniu niezmienności sposobu zachowania się drugiego uczestnika w czasie trwania manewru.

jaką intensywnością kierowca podjęli hamowanie. W takim przypadku można jedynie obliczyć górną granicę prędkości kolizyjnej dla przyjętej wartości maksymalnego (dla danych warunków i pojazdu) opóźnienia hamowania. W komentarzu do obliczeń należy dobitnie podkreślić, że jest to tylko teoretycznie obliczona górna granica możliwej prędkości kolizyjnej. W wielu przypadkach obliczenie tej prędkości jest wystarczające do oceny postępowania kierowcy. Występuje to wówczas, gdy obliczona górna granica możliwej prędkości kolizyjnej jest niższa od prędkości dopuszczalnej albo niższa od prędkości bezpiecznej.

Jeżeli po wyczerpaniu środków weryfikacyjnych pozostanie pewna ilość rozbieżnych ocen prędkości pochodzących z osobowych źródeł dowodowych, to nie można z nich wyciągać średniej prędkości, ale analizę należy przeprowadzić dla przeciwstawnych wartości granicznych.

Ad b) W drugim przypadku (samochód jest hamowany w chwili kolizji) pełny tok obliczeń przedstawia się następująco:

1. Wartość prędkości tuż po uderzeniu oblicza się w zależności od indywidualnych możliwości:

- jeśli po uderzeniu samochód zatrzymuje się na znanym odcinku drogi S'_{hl} - rys 4.01.

hamując ze znanym opóźnieniem a_{hl} to prędkość przed uderzeniem oblicza się z zależności /4.3./;

- jeśli po uderzeniu samochód przemieszcza się ruchem płaskim o znacznym udziale ruchu obrotowego, to prędkość po uderzeniu oblicza się np. według metody *Marquarda, Burga* albo *McHenry'ego-Marquarda**).

Z długości części śladu hamowania ciągnącej się od miejsca kolizji do powypadkowego położenia pojazdu (lub do końca śladu, jeśli nie są to miejsca identyczne), wylicza się prędkość pojazdu v tuż po uderzeniu:

$$v'_{kl} = \sqrt{2 \cdot a_{hl} \cdot S'_{hl}} \quad [\text{m/s}] \quad /4.3./$$

gdzie;

S'_{hl} [m] - długość śladu hamowania po uderzeniu;

a_{hl} [m/s^2] - opóźnienie hamowania.

2. Wylicza się prędkość pojazdu tuż przed uderzeniem v_{kl} . Prędkość tuż przed uderzeniem oblicza się po uwzględnieniu zmniejszenia prędkości wskutek uderzenia ⁵⁾.

3. Z długości śladu przed miejscem kolizji prędkość S''_{hl} wylicza się prędkość v_{hl} pojazdu na początku śladów hamowania ze wzoru:

$$v_{hl} = \sqrt{v_{kl}^2 + 2 \cdot a_{hl} \cdot S''_{hl}} \quad [\text{m/s}] \quad /4.4./$$

a następnie czas trwania tej fazy hamowania ze wzoru

$$t''_{hl} = \frac{v_{hl} - v_{kl}}{a_{hl}} \quad [\text{s}] \quad /4.5./$$

Jeśli pominie się wpływ uderzenia na prędkość pojazdu, to w miejsce prędkości v_{kl} wstawia się v'_{kl} . W ten sposób ustalimy, które koła pojazdu znaczyły początek śladu, określone mamy, w układzie droga - czas, współrzędne położenia samochodu w chwili początku hamowania (ściśle - w chwili pełnego zadziałania hamulców). Mianowicie wiemy, że na czas t''_{hl} przed momentem kolizji pojazd (jego oś znacząca ślady) znajdował się w odległości S''_{hl} przed miejscem kolizji. Przy ściślejszej analizie należy jeszcze skorygować położenie pojazdu przez uwzględnienie odległości, jaka dzieli ten punkt pojazdu, którym nastąpiło uderzenie, od osi, której koła zaznaczyły początek

śladu. Przy dłuższych pojazdach może to mieć znaczący wpływ na wyniki analizy. Powinniśmy również uwzględnić wpływ czasu narastania opóźnienia hamowania t_n i wyliczyć prędkość v_{01} przed rozpoczęciem hamowania:

$$v_{01} = \sqrt{v_{k1}^2 + 2 \cdot a_{h1} \cdot S_{h1}'} + \frac{a_{h1} \cdot t_n}{2} = v_{h1} + \frac{a_{h1} \cdot t_n}{2} \quad [\text{m/s}] \quad /4.6./$$

Oraz czas rozpoczęcia efektywnego hamowania

$$t_{hm1}'' = \frac{v_{h1} - v_{k1}}{a_{h1}} + t_n \quad [\text{s}] \quad /4.7./$$

$$\frac{v_{h1} - v_{k1}}{a_{h1}} = t_{h1} \quad [\text{s}] \quad /4.8./$$

4. Wyliczamy całkowitą odległość początkową S_{01} ⁷⁾ jaką przejechał pojazd do momentu uderzenia ze wzoru:

$$S_{01} = S_{h1}'' + S_n + S_s \quad [\text{m}] \quad /4.9./$$

$$\text{gdzie: } - S_n = \frac{v_{01} + v_{h1}}{2} \times t_n = \frac{v_{01}^2 - v_{h1}^2}{2 \times a_{h1} / 2} \quad [\text{m}] \quad /4.10./$$

$$S_2 = v_{01} \cdot \Delta t \quad [\text{m}] \quad /4.11./$$

S_{h1}'' - długość śladów hamowania samochodu I przed uderzeniem/

S_n - droga przejechana w czasie narastania opóźnienia hamowania,

S_s - droga przejechana przez pojazd I przed rozpoczęciem hamowania ze stałą prędkością v_1 w pozostałej części czasu t_2 tzn. w czasie

$$\Delta \cdot t = t_2 - (t_n + t_{h1}'') \quad [\text{s}] \quad /4.12./$$

Odkładając długość drogi S_{01} wstecz od ustalonego poprzednio miejsca uderzenia, znajdujemy interesujące nas położenie pojazdu w początkowym punkcie czasu t_2 , tj. w chwili powstania stanu zagrożenia. Na tym można zakończyć analizę czasowo-przestrzenną wykonaną w sposób analityczny.

Całą tę operację możemy (choć nie jest to konieczne) przedstawić graficznie, na wykresie o współrzędnych $x = \text{droga}$, $y = \text{czas}$ ⁸⁾, przy czym za początek układu przyjmujemy miejsce i czas kolizji. W ten układ współrzędnych wrysowujemy krzywe $S_1 = f(t)$ i $S_2 = f(t)$, obrazujące ruch obu uczestników wypadku w czasie. Skale drogi dla obu uczestników wypadku nie muszą być jednakowe natomiast skala czasu musi być wspólna. W tak przyjętym układzie współrzędnych prostokątnych obrazem ruchu uczestnika wypadku poruszającego się ruchem jednostajnie zmiennym jest odcinek paraboli. Jeśli uczestnik wypadku porusza się ze stałą prędkością to obrazem jego ruchu jest prosta.

^{*)} patrz rozdziały od 5.1.6.4.1 do 5.1.6.4.3.[1];

⁵⁾ Patrz rozdział 10.3.4.8.[1];

⁶⁾ Gdyby z materiału dowodowego były dostępne informacje dotyczące zmiennej wartości opóźnienia hamowania pojazdu (np. z odczytu tarczy tachografu albo urządzenia UDS), wówczas drogę hamowania przed zderzeniem należy podzielić na odcinki o stałych $W_{\text{cirt}} \cdot S_{\text{Liti}}$; opóźnienia.

4.4. Wykres analizy czasowo-przestrzennej

Wykres analizy czasowo-przestrzennej (rys. 4.01.) wykonuje się w opisany poniżej sposób.

- * Rysujemy układ współrzędnych prostokątnych. Wielkość wykresu ⁹⁾ jest uzależniona od długości czasu i drogi, które mają być analizowane oraz przyjętej skali - osobnej dla drogi i osobnej dla czasu. Wcześniej należy oszacować maksymalną drogę i czas analizowanego zdarzenia oraz zdecydować się na skalę wykresu. Wraz ze zwiększeniem skali rośnie dokładność odczytu współrzędnych poszczególnych punktów. Jeśli zależy nam na bardzo dokładnej analizie, to skala musi być odpowiednia.
- * Dla ruchu przed zderzeniem¹⁰⁾ lewa część wykresu dotyczy ruchu pierwszego uczestnika, a strona prawa dotyczy ruchu 'drugiego uczestnika wypadku przed zderzeniem. Dla ruchu po zderzeniu jest dokładnie odwrotnie.
- * Na osi odciętych (oś pozioma) rysujemy podziałkę drogi. Nad osią po lewej stronie początku układu współrzędnych rysujemy podziałkę dla drogi przed zderzeniem dla jednego uczestnika wypadku S_2 a po stronie prawej dla drugiego uczestnika wypadku S_1 . W przypadku analizy ruchu uczestnika wypadku po zderzeniu należy również zaznaczyć podziałkę drogi po zderzeniu. Tę podziałkę zaznaczamy pod osią odciętych po stronach przeciwnych do wyżej opisanych (S_1 i S_2)¹¹⁾
- * Na osi rzędnych (oś pionowa) rysujemy podziałkę czasu. W zasadzie jest obojętne, czy czas nad osią jest czasem przed zderzeniem, czy po zderzeniu. Najczęściej przyjmuje się, że czas przed zderzeniem (wartości dodatnie) jest nad osią, a czas po zderzeniu (wartości ujemne) pod osią.
- * Po prawej stronie układu wrysowujemy krzywą obrazującą ruch jednego uczestnika wypadku przed zderzeniem („2”), a po stronie lewej ruch drugiego uczestnika wypadku przed zderzeniem („1”). Rysowanie krzywej rozpoczynamy od początku układu współrzędnych. Jeśli uczestnicy ruchu drogowego poruszali się ze stałymi prędkościami, wówczas obrazem ich ruchu w danym układzie współrzędnych jest prosta („2” na rys. 4.01.). Jak wiadomo, do narysowania prostej wystarczająca jest znajomość współrzędnych dwóch punktów. Jednym z tych punktów jest początek układu współrzędnych, a współrzędne drugiego punktu określimy bardzo łatwo, znając prędkość uczestnika wypadku. Dla dowolnie wybranego czasu, ale mieszczącego się w przyjętym zakresie, obliczamy drogę przejechaną w tym czasie i wówczas mamy dwie współrzędne tego punktu. Gdy pojazd jechał ze stałym opóźnieniem (krzywa „1” od punktu „H” na rys 4.01.), wówczas obrazem ruchu jest parabola. Krzywą „1” najwygodniej jest rozpocząć rysować od punktu „Z” następnie wyznaczyć współrzędne punktu „H” i punktu „R”.
- * Ruch po zderzeniu jest sens przedstawić na wykresie jedynie dla pojazdu, który nie utracił stateczności ruchu („1” na rys 4.01.). Nie ma fizycznego sensu analiza ruchu pozderzeniowego pieszego (np. „2” na rys 4.01.) albo pojazdu jednośladowego, który się wywrócił ¹²⁾,

⁷⁾ Należy najpierw sprawdzić, czy $S_{01} \leq 5$ dla rzeczywistej prędkości v_{01} a dopiero, gdy tak nie jest np. przy prędkości dozwolonej, gdzie S_Z - jest drogą zatrzymania.

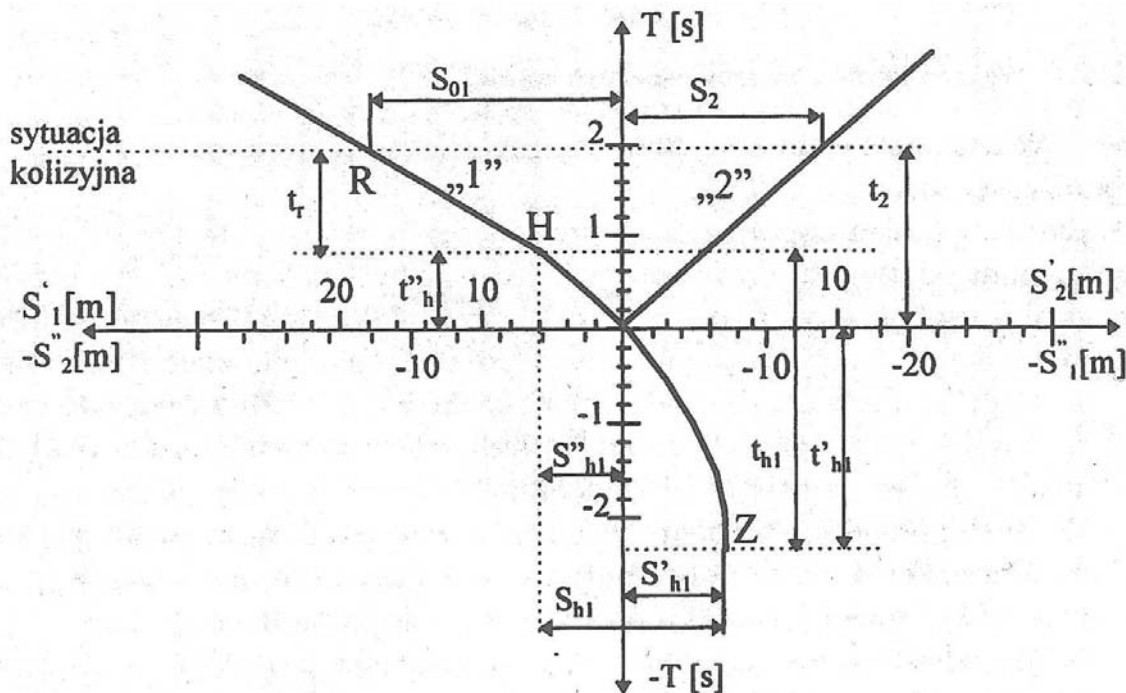
⁸⁾ Wykres pozwala na szybkie, czytelne i zrozumiałe uzyskanie wyników po wprowadzeniu zmian poszczególnych parametrów.

⁹⁾ Najczęściej stosuje się format A4, ale w przypadku analizy wielu wariantów dla podniesienia czytelności wykresu wskazany jest format A3.

¹⁰⁾ Dla przejrzystości tekstu w dalszej jego części kontakt uczestników wypadku będzie nazywany zderzeniem i pod tym pojęciem należy rozumieć zarówno zderzenie pojazdów, jak też potrącenie pieszego.

¹¹⁾ Wartości dodatnie dotyczą ruchu przed zderzeniem ;i wartości ujemne ruchu po zderzeniu.

¹²⁾ Ruch takich uczestników wypadku po chwili zderzenia można jedynie analizować przy rozważaniu możliwości uniknięcia wypadku.



Rys 4.01. schemat wykresu analizy czasowo-przestrzennej

Objaśnienia rysunku 9.2.1.

- 1 - wykres drogi w funkcji czasu pierwszego uczestnika wypadku
- 2 - wykres drogi w funkcji czasu drugiego uczestnika wypadku
- R - podjęcie decyzji o hamowaniu przez pierwszego uczestnika wypadku
- H - początek siadu hamowania pierwszego pojazdu
- Z - punkt zatrzymania pierwszego uczestnika wypadku
- S_{h1} - całkowita długość śladów hamowania pierwszego pojazdu
- S'_{h1} - długość śladów hamowania przed zderzeniem
- S''_{h1} - długość śladów hamowania po zderzeniu
- t_r - czas reakcji kierowcy pierwszego pojazdu
- t_{h1} - całkowity czas hamowania pierwszego pojazdu
- t'_{h1} - czas hamowania pierwszego pojazdu przed zderzeniem
- t_{h1} - czas hamowania pierwszego pojazdu po zderzeniu
- t_2 - czas od chwili zaistnienia sytuacji kolizyjnej wywołanej przez drugiego uczestnika wypadku do zderzenia
- S_2 - droga przejechana przez drugiego uczestnika wypadku od chwili wywołanej przez niego sytuacji kolizyjnej do zderzenia

4.5. Przykład analizy graficznej

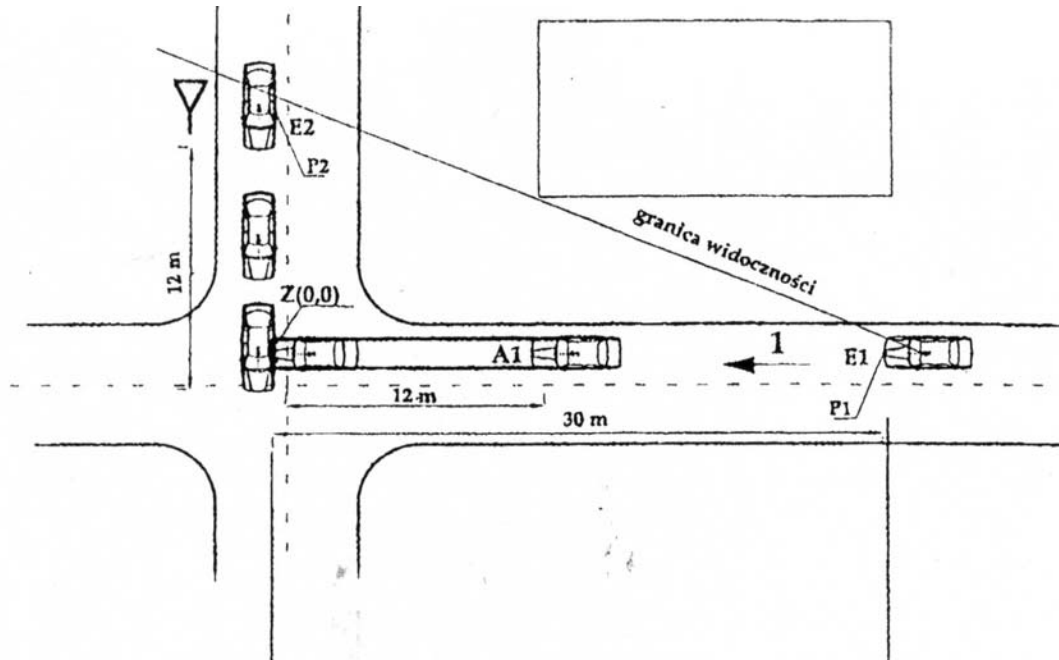
Sposób wykorzystania wykresu analizy czasowo-przestrzennej zostanie zilustrowany na przykładzie, w którym na skrzyżowaniu o ograniczonej widoczności zderzyły się dwa samochody (rys. 4.02.). Kierowca każdego z pojazdów podjął przed zderzeniem manewr hamowania.

Długości śladów hamowania do momentu zderzenia wynosiły; 12 m samochodu „1” i 2 m samochodu „2”. Z przeprowadzonej rekonstrukcji przebiegu wypadku wynika, że prędkości kolizyjne samochodów wynosiły: 65 km/h samochodu „1 i 25 km/h samochodu „2”. Prędkości samochodów przed rozpoczęciem hamowania miały wartość:

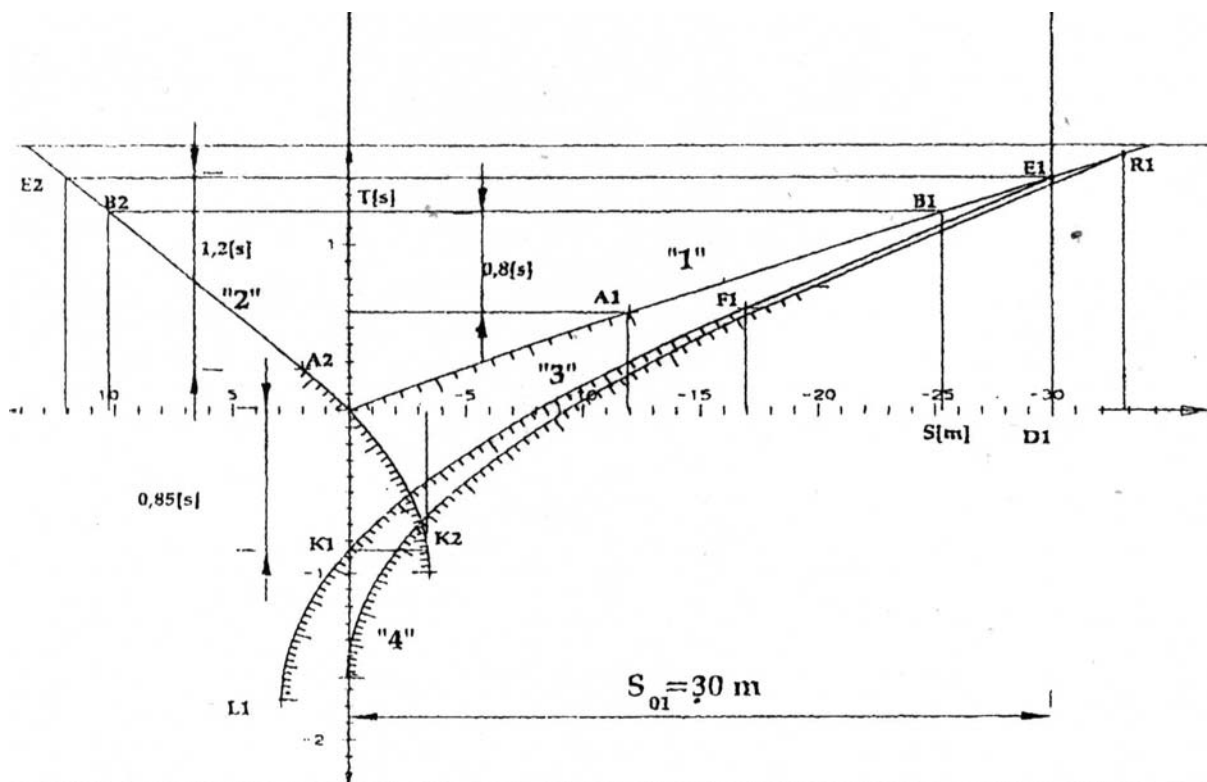
- samochodu „1” - $v = 80$ km/h, a samochodu „2” - $v = 30$ km/h.

Celem analizy jest;

- ustalenie położenia obu samochodów w czasie i przestrzeni w kolejnych chwilach czasu przed zderzeniem;
- stwierdzenie, czy kierowca samochodu „1” nie spóźnił się z podjęciem decyzji o hamowaniu w stosunku do momentu zaistnienia stanu zagrożenia;
- określenie możliwości uniknięcia wypadku.



Rys 4.02. Szkic rekonstrukcyjny



Rys 4.03. wykres analizy czasowo-przestrzennej

Przyjęto, że przed zderzeniem obydwu samochodów były hamowane z opóźnieniem 7 m/s^2 .

Wskazane jest narysowanie wykresu analizy (rys. 4.03) pod lub nad szkicem rekonstrukcyjnym (rys. 4.02.) i przyjęcie na obu rysunkach tej samej skali drogi. Takie usytuowanie rysunków czyni wykres bardziej komunikatywnym dla odbiorcy. Gdy tor ruchu uczestników wypadku nie są do siebie równoległe, wówczas jedynie dla jednego uczestnika (w tym przypadku „1”) widoczna jest korelacja drogi na szkicu i na wykresie.

Kolejne kroki postępowania są następujące.

- Rysujemy układ współrzędnych prostokątnych i zaznaczamy skalę drogi ¹³⁾, oraz skalę czasu;
- Po prawej stronie wykresu rysujemy krzywą „V obrazującą ruch samochodu „1” (rys. 9.2.3). Pierwszy punkt tej krzywej leży w początku układu współrzędnych. Jako drugi punkt na krzywej (paraboli) przyjmujemy początek śladów hamowania. Zatem współrzędna odcięta punktu „A1” wynosi 12 [m] , a rzędna t_{h1} wyznaczona z równania /4.13./ wynosi $-0,6 \text{ [s]}$, jako że;

$$t_{h1} = \frac{v_0 - v_k}{3,6 \times a_h} = \frac{80 - 65}{3,6 \times 7} = 0,6 \text{ [s]} \quad /4.13./$$

- Współrzedną drugiego punktu obliczamy w sposób następujący. Od punktu „A1” obrazem ruchu samochodu „1” jest prosta. Do narysowania tej prostej wystarczy określenie współrzędnych jednego dowolnego punktu, np. „B1” ($S_{B1}; t_{B1}$) dla czasu $t_{B1} = 1,2 \text{ s}$; B1 (25,3; 1,2).
- Po lewej stronie w podobny sposób rysujemy krzywą „2” obrazującą ruch samochodu „2”. Współrzedne punktu A2 wynoszą (2,0; 0,25), a punktu B2 (10,3; 1,2).

Pomijając w tym momencie aspekt ustalania zasięgu widoczności (szczegóły podane są w rozdziale 10.3.8.[1], przyjmijmy jako daną, że kierowca samochodu „1” mógł dostrzec samochód „2” w odległości 30 m przed miejscem zderzenia. Chcemy ustalić, gdzie w tym momencie znajdował się samochód „2”. Z punktu „D1”(-30,0) rysujemy prostą pionową do przecięcia się z krzywą „1”. Z punktu E1 rysujemy prostą poziomą i odczytujemy współrzedną czasu dla punktu E1 (30,0; **1,42**) i w miejscu przecięcia się tej prostej z krzywą „2” uzyskujemy punkt E2. Z punktu E2 rysujemy prostą pionową do przecięcia się z osią drogi i odczytujemy drugą współrzedną punktu E2 (**12,2**; **1,42**).

Zatem kierowca samochodu „1” na $1,42 \text{ s}$ przed zderzeniem, znajdując się 30 m przed miejscem zderzenia (punkt „E1”), mógł zauważyć samochód „2”, który w tej chwili znajdował się $12,2 \text{ m}$ przed miejscem zderzenia (w punkcie „E2”).

W podobny sposób możemy określić położenie obu uczestników wypadku w dowolnej chwili czasu przed zderzeniem.

Z wykresu można odczytać, że od chwili, gdy kierowca samochodu „1” mógł dostrzec samochód „2” (punkt E1), do rozpoczęcia znaczenia śladów hamowania (punkt „A1”), minął czas $0,8 \text{ s}$. Czas ten jest porównywalny z przeciętnym czasem reakcji kierowcy, a zatem nie ma podstaw do przyjęcia, że kierowca samochodu „1” spóźnił się z podjęciem decyzji o hamowaniu w stosunku do momentu, w którym mógł zauważyć samochód nr „2”.

Od chwili, gdy kierowca samochodu „2” mógł dostrzec samochód „1” (punkt „E2”), do rozpoczęcia znaczenia śladów hamowania samochodu „2” (punkt „A2”), minął czas $1,2 \text{ s}$. Następnie można analizować możliwość uniknięcia wypadku przez obu kierowców. Przykładowo przeanalizujemy możliwość uniknięcia wypadku przez kierowcę samochodu „1” w sytuacji, gdyby

jechał z prędkością dopuszczalną 60 km/h. Od punktu „E1”, w którym kierowca samochodu „1” faktycznie podjął decyzję o hamowaniu, rysuje się krzywą hamowania z prędkości 60 km/h

¹³⁾ Ponieważ w wypadku uczestniczyły dwa samochody, dlatego przyjęto dla nich taką skalę drogi

. Parametry hamowania przyjęto następujące: czas reakcji psychofizycznej kierowcy 0,8 s i opóźnienie hamowania 7 m/s^2 . Współrzędne punktów charakterystycznych na krzywej „3” wyznaczamy następująco.

- Punkt „F1” (początek hamowania) ma współrzędne (16,7; **0,6**):

- a) od współrzędnej drogi punktu „E1” (30 m) odejmujemy drogę przejechaną w czasie reakcji psychofizycznej (0,8 s) tj. 13,3 m (dla prędkości 60 km/h), czyli: $30,0 - 13,3 = 16,7 \text{ m}$,

- b) w podobny sposób obliczamy drugą współrzędną punktu F1 ($1,4 - 0,8 = 0,6 \text{ s}$);

- Od punktu „E1” do punktu „F1” rysujemy prostą, natomiast od punktu „F1” obrazem ruchu samochodu jest parabola. Dysponując szablonem paraboli wystarczy obliczyć współrzędne punktu zatrzymania „L1”. W innym przypadku należy obliczyć współrzędne kilku punktów leżących na paraboli. Współrzędne punktu „L1” obliczamy w sposób następujący:

- a) droga hamowania samochodu z 60 km/h przy opóźnieniu 7 m/s^2 wynosi 19,9 m. Zatem pierwsza współrzędna punktu „L1” wynosi $16,7 - 19,9 - 3,2 \text{ m} = -3,2 \text{ m}$;

- b) czas hamowania samochodu z prędkości 60 km/h przy tym samym opóźnieniu wynosi 2,4 s. Zatem druga współrzędna punktu „L1” wynosi: $0,6 - 2,4 = -1,8 \text{ s}$.

Z rysunku 4.03. widać, że kierowca samochodu „1”, jadąc z prędkością 60 km/h i podejmując decyzję o hamowaniu w miejscu, w którym faktycznie to uczynił (punkt „F1”), nie zdołałby zatrzymać samochodu przed miejscem zderzenia - graficznym obrazem tego wyniku jest przecięcie osi rzędnych, tj. osi czasu przez krzywą „3”. Gdyby krzywa „3” kończyła się przed osią czasu, wówczas samochód „1” zatrzymałby się przed miejscem zderzenia. Z przebiegu krzywej „3” można odczytać, że samochód „1” dojechałby do miejsca, w którym doszło do zderzenia (punkt „K1”) o 0,85 s później w stosunku do chwili czasu, w której nastąpiło zderzenie.

Analizując możliwość uniknięcia wypadku, konieczne jest wyjaśnienie korelacji pomiędzy rysunkiem 4.02., na którym są sylwetki pojazdów o określonych wymiarach, a rysunkiem 4.03. na którym są jedynie punkty. Nie zawsze z wykresu można odczytać, czy uniknięcie wypadku było możliwe; często wartości odczytane z wykresu stanowią dopiero podstawę do ustawienia sylwetek pojazdów na rysunku skalowanym i dopiero wówczas można stwierdzić, czy uniknięcie zderzenia było możliwe. W celu ustalenia korelacji pomiędzy wykresem a rysunkiem skalowanym istotne jest określenie, któremu punktowi na samochodzie odpowiada dany punkt na wykresie. Przy analizie zderzeń należy wybrać takie punkty na obu samochodach, pomiędzy którymi dochodzi do kontaktu, czyli te, które w chwili zderzenia są wspólne. W analizowanym przypadku najwygodniej byłoby przyjąć, że jest to punkt leżący na osi podłużnej i na ścianie czołowej samochodu „1”, tj. punkt „P1” oraz odpowiadający mu punkt styku na samochodzie „2”, tj. środek lewych przednich drzwi - punkt „P2” na rys. 9.2.4. W odróżnieniu od dotychczas oznaczanych punktów dotyczących pozycji samochodów, punkty „P1” i „P2” są trwale związane z samochodami.

Analizując możliwość uniknięcia wypadku przez kierowcę samochodu „1” należy zauważyć, że przy prędkości początkowej 60 km/h dojechałby on do miejsca zderzenia o 0,85 s później w stosunku do chwili zderzenia. Zatem w tym to czasie punkt „P1” znalazłby się w pozycji odpowiadającej zderzeniu - punkt „P1” związany z samochodem (rys. 4.02.) pokrywałby się na

wykresie (rys. 9.2.3) z punktem „K1”. W tej samej chwili czasu (0,85 s po czasie zderzenia) samochód „2” znajdowałby się w punkcie „K2” leżącym na krzywej „2”. Punkt „K2” jest równocześnie punktem „P2”. Z wykresu można odczytać, że w tej chwili punkt „K2” znajduje się o 3,2 m za miejscem zderzenia. Zatem na rysunku skalowanym punkt „P2” znajduje się o 3,2 m dalej w stosunku do pozycji zderzeniowej. Na rys. 4.04. narysowano pozycje obu samochodów w czasie 0,85 s po zderzeniu.

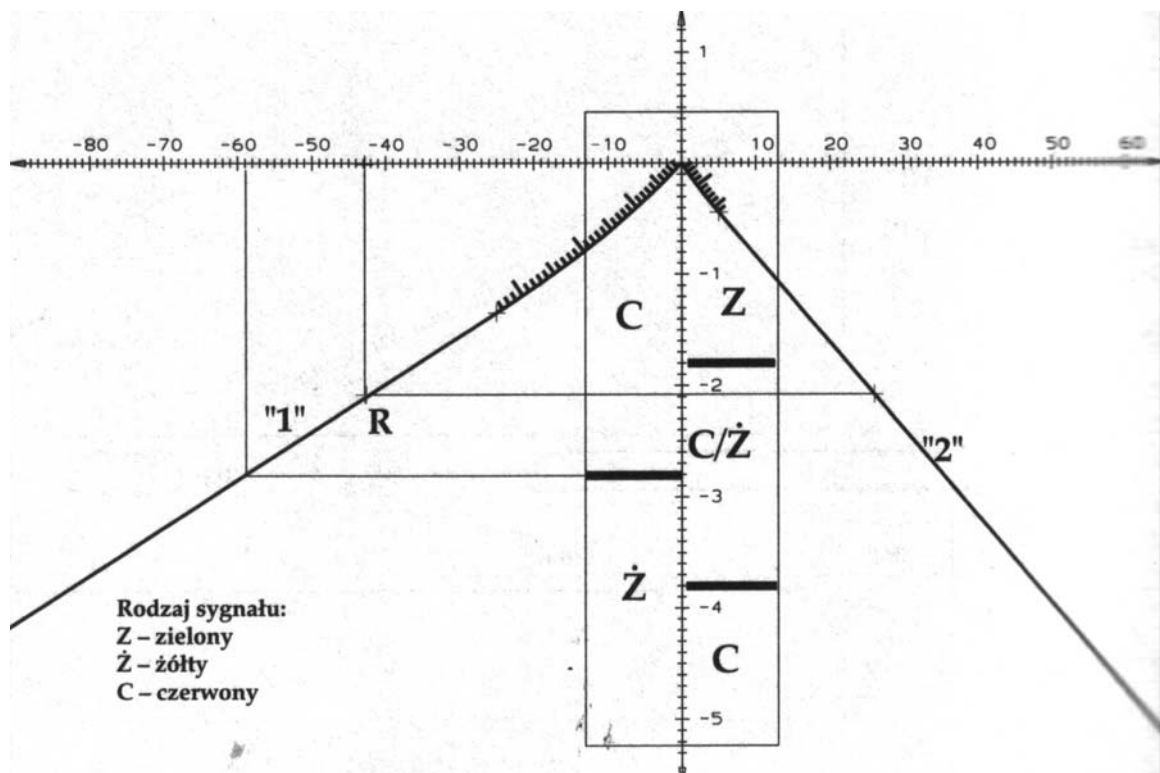
Z tego rysunku wynika, że dla prędkości początkowej samochodu „1” = 60 km/h nie nastąpiłoby uderzenie przodu tego samochodu w środek lewego boku samochodu „2”, a jedynie lewy bok samochodu „1” otarłby się o tył samochodu „2”. Na wykresie (rys. 4.03.) można również znaleźć punkt „R1”, w którym kierowca samochodu „1” musiałby podjąć decyzję o hamowaniu, aby zatrzymać samochód przed miejscem zderzenia. W tym celu krzywą „3” przenosimy w ten sposób, aby punkt końcowy „L1” był styczny do osi czasu, a punkt początkowy („E1”) był styczny do krzywej „1”. W ten sposób uzyskujemy krzywa „4” i punkt „R1”.

Wykres analizy czasowo-przestrzennej pozwala na dowolnie skomplikowane analizy ruchu pojazdów z uwzględnieniem ich hamowania, przyspieszania, czy też zatrzymania się na zadany okres czasu. Na wykresie droga-czas można także analizować takie sytuacje, jak: widoczność, wyprzedzanie, zbliżanie się pojazdów nadjeżdżających z przeciwnej strony.

Na wykresie analizy czasowo-przestrzennej można również uwzględnić fazy programu sygnalizacji świetlnej (rys. 4.05). W sposób czytelny można przedstawić np. położenie obu pojazdów uczestniczących w wypadku z uwzględnieniem momentu zmiany sygnałów świetlnych.

Ponieważ analizę czasowo-przestrzenną najczęściej wykonuje się dla wypadków typu pojazd-pieszy, dlatego pewne informacje o tej analizie zawarte będą jeszcze w rozdziale 10.3.10.[1].

Analizę czasowo-przestrzenną można również wykonać techniką komputerową. Do tego celu zostały opracowane specjalistyczne programy, np. TITAN¹⁴⁾, czy WZGD¹⁵⁾ Ponadto analizę taką umożliwiającą opcje w programach PC-Crash i EYU-URG¹⁶⁾.



Rys 4.05. Analiza czasowo-przestrzenna z uwzględnieniem faz programu sygnalizacji świetlnej

- 14) 11.2.2. w [1];
- 15) 11.2.1. w [1];
- 16) 11.2.5. w [1].

Literatura:

1. Praca zbiorowa - Wypadki drogowe. Vademecum biegłego sądowego.
Instytut Ekspertyz Sądowych - Kraków 2002r

TEMAT 5

Dr inż. Bolesław PANKIEWICZ

WYZNACZANIE PRĘDKOŚCI PRZEDWYPADKOWEJ POJAZDÓW UCZESTNICZĄCYCH W WYPADKACH DROGOWYCH.

Nieodzownym elementem rekonstrukcji każdego wypadku drogowego jest wyznaczenie prędkości przed wypadkowej pojazdu w nim uczestniczącego. Jest to niezbędne do przeprowadzenia analizy czasowo-przestrzennej przebiegu wypadku, oceny możliwości jego uniknięcia, a także oceny taktyki i techniki jazdy kierującego.

Istnieje wiele metod i sposobów wyznaczania prędkości przedwypadkowej pojazdów uczestniczących w wypadku drogowym. Sposób wyznaczania tej prędkości zależy przede wszystkim o typu wypadku oraz danych źródłowych zebranych o nim.

Ze względu na sposób postępowania i stosowane modele obliczeniowe możemy wyróżnić trzy podstawowe typy wypadków drogowych:

- potrącenie pieszego przez pojazd (SP);
- wypadki z udziałem pojazdów jednośladowych (SJ);
- zderzenie samochodów (SS).

Dane źródłowe o wypadku, potrzebne do wyznaczenia prędkości pojazdów, dotyczą głównie śladów na miejscu wypadku oraz jego skutków.

5.1. Wyznaczanie prędkości przed wypadkowej pojazdów w wypadkach typu pojazd - pieszy.

Sposób wyznaczania prędkości samochodu w wypadkach polegających na potrąceniu pieszego zależy od znajomości miejsca potrącenia i śladów pozostawionych na miejscu wypadku. Przy czym pod pojęciem miejsca potrącenia pieszego należy rozumieć miejsce na drodze, w którym nastąpił pierwszy kontakt pojazdu z pieszym.

- A. Prędkość samochodu w chwili uderzenia pieszego, w przypadku znajomości miejsca jego potrącenia oraz w zależności od posiadanych danych, można wyznaczyć na podstawie:
- długości śladów hamowania pojazdu;
 - odległości odrzutu uderzonego pieszego;
 - odległości odrzutu odłamków szkła stłuczonej szyby czołowej;
 - odległości odrzutu odłamków szkła rozbitego reflektora;
 - wielkości rozwinięcia pieszego na pokrywie przedniej samochodu;
 - zakresu obrażeń ciała uderzonego pieszego.
- B. Prędkość samochodu w chwili uderzenia pieszego, w przypadku braku znajomości miejsca jego potrącenia, można wyznaczyć na podstawie:
- długości śladów hamowania pojazdu;
 - długości pola pokrytego odłamkami szkła stłuczonej szyby czołowej;
 - długości pola pokrytego odłamkami szkła rozbitego reflektora;
 - wielkości rozwinięcia pieszego na pokrywie przedniej samochodu;
 - metody graficznej prof. Slibara;
 - zakresu obrażeń ciała uderzonego pieszego.

Największą dokładność oszacowania prędkości pojazdu w czasie wypadku (również w poszczególnych jego fazach) uzyskuje się na podstawie długości śladów hamowania.

5.1.1. Wyznaczenie prędkości pojazdu w czasie wypadku potrącenia pieszego na podstawie śladów hamowania.

Pierwszy kontakt potrąconego pieszego z pojazdem może nastąpić w dowolnej fazie procesu hamowania. Może to nastąpić przed rozpoczęciem narastania opóźnienia hamowania, w jego trakcie lub też w fazie efektywnego hamowania.

W trzecim przypadku, najczęściej występującym w praktyce, sposób obliczania prędkości przedwypadkowej pojazdu jest następujący:

1. Z długości tej części śladów hamowania, która ciągnie się od miejsca kolizji do powypadkowego położenia pojazdu (lub do końca śladów jeśli nie są to miejsca identyczne) wyliczamy prędkość pojazdu v_{1u} , tuż po uderzeniu:

$$v_{1u} = \sqrt{2 \cdot a_h \cdot S_h} \quad [\text{m/s}]$$

gdzie: S_h [m] - długość śladu hamowania po uderzeniu;
 a_h [m/s^2] - opóźnienie hamowania (w przypadku śladów blokowania kół $a_h = \mu \cdot g$);
 μ - współczynnik przyczepności;
 $g=9,81$ [m/s^2] - przyspieszenie ziemskie.

2. Wyliczamy prędkość pojazdu tuż przed uderzeniem v_u korzystając z zasady zachowania ilości ruchu (pędu):

$$v_u = \frac{[v_{1u} \cdot (m_s + m_p)]}{m_s} \quad [\text{m/s}]$$

gdzie: m_s - masa samochodu;
 m_p - masa pieszego.

Przy większej masie pojazdu krok ten możemy pominąć jako mało istotny.

3. Z długości śladu hamowania leżącego przed miejscem kolizji S_{2h} wyliczamy prędkość v_s pojazdu na początku śladów hamowania:

$$v_s = \sqrt{v_u^2 + 2 \cdot a_h \cdot S_{2h}} \quad [\text{m/s}]$$

4. Wyliczamy prędkość przedwypadkową pojazdu v_0 przed rozpoczęciem hamowania uwzględniając wpływ czasu narastania sił hamowania t_n :

$$v_0 = \frac{a_h \cdot t_n}{2} + v_s = \frac{a_h \cdot t_n}{2} + \sqrt{v_u^2 + 2 \cdot a_h \cdot S_{2h}} \quad [\text{m/s}],$$

a w przypadku występowania śladów blokowania kół:

$$v_0 = \frac{\mu \cdot g \cdot t_n}{2} + \sqrt{v_u^2 + 2 \cdot \mu \cdot g \cdot S_{2h}} \quad [\text{m/s}],$$

gdzie: $t_n = 0,2 \div 0,6$ s - czas narastania opóźnienia hamowania.

W przypadku gdy potrącenie nastąpiło przed rozpoczęciem hamowania prędkość przedwypadkową pojazdu wyznaczamy w prosty sposób z zależności:

$$v_0 = \frac{m_s + m_p}{m_s} \left[\frac{\mu \cdot g \cdot t_n}{2} + \sqrt{2 \cdot \mu \cdot g \cdot S_h} \right] \quad [\text{m/s}]$$

gdzie: S_h [m] - całkowita długość śladów hamowania.
Pozostałe dane jak wyżej.

Nie popełnimy większego błędu wyznaczając prędkość z tej zależności w przypadku kolizji z pieszym w fazie narastania opóźnienia hamowania (tj. po naciśnięciu na pedał hamulca, ale przed znaczeniem śladów blokowania kół).

5.1.2. Wyznaczanie prędkości samochodu w wypadku z pieszym na podstawie odległości odrzutu uderzonego pieszego.

Analiza statystyczna rozpatrywanych wypadków doprowadziła do określenia średnich linii regresji przedstawiających zależność między odległością odrzutu a prędkością samochodu po uderzeniu v_{u1} w m/s:

- odległość odrzucenia dorosłego pieszego po uderzeniu samochodem z nadwoziem typu pontonowego

$$s_o = 1,1 + 0,45 \cdot v_{u1} + 0,043 \cdot v_{u1}^2 \text{ [m]}$$

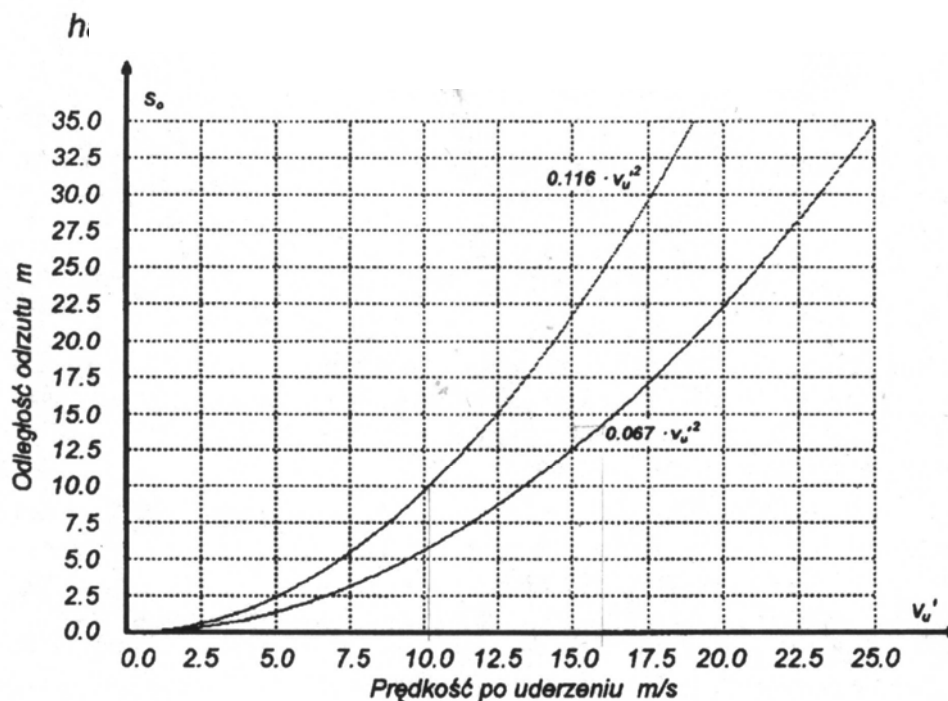
- odległość odrzucenia dziecka po uderzeniu nadwoziem typu pontonowego

$$s_o = 0,6 + 0,62 \cdot v_{u1} + 0,0027 \cdot v_{u1}^2 \text{ [m]}$$

- odległość odrzucenia dorosłego pieszego lub dziecka po uderzeniu samochodem z nadwoziem typu klinowego

$$s_o = 1,0 + 0,55 \cdot v_{u1} + 0,027 \cdot v_{u1}^2 \text{ [m]}$$

Wyniki uzyskane przez Appela i Stürtzta w zakresie prędkości uderzenia 0÷14m/s pokrywają się z uzyskanymi w badaniach modelowych i symulowanych przeprowadzonych przez Elsholtza, Glöcknera, Kühnela i Raua. Dla prędkości po uderzeniu wyższych niż 15m/s wyniki badań statystycznych odbiegają od danych z badań modelowych i symulowanych, dając mniejsze odległości odrzutu pieszego.



Rys 5.01. Odległość odrzutu pieszego uderzonego przodem hamowanego samochodu z nadwoziem pontonowym

Na rysunku wyżej przedstawiona jest zależność między odległością odrzucenia i prędkością po uderzeniu w formie funkcji

$$s_o = f(v)$$

dla przypadku uderzenia nadwoziem pontonowym dorosłego człowieka, uzyskana w badaniach modelowych, symulowanych oraz wynikających z badań statystycznych.

Z dokładnością dostateczną dla praktyki można posługiwać się uproszczonymi zależnościami, przy uwzględnieniu, że najmniejsza odległość odrzutu uderzonego pieszego wynosi:

$$s_{o\min} = 0,072 \times v_{u1}^2 \text{ [m]}$$

a największa przy mniejszych prędkościach uderzenia jest

$$s_{o\max} = 0,116 \cdot v_{u1}^2 \text{ [m]}$$

oraz przy większych prędkościach - powyżej 14,0m/s

$$s_{o\max} = 0,105 \cdot v_{u1}^2 \text{ [m]}$$

Uproszczone zależności prowadzą do mniejszych błędów dla prędkości bardziej oddalonych od rozgraniczającej je wielkości (14,0m/s). W każdym przypadku należy je traktować jako orientacyjne dla wstępnych obliczeń.

Większą dokładność wyników można otrzymać przy bezpośrednim wykorzystaniu wykresu przedstawionego na rysunku wyżej oraz kojarzeniu kilku informacji z akt sprawy, umożliwiających ocenę prędkości uderzenia.

Przedstawione zależności można zapisać w formie

$$s_o = k_n \cdot v_{u1}^2 \text{ [m]}$$

gdzie

$$k_n = 0,072 \div 0,116$$

Oczywiście istnieją określone przesłanki dla zawężenia rozrzutu wartości tego współczynnika. Jego mniejsze wartości odnoszą się do przypadku uderzenia pojazdem o przodzie nadwozia zbliżonym do klinowego i osób o dużym wzroście (wysoko położonym środku masy).

Wartości większe odnoszą się do przypadków uderzenia przodem nadwozia o kształcie zbliżonym do skrzynkowego i osób o małym wzroście. Podane wartości współczynnika k_n wynikają jednak z badań pojazdów z przodem o kształcie pontonowym. Zawsze jednak analizę należy przeprowadzić dla pewnego zakresu wartości k_n . Pozwoli to na ujawnienie „czułości” wyniku na zmiany tego parametru.

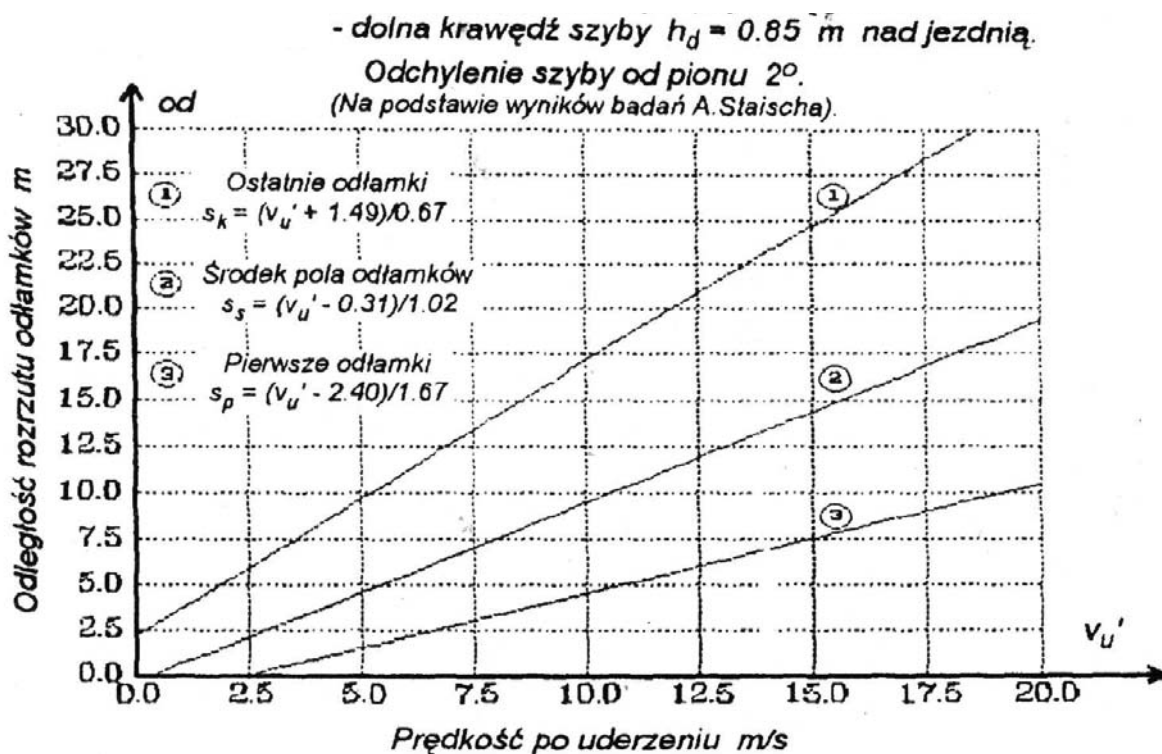
5.1.3. Określenie prędkości kolizyjnej samochodu na podstawie odległości odrzutu odłamków rozbitej szyby czolowej i reflektora.

Stwierdzono również, że jeżeli w chwili rozbicia, a następnie rozpadania się szyby, samochód porusza się ze stałą prędkością lub jest hamowany z opóźnieniem nie przekraczającym $2,0\text{m/s}^2$, to tylko nieliczne odłamki rozbitej szyby wypadają na jezdnię. Większości ich wpada do wnętrza samochodu.

Przy mniejszych prędkościach samochodu w chwili rozbicia szyby jest możliwe, aby niektóre odłamki szkła po spadnięciu na jezdnię przemieściły się nieznacznie w kierunku przeciwnym do ruchu samochodu.

Obróbka statystyczna wyników badań pozwoliła na określenie równania linii regresji dla każdego rodzaju szyby i samochodu oraz ustalenie tolerancji uwzględniającej możliwość odchyłki rzeczywistego wyniku od średniostatystycznego.

Na rysunku nr 5.02. poniżej przedstawiono linię regresji dla rozrzutu odłamków rozbitej szyby przedniej małego samochodu dostawczego, w którym dolna krawędź szyby znajdowała się na wysokości 0,85 metra nad jezdnią, a szyba odchylona była o kąt 0,0349 rad od pionu [1].



Rys 5.02. Rozrzut odłamków rozbitej szyby małego samochodu dostawczego

Uzyskano następujące zależności między prędkością samochodu przy rozbiciu szyby i wymiarami pola pokrytego odłamkami szkła:

- odległość od miejsca stłuczenia do "pierwszych" odłamków

$$v_u = 1,67 \cdot s_{po} + 2,40 \text{ [m/s]}$$
- odległości od miejsca stłuczenia do "ostatnich" odłamków

$$v_u = 0,67 \cdot s_{ko} - 1,49 \text{ [m/s]}$$
- odległości od miejsca stłuczenia do "środka masy" pola

$$v_u = 1,02 \cdot s_{co} + 0,31 \text{ [m/s]}$$

Długość pola pokrytego odłamkami szkła.

- dla szyby o dolnej krawędzi na wysokości 0,50 metra

$$v_u = 1,18 \cdot L_{sz} - 4,67 \text{ [m/s]}$$
- dla szyby o dolnej krawędzi na wysokości 2,15 metra

$$v_u = 1,41 \cdot L_{sz} - 9,03 \text{ [m/s]}$$

Na rysunku poniżej podane są linie regresji dla szyby reflektora samochodu osobowego, umieszczonej na wysokości od powierzchni jezdni [1]:

- dolna krawędź – 0,55 metra,
- górna krawędź – 0,70 metra.

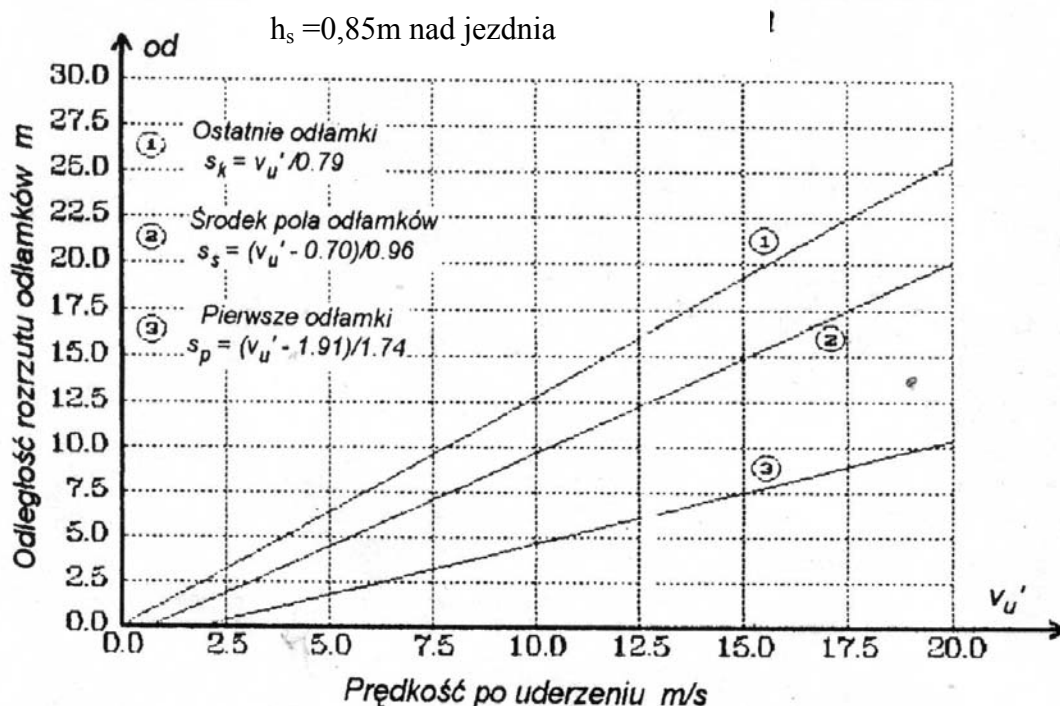
Prędkość w chwili rozbicia wynosiła:

$$v_u = 1,74 \cdot s_{po} + 1,91 \text{ [m/s]}$$

$$v_u = 0,78 \cdot s_{ko} \quad [\text{m/s}]$$

$$v_u = 0,96 \cdot s_{co} + 0,70 \quad [\text{m/s}]$$

$$v_u = 1,41 \cdot L_{sz} - 1,45 \quad [\text{m/s}]$$



Rys 5.03. Rozrzut odłamków rozbitej szyby lampy reflektora samochodu

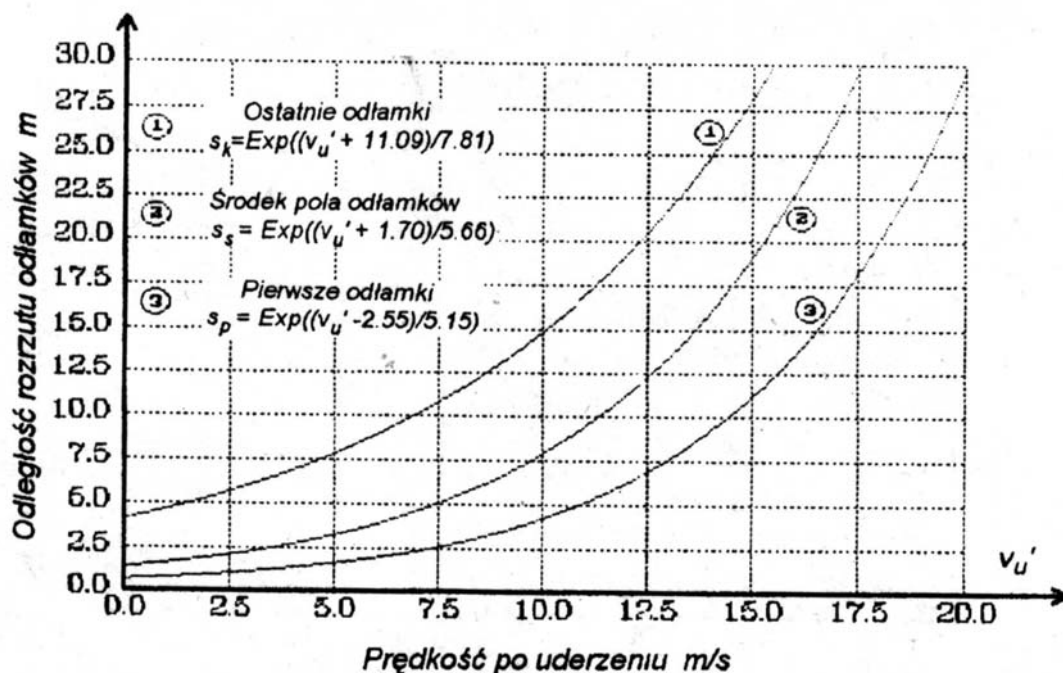
Przeprowadzone badania, a w szczególności analiza wykonanej dokumentacji filmowej wykazały, że istnieje bardzo istotna różnica między zachowaniem się odłamków rozbitej szyby w samochodach z wysuniętą kabiną w stosunku do samochodów, gdzie szyba przednia położona jest za pokrywą silnika lub bagażnika. O ile w pierwszym przypadku lot odłamków szyby odbywa się (szczególnie podczas hamowania) w powietrzu, o tyle w drugim - większość odłamków przed odpadnięciem od samochodu w różny sposób przemieszcza się po pokrywie. Pomiary wykazały, że ruch ten odbywa się ze względnym opóźnieniem odpowiadającym współczynnikowi przyczepności

$$\mu = 0,28 \div 0,30$$

co w przypadku mało intensywnego hamowania znacznie zmienia sposób poruszania się tych odłamków. Powstające tarcie na powierzchni pokrywy powoduje zmianę względnej prędkości poruszania się odłamków i w sposób istotny zmienia zależności między odległością odrzutu a prędkością w chwili rozbicia, szczególnie w zakresie większych prędkości.

Na rysunku poniżej pokazane są linie regresji dla takiego przypadku i szyby pochylonej pod kątem 0,87 radiana do pionu, położonej na wysokości:

- dolna krawędź – 0,85 metra od powierzchni jezdni,
- górna krawędź – 1,35 metra.



Rys 5.04. Rozrzut odłamków rozbitej szyby przedniej samochodu osobowego

Linie regresji przedstawiają następujące równania:

$$v_u = 5,15 \cdot \ln s_{po} + 2,55 \quad [\text{m/s}]$$

$$v_u = 7,81 \cdot \ln s_{ko} - 11,08 \quad [\text{m/s}]$$

$$v_u = 5,66 \cdot \ln s_{co} - 1,70 \quad [\text{m/s}]$$

$$v_u = 10,07 \cdot \ln L_{sz} - 13,16 \quad [\text{m/s}]$$

Analiza wykazała, że odchyłki otrzymywanych wyników od statystycznej linii regresji mieszczą się w granicach 10% przy rozpatrywaniu odległości do „pierwszych” i „ostatnich” odłamków oraz do około +20 % przy rozpatrywaniu długości pola pokrytego odłamkami.

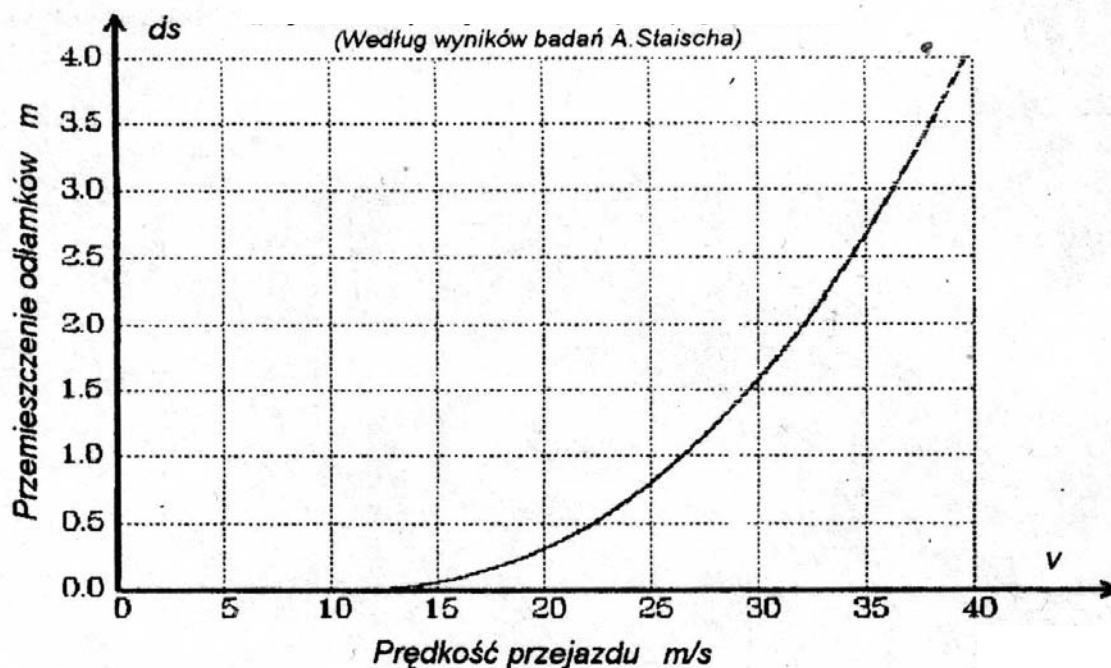
Badania przeprowadzone zostały w dobrych warunkach atmosferycznych, przy wietrze o prędkości nie przekraczającej około 3,0m/s, na płaskiej, gładkiej nawierzchni.

Nie zawsze jednak wypadek następuje w takich warunkach.

Dla oceny więc możliwości wykorzystania uzyskanych danych do rekonstrukcji rzeczywistego wypadku drogowego należy określić zakres możliwych zmian tych wartości, wywołanych różnymi przyczynami. Istotną sprawą jest ewentualny wpływ innych ciał na toru lotu odłamków szkła.

Często bowiem podczas zderzenia skutkującego rozbiciem szyby, przeszkoda w formie drugiego pojazdu, drzewa lub ściany powoduje zmianę toru ruchu odłamków, a nawet uniemożliwia w ogóle ich lot. W takiej sytuacji żadna z uzyskanych w badaniach zależności oczywiście nie może obowiązywać. Również poważny wpływ na odległość odrzutu ma charakter podłoża, na które padają rozbite odłamki. Jeśli podłoże to stanowi miękki grunt lub ziemia pokryta trawą, to odległość odrzutu w istotny sposób zmniejsza się. Podobnego zmniejszenia odległości odrzutu można spodziewać się przy padaniu odłamków na dostatecznie miękki (rozgrzany) asfalt.

Nieznaczny wpływ na odległość odrzutu ma poprzeczne pochylenie jezdni. Wpływu pochylenia podłużnego, które może osiągnąć wartość kilkunastu procent nie zbadano. Można jednak bez zastrzeżeń uznać, że spadek jezdni musi spowodować zwiększenie odległości odrzutu, a wznios jezdni jej zmniejszenie.

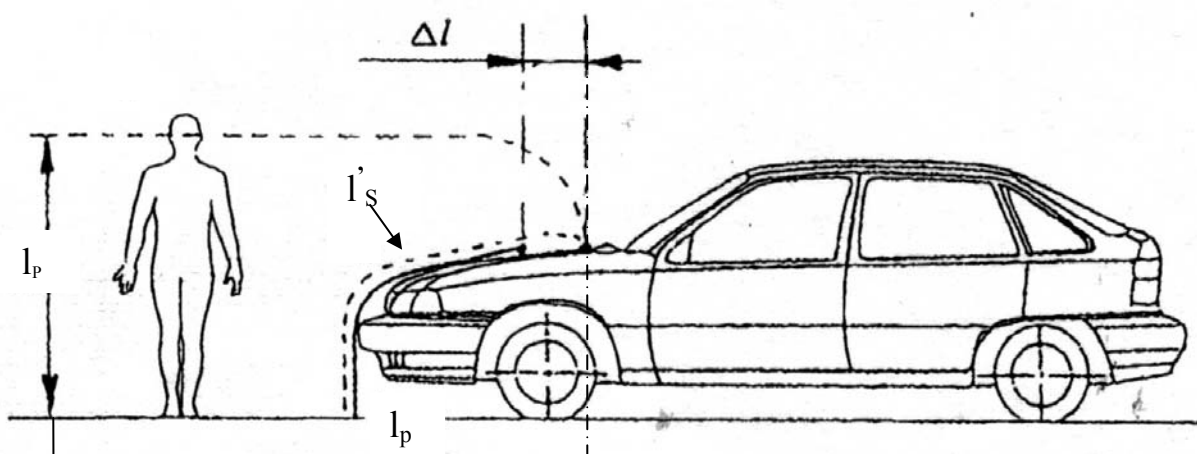


Rys 5.05. Zmiana położenia odłamków rozbitej szyby wywołana przejazdem innych pojazdów

5.1.4. Wyznaczanie prędkości kolizyjnej samochodu na podstawie wielkości rozwinięcia uderzonego pieszego na pokrywie przedniej pojazdu.

Innym sposobem oszacowania prędkości samochodu w chwili uderzenia pieszego jest ustalenie położenia miejsca uderzenia głowy pieszego w przednią część nadwozia - na pokrywie przedniej lub na szybie czołowej. Miejsca te przy właściwie wykonanych fotografiach samochodu są dość łatwe do wyodrębnienia z ogólnych uszkodzeń przodu samochodu.

Na poniższym szkicu rys 06 przedstawiono schemat ustalania wartości niezbędnych do wyznaczenia prędkości uderzenia:



Rys 5.06. Schemat ustalania wartości niezbędnych do wyznaczenia prędkości uderzenia

Niezbędnym jest ustalenie następujących danych:

$$l_s = l'_s - \Delta h_s \quad [\text{m}]$$

gdzie: l'_s = długość linii od powierzchni jezdni do miejsca zetknięcia się głowy pieszego z elementem pojazdu;

$h_s = 0,04 \div 0,09$ m - obniżenie przodu pojazdu wywołane odkształceniem elementów zawieszenia.

$$l_p = h'_p - \Delta h_s - r_p \text{ [m]}$$

gdzie: h_p - wzrost pieszego;

- zmiana wysokości zależna od warunków ruchu pieszego wynosząca:

$h_p = 0,03 \div 0,04$ m dla normalnego chodu

0,05 m dla szybkiego chodu

0,10 m. dla biegu

$r_p = 0,1$ m promień głowy pieszego

Wielkość zmierzonej różnicy tych długości: $\Delta l = l_s - l_p$ pozwala na stwierdzenie, że prędkość uderzenia nie mogła być mniejsza niż:

- dla pojazdów z nadwoziem trapezowym: $V_{u \min} = \frac{\Delta l + 0,27}{0,0657} \text{ [m/s]}$

- dla pojazdów z nadwoziem pontonowym: $V_{u \min} = \frac{\Delta l + 0,4275}{0,0687} \text{ [m/s]}$

5.1.5. Oszacowanie prędkości kolizyjnej samochodu na podstawie zakresu obrażeń ciała uderzonego pieszego.

W przypadkach gdy brak jest danych co do: długości drogi hamowania samochodu, jego powypadkowego położenia, powypadkowego położenia pieszego prędkość samochodu w chwili uderzenia pieszego można oszacować biorąc pod uwagę zakres obrażeń ciała pieszego jaki wynika zwykle z protokołów oględzin zwłok lub historii choroby, które znajdują się w aktach sprawy. Dla uzyskania porównywalności danych wprowadzono umowne jednostki AIS (*Abbreviated Injury Scale*) - skrócona skala obrażeń, określająca zakres powstałych rzeczywistych obrażeń. Przyjęto 9 stopniową skalę obrażeń.

AIS 1 - lekkie obrażenia (powierzchnowe otarcia naskórka, rany cięte, sińce, złamania kości nosa, złamania żeber).

AIS 2 - średnie obrażenia (wstrząśnienie mózgu z utratą przytomności do 15 minut, złamanie mostka, rozległe złamania żeber).

AIS 3 - ciężkie obrażenia (wstrząśnienie mózgu z utratą przytomności do 1 h, złamanie barku, pęknięcie przepony, utrata oka).

AIS 4 - bardzo ciężkie obrażenia (udar mózgu z utratą przytomności do 24 h, pęknięcie śledziony, pęknięcie żołądka, utrata nogi).

AIS 5 - krytyczne obrażenia (udar mózgu z utratą przytomności powyżej 24 h, pęknięcie jelit, wątroby, mięśnia sercowego, uszkodzenie rdzenia kręgowego z porażeniem).

AIS 6 - nieprzeżyłowe obrażenia (pęknięcie czaszki, zgniecenie klatki piersiowej, pęknięcie kręgosłupa na wysokości trzeciego kręgu szyjnego lub wyżej).

AIS 9 - bardzo rozległe obrażenia (zmasakrowanie ciała).

Na podstawie analizy statystycznej określono równanie w formie wielomianu drugiego stopnia:

$$AIS = a + b \cdot v + c \cdot v^2$$

gdzie: v - prędkość uderzenia w m/s

Wartości współczynników stałych podano w poniższej tabeli wg. [1]:

Współczynniki Nadwozie	Uderzenie	a [AIS]		b [AIS $\frac{s}{m}$]		c [AIS $\frac{s^2}{m^2}$]	
		Dorośli	Dzieci	Dorośli	Dzieci	Dorośli	Dzieci
Pontonowe	Pierwotne	0	0	0	0	0,0250	0,0285
	Wtórne	1,000	0,8170	0	0,0720	0	0
Klinowe	Pierwotne	0	0	0	0	0,0155	0,0190
	Wtórne	0,7600	0,7600	0,0550	0,0550	0	0

Tak więc jeżeli dorosła osoba uderzona nadwoziem typu pontonowego odniosła obrażenia zakwalifikowane w skali AIS = 5, to prędkość uderzenia nie była mniejsza niż:

$$5,0 = 0 + 0 + 0,0250 \cdot v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{5,0}{0,0250}} \cong 14,14 \text{ [m/s]}$$

5.1.6. Wyznaczenie prędkości kolizyjnej samochodu i miejsca potrącenia pieszego metodą graficzną prof. Slibara.

Technicznie analizę według metody prof. Slibara przeprowadza się w następujący sposób:

1. Należy wykonać szkic miejsca wypadku, oczywiście przy pełnym zachowaniu skali.
2. Na szkicu należy zaznaczyć powypadkowe położenia pieszego, przodu samochodu, odłamków rozbitej szyby i innych elementów mających związek z przebiegiem wypadku (na przykład położenie ścieżki, furtki lub innych danych mogących określać tor ruchu pieszego przed kolizją).
3. Poniżej szkicu miejsca wypadku należy wrysować układ współrzędnych z osią pionową przedstawiającą prędkość i poziomą - przedstawiającą odległości. Środek układu współrzędnych należy przyjąć na linii odpowiadającej powypadkowemu położeniu pieszego.
4. Od środka współrzędnych wrysowuje się linie odpowiadające najmniejszej i największej odległości odrzutu pieszego według zależności $s_0 = f(v)$ przy zastosowaniu odpowiednich wartości współczynnika odrzutu wynikających z badań statystycznych i eksperymentów.
5. Z miejsca na osi poziomej, odpowiadającego powypadkowemu położeniu przodu samochodu wrysowuje się linię określającą zależność między długością drogi hamowania i prędkością jazdy według równania $S_h = f(v, a_h)$ dla największej w danych warunkach wartości opóźnienia hamowania.
6. Z miejsca na osi poziomej, odpowiadającego położeniu pierwszych odłamków rozbitej szyby wrysowuje się linię z zależności $S_{po} = f(v)$ dla rodzaju nadwozia samochodu biorącego udział w wypadku.
Dla samochodów z bardzo długą pokrywą przednią występuje tu pewne utrudnienie wynikające z tego, że wybite szyby następuje później niż uderzenie pieszego, co trzeba przy prowadzonych rozważaniach wyraźnie uwzględnić.
7. Na wykres należy nanieść linię $v = f(AIS)$ odpowiadającą najmniejszej prędkości z jaką mógł zostać uderzony pieszy.

Szkic wykonany według powyższych zaleceń przedstawiony jest na rysunku 5.35. Szkic ten, w przypadku posiadania dodatkowych informacji o położeniu toru ruchu pieszeo, może zostać uzupełniony tak, że pole „trójkąta ufności” zostanie zawężone.

5.2. Wyznaczanie prędkości kolizyjnej w wypadkach z udziałem pojazdów jednośladowych.

5.2.1. Określenie prędkości uderzenia motocykla na podstawie rozmiaru jego uszkodzeń

Przy czołowych kolizjach motocykla, np. z bokiem samochodu, można próbować ustalić prędkość jednośladu poprzez porównanie wielkości stwierdzonego skrócenia odległości międzyosiowej motocykla z danymi dla określonych prędkości uderzenia. Badane egzemplarze pojazdów, pochodzące z udokumentowanych wypadków, pozwoliły na pomiarzenie tej odległości i przedstawienie jej w formie tabelki poniżej wg.[2]:

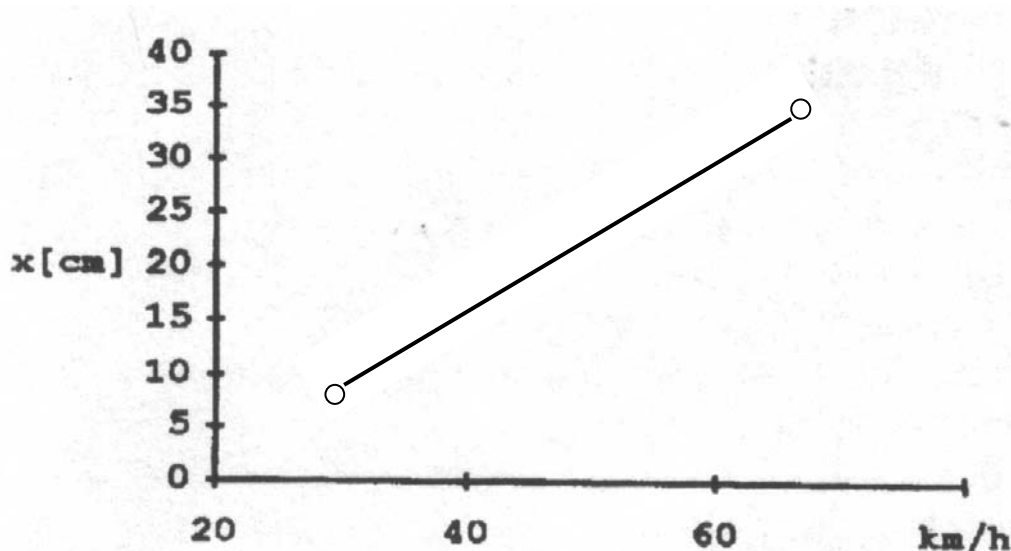
Skrócenie odległości międzyosiowej [cm]	Prędkość pojazdu [km/h]
10	30
24	50
33	61

Można też posłużyć się wzorem empirycznym, wyprowadzonym na podstawie tych badań:

$$v = 1,38 \cdot d + 16,58 \quad [\text{km/h}]$$

gdzie:

- v [km/h] - prędkość motocykla,
- d [cm] - skrócenie rozstawu kół, albo odczytać wartości z wykresu rys. 5.07 wg. [2].

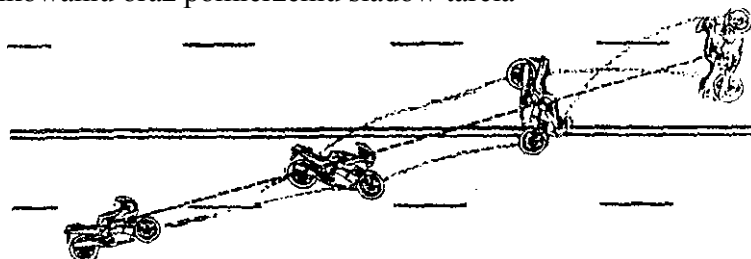


Rys 5.07. Skrócenie rozstawu kół motocykla w efekcie kolizji

5.2.2. Ustalenie prędkości jazdy pojazdu w oparciu o długość śladów tarcia przewróconego motocykla

Wywrócenie się pojazdu na jezdnię powoduje jego przemieszczanie się i znaczenie śladów. Ślady te mają często bardzo różny kształt (nierównoległy, przecinający się), mimo iż najczęściej tor środka masy pojazdu przebiega po linii zbliżonej do prostej (rys. 08).

W przypadku przewrócenia się pojazdu jednośladowego (rower, motorower, motocykl) na podłoże, po zidentyfikowaniu oraz pomierzeniu śladów tarcia



Rys.5.08. Ślady pozostawione na jezdni przez przewrócony motocykl.

Ślady pozostawione na jezdni przez przewrócony motocykl i tor ruchu jego środka ciężkości tego pojazdu o nawierzchnię, możemy ustalić jego prędkość na początku znaczenia tych śladów, posługując się powszechnie znaną zależnością:

$$v = 3,6 \sqrt{2 \times \mu \times g \times s} \quad [\text{km/h}]$$

gdzie: s - długość śladów tarcia.

Przy korzystaniu z tej zależności należy posługiwać się następującymi, przybliżonymi wartościami współczynnika tarcia motocykla o podłoże μ :

$\mu = 0,45-0,58$ - asfalt,

$\mu = 0,68-0,79$ - żwir,

$\mu = 0,70$ - trawa,

$\mu = 1,5-1,65$ - piasek

Zbliżone wartości współczynnika tarcia uzyskano dla powierzchniach mokrych.

Można również skorzystać z materiałów niemieckich [2], które szerzej opisują wartości opóźnień uzyskiwanych w czasie przemieszczania się (tarcia) po jezdni przez przewrócone pojazdy:

rower: - $6-9 \text{ m/s}^2$,

motorower: suchy asfalt - od 9 m/s^2 przy 20 km/h do 8 m/s^2 przy 60 km/h,

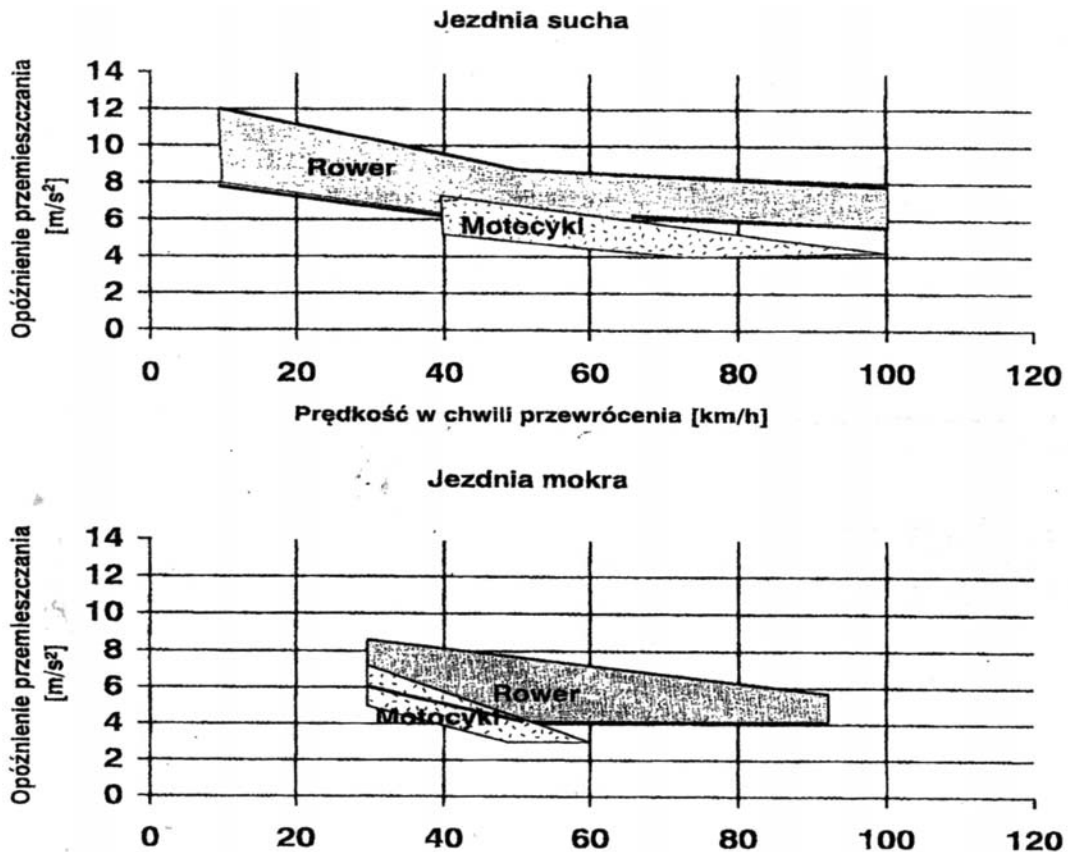
mokry asfalt - 6 m/s^2 ,

motocykl: suchy asfalt - od 9 m/s^2 przy 20 km/h do $4,5 \text{ m/s}^2$ przy 110 km/h,

mokry asfalt - od 6 m/s^2 przy 20 km/h do 43 m/s^2 przy 110 km/h.

Nowe badania angielskie [2] wykazały, że osiągnięte wartości średniego opóźnienia przewróconego motocykla sunącego po jezdni zarówno dla jezdni suchej, jak i mokrej wahają się w granicach $0,28-0,5 \text{ g}$ - dla przedziału prędkości 40-70 km/h.

Europejskie Towarzystwo Biegłych ds. Wypadków Drogowych (EVU) w publikowanych przez siebie materiałach również przytacza wyniki badań wartości opóźnienia przemieszczających się po jezdni pojazdów rys 5.09 lub [2],



Rys 5.09. Powypadkowe opóźnienie ruchu przewróconych pojazdów w funkcji

Gdyby w jakiejś sprawie znana była długość drogi sunięcia kierowcy motocykla lub pasażera po jezdni po upadku, to należy pamiętać, że jego prędkość jest związana z długością drogi przemieszczania się tą samą zależnością co dla motocykli lub rowerów, ale przy zachowaniu następującej wartości współczynnika tarcia μ :

$$\mu = 0,9-1,2 \text{ (ubranie z tkaniny),}$$

$$\mu = 0,7-0,9 \text{ (ubranie ze skóry).}$$

5.2.3. Wyznaczanie prędkości uderzającego samochodu na podstawie odległości odrzutu motocykla i motocyklisty

Znana niemiecka instytucja DEKRA, badając dużą liczbę dobrze udokumentowanych wypadków drogowych, które polegały na zderzeniu samochodów z motocyklem (pod dużym kątem 45-90°) przedstawiła wyniki pomiarów odległości odrzutu motocykla i motocyklisty.

Były to odcinki mierzone od miejsca kolizji do miejsca ich powypadkowego położenia, a więc zawierające w sobie łącznie lot w powietrzu oraz ślizganie po jezdni.

Na ich podstawie [2] ustalono, że całkowita odległość odrzutu z prędkością związaną jest następującymi równaniami:

$$\text{dla motocyklisty: } s = 0,033 \cdot v^{1,59}$$

$$\text{dla motocykla: } s = 0,044 \cdot v^{1,57}$$

gdzie:

- s [m] - odległość odrzutu,
- v [km/h] - prędkość kolizyjna.

Powyższe równania są równaniami krzywych regresji ustalonymi na podstawie zbiorczych wykresów obrazujących rezultaty badań. Na ich podstawie można również szacować, że błąd tej metody wynosi do $\sim \pm 20\%$.

5.2.4. Odległość odrzutu odłamków szkła reflektora motocykla

W trakcie tych samych badań ustalano również zależności odległości od miejsca kolizji pierwszych i ostatnich odłamków szkła pochodzących z reflektora motocykla. Graniczne krzywe w tym przypadku mają następujące równania:

pierwsze odłamki:
$$s_p = \frac{v^2}{970}$$

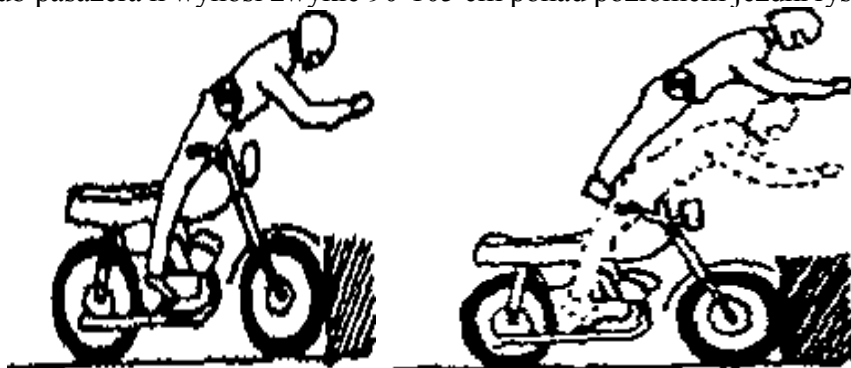
ostatnie odłamki:
$$s_o = 0,53 \cdot v$$

w których oznaczenia są zgodne z poprzednimi wzorami, zaś indeksy znaczą p - pierwsze odłamki, o - ostatnie odłamki.

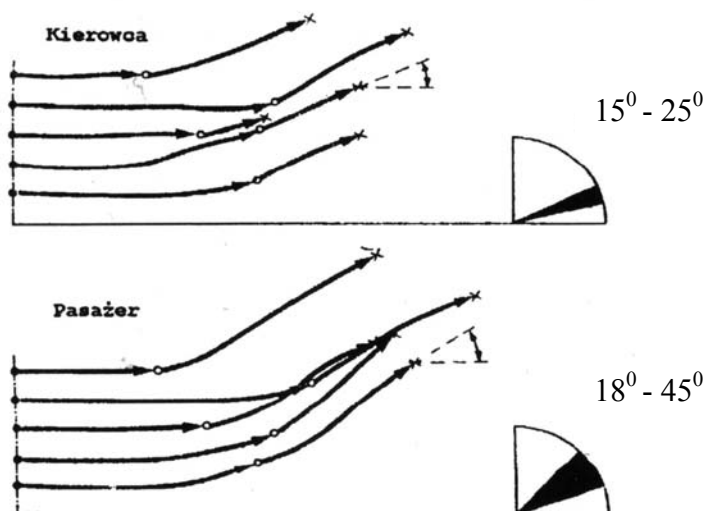
Tak wyznaczone granice rozrzutu i wynikające stąd prędkości obejmują wyniki innych zespołów badawczych (Schneider, Kühne).

5.2.5. Wyrzucenie jadących z motocykla

Zdarza się, że zatrzymany gwałtownie pojazd jednośladowy powoduje wyrzucenie osób jadących nim zgodnie z kierunkiem uprzednio posiadanej prędkości. Na podstawie badań udało się ustalić, że wyrzucenie kierującego odbywa się pod kątem $10-20^\circ$, a pasażera jadącego z tyłu pod kątem $18-45^\circ$. Przy tym wysokość środka ciężkości osób jadących na motocyklu, tj. wysokość środka masy kierowcy lub pasażera h wynosi zwykle $90-105$ cm ponad poziomem jezdni rys. 5.10 [2].



Ryc. 5.10. Kolizja czołowa. Wypadnięcie kierującego i pasażera



Rys 5.11. Trajektorie ruchu i kąt wypadnięcia kierującego i pasażera motocykla w kolizji

W celu obliczenia prędkości początkowej wyrzutu można posłużyć się następującą zależnością wg źródeł amerykańskich IPTM [2]:

$$v = 3,6 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \mu \cdot g \cdot d}{[(\cos \varphi) + (\mu \cdot \sin \varphi)]^2}} \quad [\text{km/h}]$$

gdzie:

- μ - współczynnik tarcia,
- g - $9,81 \text{ [m/s}^2\text{]}$,
- d - całkowita odległość przemieszczenia się jadącego $[m]$,
- φ - kąt wyrzutu $[\text{°}]$.

Część toru ruchu, jaką stanowi sam lot do pierwszego kontaktu z podłożem, może również posłużyć do obliczenia prędkości początkowej tego ruchu, wg zależności opartej na modelu rzutu ukośnego:

$$v = 7,94 \cdot \frac{d_1}{\sqrt{(d_1 \cdot \cos \varphi \cdot \sin \varphi) + (h \cdot \cos^2 \varphi)}} \quad [\text{km/h}]$$

gdzie:

- h - wysokość środka ciężkości kierowcy $[m]$,
- d_1 - zasięg rzutu ukośnego do pierwszego kontaktu z podłożem $[m]$,
- φ - kąt wyrzutu $[\text{°}]$.

5.2.6. Hamowanie motocykla

Czas reakcji kierowcy motocykla, jest jednym z istotnych parametrów niezbędnych do ustalenia momentu powstania zagrożenia lub też wyliczenia realnych możliwości uniknięcia wypadku. Ogólna gotowość kierowcy motocykla oraz trzymanie nogi na pedale hamulca wskazują, że jego nadmierne przedłużanie nie powinno mieć miejsca i w tym względzie należy posługiwać się danymi z rozdziału 9.1. [2].

Specyficzna konstrukcja motocykli pozwalająca na używanie dowolnej kombinacji hamulców, powoduje, że rozkład sił hamowania w relacji przód / tył może być zmienny i wynosić od 60/40% - do 70/30%.

Praktyczną skuteczność hamowania motocykla można określić za pomocą współczynnika f_n , wyrażającego udział poszczególnych kół w sumarycznej, możliwej do uzyskania efektywności hamowania oboma hamulcami. Wartość tego współczynnika f_n wynosi:

- tylko tylne koło - 40-45%,
- tylko przednie koło - 50-75%,
- przód + tył - 95%.

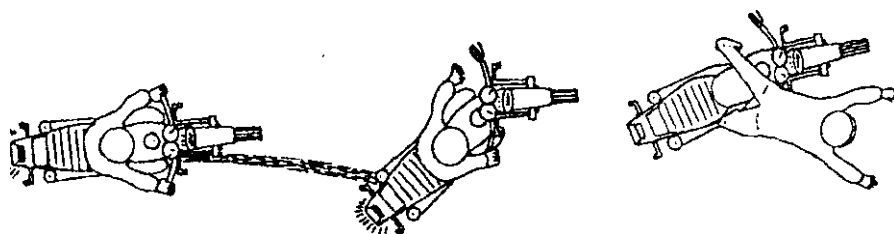
Stąd prędkość hamującego motocykla można wyliczyć przy wykorzystaniu długości śladu hamowania z następującej zależności:

$$v = 3,6\sqrt{2 \cdot \mu \cdot g \cdot f_n \cdot S} \text{ [km/h]}$$

gdzie:

- μ - współczynnik tarcia,
- f_n - współczynnik wykorzystania hamownia,
- S - długość śladu hamowania.

Hamowanie z użyciem wyłącznie tylnego hamulca, po jego zablokowaniu, często prowadzi do zarzucenia pojazdu i upadku kierującego - rys. 5.12. [2].



Ryc. 5.12. Hamowanie z zablokowanym tylnym kołem, utrata stateczności i upadek

5.2.7. Kolizje pojazdów jednośladowych

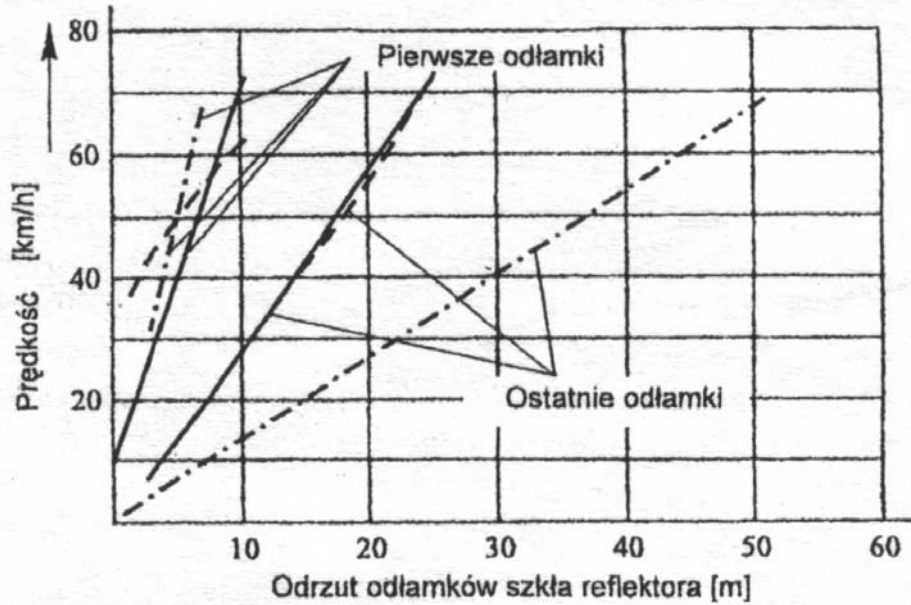
Spośród możliwych rodzajów kolizji, w których bierze udział pojazd jednośladowy (motocykl, rower), możemy wyróżnić ich cztery podstawowe typy:

- motocykl + samochód,
- motocykl + pieszy,
- motocykl + motocykl,
- motocykl + przeszkoda.

Zderzenie czołowo-boczne

Najczęściej mamy do czynienia z kolizją pojazdu jednośladowego z samochodem. Dlatego też, aby przybliżyć mechanizm takiej kolizji, szerzej omówimy zachowanie się kierowcy motocykla oraz pasażera w czasie czołowego i skośnego uderzenia w bok samochodu osobowego.

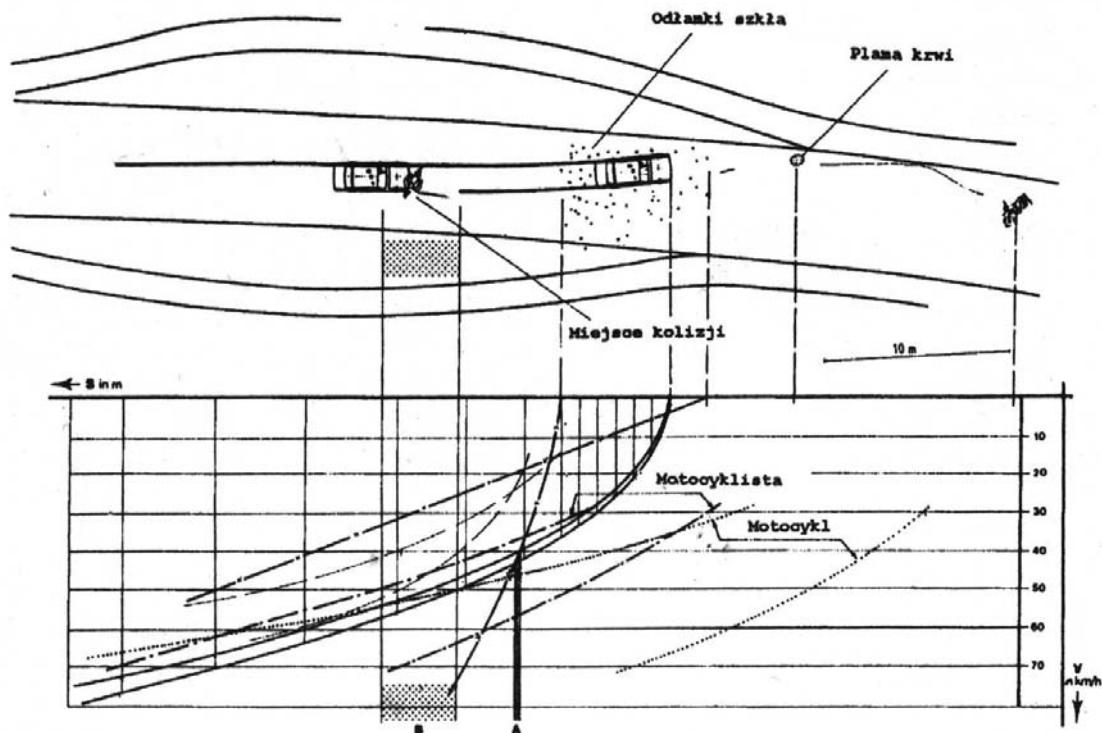
Przeprowadzone badania wykazały, że bardzo ważną rolę w przebiegu takiego zdarzenia odgrywa pozycja zajmowana przez jadących na motocyklu, ukształtowanie zbiornika motocykla oraz wysokość i profil nadwozia pojazdu, z którym doszło do kolizji. Korzystne ukształtowanie zbiornika powoduje, że w chwili uderzenia kierujący prostuje się i jego środek ciężkości przesuwa się ku górze. Zastosowanie osłon kolan o korzystnym kształcie powoduje, że kierujący opiera o nie kolana. Głowa znajduje się wówczas wyżej. Rozrzut odłamków szkła reflektora motocykla przedstawia rys 5.13. [2].



Rys. 5.13. Rozrzut (odrzut) odłamków szkła reflektora motocykla [2]

5.2.8. Graficzne ustalenia prędkości i miejsca kolizji na podstawie zarejestrowanych śladów powypadkowych.

Na rysunku 5.14.[2], na wykresie $v = f(s)$, w miejscu odpowiadającym położeniu poszczególnych śladów, rozpoczynano rysowanie odpowiednich krzywych, adekwatnych do rodzaju śladu (hamowanie pojazdu, odrzut pojazdu, odrzut motocyklisty, rozrzut odłamków szkła).

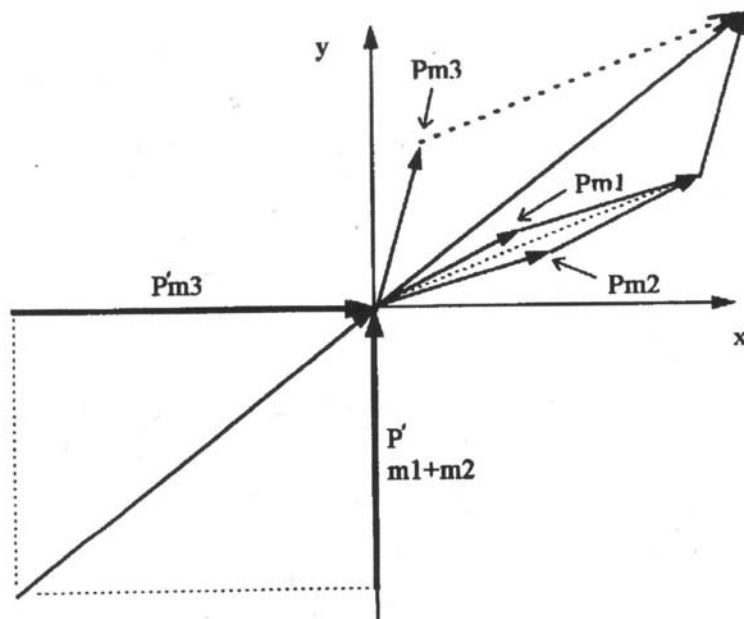


Rys 5.14. Kompleksowa rekonstrukcja wypadku z pojazdem jednośladowym wg Slibara

Krzywe te często przecinają się w różnych miejscach, ale miejsce najbardziej zagęszczonych punktów przecięcia jest wyznacznikiem miejsca kolizji i prędkości kolizyjnej, odczytywanych na odpowiednich osiach układu współrzędnych, które tworzą podstawę rysunku.

5.2.9. Wyznaczanie prędkości kolizyjnej pojazdów na podstawie zasady zachowania pędu

Można też, z nienajgorszym skutkiem, stosować rachunkowo lub graficznie zasadę zachowania pędu, co jest o tyle uzasadnione, że w tego typu kolizjach ilość energii rozproszonej na deformację pojazdów jest na ogół niewielka. Znając zatem miejsce kolizji oraz powypadkowe położenia samochodu, motocykla i motocyklisty, obliczymy, na podstawie odległości ich powypadkowych przemieszczeń, powypadkowe prędkości w końcowej chwili kolizji. Następnie, mnożąc je przez znane masy tych uczestników zdarzenia, budujemy - z zachowaniem skali - wektory, które odpowiadają wartościom ich powypadkowych pędów, skierowane oczywiście od punktu zderzenia do odpowiednich powypadkowych położenia jego uczestników. Następnie rysujemy wypadkową tych trzech wektorów, którą przesuwamy po prostej, na której leży, na drugą stronę środka układu współrzędnych. Teraz pozostaje rozłożyć ten wektor na kierunki domniemanych przedwypadkowych torów jazdy samochodu i motocykla i podzielić ich wyznaczoną w ten sposób wartość przez odpowiednie masy tj. samochodu i motocykla plus motocyklisty, aby otrzymać odpowiednie wartości ich przedwypadkowych prędkości rys. 5.15.



Rys. 5.15. Graficzna analiza zderzenia (wektory pędów) [2].

Opisane powyżej operacje rysunkowe można zastąpić metodą analityczną sprowadzającą się do zapisanego poniżej układu równań.

Rzut wektorów pędu na oś Y:

$$m_3 \cdot v_3 \cdot \sin \varepsilon + (m_1 + m_2) \cdot v_{12} \cdot \sin \delta = m_1 \cdot v_1 \cdot \sin \alpha + m_2 \cdot v_2 \cdot \sin \beta + m_3 \cdot v_3 \cdot \sin \chi$$

Rzut wektorów pędu na oś X:

$$m_3 \cdot v_{33} \cdot \cos \varepsilon + (m_1 + m_2) \cdot v_{12} \cdot \cos \delta = m_1 \cdot v_1 \cdot \cos \alpha + m_2 \cdot v_2 \cdot \cos \beta + m_3 \cdot v_3 \cdot \cos \chi$$

gdzie:

- m_1 - masa motocykla [kg];
- m_2 - masa motocyklisty [kg];
- m_3 - masa samochodu [kg];
- V_{12}, δ - przedwypadkowa prędkość i kąt toru ruchu motocykla i motocyklisty;
- V_{33}, ε - przedwypadkowa prędkość i kąt toru ruchu samochodu;
- v_1, α - powypadkowa prędkość i kąt kierunku położenia motocykla;
- v_2, β - powypadkowa prędkość i kąt kierunku położenia motocyklisty;
- v_3, χ - powypadkowa prędkość i kąt kierunku położenia samochodu.

W obu tych równaniach, interesujące nas niewiadome to V_{12} i V_{33} , możemy je z tego układu wyliczyć, oczywiście pod warunkiem, że uprzednio ustaliliśmy inną drogą wartości v_1, v_2, v_3 .

5.2.10. Wywracanie się motocykla

W analizie wypadków z udziałem pojazdów jednośladowych nie sposób nie uwzględnić w rozważaniach procesu wywracania się pojazdu (utrata równowagi) od pozycji pionowej do pierwszego kontaktu elementów boku pojazdu z podłożem. W tej części rozważań pominiemy przypadek wywrócenia się pojazdu jednośladowego po zderzeniu czołowym lub skośnym z przeszkodą stałą lub innym pojazdem, gdyż kolizja taka może spowodować różny mechanizm wywracania się pojazdu (zatrzymania, przewrócenia, uwięźnięcia). Rozważymy tylko przypadek wywracania się motocykla spowodowany samoistną utratą równowagi lub przewróceniem się poprzez zaczepienie końcówką kierownicy o jakąś przeszkodę.

Teoretyczne rozważania S. Arczyńskiego [2] prowadzą do ustalenia czasu, w którym następuje przejście motocykla od pozycji pionowej do pozycji pierwszego kontaktu z nawierzchnią. Czas ten przy jeździe z prędkością ok. 70 km/h, wynosi 0,85 s przy obciążeniu motocykla samym kierowcą i 0,95 s przy zajmowaniu miejsc przez kierowcę i pasażera. Zatem droga przejeżdżana w tym czasie przez pojazd wynosi odpowiednio 17,3 i 18,9 metrów. Z doświadczeń praktycznych wynika, że jest to raczej minimalny odcinek drogi pomiędzy pierwotnym zaburzeniem ruchu a miejscem upadku. W praktyce kierujący stara się zawsze zapobiec przewróceniu, co skutecznie wydłuża czas upadania.

W innej literaturze, np. amerykańskiej, ocenia się, że czas upadku wynosi 1,5-1,8 sekundy. Obserwatorom wyścigów motocyklowych znane są kilkusekundowe zmagania jadących z pojazdem, nie zawsze zakończone wywróceniem się. Często również, po odłączeniu się kierowcy od motocykla, ten ostatni, wykorzystując momenty żyroskopowe pochodzące od części wirujących, sam przemieszcza się, będąc w równowadze jeszcze na odcinku kilkunastu metrów.

5.3. Metody wyznaczania prędkości samochodów uczestniczących w wypadkach drogowych.

5.3.1. Uderzenie samochodu w stałą przeszkodę.

Oczywistym skutkiem uderzenia samochodu w stałą przeszkodę jest jego odkształcenie. Istnieje związek pomiędzy wielkością odkształcenia samochodu a pracą potrzebną do powstania tego odkształcenia. W przypadku samochodu uderzającego w stałą przeszkodę praca odkształcenia jest równa energii kinetycznej utraconej przez samochód w chwili zderzenia. Znajomość pracy zużytej na odkształcenie samochodu pozwala wyznaczyć prędkość samochodu w chwili uderzenia w stałą przeszkodę ze wzoru (obowiązuje tylko dla przypadku, gdy samochód zatrzymał się na przeszkodzie):

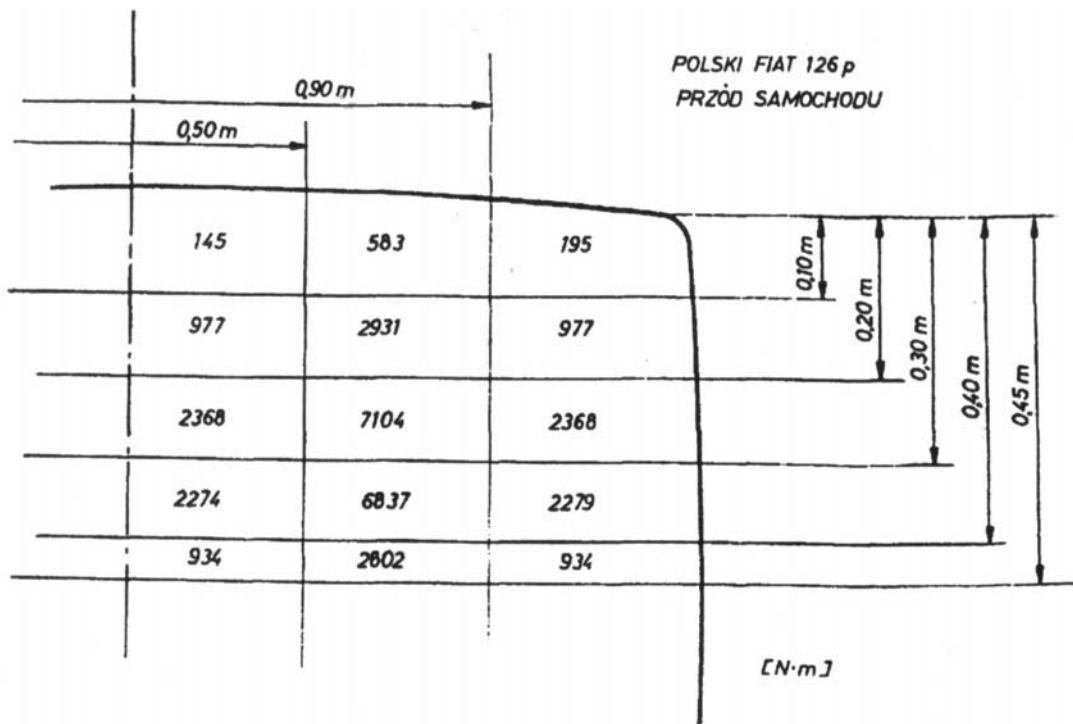
$$V_u = \sqrt{\frac{2 \cdot E_0}{m}},$$

gdzie:

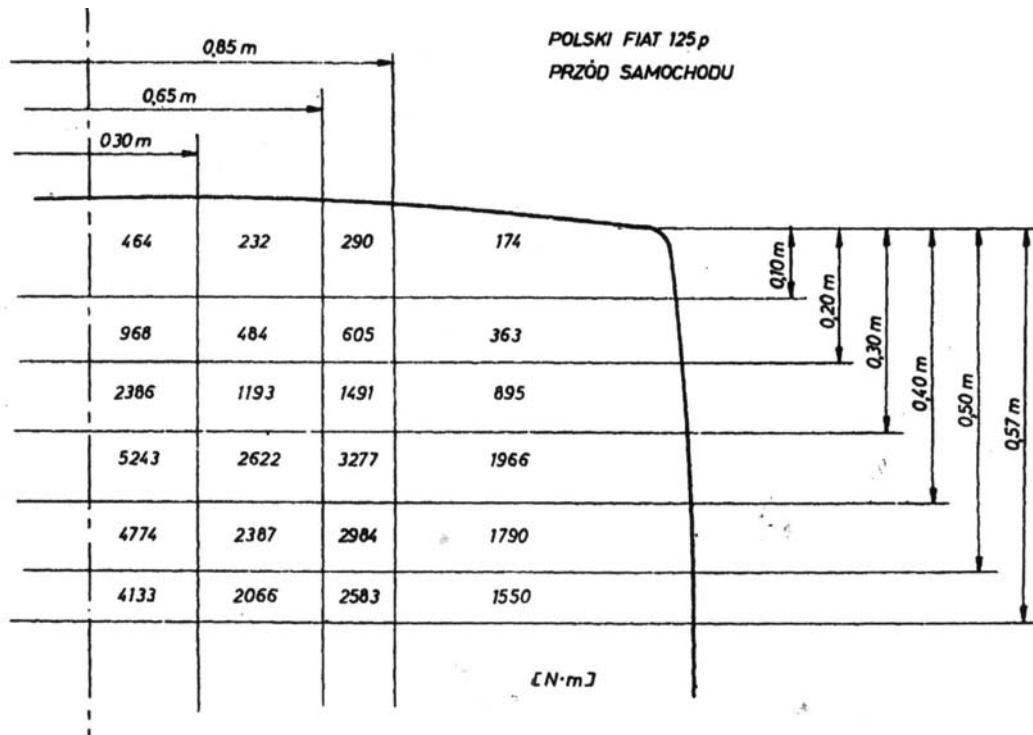
V_u - prędkość samochodu w chwili uderzenia w przeszkodę.

Jeżeli jest tylko możliwe obliczenie pracy odkształcenia E_0 , to obliczenie prędkości utraconej przez samochód w chwili uderzenia nie napotyka na specjalne trudności. Problemem jest jednak uzyskanie odpowiednich danych dla poszczególnych marek samochodów. W wielu przypadkach wyniki prób zderzeniowych nie są publikowane lub publikowane w sposób utrudniający ich przetworzenie.

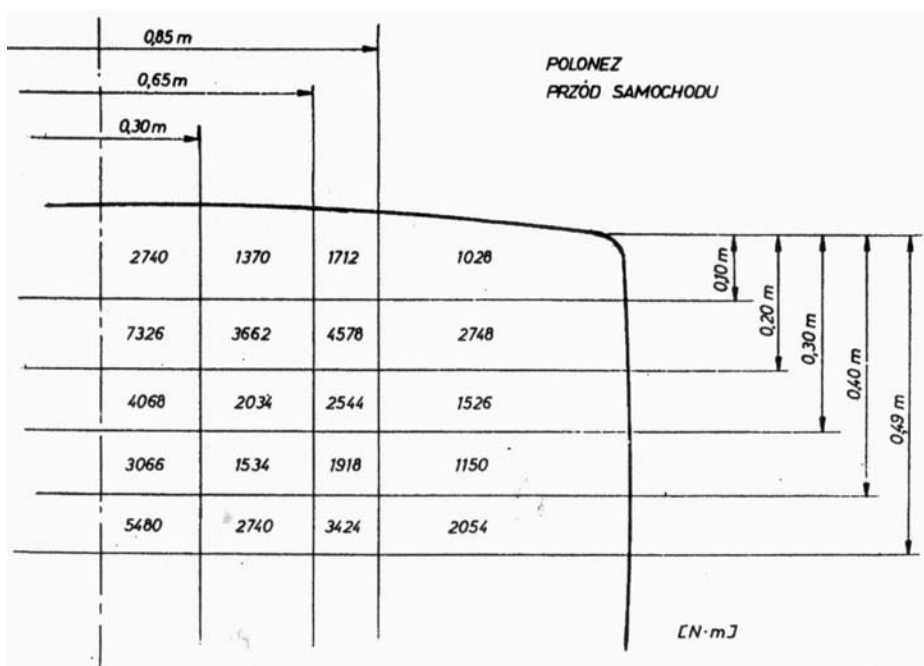
Aby wyznaczyć precyzyjnie pracę potrzebną do odkształcenia konkretnego samochodu należy dysponować jego strukturami energetycznymi. Pełna struktura energetyczna samochodu przedstawia przód, tył i bok samochodu podzielony na segmenty. Każdemu segmentowi przyporządkowana jest określona ilość pracy niezbędnej do uzyskania odkształceniu tego segmentu. Dla niektórych typów pojazdów dysponujemy bardzo dokładnymi strukturami energetycznymi. Na rys. 5.16, 5.17 i 5.18 przedstawiono struktury energetyczne przodu samochodów Fiat 126p, Fiat 125p i Polonez [2].



Rys. 5.16. Struktura energetyczna przodu samochodu PF-126p pozwalający oszacować prędkość uderzenia

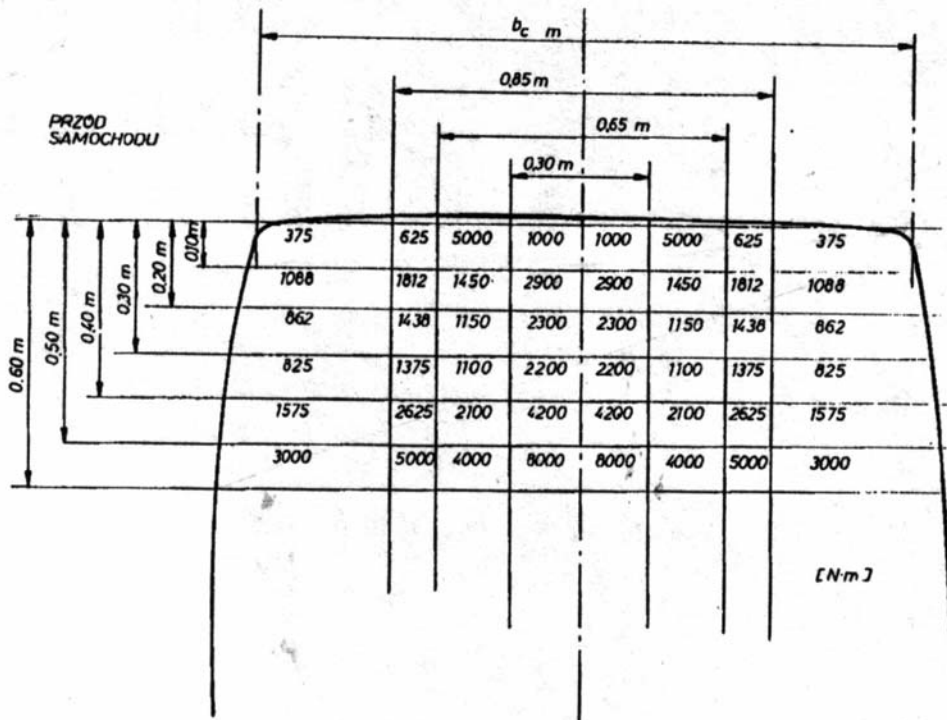


Rys.5.17. Struktura energetyczna przodu samochodu FIAT 126p

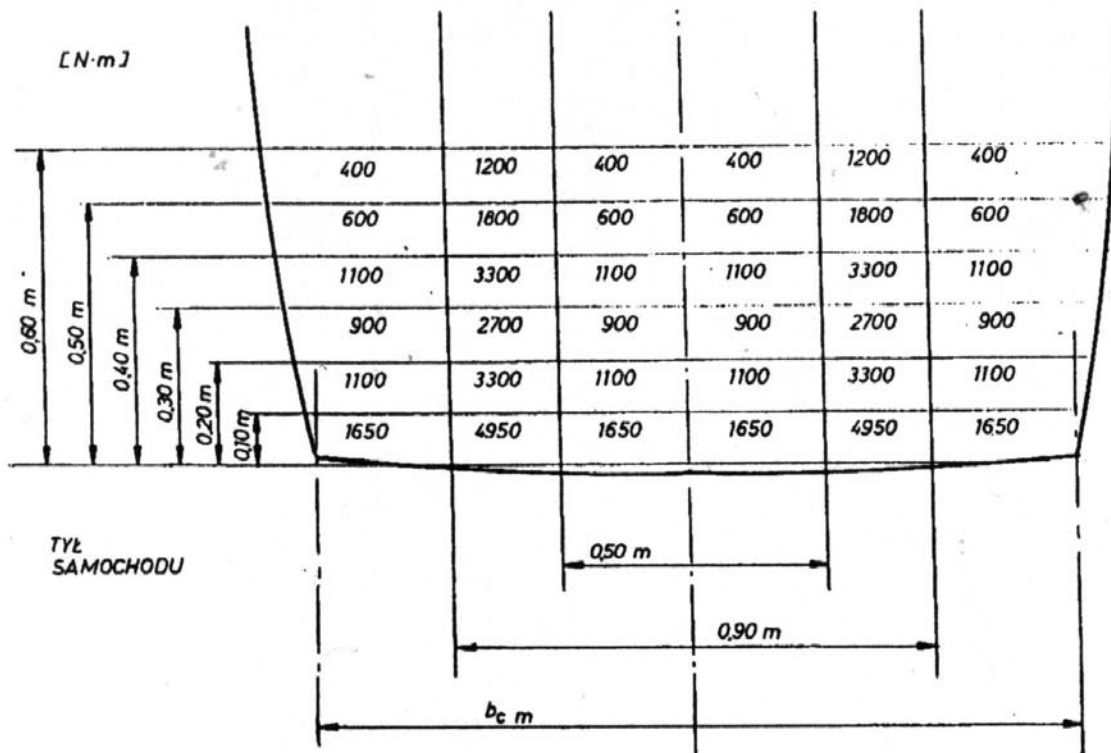


Rys. 5.18. Struktura energetyczna przodu samochodu Polonez

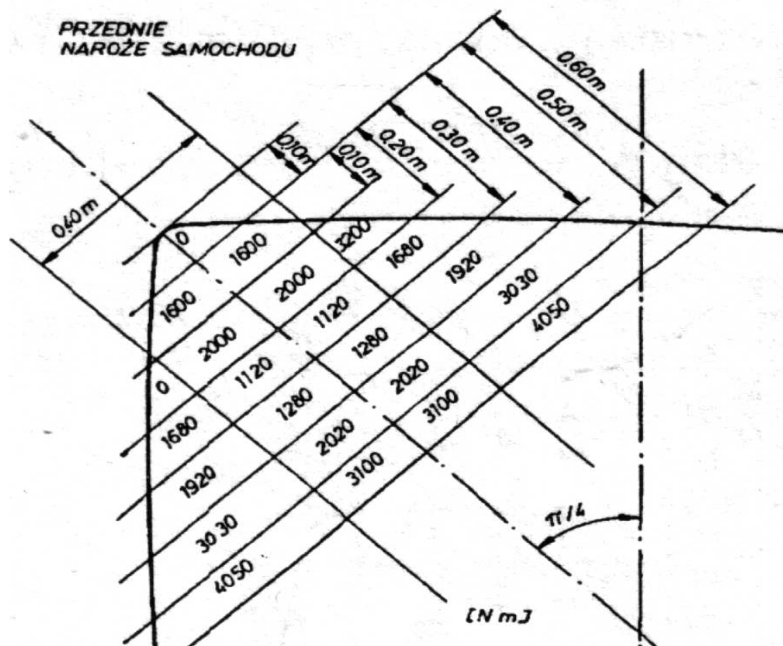
Na rys. 5.19÷5.24. przedstawiono struktury energetyczne dla przodu, tyłu, naroży i boku samochodu osobowego średniej klasy o masie $m = 950$ kg wyposażonego w klasyczny układ napędowy. Przedstawione struktury energetyczne zostały opracowane przez *Waltera Röhricha* na podstawie badań wykonanych w 1976r. w Berlińskim Uniwersytecie Technicznym [1].



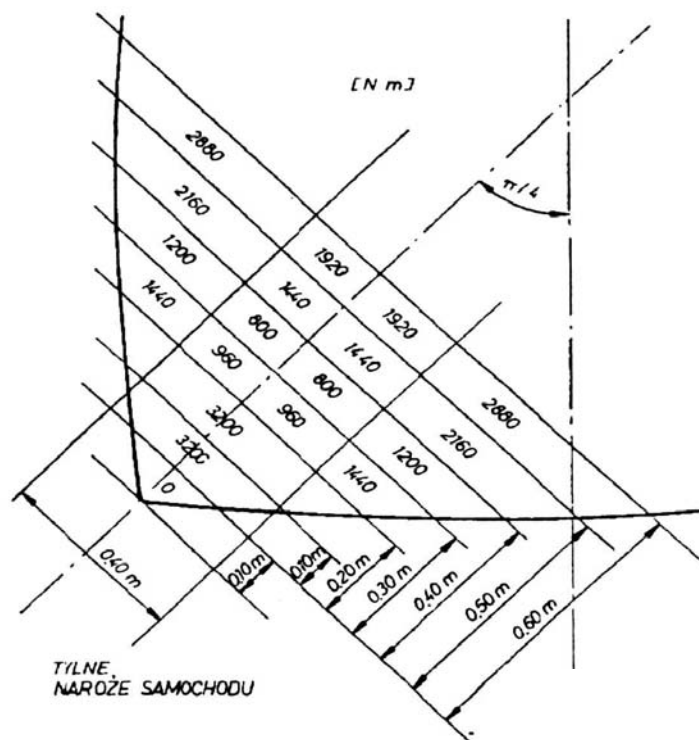
Rys. 5.19. Struktura energetyczna przodu samochodu na podstawie wyników badań *W. Röhricha*



Rys. 5.20. Struktura energetyczna tyłu samochodu na podstawie wyników badań *W. Röhricha*.

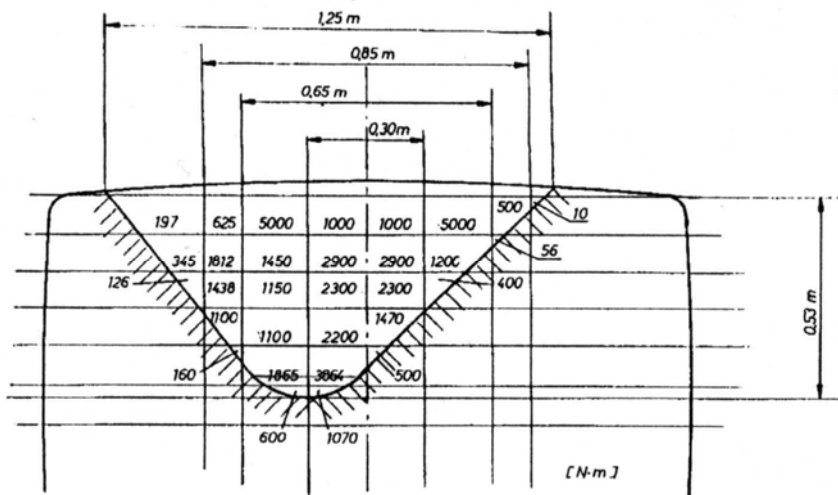


Rys. 5.21. Struktura energetyczna przedniego naroża samochodu na podstawie wyników badań *W. Röhricha*



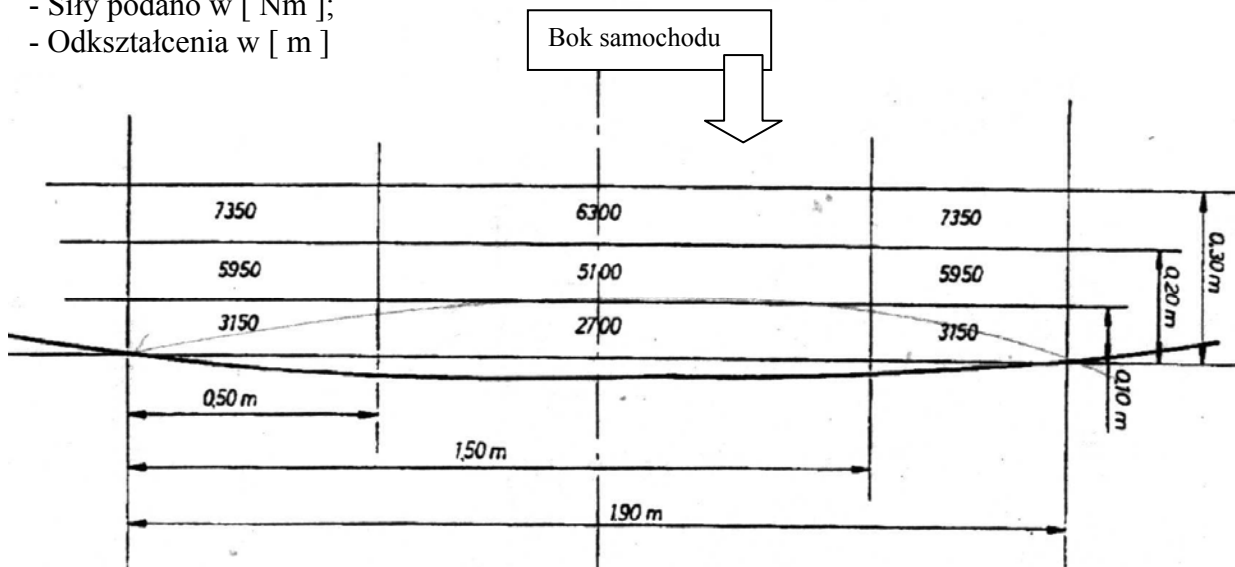
Rys. 5.22. Struktura energetyczna tylnego naroża samochodu na podstawie wyników badań wg. *W. Röhricha*

Na rysunku 5.23 pokazany jest przykład wyznaczenia utraconej prędkości przypadku uderzenia badanego samochodu w drzewo. Rys.5.24. Struktura energetyczna samochodu na podstawie wyników badań *W. Röhricha*



Rys 5.23. Wyznaczanie utraconej prędkości w przypadku uderzenia badanego samochodu w drzewo wg. *W. Röhricha*

- Siły podano w [Nm];
- Odształcenia w [m]



Rys.5.24. Wyniki badań samochodu dotyczące boku na podstawie badań wg. *W. Röhricha*

Struktury energetyczne przedstawione na rys. 5.16÷5.24 dotyczą konkretnych samochodów i w zasadzie nie należy ich wykorzystywać do wyznaczania energii odkształcenia innych pojazdów. W każdym przypadku jednak należy dążyć do precyzyjnego sfotografowania i zwymiarowania odkształceń samochodu. Istnieją bowiem metody pozwalające oszacować prace odkształcenia dowolnego pojazdu bazujące na ustaleniach poczynionych przez *W. Röhricha*.

W przypadku, gdy dysponujemy strukturą energetyczną samochodu, który uległ wypadkowi, procedura postępowania przy wyznaczaniu energii odkształcenia pojazdu jest następująca:

- sylwetkę poziomą samochodu w obszarze uszkodzeń należy podzielić na segmenty,
- w tej samej skali wymiarowej, co sylwetka nie odkształconego samochodu, należy wykonać obrys części odkształconej,
- obrys ten należy nanieść na sylwetkę samochodu,
- obliczyć pracę odkształcenia sumując dane z całkowicie odkształconych segmentów oraz pracę z niecałkowicie odkształconych, obliczoną dla każdego takiego segmentu proporcjonalnie do odkształconego pola,
- na podstawie obliczonej pracy odkształcenia wyznaczyć prędkość uderzenia samochodu w sztywną przeszkodę.

W przypadku gdy nie dysponujemy strukturą energetyczną samochodu do wyznaczenia prędkości samochodu w chwili uderzenia w stałą przeszkodę można wykorzystać wyniki badań przeprowadzonych w General Motors Corporation. W przypadku w pełni czołowego zderzenia otrzymano zależności pomiędzy prędkością uderzenia v_u [m/s] i głębokością zgniecenia samochodu f_n [m] wyrażające się następującymi wzorami:

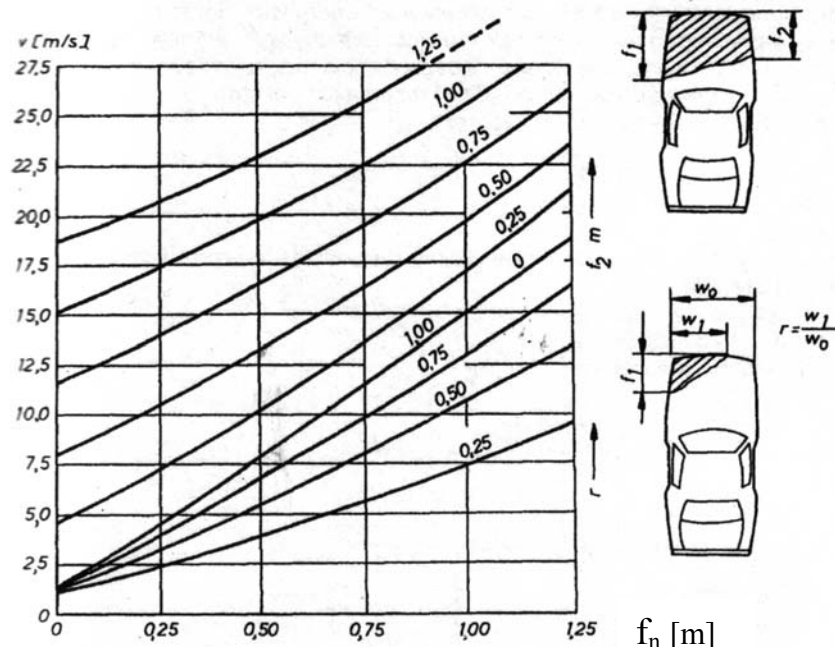
Dla samochodu o masie całkowitej 1100÷1500kg

$$V_u = 1,34 + 23,6 \cdot f_n$$

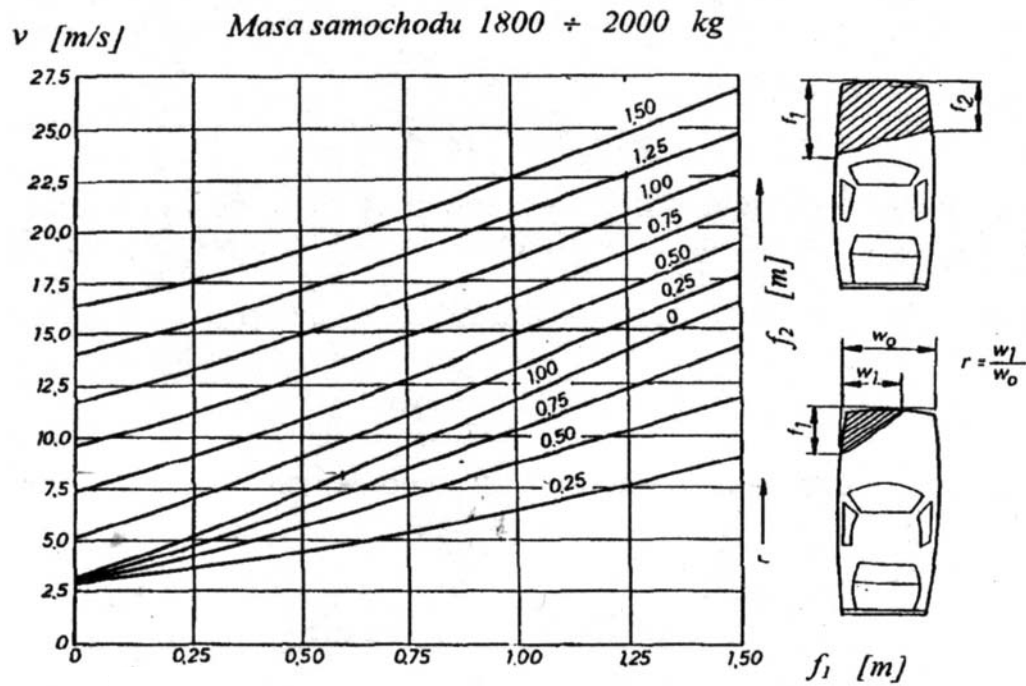
Dla samochodu o masie całkowitej 1800+2000kg

$$V_u = 3,06 + 15,49 \cdot f_n$$

Jeżeli uderzenie nie nastąpiło w pełni czołowo i wywołało niesymetryczny obraz odkształceń to prędkość uderzenia samochodu możemy odczytać z wykresów przedstawionych na rys. 5.25. lub rys. 5.26.



Rys. 5.25. Wyniki badań dotyczących struktury wytrzymałościowej samochodu o masie 1100÷1500 kg wykonanych przez *Kenneth L. Campbela*



Rys. 5.26. Wyniki badań dotyczących struktury wytrzymałościowej samochodu o masie 1800 -i-2000kg wykonanych przez *Kenneth L. Campbela*

W przypadku gdy do wyznaczenia prędkości samochodu w chwili uderzenia w stałą przeszkodę nie może być zastosowany żaden z podanych wyżej sposobów, znane są jednak wymiary odkształconej części samochodu, szacunkowo prędkość uderzenia możemy wyznaczyć wykorzystując wyrażenie:

$$v_u = f_n \cdot \sqrt{\frac{b_n \cdot h_n}{m} \cdot k}$$

gdzie:

- b_n, h_n, f_n - wymiary odkształconej powierzchni
- b_n - szerokość w [m],
- h_n - wysokość w [m],
- f_n - głębokość w [m],
- V_u - prędkość uderzenia [m/s],
- k - współczynnik

$$k = (9,0 \div 11,0) \cdot 10^5 \left[\frac{N}{m^2 \cdot m} \right]$$

w przypadku gdy naruszona została struktura wytrzymałościowa samochodu,

$$k = (2,0 \div 4,0) \cdot 10^5 \left[\frac{N}{m^2 \cdot m} \right]$$

w przypadku, gdy uszkodzeniu uległy głównie elementy blaszane i poszyciowe.

5.3.2. Zderzenie dwóch samochodów.

W każdym zderzeniu dwóch pojazdów możemy wyodrębnić trzy fazy:

- ruch samochodów przed zderzeniem,
- bezpośrednie zderzenie pojazdów,
- ruch samochodów po zderzeniu.

Bardzo istotnym elementem rekonstrukcji wypadku drogowego polegającego na zderzeniu dwóch pojazdów jest wyznaczenie prędkości poszczególnych samochodów {kierunków i wartości) bezpośrednio przed zderzeniem. Aby tego dokonać należy przeprowadzić obliczenia bazujące na danych charakteryzujących ruch samochodów w czasie zderzenia i po zderzeniu. Aby wyznaczyć prędkości samochodów bezpośrednio przed zderzeniem potrzebne są następujące dane wejściowe:

- Położenie pojazdów po zderzeniu (zawsze należy sprawdzić czy położenie pojazdów po zderzeniu scharakteryzowane na szkicu miejsca wypadku jest rzeczywistym położeniem powypadkowym samochodów).
- Miejsce zderzenia pojazdów odniesione do położenia samochodów po wypadku (pozwala nam ustalić kierunki ruchu i długości dróg pokonanych przez samochody po zderzeniu). Istotne jest ustalenie czy samochody po zderzeniu poruszały się po linii prostej, czy też zmieniały kierunki ruchu na skutek kontaktu z innymi przeszkodami oraz jakimi opóźnieniami charakteryzowały się ruchy pojazdów po zderzeniu.
- Odształcenia pojazdów powstałe w wyniku zderzenia (pozwalają na wzajemne usytuowanie pojazdów w chwili pierwszego kontaktu oraz na oszacowanie pracy zużytej na deformacje poszczególnych samochodów).
- Kierunki ruchu samochodów bezpośrednio przed zderzeniem.

Do wyznaczania prędkości samochodów bezpośrednio przed zderzeniem wykorzystywane są: zasada zachowania pędu i zasada zachowania energii. Zakłada się bowiem, że wszystkie siły zewnętrzne działające na samochody w chwili zderzenia są pomijalnie małe w stosunku do sił wewnętrznych oddziaływujących między pojazdami.

Zasada zachowania pędu przyjmuje następującą postać:

$$m_1 \cdot \vec{V}_1 + m_2 \cdot \vec{V}_2 = m_1 \cdot \vec{V}_{z1} + m_2 \cdot \vec{V}_{z2}$$

gdzie:

- m_1, m_2 - masy samochodów nr 1 i nr 2,
- \vec{V}_1, \vec{V}_2 - prędkości samochodów nr 1 i nr 2 przed zderzeniem,
- $\vec{V}_{z1}, \vec{V}_{z2}$ - prędkości samochodów nr 1 i nr 2 po zderzeniu.

Zasada zachowania energii przyjmuje postać:

$$\frac{m_1 \cdot V_1^2}{2} + \frac{m_2 \cdot V_2^2}{2} = \frac{m_1 \cdot V_{z1}^2}{2} + \frac{m_2 \cdot V_{z2}^2}{2} + E_{oc}$$

gdzie

- E_{oc} - suma prac potrzebnych do odkształcenia obydwu samochodów uczestniczących w zderzeniu.

Warto zwrócić uwagę, że zagadnienie wyznaczenia prędkości samochodów przed zderzeniem (w przypadku, gdy znane są prędkości samochodów po zderzeniu, suma prac

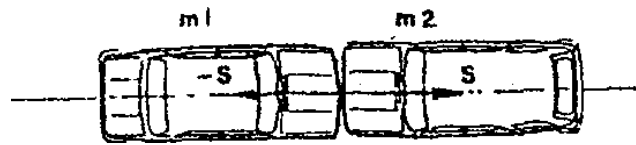
potrzebnych do odkształcenia samochodów uczestniczących w zderzeniu oraz kierunku ruchu samochodów przed zderzeniem) sprowadza się do rozwiązania układu równań utworzonego przez równanie zachowania pędu i równanie zachowanie energii. Metoda ta jednak często nie może być wykorzystana głównie z powodu niemożliwości precyzyjnego oszacowania wielkości E_{oc} występującej w równaniu zachowania energii. Trudność wyznaczenia sumy prac potrzebnych do odkształcenia obydwu samochodów uczestniczących w zderzeniu wynika zaś z powodu braku pełnej charakterystyki odkształceń pojazdów w dokumentacji wypadku (brak wymiarów deformacji pojazdów oraz zdjęć uszkodzonych samochodów przedstawiających pojazdy w widoku z góry i z dołu). Dlatego też najczęściej do wyznaczenia prędkości samochodów przed zderzeniem wykorzystywana jest jedynie zasada zachowania pędu, co niewątpliwie zmniejsza dokładność obliczeń.

Zderzenia dwóch samochodów możemy podzielić na:

- zderzenia równoległe (kierunki torów ruchu samochodów przed zderzeniem tworzą ze sobą kąt zbliżony do 0° lub 180°),
- zderzenia prostopadłe (kierunki torów ruchu samochodów przed zderzeniem tworzą ze sobą kąt zbliżony do 90°),
- zderzenia skośne (kierunki torów ruchu samochodów przed zderzeniem są skośne).

W kolejnych podrozdziałach zostaną opisane sposoby wyznaczania prędkości samochodów przed zderzeniem we wszystkich ww. przypadkach.

5.3.2.1. Równoległe zderzenie samochodów



Rys. 5.27. Zderzenie równoległe dwóch samochodów osobowych

Obliczenia rozpoczynamy od wyznaczenia prędkości samochodów po zderzeniu. Korzystamy z następujących wzorów:

$$V_{z1} = \sqrt{2 \cdot a_{h1} \cdot s_1}$$

$$V_{z2} = \sqrt{2 \cdot a_{h2} \cdot s_2}$$

gdzie:

- V_{z1}, V_{z2} - prędkości samochodów po zderzeniu,
- a_{h1}, a_{h2} - opóźnienia samochodów po zderzeniu,
- s_1, s_2 - drogi pokonane przez samochody od miejsca zderzenia do miejsca zatrzymania.

Prędkości samochodów bezpośrednio przed zderzeniem wyznaczamy korzystając ze wzorów:

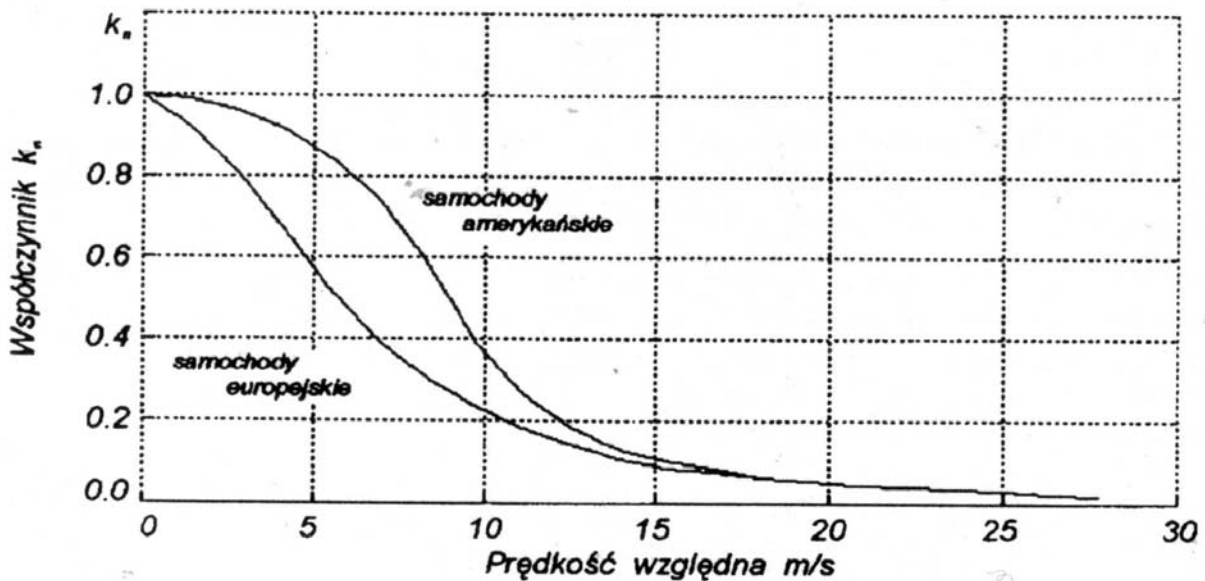
$$V_1 = \frac{(1 + k_n) \cdot m_2 \cdot V_{z2} - (m_2 - k_n \cdot m_1) \cdot V_{z1}}{k_n \cdot (m_1 + m_2)}$$

$$v_2 = \frac{(1 + k_n) m_1 V_{z1} - (m_1 k_n m_2) V_{z2}}{k_n (m_1 + m_2)}$$

gdzie

v_1, v_2 - prędkości samochodów przed zderzeniem,
 k_n - współczynnik restytucji prędkości.

Wyznaczenie prędkości V_1 i V_2 wymaga założenia wartości współczynnika restytucji. Wartość współczynnika restytucji zmienia się w zakresie 0÷1 i zależy od prędkości względnej samochodów w chwili zderzenia. Przebieg tej zależności przedstawiono na rys. 5.28. Dobór wartości współczynnika restytucji prędkości dla konkretnego przypadku zderzenia jest sprawą wyjątkowo ważną. Dlatego też obliczenia prędkości samochodów przed zderzeniem należy przeprowadzić wielokrotnie dla różnych wartości współczynników restytucji.



Rys. 5.28. Zależność współczynnika restytucji k_n od prędkości względnej zderzenia

Dla każdej założonej wartości współczynnika restytucji wyznaczamy prędkość względną pojazdów w chwili zderzenia i sprawdzamy, czy założona wartość współczynnika restytucji odpowiada wartości tego współczynnika odczytanej z rys. 5.28. dla wyznaczonej prędkości względnej. Ponadto każdorazowo wyznaczamy energię kinetyczną pojazdów przed i po zderzeniu oraz wyznaczamy spadek energii kinetycznej w wyniku zderzenia. Sprawdzamy czy strata energii kinetycznej pojazdów jest zgodna z pracą potrzebną do deformacji samochodów powstałych w wyniku zderzenia. Obliczenia powtarzamy aż do uzyskania zadowalającej zgodności. Przedstawione powyżej wzory mogą być przydatne tylko wtedy gdy co najmniej prędkość jednego z samochodów po zderzeniu nie jest równa zero. W przypadku gdy samochody poruszające się w przeciwnych kierunkach po zderzeniu zatrzymują się w miejscu zderzenia i znana jest praca E_{oc} potrzebna do odkształcenia pojazdów, do wyznaczenia prędkości samochodów przed zderzeniem można stosować wzory;

$$v_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{oc} \cdot m_2}{(1 - k_n^2) \cdot (m_1 + m_2) \cdot m_1}}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{oc} \cdot m_1}{(1 - k_n^2) \cdot (m_1 + m_2) \cdot m_2}}$$

5.3.2.2. Zderzenie prostopadłe samochodów

Aby wyznaczyć prędkości samochodów rys 5.29, bezpośrednio przed zderzeniem prostopadłym należy:

- wykonać rysunek miejsca wypadku drogowego w odpowiedniej skali,
- zachowując ustaloną, wcześniej skalę rysunku usytuować na rysunku pojazdy biorące udział w zderzeniu w położeniu powypadkowym oraz w chwili pierwszego kontaktu tak jak na rys. 5.29,
- połączyć środki masy tych samych pojazdów znajdujących się w położeniu pierwszego kontaktu i w położeniu powypadkowym,
- uwzględniając skalę rysunku wyznaczyć przemieszczenia pojazdów po zderzeniu (s_1 i s_2) oraz kąty odchylenia torów ruchu pojazdów po zderzeniu w stosunku do ich torów przed zderzeniem (kąty α_1 i α_2),
- wyznaczyć prędkości samochodów po zderzeniu korzystając ze wzorów:

$$v_{z1} = \sqrt{a_{h1} \cdot (2 \cdot s_1 \cdot k_{s1} + l_1 \cdot \varphi_1 \cdot k_{\varphi1})}$$

$$v_{z2} = \sqrt{a_{h2} \cdot (2 \cdot s_2 \cdot k_{s2} + l_2 \cdot \varphi_2 \cdot k_{\varphi2})}$$

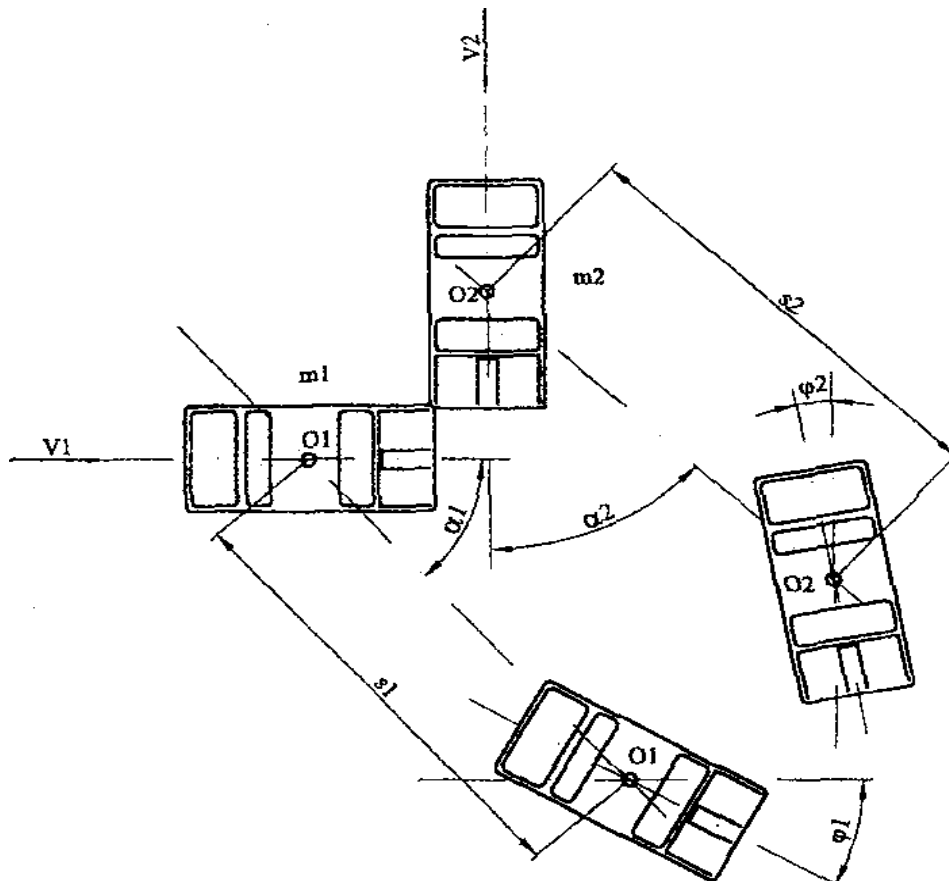
Współczynniki korekcyjne k_{s1} , k_{s2} , $k_{\varphi1}$ i $k_{\varphi2}$ należy wyznaczyć na podstawie wykresu zamieszczonego na rys. 5.30. dla wskaźnika „w” wyznaczonego ze wzoru:

$$W_i = \frac{\varphi_i \cdot l_i}{2 \cdot s_i}, i = 1, 2, \text{ gdzie } l_i - \text{rozstawy osi samochodów nr 1 i nr 2,}$$

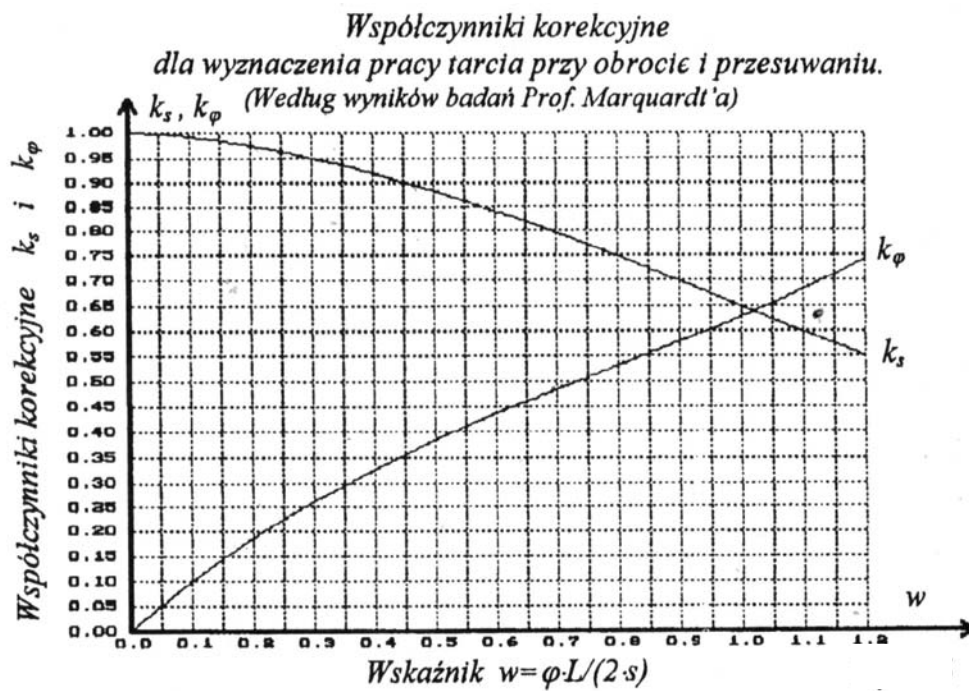
- wyznaczyć prędkości samochodów przed zderzeniem korzystając ze wzorów:

$$v_1 = v_{z1} \cdot \cos \alpha_1 + \frac{m_2}{m_1} \cdot v_{z2} \cdot \sin \alpha_2$$

$$v_2 = v_{z2} \cdot \cos \alpha_2 + \frac{m_1}{m_2} \cdot v_{z1} \cdot \sin \alpha_1$$

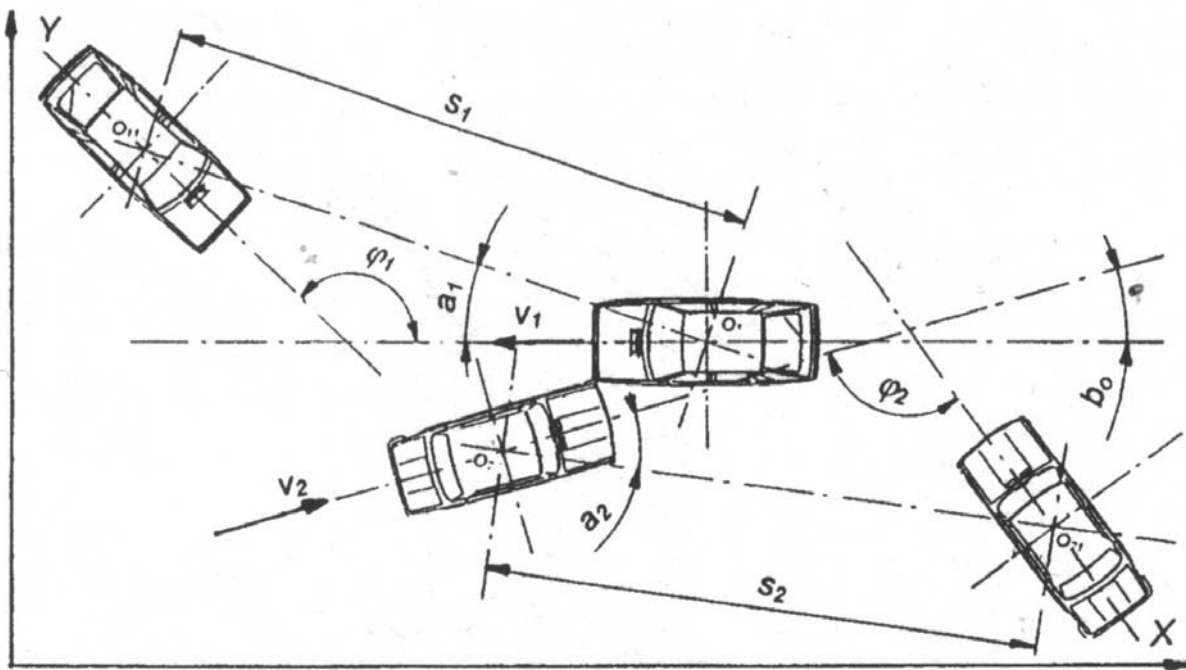


Rys. 5.29. Zderzenie prostopadłe samochodów osobowych

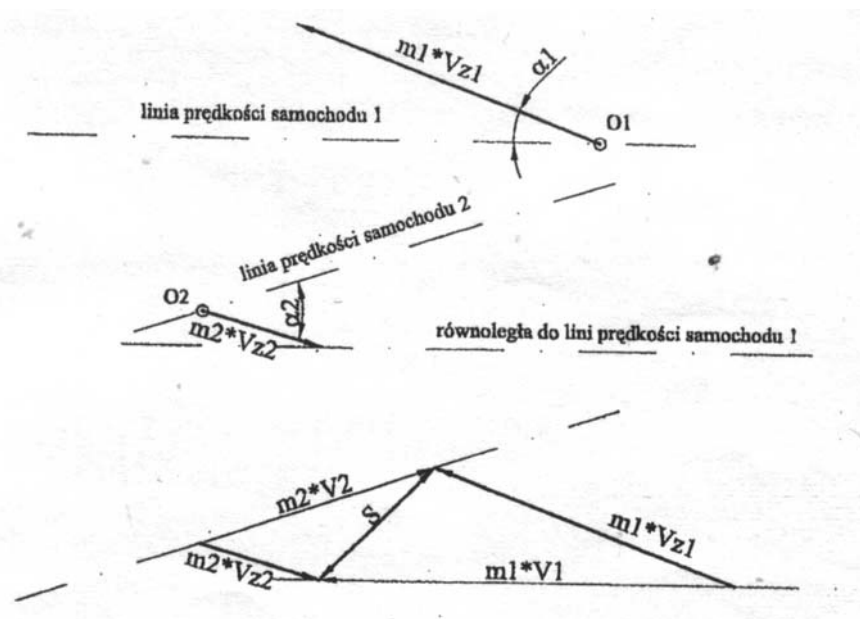


Rys 5.30. Współczynnik korekcji dla wyznaczenia pracy tarcia przy obrocie i przesuwaniu

5.3.2.3 Zderzenie skośne samochodów.



Rys.5.31. Zderzenie skośne samochodów osobowych

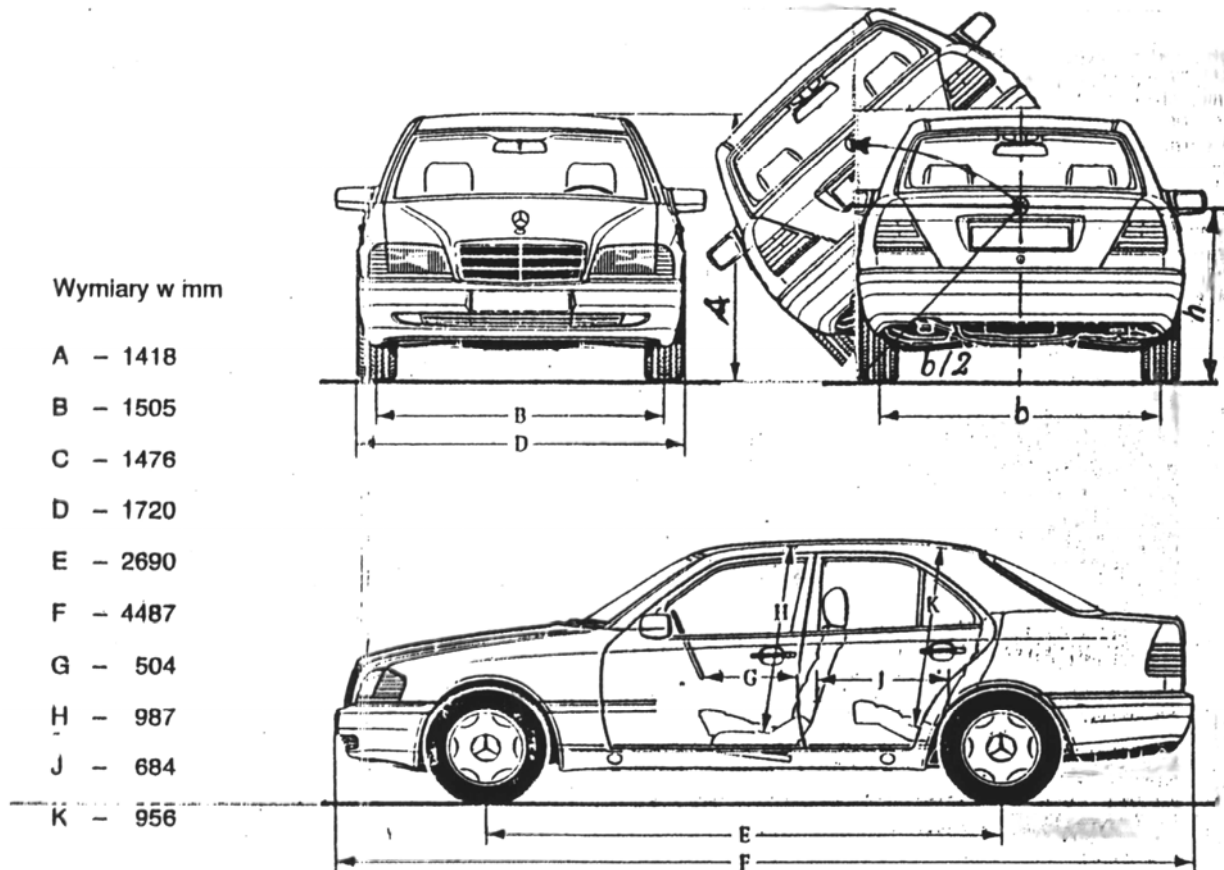


Rys 5.32. Wektory pędów przy zderzeniu skośnym samochodów osobowych – dla rys 5.31.

Sposób postępowania przy wyznaczaniu prędkości samochodów bezpośrednio przed zderzeniem skośnym, do momentu wyznaczenia prędkości samochodów po zderzeniu, jest identyczny jak przy zderzeniu prostokątym (zderzenie prostokątne jest szczególnym przypadkiem zderzenia skośnego) – rys 5.31. Prędkości samochodów po zderzeniu wyznaczamy z tych samych wzorów co przy zderzeniu prostokątym. Identycznie również wyznaczamy dane potrzebne do obliczeń. Różnice występują dopiero przy wyznaczaniu prędkości samochodu przed zderzeniem.

Prędkości te bowiem wyznaczamy wykorzystując metodę graficzną scharakteryzowaną na

rys. 5.32. i przedstawioną na przykładzie rys 5.34. Metoda graficzna pozwala wyznaczyć wartości wektorów pędów samochodu nr 1 i samochodu nr 2. Dysponując wartościami wektorów pędu ($m_1 \cdot V'_1$ i $m_2 \cdot V'_1$) po zderzeniu oraz masami poszczególnych samochodów bez problemów można wyznaczyć ich prędkość przed zderzeniem.



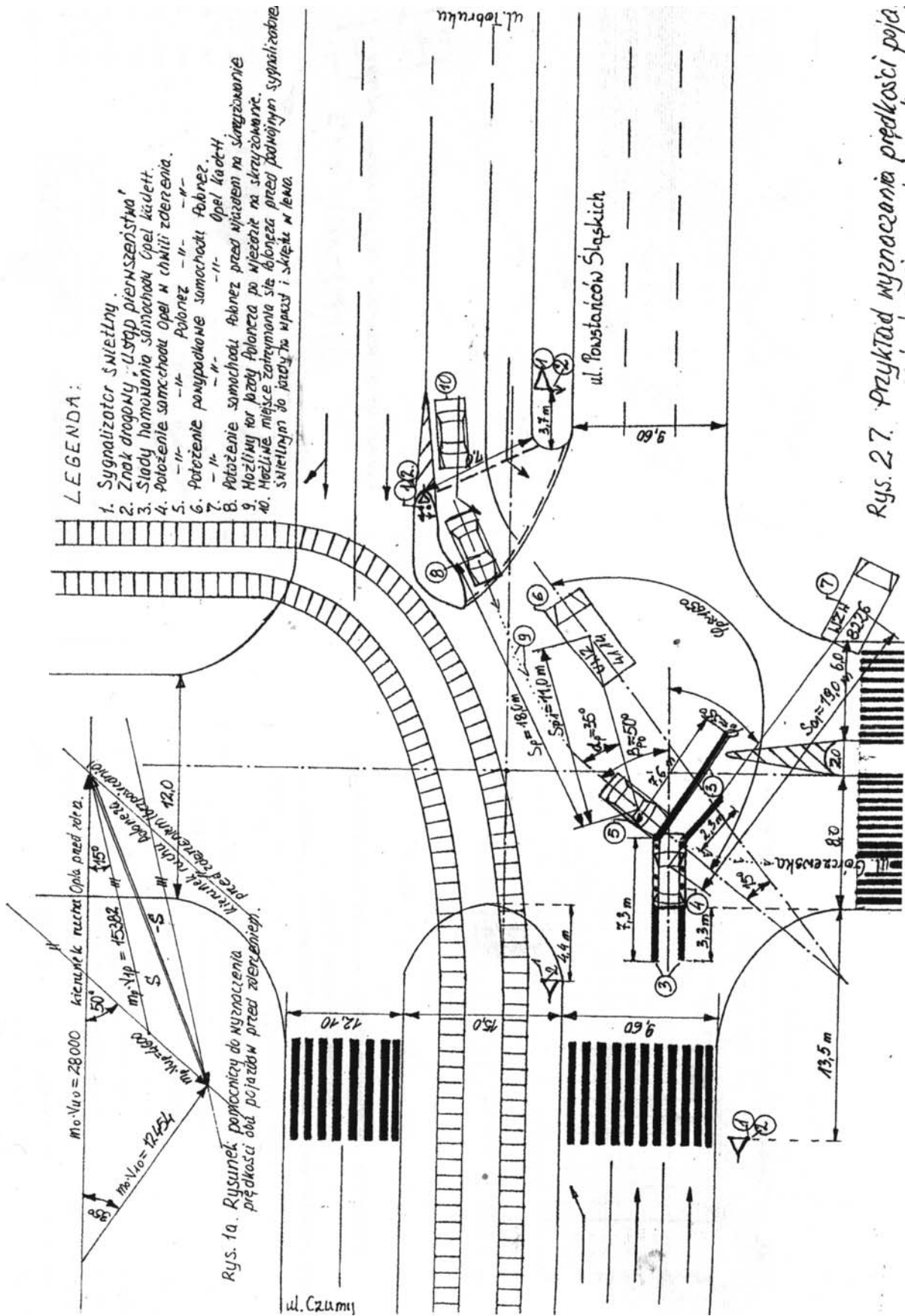
Rys 5.33. Przykład przechyłu bocznego samochodu osobowego

$$E_p = m \cdot g \cdot \left(\sqrt{\frac{h^2 - b_c^2}{4}} - h \right) \cdot i$$

gdzie E_p = energia utracona podczas przewracania się pojazdu.

Literatura:

1. W. Kończykowski – Odtwarzanie i analiza przebiegu wypadku drogowego, SRTSiRD, Paryż-Warszawa 1993 r.,
2. Wypadki drogowe, Vademecum biegłego sądowego, - Instytut Ekspertyz Sądowych, Kraków 2002 r.



Rys 5.34. Szkic miejsca wypadku i przykład wyznaczenia prędkości pojazdu metodą wektorową prof. Slibara – skala 1:200.

TEMAT 6

Mgr inż. Tadeusz DIUPERO

Dr inż. Bolesław PANKIEWICZ

WYPADKI DROGOWE Z UDZIAŁEM PIESZYCH

Przeprowadzenie rekonstrukcji przebiegu wypadku wymaga ustalenia konkretnego zestawu danych wejściowych (parametry ruchu uczestników wypadku) oraz przyjęcia odpowiedniego modelu fizycznego procesu wraz z jego opisem matematycznym.

Analizując wypadek z udziałem pieszego najczęściej należy ustalić:

- prędkość samochodu w chwili kolizji z pieszym,
- początkową prędkość samochodu (w chwili bezpośrednio poprzedzającej powstanie stanu zagrożenia),
- położenie miejsca kolizji,
- położenia samochodu i pieszego w chwili rozpoczęcia reakcji przez kierującego samochodem,
- położenie samochodu i pieszego w chwili, gdy powstał stan zagrożenia,
- prędkość ruchu pieszego,
- czas pobytu pieszego na jezdni,
- kierunek ruchu pieszego.

Wyszczególnione powyżej dane ustala się na podstawie:

- śladów hamowania,
- powypadkowego położenia samochodu,
- powypadkowego położenia ciała pieszego,
- rodzaju i usytuowania uszkodzeń i śladów na pojeździe,
- innych śladów ujawnionych na miejscu wypadku np. odłamków szkła, elementów pojazdu, przedmiotów niesionych przez pieszego i elementów jego ubioru, ślady krwi, ślady otarć nawierzchni drogi
- właściwości i stanu nawierzchni jezdni,
- rodzaj i ciężkość obrażeń ciała pieszego,
- dowodów osobowych.

Prędkość ruchu pieszych

Prędkość ruchu pieszych można ustalić w oparciu o eksperyment procesowy (co raczej rzadko jest możliwe) lub w oparciu o publikowane dane badawcze lub statystyczne.

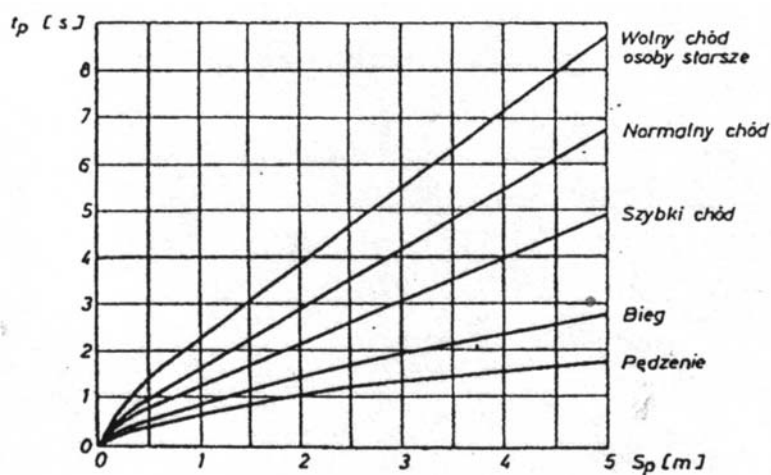
Do niniejszego materiału dołączono tabele prędkości poruszania się pieszych dla typowych sposobów poruszania się. Tabele te prezentują dane z aktualnie dostępnych źródeł oraz ustalone na ich podstawie średnie wartości prędkości.

Rzeczoznawca dokonujący rekonstrukcji przebiegu wypadku ma ograniczone podstawy dla uzasadnienia źródła przyjętej do analizy wartości prędkości poruszania się pieszego. Stąd wynika wniosek, że albo rozpatrując zdarzenie będzie je analizował przyjmując dla danego wieku pełną rozpiętość wartości prędkości ruchu pieszego albo wartość średnią ze wszystkich dostępnych źródeł.

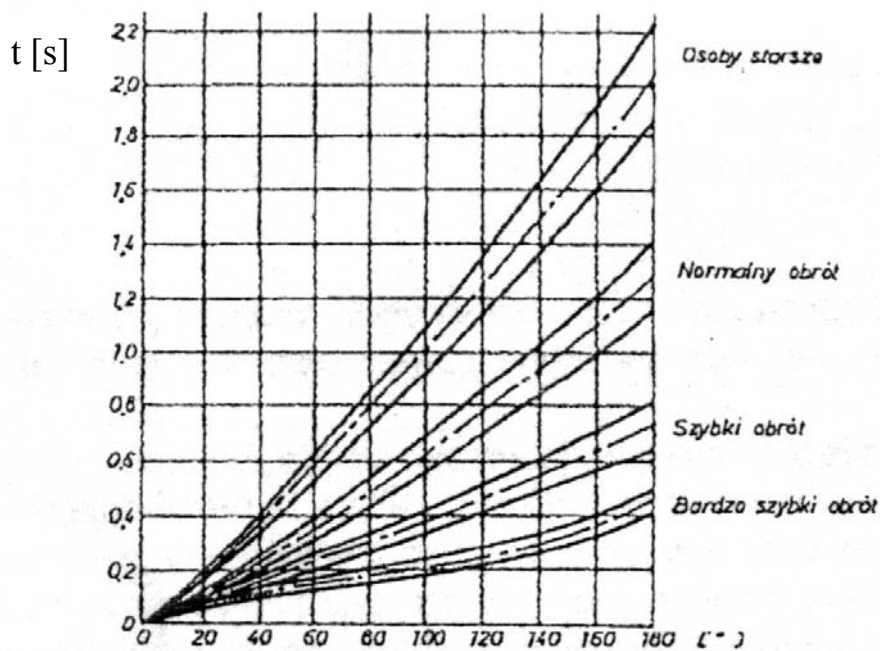
Należy również pamiętać, że piesi nie zawsze poruszają się ze stałą prędkością jednym charakterem ruchu. Poniżej, w tabelicy 6.01, przedstawiono wyniki badań dla specjalnych warunków ruchu pieszego, na rys. 6.01 prędkość cofania się, a na rys. 6.02 obrotu pieszego.

Tablica 6.01. Prędkość specjalnego ruchu pieszego poruszającego się „do przodu”

Płeć	Sposób poruszania się	wolny chód [m/s]	normalny chód [m/s]	szybki chód [m/s]	bieg [m/s]	pędzenie [m/s]
	Czynność					
Mężczyźni	Prowadzenie dziecka za rękę	0,64 - 0,80	1,08 - 1,28	-----	-----	2,94 - 3,55
Kobiety		0,55 - 0,94	0,97 - 1,28	1,30 - 1,53	1,61 - 2,30	2,50 - 3,33
Mężczyźni	Inwalidzi z protezą	0,61 - 0,69	0,78 - 1,08	1,11 - 1,47	1,53 - 1,66	-----
Mężczyźni	Niesienie dziecka na rękę	0,92 - 1,05	1,11 - 1,33	1,39 - 1,53	1,72 - 2,00	-----
Kobiety		0,86 - 1,00	1,08 - 1,30	1,33 - 1,55	2,36 - 2,78	-----
Mężczyźni	Niesienie większych przedmiotów lub paczek	0,97 - 1,14	1,19 - 1,42	1,50 - 1,75	-----	2,86 - 4,00
Kobiety		0,83 - 1,11	1,19 - 1,39	1,47 - 1,67	1,97 - 2,61	3,08 - 3,64
Kobiety	Prowadzenie wózka dzieciennego	0,55 - 0,80	0,97 - 1,25	1,30 - 1,58	1,83 - 2,00	-----
Mężczyźni	Prowadzenie dziecka za rękę	0,72 - 1,00	1,05 - 1,33	1,39 - 1,78	1,94 - 2,39	2,50 - 3,01
Mężczyzna z kobietą	Ruch z trzymaniem pod rękę	0,83 - 1,14	1,22 - 1,50	1,53 - 1,86	2,08 - 3,14	-----



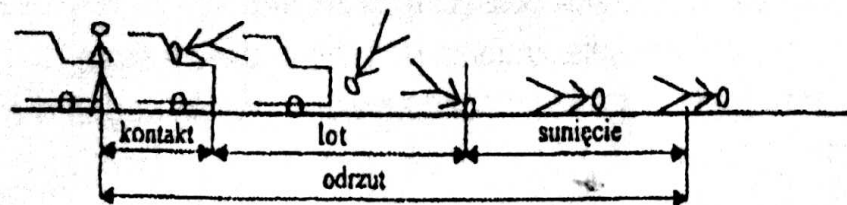
Rys 6.01. Prędkość cofania się pieszego „ze startu stojącego”



Rys 6.02. Obrót (kątowna zmiana ustawienia w stosunku do poprzedniego kierunku ruchu)

Odrzut pieszego

Pieszy w wyniku uderzenia zostaje odrzucony na pewną odległość. Poszczególne fazy odrzutu przedstawiono poniżej.

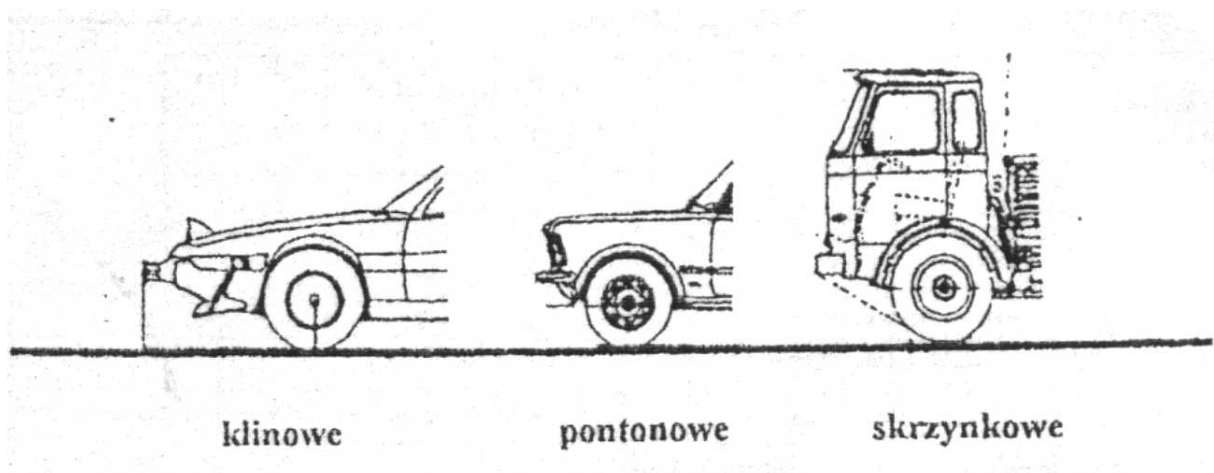


Rys 6.03. Odrzut pieszego

Odległość odrzutu ciała pieszego jest funkcją głównie:

- prędkości samochodu w chwili uderzenia,
- kształtu i wielkości nadwozia samochodu,
- miejsca kontaktu pieszego z samochodem,
- mas uczestników zderzenia,
- wymiarów i pozycji pieszego.

Analiza kształtu i formy nadwozi samochodów pozwala na wyodrębnienie trzech podstawowych typów przodów:



Rys 6.04. Podstawowe rodzaje kształtów przodu samochodów

Analiza statystyczna rzeczywistych wypadków przeprowadzana przez Uniwersytet Techniczny w Berlinie doprowadziła do określenia zależności między odległością odrzutu ciała pieszego a prędkością samochodu tuż po uderzeniu w m/s:

- dorosły pieszy uderzony nadwoziem typu pontonowego

$$s_o = 1,1 + 0,45 \cdot v_{u1} + 0,043 \cdot v_{u1}^2 \quad [m]$$

- dziecko uderzone nadwoziem typu pontonowego

$$s_o = 0,6 + 0,62 \cdot v_{u1} + 0,0027 \cdot v_{u1}^2 \quad [m]$$

- dorosły pieszy lub dziecko uderzone nadwoziem typu klinowego

$$s_o = 1,0 + 0,55 \cdot v_{u1} + 0,027 \cdot v_{u1}^2 \quad [m]$$

- dorosły pieszy uderzony nadwoziem typu skrzynkowego

$$s_o = 0,45 \cdot v_{u1} + 0,042 \cdot v_{u1}^2 \quad [m]$$

- dziecko uderzone nadwoziem typu skrzynkowego

$$s_o = 0,35 \cdot v_{u1} + 0,0425 \cdot v_{u1}^2 \quad [m]$$

Z dokładnością dostateczną dla praktyki można posługiwać się uproszczoną zależnością:

$$s_o = A \cdot v_{u1}^2 \quad [m]$$

gdzie: $A = 0,072 \div 0,116$

Istnieją określone przesłanki dla zawężenia rozrzutu wartości tego współczynnika. Mniejsze wartości odnoszą się do przypadku uderzenia pojazdem o przedzie nadwozia zbliżonym do klinowego i osób o dużym wzroście. Wartości większe odnoszą się do przypadków uderzenia przodem nadwozia o kształcie zbliżonym do skrzynkowego i osób o mniejszym wzroście.

W literaturze można spotkać szereg innych danych dotyczących wielkości odrzutu pieszego w zależności od prędkości uderzenia przy uwzględnieniu różnych czynników mających wpływ na wielkość odrzutu. W załączeniu do niniejszego materiału podano przykłady różnych danych.

Powyższe dane nie dotyczą przypadków uderzeń narożnikowych, w których pieszy styka się z pojazdem tylko częścią ciała. W tych przypadkach ustalenie wielkości odrzutu nastęrcza poważne trudności gdyż wielkość ta zależy od tego jaki „procent” powierzchni ciała brał udział w kontakcie z przodem samochodu. W przypadkach gdy środek masy ciała pieszego pozostawał poza obrysem przodu samochodu można posłużyć się orientacyjną, zależnością podaną przez U. Löchle

$$s_o = 0,1 \cdot V \quad (\text{gdzie } s \text{ w [m] zaś } V \text{ w [km]})$$

6.1. Ustalanie prędkości samochodu chwili uderzenia pieszego.

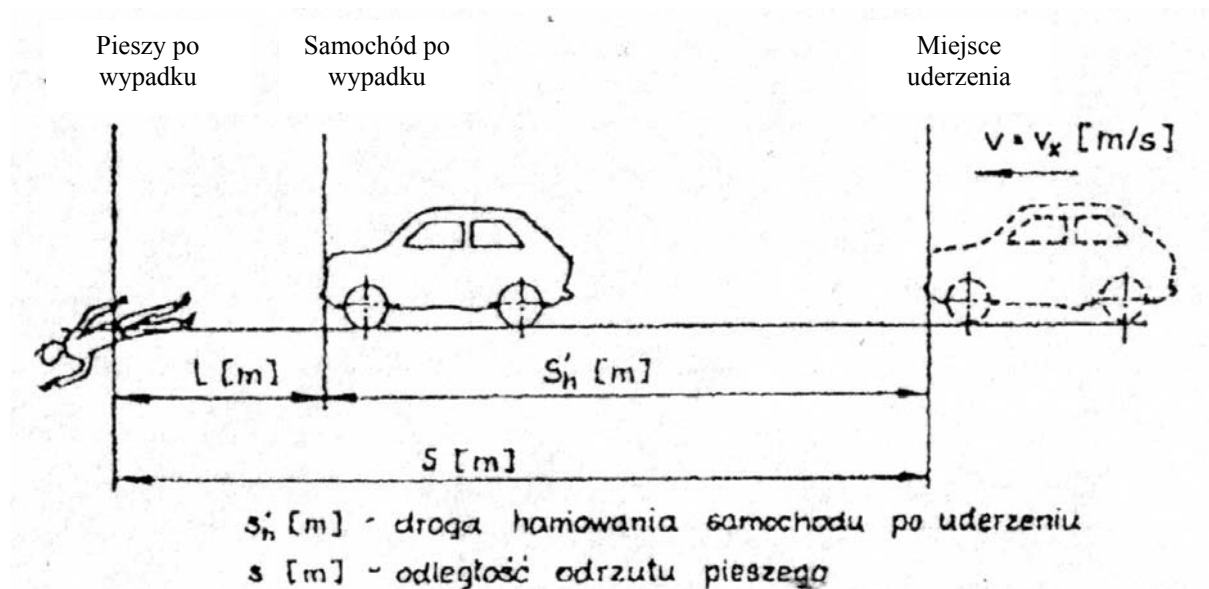
W przypadku gdy miejsce kolizji samochodu z pieszym jest jednoznacznie określone (ślady na miejscu wypadku, ustalony tor ruchu pieszego, wskazania świadków zdarzenia) oraz ustalone zostały położenia powypadkowe samochodu (np. na końcu śladów hamowania) lub ciała pieszego (np. położenie plamy krwi) ustalenie prędkości samochodu w chwili uderzenia pieszego nie nastęrcza specjalnych trudności.

W oparciu o podane powyżej zależności na wielkość odrzutu ciała pieszego można wyznaczyć prędkość samochodu tuż po uderzeniu.

Gdy znana jest długość drogi hamowania samochodu od miejsca uderzenia do miejsca zatrzymania prędkość samochodu tuż po uderzeniu wyznacza się z zależności :

$$V_{u1} = \sqrt{2 \cdot g \cdot \mu \cdot s_h}$$

Znając położenia powypadkowe samochodu i pieszego oraz model fizyczny uderzenia pieszego przez samochód można ustalić położenie miejsca kolizji według poniższego schematu:



Rys 6.05. Określanie prędkości pojazdu na podstawie różnicy drogi zatrzymania pojazdu i odrzutu pieszego po uderzeniu.

Z rysunku widać, że odległość odrzutu pieszego jest sumą długości hamowania samochodu s_h i odległości pomiędzy powypadkowym położeniem ciała pieszego a pojazdem L .

$$s_o = s_h + L$$

przy czym s_h jest funkcją prędkości uderzenia v_{u1} :

$$s_h = \frac{v_{u1}^2}{2 \cdot \mu \cdot g}$$

Przyjmując odpowiedni model fizyczny (rodzaj nadwozia - wielkość pieszego) i rozwiązując powyższy układ równań otrzymuje się odległość umożliwiającą ustalenie położenia miejsca kolizji

Zgadnie z zasadami klasycznej teorii uderzenia w pierwszej fazie kolizji następuje wyrównanie prędkości samochodu i pieszego po linii wektora impulsu siły działającej między nimi podczas zderzenia. Następuje więc zmiana prędkości samochodu i ciała pieszego: prędkość samochodu zostaje zmniejszona a ciała pieszego zwiększona. Z równania ilości ruchu jest:

$$m_s \cdot (v_u - v_{u1}) = m_p \cdot (v_{u1} - v_w)$$

gdzie:

m_s i m_p - masy samochodu i pieszego

v_u - prędkość samochodu w chwili zetknięcia się z pieszym

v_{u1} - wspólna prędkość samochodu i pieszego w końcu pierwszej fazy zderzenia

v_w - prędkość pieszego w kierunku linii wektora ruchu samochodu.

Ponieważ dla ogromnej większości uderzeń pieszego przez pojazd $v_w = 0$, a więc po przekształceniu jest:

$$v_u = v_{u1} \frac{m_s + m_p}{m_s} \quad [m/s]$$

W przypadkach gdy brak jest danych co do: długości drogi hamowania samochodu, jego powypadkowego położenia, powypadkowego położenia pieszego prędkość samochodu w chwili uderzenia pieszego można oszacować biorąc pod uwagę zakres obrażeń ciała pieszego jaki wynika zwykle z protokołów oględzin zwłok lub historii choroby, które znajdują się w aktach sprawy. Dla uzyskania porównywalności danych wprowadzono umowne jednostki AIS (*Abbreviated Injury Scale*) - skrócona skala obrażeń, określająca zakres powstałych rzeczywistych obrażeń. Przyjęto 9 stopniową skalę obrażeń.

AIS 1 - lekkie obrażenia (powierzchowne otarcia naskórka, rany cięte, sińce, złamania kości nosa, złamania żeber).

AIS 2 - średnie obrażenia (wstrząśnienie mózgu z utratą przytomności do 15 minut, złamanie mostka, rozległe złamanie żeber).

AIS 3 - ciężkie obrażenia (wstrząśnienie mózgu z utratą przytomności do 1 h, złamanie barku, pęknięcie przepony, utrata oka).

AIS 4 - bardzo ciężkie obrażenia (udar mózgu z utratą przytomności do 24 h, pęknięcie śledziony, pęknięcie żołądka, utrata nogi).

AIS 5 - krytyczne obrażenia (udar mózgu z utratą przytomności powyżej 24 h, pęknięcie jelit, wątroby, mięśnia sercowego, uszkodzenie rdzenia kręgowego z porażeniem).

AIS 6 - nieprzeżyciowe obrażenia (pęknięcie czaszki, zgniecenie klatki piersiowej, pęknięcie kręgosłupa na wysokości trzeciego kręgu szyjnego lub wyżej).

AIS 9 - bardzo rozległe obrażenia (zmasakrowanie ciała).

Na podstawie analizy statystycznej określono równanie w formie wielomianu drugiego stopnia:

$$AIS = a + b \cdot v + c \cdot v^2$$

gdzie: v - prędkość uderzenia w m/s

Tablica 6.02. Wartości współczynników stałych podano w poniższej:

Współczynniki	Uderzenie	a [AIS]		b [AIS $\frac{s}{m}$]		c [AIS $\frac{s^2}{m^2}$]	
		Dorośli	Dzieci	Dorośli	Dzieci	Dorośli	Dzieci
Nadwozie	Pierwotne	0	0	0	0	0,0250	0,0285
	Wtórne	1,000	0,8170	0	0,0720	0	0
Klinowe	Pierwotne	0	0	0	0	0,0155	0,0190
	Wtórne	0,7600	0,7600	0,0550	0,0550	0	0

Tak więc jeżeli dorosła osoba uderzona nadwoziem typu pontonowego odniosła obrażenia zakwalifikowane w skali AIS = 5, to prędkość uderzenia nie była mniejsza niż:

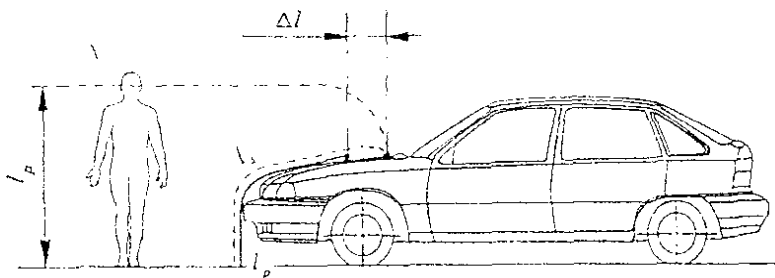
$$5,0 = 0 + 0 + 0,0250 \cdot v^2$$

$$V = \sqrt{\frac{5,0}{0,0250}} \cong 14,14 \text{ [m/s]}$$

Należy przy tym zastrzec, że jest to metoda bardzo przybliżona, wynik może być obarczony dużym błędem. Może ona służyć raczej do weryfikacji prędkości obliczanej innymi metodami.

Innym sposobem oszacowania prędkości samochodu w chwili uderzenia pieszego jest ustalenie położenia miejsca uderzenia głowy pieszego w przednią część nadwozia - na pokrywie przedniej lub na szybie czołowej. Miejsca te przy właściwie wykonanych fotografiach samochodu są dość łatwe do wyodrębnienia z ogólnych uszkodzeń przodu samochodu.

Na poniższym szkicu rys przedstawiono schemat ustalania wartości niezbędnych do wyznaczenia prędkości uderzenia:



rys 6.06. Szkic metodyki ustalania wartości niezbędnych do wyznaczenia prędkości uderzenia człowieka przez samochód osobowy o przodzie typu „klinowy”

Niezbędnym jest ustalenie następujących danych:

$$l'_s = l'_s - \Delta h_s$$

gdzie:

l'_s długość linii od powierzchni jezdni do miejsca zetknięcia się głowy pieszego z elementem pojazdu;

$\Delta h_s = 0,04 - 0,09$ [m] - obniżenie przodu pojazdu wywołane odkształceniem elementów zawieszenia.

$$l_p = h_p - \Delta h_p - r_p \quad [m]$$

gdzie:

h_p - wzrost pieszego;

Δh_p - zmiana wysokości zależna od warunków ruchu pieszego wynosząca:

0,03÷0,04 m dla normalnego chodu

0,05 m dla szybkiego chodu

0,10 m dla biegu

$r_p = 0,1$ m promień głowy pieszego

Wielkość zmierzonej różnicy tych długości: $\Delta l = l_s - l_p$ pozwala na stwierdzenie, że prędkość uderzenia nie mogła być mniejsza niż:

- dla pojazdów z nadwoziem trapezowym

$$v_{u \min} = \frac{\Delta l + 0,27}{0,0657} \quad [m/s]$$

- dla pojazdów z nadwoziem pontonowym

$$v_{u \min} = \frac{\Delta l + 0,4275}{0,0687} \quad [m/s]$$

6.2. Czasowo-przestrzenna analiza wypadku.

Czasowo-przestrzenna analiza wypadku powinna umożliwić ustalenie wzajemnych usytuowań samochodu i pieszego w poszczególnych fazach lub chwilach wypadku od chwili powstania stanu zagrożenia do chwili kolizji. Za chwilę powstania stanu zagrożenia należy uważać chwilę, w której kierujący pojazdem - przy zachowaniu należytej staranności, uwagi i ostrożności - mógł i powinien był dostrzec pieszego i zorientować się o mogącym grozić niebezpieczeństwie kolizji.

Rekonstrukcję sytuacji przedwypadkowej rozpoczyna się od ustalenia położenia miejsca kolizji samochodu z pieszym i ich parametrów ruchu. Następnie „cofając” poszczególne zdarzenia należy dojść do chwili zaistnienia stanu zagrożenia. W analizie tej stosowane są ogólnie znane wzory i zależności na czas, drogę i prędkość. Dla ugruntowania wiedzy w tym zakresie należy pamiętać o podstawowych wzorach określających poszczególne fazy ruchu samochodu podczas hamowania.

- prędkość samochodu w chwili rozpoczęcia znaczenia śladów hamowania przed uderzeniem pieszego

$$v_s = \sqrt{v_u^2 + 2 \cdot \mu \cdot g \cdot S_{hl}}$$

- ubytek prędkości podczas narastania opóźnienia hamowania

$$dv = \frac{\mu \cdot g \cdot t_n}{2}$$

- odcinek drogi przejechany w czasie narasta opóźnienia hamowania

$$s(t_n) = \left(v_s - \frac{dv}{3} \right) \cdot t_n$$

- prędkość samochodu w chwili podjęcia przez kierującego decyzji o hamowaniu

$$v_o = v_s + dv$$

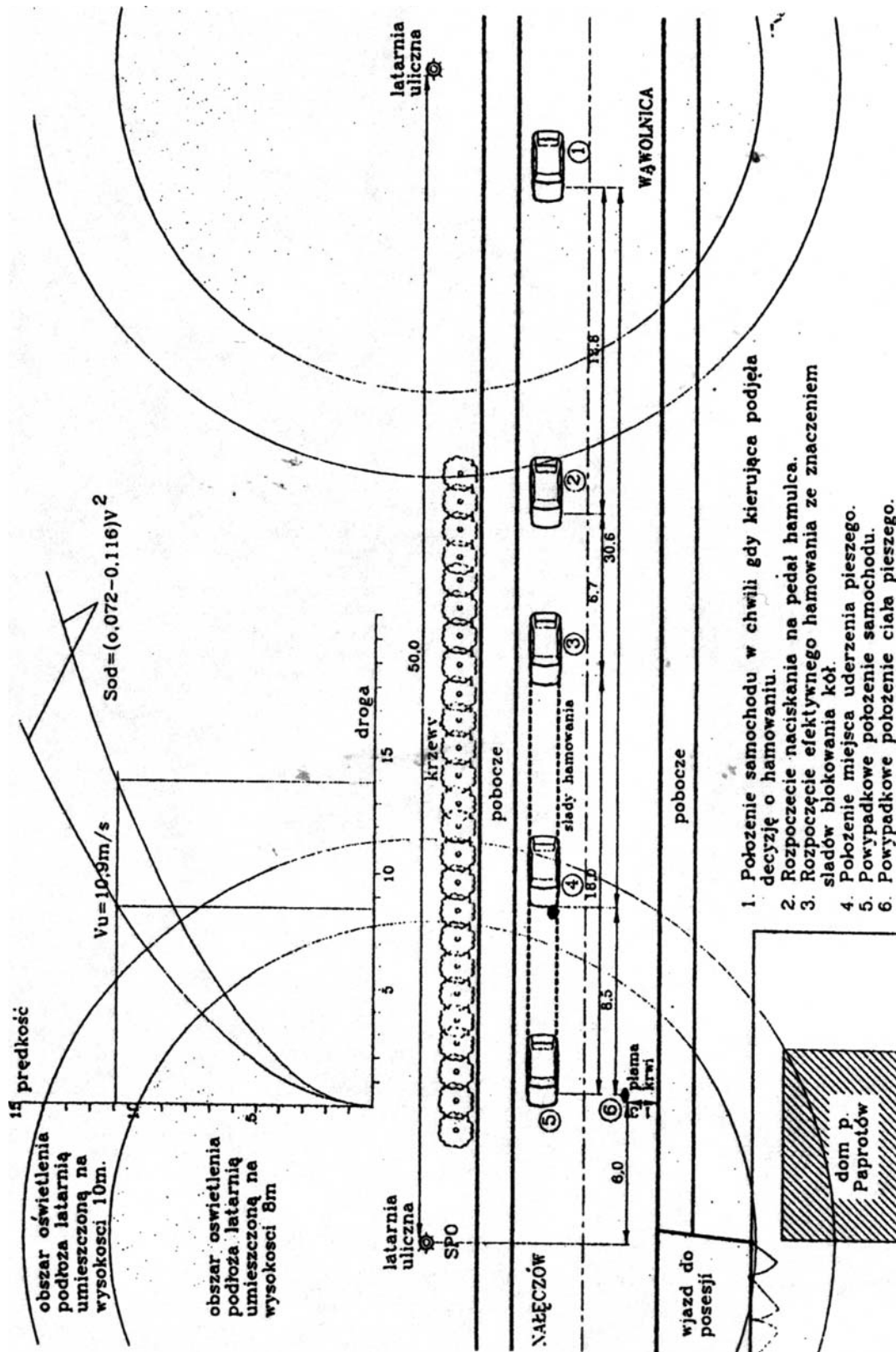
- całkowita długość drogi zatrzymania

$$s_z = v_o \times t_r + v_o \frac{t_n}{2} + \frac{v_o^2}{2 \mu g}$$

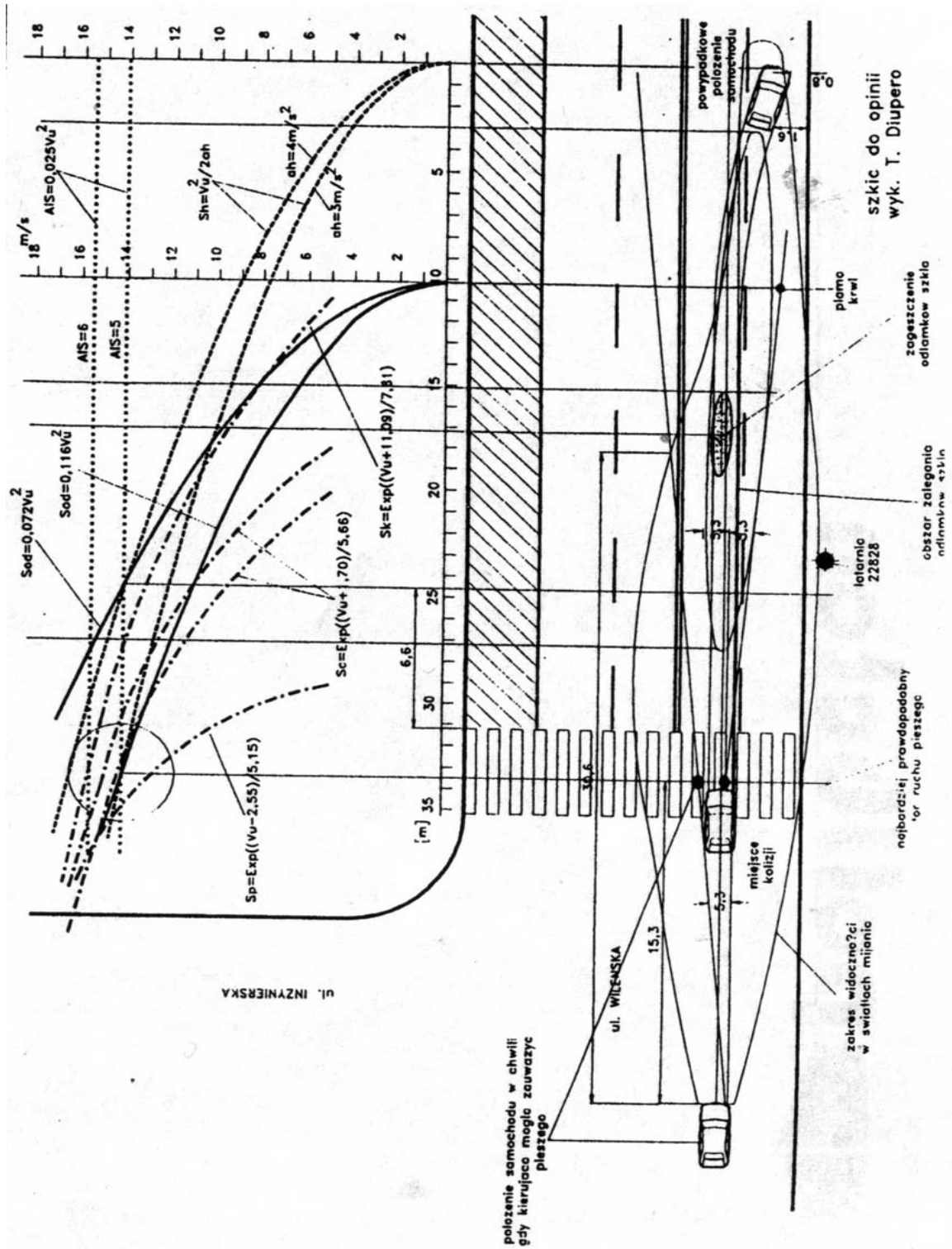
Na poniższych trzech szkicach – rys 6.07, 6.08. i 6.09 przedstawiono przykłady rekonstrukcji przebiegu wypadku w sytuacji gdy znane było położenie miejsca kolizji i w sytuacji gdy miejsce to należało ustalić. Natomiast w tablicach 6.02, 6.05, 6.06. i 6.07. przedstawiono prędkości pieszych podawane przez różne źródła, oraz wartości średnie dla różnych sposobów ruchu.

Literatura:

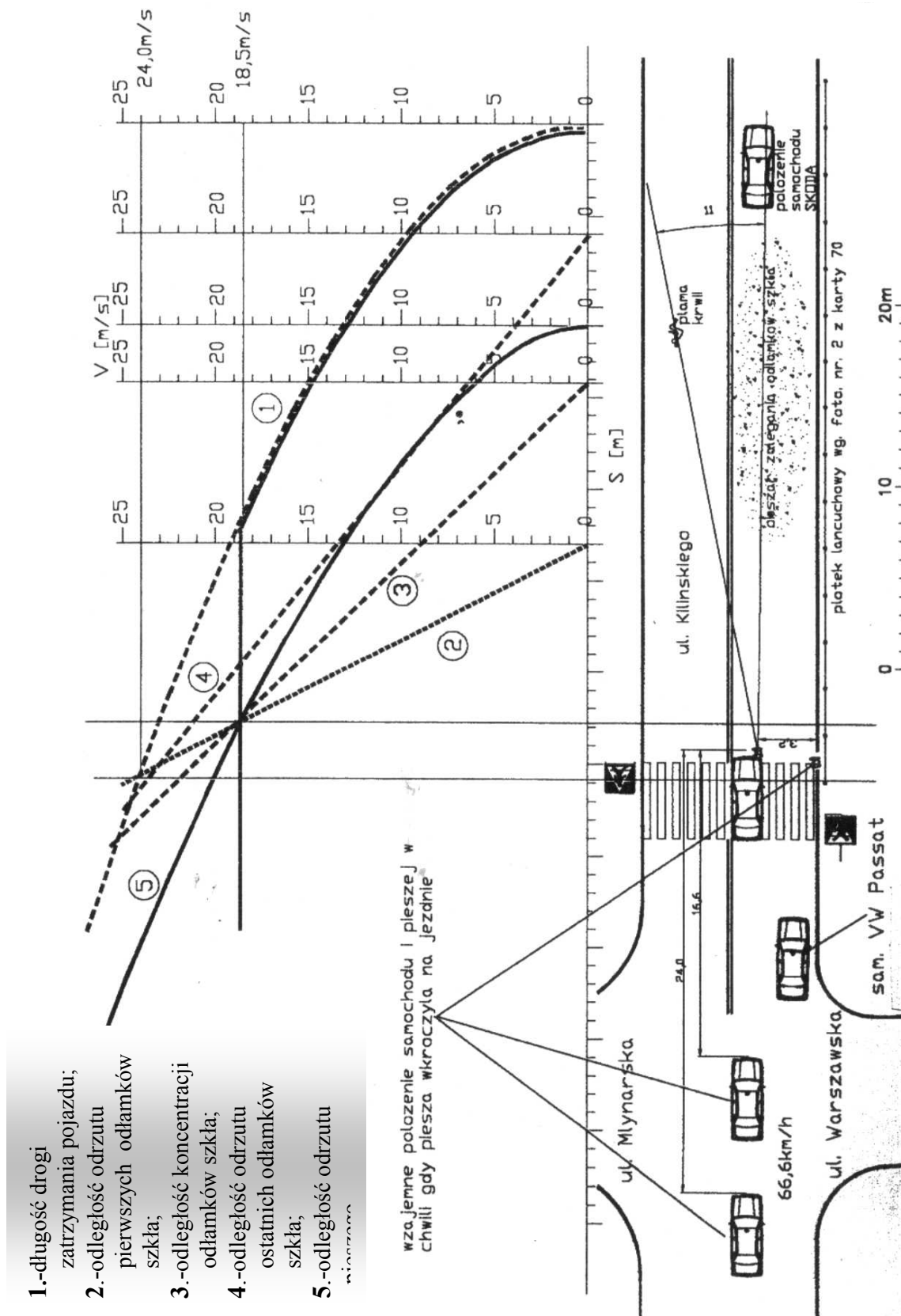
1. W.KOŃCZYKOWSKI : Odtwarzanie i analiza przebiegu wypadku drogowego. SRWiRD Paryż - Warszawa 1993r;
2. Praca zbiorowa - Wypadki drogowe. - Vademecum biegłego sądowego. Wydawnictwo – Instytut ekspertyz Sądowych - Kraków 2002r



Rys 6.07. Rekonstrukcja wypadku gdy znane jest miejsce kolizji



Rys 6.08. Rekonstrukcja wypadku gdy znane jest miejsce kolizji



Rys 6.09. Rekonstrukcja wypadku gdy nie znane jest miejsce kolizji

Tablica 6.04

NORMALNY CHÓD									
	źródło wiek	Witold Rychter	Krystyna Kaczmarek	Eberhardt Himbert	Instytuty ZSRR	Jerry Eubanks	wartość średnia		
MEŹCZYŹNI	2 ÷ 4	brak danych	brak danych	X	brak danych	0,84	1,00		
				0,90-1,00		1,23			
	4 ÷ 6		1,00	1,30	brak danych	1,38	1,43	1,28	
	6 ÷ 8		1,50	1,80	1,11-1,44	1,5	1,5	1,45	
	8 ÷ 10		1,30	1,55	1,19	1,50	1,53	1,64	1,48
	10 ÷ 12		1,90	1,60	1,22	1,53	1,56	1,50	
	12 ÷ 14		1,60	1,60	1,39	brak danych	brak danych	1,46	
	14 ÷ 16		1,64	1,80	1,61			1,59	
	16 ÷ 20		1,60	1,61	1,61	1,62	1,50		
	20 ÷ 30		1,18	1,20	1,33	1,72	1,62	1,48	
	30 ÷ 40		1,53	1,20	1,33	1,72	1,59	1,46	
	40 ÷ 50		1,14	1,50	1,28	1,61	1,50	1,41	
	50 ÷ 60		1,45	1,11	1,40	1,17	1,23	1,30	
	60 ÷ 70		0,92	1,30	1,22	0,97	1,20	1,10	
70 ÷ 80	0,75	1,10	0,97	0,80	0,97				
KOBIECY	2 ÷ 4	brak danych	brak danych	X	brak danych	1,02	1,04		
				0,90-1,00		1,23			
	4 ÷ 6		1,00	1,30	brak danych	1,34	1,50	1,28	
	6 ÷ 8		1,50	1,60	1,03-1,39	1,51	1,60	1,39	
	8 ÷ 10		1,10	1,50	1,11	1,61	1,62	1,41	
	10 ÷ 12		1,75	1,50	1,17	1,44	1,56	1,42	
	12 ÷ 14		1,90	1,55	1,50	brak danych	brak danych	1,50	
	14 ÷ 16		1,00	1,80	1,25			1,53	1,50
	16 ÷ 20		1,64	1,60	1,28	1,55	1,71	1,46	
	20 ÷ 30		1,08	1,40	1,30	1,64	1,71	1,51	
	30 ÷ 40		1,52	1,30	1,30	1,61	1,62	1,39	
	40 ÷ 50		1,00	1,20	1,22	1,50	1,53	1,29	
	50 ÷ 60		1,30	1,40	1,17	1,39	1,47	1,30	
	60 ÷ 70		1,08	1,40	1,39	1,39	1,47	1,30	
60 ÷ 70	0,86	1,40	0,97	1,22	1,23	1,20			
70 ÷ 80	0,62	1,20	0,97	0,80		0,97			

Tablica 6.5.

		SZYBKI CHÓD							
	źródło wiek	Witold Rychter	Krystyna Kaczmarek	Eberhardt Himbert	Instytuty ZSRR	Jerry Eubanks	wartość średnia		
MEŻCZYŹNI	2 ÷ 4	brak danych	brak danych	X	brak danych	0,9	1,27		
				1,30-1,40		1,47			
	4 ÷ 6		1,50	1,70	brak danych	1,6	1,87	1,65	
	6 ÷ 8		2,10	2,25	1,50-1,80	1,96	1,97	1,91	
	8 ÷ 10		2,25	2,30	1,55	1,75	1,77	1,90	
	10 ÷ 12		2,30	2,10	1,58	1,83		1,87	
	12 ÷ 14		2,30	2,10	1,64		brak danych	1,92	
	14 ÷ 16		1,62	2,40	1,97			1,86	
	16 ÷ 20			2,30	1,67	2,17	1,95	1,99	
	20 ÷ 30		1,85	1,90	2,30	1,75	2,17	1,95	2,00
	30 ÷ 40			2,20	1,75	2,17	1,74	1,88	
	40 ÷ 50		1,62	1,55	2,00	1,67	2,00	1,92	1,79
	50 ÷ 60			1,18	2,10	1,50	1,89	1,65	1,66
	60 ÷ 70		1,20		2,00	1,25	1,67	1,38	1,52
70 ÷ 80		0,95	1,40	1,00	1,39	1,23			
KOBIECY	2 ÷ 4	brak danych	brak danych	X	brak danych	1,05	1,32		
				1,30-1,40		1,53			
	4 ÷ 6		1,50	1,70	brak danych	1,85	1,80	1,69	
	6 ÷ 8		2,00	2,20	1,39-1,72	1,8	1,81	1,81	
	8 ÷ 10		1,75	2,10	1,44	1,76	1,97	1,84	
	10 ÷ 12		2,00	1,90	1,50	1,72		1,75	
	12 ÷ 14		2,30	2,40	1,55		brak danych	1,94	
	14 ÷ 16		1,85	1,90	1,89			1,88	
	16 ÷ 20			2,35	1,58	1,92	1,95	1,85	
	20 ÷ 30		1,80	1,44	2,30	1,67	2,05	1,95	1,87
	30 ÷ 40			2,20	1,64	2,00	1,77	1,78	
	40 ÷ 50		1,60	1,30	2,00	1,53	2,00	1,83	1,79
	50 ÷ 60			1,08	2,10	1,44	1,80	1,68	1,62
	60 ÷ 70		1,10		2,00	1,25	1,55	1,38	1,53
70 ÷ 80		1,00	1,40	1,33	1,00	1,21			

Tablica 6.06.

		BIEG							
	źródło wiek	Witold Rychter	Krystyna Kaczmarek	Eberhardt Himbert	Instytuty ZSRR	Jerry Eubanks	wartość średnia		
MEŹCZYŹNI	2 ÷ 4	brak danych	brak danych	X	brak danych	0,9	2,09		
				1,65-1,90		1,47			
	4 ÷ 6		2,00	2,20	1,6	1,87	2,85		
	6 ÷ 8		2,90	3,40	2,00-2,90	1,96	1,97	3,17	
	8 ÷ 10		3,30	3,45	2,05	2,97	1,75	1,77	3,39
	10 ÷ 12		3,20	3,60	2,11	3,08	1,83	brak danych	3,14
	12 ÷ 14		3,50	3,70	2,17	3,25	brak danych		3,00
	14 ÷ 16		3,00	4,00	2,39	3,61		1,95	3,30
	16 ÷ 20		3,90	4,40	4,00	2,44	3,61	1,95	3,55
	20 ÷ 30		4,20	4,20	2,28	3,33	1,74	3,35	
	30 ÷ 40		2,80	3,85	2,11	3,08	1,92	2,98	
	40 ÷ 50		3,00	3,50	2,78	1,94	1,65	2,75	
	50 ÷ 60		0,86	3,20	2,40	2,11	1,72	1,38	2,12
	60 ÷ 70		2,10	1,80	1,42	1,42	1,66		
70 ÷ 80	0,70	1,50							
KOBIECY	2 ÷ 4	brak danych	brak danych	X	brak danych	1,05	2,05		
				1,65-1,90		1,53			
	4 ÷ 6		2,00	2,20	1,85	1,80	2,75		
	6 ÷ 8		2,85	2,80	1,94-2,78	3,76	3,78	2,93	
	8 ÷ 10		3,20	3,00	2,00	2,86	4,27	4,29	3,17
	10 ÷ 12		3,15	3,20	2,05	2,97	4,7	brak danych	3,01
	12 ÷ 14		3,70	3,50	2,14	3,11	brak danych		3,01
	14 ÷ 16		2,80	3,20	2,25	3,50		3,48	3,16
	16 ÷ 20		3,75	4,10	2,36	3,58	3,48	3,31	
	20 ÷ 30		4,00	4,00	2,36	3,58	3,48	3,48	
	30 ÷ 40		3,70	2,25	3,22	3,30	3,18		
	40 ÷ 50		2,60	3,50	2,25	2,94	2,85	2,82	
	50 ÷ 60		2,80	3,30	1,92	2,50	2,79	2,53	
	60 ÷ 70		0,86	2,90	2,90	1,72	2,08	2,43	2,15
70 ÷ 80	1,70	1,36	1,72	1,72	1,57				
	0,60	1,60							

Tablica 6.07.

BARDZO SZYBKI BIEG								
	źródło wiek	Witold Rychter	Krystyna Kaczmarek	Eberhardt Himbert	Instytuty ZSRR	Jerry Eubanks	wartość średnia	
MĘŻCZYŹNI	2 ÷ 4	X	brak danych	X	brak danych	1,92	2,70	
		2,57		2,25-3,00		3,75		
	4 ÷ 6	3,57		3,15	4,75	brak danych	3,93	4,02
		4,00		4,20			4,55	
	6 ÷ 8	4,35		4,20	4,80	3,10-3,6	4,52	4,28
		4,55		4,60			5,15	
	8 ÷ 10	4,76		4,60	4,90	3,19	5,6	4,62
		5,00		5,30		3,75	5,18	
	10 ÷ 12	5,26		5,30	5,55	3,53	5,2	4,95
		5,55		5,40		4,28	brak danych	
	12 ÷ 14	5,88		5,40	5,40	3,67		brak danych
		6,25		7,60		4,44		
	14 ÷ 16	7,70		7,60	4,00	5,00	4,23	5,71
	20 ÷ 30	6,70		7,40	6,25	4,00	4,23	5,59
		6,25		6,70		5,00	3,63	
30 ÷ 40	5,88	6,70	5,88	3,64	3,63	4,97		
	5,26	5,65		3,14	3,39			
40 ÷ 50	4,55	5,30	4,55	4,72	3,39	4,45		
	4,17	4,10		2,80	4,39			
50 ÷ 60	4,17	3,85	4,17	4,39	3,15	4,06		
							3,85	4,10
60 ÷ 70	3,45	3,10	3,03	3,33	2,73	3,38		
	3,03	3,10		2,94			2,00	
70 ÷ 80	3,03	2,10	3,03	2,00	2,73	2,75		
	3,03	2,10		2,00				
KOBIECY	2 ÷ 4	X	brak danych	X	brak danych	2,13	2,64	
		2,57		2,25-3,00		3,27		
	4 ÷ 6	3,33		3,15	4,75	brak danych	4,79	4,01
		3,70		4,00			4,36	
	6 ÷ 8	3,85		4,00	4,35	3,00-3,44	4,38	3,94
		4,00		4,70			4,51	
	8 ÷ 10	4,17		4,70	4,35	3,17	4,96	4,34
		4,35		4,30		3,72	5,37	
	10 ÷ 12	4,55		4,50	4,76	3,42	5,26	4,53
		4,76		5,00		4,22	brak danych	
	12 ÷ 14	5,00		5,30	5,30	3,53		brak danych
		5,26		4,80		4,30		
	14 ÷ 16	6,70		6,70	6,70	4,61	4,17	4,98
	20 ÷ 30	6,25		6,10	5,26	3,83	4,17	5,05
		5,26		5,70		4,72	3,75	
30 ÷ 40	4,76	5,70	4,76	3,33	3,75	4,45		
	4,76	5,20		4,72	3,39			
40 ÷ 50	4,35	5,20	4,35	3,00	3,39	4,04		
	4,35	4,60		4,44	3,15			
50 ÷ 60	3,85	4,60	3,85	3,89	3,15	3,64		
	3,85	4,00		2,78	3,15			
60 ÷ 70	3,57	4,00	3,33	3,19	2,67	3,24		
	3,33	3,60		2,36				
70 ÷ 80	3,18	2,40	2,78	2,50	2,67	2,44		
	2,78	1,80		1,78				

6.3. Przykłady rekonstrukcji wypadku potrącenia pieszego

PRZYKŁAD:

Rekonstrukcja wypadku potrącenia pieszego przez samochód.

Zadanie:

Ustalenie mechanizmu zaistnienia i przebiegu wypadku w dniu 1.10.1998 r we Włocławku wraz z podaniem przyczyn jego zaistnienia.

Odpowiedź:

Mechanizm przebiegu wypadku zaistniałego w dniu 1.10.1998 r we Włocławku przedstawiono w punkcie 2.1. uzasadnienia niniejszej opinii. Przyczyną jego zaistnienia było wkroczenie dwojga pieszych na jezdnię, na wyznaczonym przejściu dla pieszych, przy czerwonym sygnale świetlnym dla ich kierunku ruchu, bezpośrednio przed nadjeżdżającym pojazdem.

6.3.1. OPIS MATERIAŁU AKT SPRAWY.

Z notatki urzędowej (k 1) wynika, że samochód Nissan uderzył dwoje pieszych, którzy weszli na oznakowane przejście dla pieszych przy czerwonym świetle, z prawej strony jezdni. Wypadek zaistniał w miejscowości Włocławek na ul. Toruńskiej 75 na odcinku, który dotychczas był o ruchu jednokierunkowym, a w chwili wypadku (ze względu na prowadzony remont) posiadał ruch dwukierunkowy. Sygnalizacja świetlna na tym przejściu załączana była przez pieszych (k.1). Zdarzenie miało miejsce w dniu 1.10.1998 r o godz. 6.20 (tj. 33 min przed wschodem słońca) na obszarze zabudowanym, jezdni asfaltowej, suchej, prędkość dopuszczalna 60 km/h, sygnalizacja świetlna była sprawna. Jezdnia w miejscu wypadku miała szerokość 7 m, dwa pasy ruchu w przeciwnym kierunku, posiadała wyznaczone przejście dla pieszych o szerokości 6 m, oznakowane znakami poziomymi wraz z sygnalizacją świetlną (k.5). Z prawej strony jezdni, skąd wchodził piesi, przejście znajdowało się na pasie zieleni (o szer. 4 m) rozdzielającym czasowo wyłączone pasmo ruchu ul. Toruńskiej.

Położenie śladów hamowania samochodu Nissan, a także elementów oznakowania jezdni oraz przedmiotów związanych z wypadkiem opisane zostało w protokóle oględzin miejsca wypadku (k.3 i 4), zaznaczone na jego szkicu (k. 5) i przedstawione na załączonych fotografiach (k. 78).

Z protokołu oględzin pojazdu (k. 14) oraz fotografii nr 3 wynika, że w pojeździe uległy uszkodzeniu: przedni prawy narożnik, błotnik przedni prawy, zderzak przedni, pokrywa silnika, lampy reflektorowe, prawa lampa zespolona, szyba przednia i słupek przedni.

Zakres obrażeń ciała odniesionych przez uderzonych pieszych został opisany w protokóle sądowo-lekarskich oględzin i sekcji zwłok (k. 21-25 i 29-33).

Z zeznań naocznych świadków wypadku wynika, że piesi wkroczyli na przejście na jezdni przy czerwonym świetle dla nich, a zielonym dla nadjeżdżającego samochodu, w odległości około 5-7 m przed nim. Przy czym piesi patrzyli w stronę Włocławka to jest w kierunku przeciwnym do nadjeżdżającego pojazdu (k. 44, 46V, 108). Z relacji świadka E. Siemianowskiego wynika, że po uderzeniu jedna z osób „odbiła się po prawej stronie pojazdu, druga zaś po lewej stronie” (k. 45). Piesi wkraczali na jezdnię normalnym krokiem - nie biegli (k. 44V, 107V). Analogicznie sposób zachowania się pieszych znajduje potwierdzenie w wyjaśnieniach kierującego samochodem Nissan (k. 48, 49, 71). Ponadto wyjaśnił on, że na przejście dla pieszych pierwszy wkroczył mężczyzna, a za nim kobieta. Widząc to natychmiast rozpoczął gwałtowne hamowanie (k. 48V, 49).

6.3.2. OPIS BADAŃ I UZASADNIENIE

6.3.2.1. Analiza przebiegu wypadku,

Z analizy zgromadzonego materiału dowodowego wynika, że samochód osobowy marki Nissan przodem uderzył w dwoje pieszych, którzy weszli na wyznaczone przejście dla pieszych z prawej strony jezdni przy czerwonym świetle. O uderzeniu pieszych przodem pojazdu świadczą charakter i lokalizacja uszkodzeń samochodu Nissan, opisane w protokóle jego oględzin (k.14) i przedstawione na fotografii nr 3 (k.78). Uszkodzenie przedniego, prawego narożnika pojazdu oraz pokrywy komory silnika, szyby przedniej i słupka przedniego przy jego lewym boku, a także położenie powypadkowe pieszych wskazują że piesi przekraczali jezdnię idąc jedno za drugim.

Położenie powypadkowe pieszej przy prawej krawędzi jezdni a pieszego i plamy krwi przy lewej krawędzi (k.5, 45, 46V, 107V, 108) wskazują, że pierwszy na przejście wkroczył mężczyzna, a zanim kobieta. Wówczas pieszy ten został uderzony przednią lewą częścią pojazdu, a kobieta przednim prawym narożnikiem. Przy takim sposobie uderzenia mężczyzna został odrzucony na lewą, a kobieta na prawą stronę, patrząc zgodnie z kierunkiem ruchu pojazdu.

Taki sposób poruszania się pieszych oraz ich położenie powypadkowe znajduje również potwierdzenie w wyjaśnieniach kierującego samochodem Nissan (k.49, 106).

Położenie początku śladów blokowania kół samochodu Nissan przed przejściem dla pieszych, na którym doszło do potrącenia świadczy, że kierujący tym pojazdem wykonał manewr obronny hamowania przed uderzeniem pieszych. Ponadto wcześniej rozpoczynający się lewy ślad blokowania oraz odchylenie obu śladów pod niewielkim kątem od krawędzi jezdni wskazuje, że kierujący wykonał podwójny manewr obronny. Najpierw skrętu kierownicą w lewo, a następnie hamowania. Wówczas dociążone siłą bezwładności prawe koła pojazdu z opóźnieniem rozpoczęły znaczenie śladu blokowania. Pojazd był jednak hamowany z pełną intensywnością od początku lewego śladu blokowania kół. Należy przy tym zauważyć, że ślady blokowania znaczyły przednie koła pojazdu ze względu na to, że posiada on regulator siły hamowania.

6.3.2.2. Ustalenie miejsca uderzenia pieszych oraz prędkości samochodu w czasie wypadku.

Zgromadzony materiał dowodowy pozwala na wyznaczenie miejsca uderzenia pieszych oraz prędkości samochodu Nissan w czasie wypadku na podstawie trzech różnych czynników, a mianowicie: odległości odrzutu odłamków szkła reflektora i szyby przedniej oraz zakresu obrażeń ciała i odległości odrzutu uderzonych pieszych, a także długości drogi hamowania pojazdu.

6.3.2.2.1. Wyznaczenie prędkości samochodu na podstawie zakresu obrażeń ciała pieszych

Zakres obrażeń ciała uderzonych pieszych okazał się śmiertelny. W czasie uderzenia między pojazdem a ciałem pieszego wystąpił impuls siły. W zależności od mas zderzających się ciał i ich prędkości można określić wspólną prędkość oraz siłę działającą, podczas uderzenia.

Zagadnienie liczbowego określenia tych zależności było przedmiotem szczegółowych badań przeprowadzonych w ośrodkach naukowo-badawczych.¹

Dla określenia zakresu obrażeń ciała uderzonego pieszego wprowadzona została skala obrażeń AIS uzależniająca ich zakres od prędkości i charakteru, uderzenia oraz właściwości fizycznych pieszego. Powyższy wskaźnik wyraża się następującą zależnością:

$$AIS = a + b \cdot v_u + c \cdot v_u^2$$

gazie: $AIS = 6$ - skala zakresu obrażeń ciała odniesionych przez pieszych;

$a = 0, b = 0, c = 0,025 [s^2/m^2]$ - współczynniki uwzględniające charakter uderzenia oraz właściwości uderzonych pieszych;

¹ (W. Kończykowski: Odtwarzanie i analiza przebiegu wypadku drogowego – Paryż-Warszawa 1993 r.).

v_u [m/s] - prędkość samochodu w chwili uderzenia.

Po przekształceniu i podstawieniu danych otrzymamy:

$$v_u = \sqrt{\frac{6}{0,025}} = 15,49 \text{ [m/s]}, \text{ to jest } V_u = 55,8 \text{ [km/h]}$$

Jest to najmniejsza wartość prędkości mogąca spowodować takie obrażenia.

6.3.2.2.2. Ustalenie miejsca uderzenia pieszych.

Położenie dowodów materialnych (zaznaczonych na szkicu miejsca wypadku) pozwala na ustalenie miejsca uderzenia pieszego przy wykorzystaniu metody graficznej.

W tym celu nad szkicem miejsca wypadku umieszcza się układ współrzędnych prostokątnych o współrzędnej X odpowiadającej odległości w skali szkicu, a na osi Y prędkość pojazdu w m/s. Środek układu umieszcza się na wysokości położenia powypadkowego pojazdu Ze środka układu

współrzędnych wykreśla się krzywą zależności drogi hamowania od prędkości $-Sh = \frac{v^2}{2 \cdot \mu \cdot g}$, dla

współczynnika przyczepności $\mu = 0,75$ odpowiadającego suchej jezdni asfaltowej. Następnie od miejsca na osi X odpowiadającego położeniu pierwszych odłamków szkła reflektora wykreśla się prostą wyrażającą zależność odrzutu tych odłamków od prędkości

w chwili uderzenia - $S_p = \frac{(v_{1u} - 1,91)}{1,74}$, a od położenia powypadkowego pieszego krzywa,

wyrażająca odległość odrzutu pieszego, uderzonego samochodem w funkcji prędkości - $S_0 = 0,116 \cdot v_u^2$, zaś na wysokości odpowiadającej prędkości wyznaczonej na podstawie zakresu obrażeń ciała uderzonego pieszego prostą poziomą, określającą dolną wartość prędkości uderzenia.

Punkty przecięcia się ww. charakterystyk wyznaczają najbardziej prawdopodobny obszar wartości prędkości pojazdu w chwili uderzenia oraz położenia miejsca uderzenia pieszego wzdłuż osi jezdni.

Miejsce to zostało wyznaczone graficznie na rys.1 i 2 załącznika nr 1 do niniejszej opinii. Z rysunku tego wynika, że najbardziej prawdopodobne miejsce uderzenia pieszych znajdowało się przy lewej krawędzi przejścia dla pieszych, to jest około 24,5m przed położeniem powypadkowym pieszego, a około 7,5m przed położeniem pierwszych odłamków szkła reflektora. Natomiast uwzględniając położenie śladów blokowania kół samochodu Nissan oraz lokalizację jego uszkodzeń, jako miejsca styku z pieszymi podczas uderzenia, miejsce potrącenia pieszej

znajdowało się w odległości $I_p = 1,1 + \left[\frac{(18,7 + 17,0)}{18,7} \right] \cdot (1,7 - 1,1) = 1,15 \text{ m}$, a pieszego

$I_p = I_p + 1,4 = 2,55 \text{ m}$ od prawej krawędzi jezdni (gdzie: 1,1 i 1,7m - odległość początku i końca prawego śladu blokowania koła od krawędzi jezdni; 18,7m - długość tego śladu; 1,4m - odległość między śladami blokowania kół, 17,0m - odległość miejsca uderzenia od końca śladów blokowania kół - k.5). Tak wyznaczone położenie pieszego w chwili uderzenia znajduje potwierdzenie w przebiegu krzywej długości drogi hamowania od miejsca zatrzymania pojazdu, a także w wyjaśnieniach kierującego samochodem Nissan.

6.3.2.2.3. Wyznaczenie prędkości samochodu Nissan na podstawie odległości odrzutu odłamków szkła reflektora.

Zależność między prędkością samochodu w chwili rozbicia szkła reflektora, a odrzutem odłamków tego szkła określono na podstawie badań prowadzonych przez Instytut Techniki

Samochodowej w Brunszwiku - Niemcy.¹ Ponieważ na szkicu i w protokóle oględzin miejsca wypadku określone jest położenie odłamków szkła pochodzących od reflektora samochodu Nissan (k 3, 5) można określić jego prędkość w chwili uderzenia pieszego.

Zależność między prędkością w chwili uderzenia, a odległością odrzutu pierwszych odłamków szkła reflektora wyraża się następująco;

$$v_{1u} = 1,74 \cdot S_p + 1,91 = 1,74 \cdot 7,5 + 1,91 = 14,96 \quad [m/s]$$

gdzie: v_{1u} - prędkość samochodu w końcowej fazie uderzenia pieszego,
 $S_p = 7,5m$ - odległość odrzutu pierwszych odłamków szkła reflektora (rys zał. 1).

W wyniku uderzenia pojazd utracił część posiadanej energii na zadanie obrażeń i odrzucenie ciał pieszych. Na podstawie klasycznej teorii zderzenia prędkość samochodu Nissan bezpośrednio przed uderzeniem pieszych wyraża się następująco:

$$v_u = v_{1u} \cdot \frac{(m_s + 2m_p)}{m_s} = 14,96 \cdot \frac{(1145 + 2 \cdot 75)}{1145} = 16,92 \quad [m/s]$$

to jest:

$$V_s = v_s \cdot 3,6 = 16,92 \cdot 3,6 = 60,9 \quad [km/h]$$

gdzie:

$m_s = 1145kg$ - masa całkowita samochodu (1065kg - masa własna Nissana Almera, 80kg - masa kierującego - k.8);

$m_p = 75kg$ - przybliżona masa pieszego i pieszej.

Ponieważ pojazd przed uderzeniem pieszych znaczył ślady blokowania kół na odcinku $S_{h1} = 28,5 - 22,1 = 6,4$ [m] jego prędkość na początku tych śladów wynosiła:

$$v_s = \sqrt{v_u^2 + 2 \cdot a_h \cdot S_{h2}} = \sqrt{16,92^2 + 2 \cdot 8,6 \cdot 6,4} = 19,91 \quad [m/s]$$

gdzie: $a = 8,6$ [m/s^2] - średnie opóźnienie hamowania określone na podstawie wyników próby hamowania pojazdu (k.15) z wzoru:

$$a_h = 2 \cdot \frac{v_b \times t_n + 2 \times S_{hb} - 2 \times \sqrt{S_{hb} \times (v_b \times t_n + S_{hb})}}{t_n^2} \quad [m/s^2]$$

gdzie: $v_b = 80$ i 100 [km/h] – prędkość samochodu podczas badania (k. 15)

$S_{hb} = 18,5$ i $27,0$ [m] – długość drogi hamowania samochodu – jw.

$t_n = 0,4$ [s] – czas narastania opóźnienia hamowania.

Uwzględniając utratę prędkości podczas narastania opóźnienia hamowania prędkość samochodu Nissan przed rozpoczęciem manewru hamowania określona jest zależnością:

$$v_0 = \frac{a_h \cdot t_n}{2} + v_s = \frac{8,6 \cdot 0,4}{2} + 19,91 = 21,63 \quad [m/s]$$

to jest

$$V_0 = v_0 \cdot 3,6 = 21,63 \cdot 3,6 = 77,9 \quad [km/h]$$

Należy przy tym zauważyć, że z próby hamowania samochodu Nissan przy prędkości 100 km/h wynikło opóźnienie $a = 6,4$ [m/s^2], a przy prędkości 80 km/h $a = 10,75$ [m/s^2]. To ostatnie jest znacznie wyższe od wartości wynikającej ze współczynnika przyczepności opon na jezdni asfaltowej wynoszącego $\mu = 0,7 \div 0,8$, dlatego też w dalszych obliczeniach prędkość samochodu Nissan, na podstawie długości śladów hamowania posłużono się średnią wartością współczynnika przyczepności $\mu = 0,75$.

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że samochód Nissan przed wypadkiem poruszał się z prędkością około 78 km/h. Kierujący tym samochodem wyjaśnił, że przed wypadkiem poruszał się z prędkością około 60 km/h (k.106),

6.3.2.2.4. Wyznaczenie prędkości samochodu Nissan w czasie wypadku na podstawie śladów blokowania kół

Prędkość samochodu Nissan w kolejnych fazach wypadku można obliczyć na podstawie długości śladów blokowania jego kół zaznaczonych na szkicu miejsca wypadku. Prędkość samochodu Nissan bezpośrednio po uderzeniu pieszego v_{1u} możemy obliczyć z zależności:

$$v_{1u} = \sqrt{2 \cdot \mu \cdot g \cdot S_{h2}} = \sqrt{2 \cdot 0,75 \cdot 9,81 \cdot 17,0} = 15,82 \text{ [m/s]}$$

gdzie: $\mu = 0,75$ - średnia wartość współczynnika przyczepności na jezdni asfaltowej;

$g = 9,81 \text{ [m/s}^2\text{]}$ - przyspieszenie ziemskie;

$S_{h2} = 17,0 \text{ [m]}$ - długość śladów blokowania kół samochodu Nissan po uderzeniu pieszych wynikająca ze szkicu miejsca wypadku (rys. zał. 1).

W wyniku uderzenia pojazd utracił część posiadanej energii na zadanie obrażeń i odrzucenie ciał pieszych. Jego prędkość bezpośrednio przed uderzeniem pieszych (na podstawie klasycznej teorii zderzenia) określona jest zależnością

$$v_u = \frac{v_{1u} \cdot (m_s + 2 \cdot m_p)}{m_s} = \frac{15,82 \cdot (1145 + 2 \cdot 75)}{1145} = 17,89 \text{ [m/s]}$$

to jest

$$V_u = v_u \cdot 3,6 = 17,89 \cdot 3,6 = 64,4 \text{ [km/h]}$$

gdzie: $m_s = 1145 \text{ kg}$ - masa całkowita samochodu (1065 kg - masa własna samochodu Nissan Almera +80 kg - masa kierującego (k 8));

$m_p = 2 \cdot 75 \text{ kg}$ - masa dwojga pieszych.

Ponieważ pojazd przed uderzeniem pieszych znaczył ślady blokowania kół na odcinku $S_{h1} = 6,4 \text{ m}$ jego prędkość na początku tych śladów wynosiła:

$$v_s = \sqrt{v_u^2 + 2 \cdot \mu \cdot g \cdot S_{h1}} = \sqrt{17,89^2 + 2 \cdot 0,75 \cdot 9,81 \cdot 6,4} = 20,35 \text{ [m/s]}$$

oznaczenia jak wyżej.

Uwzględniając utratę prędkości podczas narastania opóźnienia hamowania prędkość samochodu Nissan przed rozpoczęciem manewru hamowania określona jest zależnością

$$v_0 = \frac{\mu \cdot g \cdot t_n}{2} + v_s = \frac{0,75 \cdot 9,81 \cdot 0,4}{2} + 20,35 = 21,82 \text{ [m/s]}$$

to jest

$$V_0 = v_0 \cdot 3,6 = 21,82 \cdot 3,6 = 78,6 \text{ [km/h]}$$

Z przeprowadzonych obliczeń wynika również, że samochód Nissan przed wypadkiem poruszał się z prędkością około 78 km/h. Istnieje zatem zgodność prędkości tego pojazdu wyznaczonej różnymi metodami.

6.3.2.2.5. Sprawdzenie zgodności wyznaczonego miejsca i prędkości pojazdu w chwili uderzenia oraz odległości odrzutu pieszych po uderzeniu.

Z przedstawionego rysunku wynika, że wyznaczone miejsce uderzenia pieszego znajdowało się w odległości $S_{op} = 24,5 \text{ m}$, a pieszego $S_{op} = 18 \text{ m}$ przed ich położeniem powypadkowym (rys. zał. 1). Odległość odrzucenia dorosłego pieszego pp uderzeniu samochodu wyraża się zależnością.

$$S_{op} = (0,067 \div 0,116) \cdot v_{1u}^2$$

gdzie: $v_{1u} = (14,96 \div 15,82) \text{ m/s}$ - prędkość samochodu Nissan bezpośrednio po uderzeniu pieszych wyznaczona w punkcie 2.2.3 i 2.2.4.

Po podstawieniu danych otrzymamy:

$$S_{op} = (0,067 \div 0,116) \cdot (14,96 \div 15,92)^2 = 15,0 \div 29,4 \text{ [m]}$$

Z przeprowadzonych obliczeń wynika praktyczna zgodność położenia miejsca uderzenia pieszych wyznaczonego na podstawie odległości odrzutu odłamków szkła reflektora i drogi zatrzymania pojazdu oraz odrzutu ciał pieszych po uderzeniu.

6.3.2.3. Analiza ruchu pieszych i pojazdu.

Do uderzenia pieszego doszło w odległości $S'_p = 2,55$ m, a pieszej $S_p = 1,15$ m od prawej krawędzi jezdni. Według badań przeprowadzonych przez różne ośrodki badawcze¹ prędkość przechodzenia jezdni (normalnym krokiem) przez mężczyznę w wieku 30 lat wynosi $v'_p = 1,14 \div 1,53$ m/s - średnio 1,33 m/s, a kobiety w wieku 37 lat $v_p = 1,0 \div 1,52$ m/s. Natomiast prędkość przechodzenia jezdni szybkim krokiem wynosi odpowiednio: $v'_{ps} = 1,55 \div 1,85$ m/s i $v_{ps} = 1,30 \div 1,80$ m/s.

Zagrożenie bezpieczeństwa ruchu powstało, gdy pieszy przekroczył krawędź jezdni. Był on wówczas w odległości $S'_p = 2,55$ m od miejsca zderzenia. Na pokonanie tego odcinka potrzebował czasu równego:

$$t'_p = \frac{S'_p}{v'_p} = \frac{2,55}{(1,14 \div 1,53)} = 1,67 \div 2,24 \text{ s}$$

w przypadku przechodzenia jezdni normalnym krokiem, oraz

$$t'_{ps} = \frac{S'_{ps}}{v'_{ps}} = \frac{2,55}{(1,55 \div 1,85)} = 1,38 \div 1,65 \text{ s}$$

w przypadku przechodzenia jezdni szybkim krokiem.

Podobnie w przypadku pieszej zagrożenie powstało w chwili jej wejścia na jezdnię. Znajdowała się ona wówczas od miejsca zderzenia w odległości $S_p = 1,15$ m. Na pokonanie takiego odcinka potrzebowała czasu równego:

$$t_p = \frac{S_p}{v_p} = \frac{1,15}{(1,0 \div 1,52)} = 0,76 \div 1,15 \text{ s}$$

w przypadku przechodzenia jezdni normalnym krokiem, oraz

$$t_{ps} = \frac{S_p}{v_{ps}} = \frac{1,15}{(1,30 \div 1,80)} = 0,64 \div 0,88 \text{ s}$$

w przypadku przechodzenia jezdni szybkim krokiem

W chwili powstania zagrożenia - wejścia pieszego na jezdnię pojazd znajdował się od miejsca zderzenia w odległości:

$$S'_w = v_0 \cdot \left[t'_p - \left(t_n + \frac{(v_s - v_u)}{\mu \cdot g} \right) \right] + \left(v_0 - \frac{dv}{3} \right) \cdot t_n + S_{hl} =$$

$$21,82 \cdot \left[(1,67 \div 2,24) - \left(0,4 + \frac{(20,35 - 17,89)}{0,75 \cdot 9,81} \right) \right] + \left(21,86 - \frac{1,47}{3} \right) \cdot 0,4 + 6,4 = 35,4 \div 47,8 \text{ m}$$

w przypadku przechodzenia jezdni przez pieszego normalnym krokiem, oraz

$$S_{ws} = 21,82 \cdot \left[(1,38 \div 1,65) - \left(0,4 + \frac{(20,35 - 17,89)}{0,75 \cdot 9,81} \right) \right] + \left(21,82 - \frac{1,47}{3} \right) \cdot 0,4 + 6,4 = 29,0 \div 34,9 \text{ m}$$

przypadku przekraczania jezdni szybkim krokiem,

gdzie: $S_{hl} = 6,4$ m - długość śladów blokowania kół pojazdu od ich początku do miejsca zderzenia (rys. zał. 1)

pozostałe dane jak wyżej.

Natomiast w chwili wkraczania pieszej na jezdnię pojazd znajdował się od miejsca zderzenia w odległości:

$$S_w = 21,82 \cdot \left[(0,76 \div 1,15) - \left(0,4 + \frac{(20,35 - 17,89)}{0,75 \cdot 9,81} \right) \right] + \left(21,82 - \frac{1,47}{3} \right) \cdot 0,4 + 6,4 = 15,5 \div 24,0 \text{ m}$$

w przypadku wkraczania pieszej na jezdnię normalnym krokiem oraz

$$S_w = 21,82 \cdot \left[(0,64 \div 0,88) - \left(0,4 + \frac{(20,35 - 17,89)}{0,75 \cdot 9,81} \right) \right] + \left(21,82 - \frac{1,47}{3} \right) \cdot 0,4 + 6,4 \leq 18,1 \text{ m}$$

w przypadku wkraczania pieszej na jezdnię szybkim krokiem.

6.3.3. WNIOSKI

6.3.3.1. Ocena taktyki i techniki jazdy kierującego samochodem Nissan.

Z analizy ruchu pojazdu i pieszego wynika, że kierujący samochodem Nissan w chwili wkraczania pieszego na jezdnię znajdował się od miejsca zderzenia w odległości nie większej niż $S_w = 47,8 \text{ m}$, a na wykonanie manewru obronnego dysponował czasem $t_d = t'_p = 1,38 \div 2,24 \text{ s}$ w zależności od sposobu poruszania się pieszycy. Czas ten składał się z:

t_{rr} - czasu reakcji kierującego;

$t_u = 0,4 \text{ s}$ - czasu narastania opóźnienia hamowania;

$t_h = (V_{ss} - V_u) / \mu \cdot g$ - czasu efektywnego hamowania - od rozpoczęcia znaczenia śladów blokowania kół do miejsca uderzenia pieszycy;

$$t_d = t_{rr} + t_n + t_h = 1,38 \div 2,24 \text{ s}$$

Zatem rzeczywisty czas reakcji kierującego wynosił:

$$t'_{rr} = (1,67 \div 2,24) - 0,4 - (20,35 - 17,89) / (0,75 \cdot 9,81) = 0,94 \div 1,50 \text{ s},$$

w przypadku przekraczania jezdni przez pieszego normalnym krokiem oraz

$$t'_{rs} = (1,38 \div 1,65) - 0,4 - (20,35 - 17,89) / (0,75 \cdot 9,81) = 0,65 \div 0,92 \text{ s},$$

w przypadku przekraczania jezdni przez pieszego szybkim krokiem.

Powyższe wskazuje, że rzeczywisty czas reakcji kierującego byłby bliski średnio statystycznego $t_{rk} = 0,8 \text{ s}$, co świadczyłoby o tym, że dobrze obserwował on drogę przed pojazdem - w przypadku wkraczania pieszego na jezdnię szybkim krokiem (co wydaje się bardziej prawdopodobne w danych okolicznościach). Natomiast w przypadku wkraczania pieszego na jezdnię normalnym krokiem czas ten byłby istotnie wyższy od średnio statystycznego, jednak mieściłby w granicach normy dla populacji.

Kierujący samochodem Nissan poruszając się przed zderzeniem z prędkością $V_0 = 78,6 \text{ km/h}$ ($v_0 = 21,82 \text{ m/s}$), miał możliwość całkowitego zatrzymania pojazdu na odcinku drogi wynoszącym:

$$S_z = v_u \cdot \left(t_{rk} + \frac{t_n}{2} \right) + \frac{v_u^2}{2 \cdot \mu \cdot g} = 21,82 \cdot \left(0,8 + \frac{0,4}{2} \right) + \frac{21,82^2}{2 \cdot 0,75 \cdot 9,81} = 54,2 \text{ m}$$

gdzie $t_{rk} = 0,8 \text{ s}$ - średnio statystyczny czas reakcji kierowcy;

$t_u = 0,4 \text{ s}$ - czas narastania opóźnienia hamowania;

$\mu = 0,75$ - współczynnik przyczepności opon na suchej jezdni asfaltowej;

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ - przyspieszenie ziemskie.

Porównując drogę potrzebną do całkowitego zatrzymania samochodu S_z i odległość w jakiej znajdował się kierujący w chwili wkroczenia pieszycy na jezdnię:

dla pieszego:

$$S_z = 54,2 \text{ m} > 35,4 \text{ m} = S'_w > 29,0 \text{ m} = S'_{ws}$$

dla pieszej:

$$S_z = 54,2 \text{ m} > 24,0 \text{ m} = S_w > 18,1 \text{ m} = S_{ws}$$

należy stwierdzić, że nie miał on możliwości zatrzymania pojazdu przed torem ruchu pieszych.

Na przedmiotowym odcinku drogi obowiązywało ograniczenie prędkości do 60 km/h (k.1). Należy zatem przeanalizować możliwość uniknięcia uderzenia pieszych w przypadku prowadzenia pojazdu z dopuszczalną prędkością, tj. 16,7m/s. Wówczas do całkowitego zatrzymania pojazdu kierujący potrzebowałby odcinka drogi równego:

$$S_{zd} = v_d \cdot \left(t_{rk} + \frac{t_n}{2} \right) + \frac{v_d^2}{2 \cdot \mu \cdot g} = 16,7 \cdot \left(0,8 + \frac{0,4}{2} \right) + \frac{16,7^2}{2 \cdot 0,7 \cdot 9,81} = 35,7 \text{ m}$$

Porównując drogę potrzebną do całkowitego zatrzymania pojazdu oraz odległość w jakiej znajdował się kierujący w chwili wkraczania pieszych na jezdnię

dla pieszego:

$$S_{zd} = 35,7 \text{ m} > 35,4 \text{ m} = S'_{dp} > 29,0 \text{ m} = S'_{ws}$$

dla pieszej:

$$S_{zd} = 35,7 \text{ m} > 24,0 \text{ m} = S_w > 18,1 \text{ m} = S_{ws}$$

należy stwierdzić, że w takim przypadku również nie miałyby on możliwości uniknięcia wypadku przez zatrzymanie samochodu przed torem ruchu pieszych, gdy przechodzili oni przez jezdnię zarówno szybkim jak i normalnym krokiem. Ze względu na to, że uderzenie pieszego nastąpiło lewym narożnikiem pojazdu, a pieszej prawym narożnikiem, nieskutecznym byłoby wykonanie manewru obronnego omijania, gdyż wówczas pieszy zostałby uderzony środkiem pojazdu, a piesza jego bokiem.

Z przeprowadzonej wyżej analizy wynika wniosek, że brak jest podstaw do uznania techniki jazdy kierującego samochodem Nissan za nieprawidłową, gdyż nie miał on możliwości uniknięcia potrącenia pieszych, którzy nieprawidłowo wkroczyli na jezdnię. Natomiast przekroczenie przez niego prędkości dopuszczalnej nie miało wpływu na zaistnienie i możliwość uniknięcia wypadku. Poruszanie się jego pojazdem z dopuszczalną prędkością dałoby jedynie szansę zmniejszenia skutków wypadku.

6.3.3.2. Ocena sposobu poruszania się pieszych.

Z analizy przebiegu wypadku wynika, że piesi wkroczyli na jezdnię, na wyznaczonym przejściu dla pieszych - z sygnalizacją świetlną przy czerwonym świetle dla ich kierunku ruchu. Ponadto z analizy ruchu pieszych i pojazdu wynika, że pieszy wkroczył na jezdnię w odległości nie większej niż $S'_w = 47,8\text{m}$ przed nadjeżdżającym z lewej strony samochodem Nissan, którego światła były bezwzględnie widoczne dla niego ze znacznej odległości. Natomiast piesza wkroczyła na jezdnię w odległości nie większej niż $S_w = 24\text{m}$ przed tym pojazdem. Taki sposób wkroczenia pieszych na jezdnię, zwłaszcza pieszej, należy uznać jako wkroczenie bezpośrednio przed jadący pojazd, to jest jako wtargnięcie na jezdnię.

Zgodnie z obowiązującymi zasadami ruchu pieszemu zabrania się wchodzenia na jezdnię bezpośrednio przed jadący pojazd, w tym również na przejściu dla pieszych.

Wobec powyższego sposób poruszania się pieszych należy uznać za wysoce nieprawidłowy, skutkiem czego doprowadzili oni do zaistnienia przedmiotowego wypadku.

Na tym wskazani rzeczoznawcy kończą opinię.

TEMAT 7

Dr inż. Bolesław PANKIEWICZ

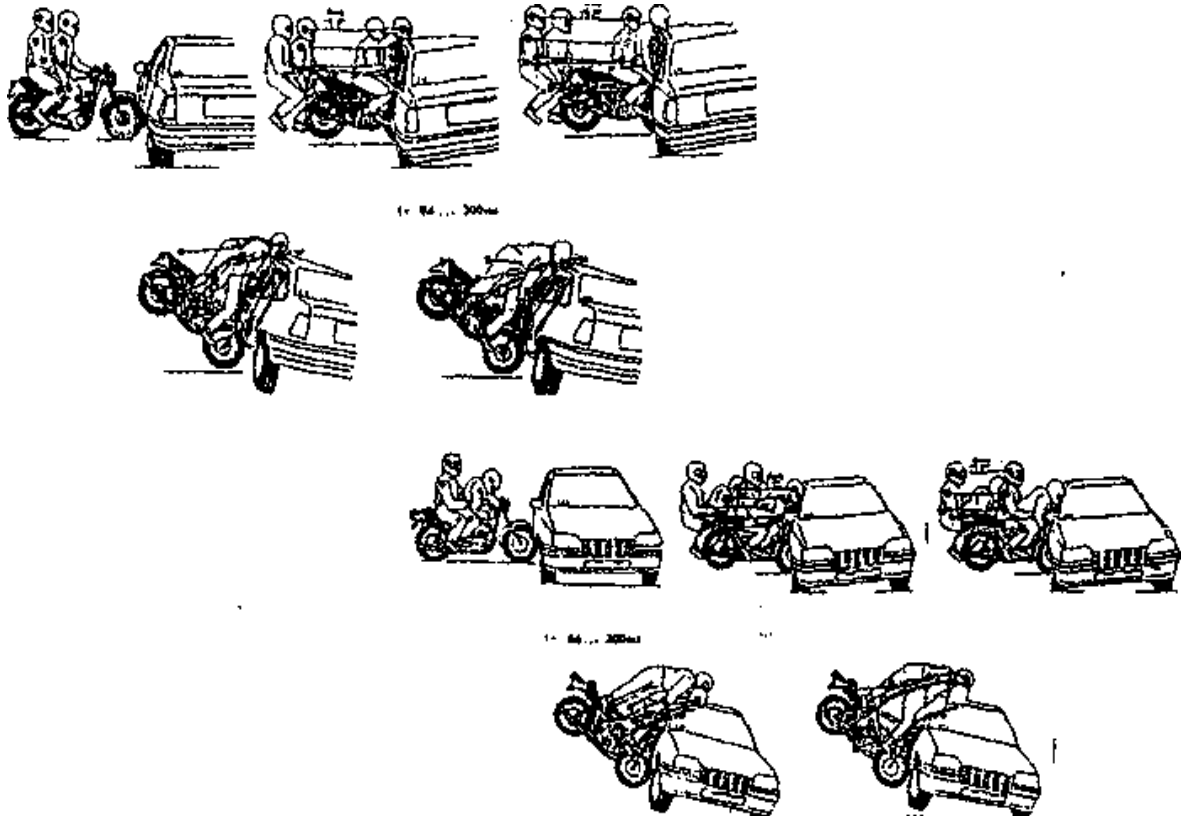
REKONSTRUKCJA PRZEBIEGU WYPADKU SAMOCHÓD - POJAZD JEDNOŚLADOWY.

- Najczęściej występującymi przypadkami kolizji samochodów i pojazdów jednośladowych są:
- najechanie pojazdu jednośladowego na bok samochodu;
 - najechanie samochodu na bok pojazdu jednośladowego;
 - najechanie samochodu przodem na tył pojazdu jednośladowego;
 - otarcie boku samochodu o pojazd jednośladowy lub odwrotnie.

7.1. Charakterystyka kolizji samochód-pojazd jednośladowy

7.1.1. Najechanie pojazdu jednośladowego na bok samochodu.

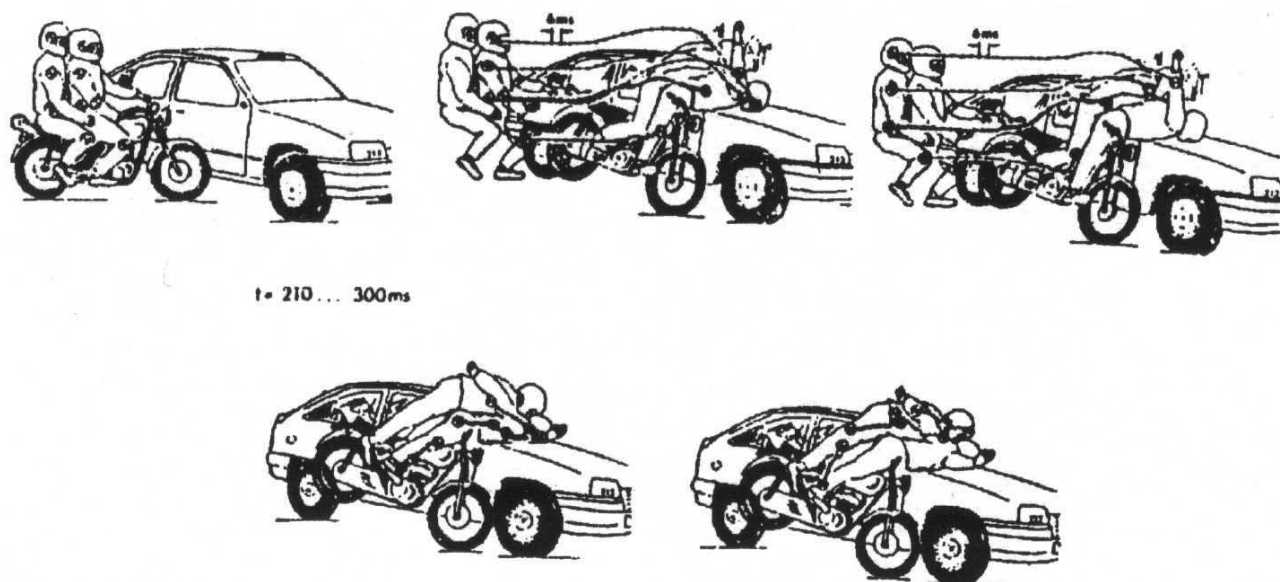
W przypadku najechania pojazdu jednośladowego na bok samochodu przebieg zdarzenia jest uzależniony od: mas obu pojazdów, kąta pomiędzy wzdłużnymi osiami pojazdów w chwili zderzenia, gabarytów części uderzonego boku samochodu. Na rys. 1 przedstawiono przebieg kolizji czołowej pojazdu jednośladowego z kierowcą i pasażerem uderzającego w środek boku samochodu pod kątem 90 dla dwóch pozycji kierowcy, wyprostowanej i pochylonej.



Rys.7.01. Prostopadłe uderzenie motocykla w bok samochodu

Cechą charakterystyczną tego rodzaju kolizji jest, że pojazd jednośladowy zostaje zatrzymany pozostając po uderzonej stronie samochodu zaś kierujący pojazdem jednośladowym albo uderza głową w górną część samochodu i jego ciało pozostaje po tej samej stronie co i pojazd jednośladowy lub w przypadku niskiego samochodu (lub uderzeniu np. w jego przednią część) przelatuje nad samochodem upadając po drugiej stronie samochodu.

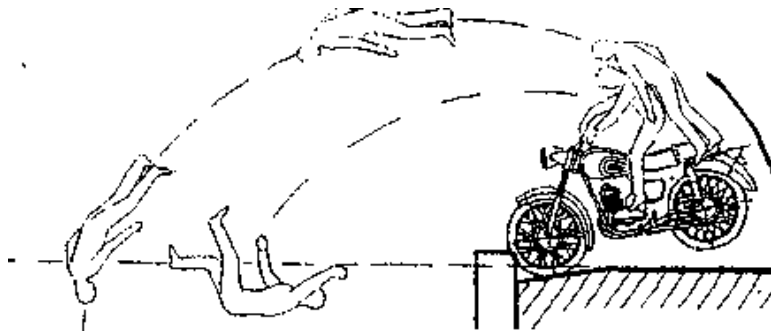
Przy zderzeniach skośnych pojazdu jednośladowego z bokiem samochodu następuje obracanie się pojazdu wokół sztywnego punktu podparcia jakim jest zwykle przednia część ramy wraz z zespołem napędowym. Koło przednie związane z ramą przegubowo bardzo szybko układa się w pozycji równoległej do boku samochodu. Jako pierwsze uderza w bok samochodu kolano następnie miednica, klatka piersiowa i głowa. W tych przypadkach występuje wyraźne przemieszczanie się pojazdu jednośladowego i ciał użytkowników wzdłuż boku samochodu. Dalszy sposób przemieszczania się ciał kierującego i pasażera jest uzależniony od wysokości boku samochodu - jak w przypadku poprzednim. Na rys. 2 przedstawiono omawiany przypadek



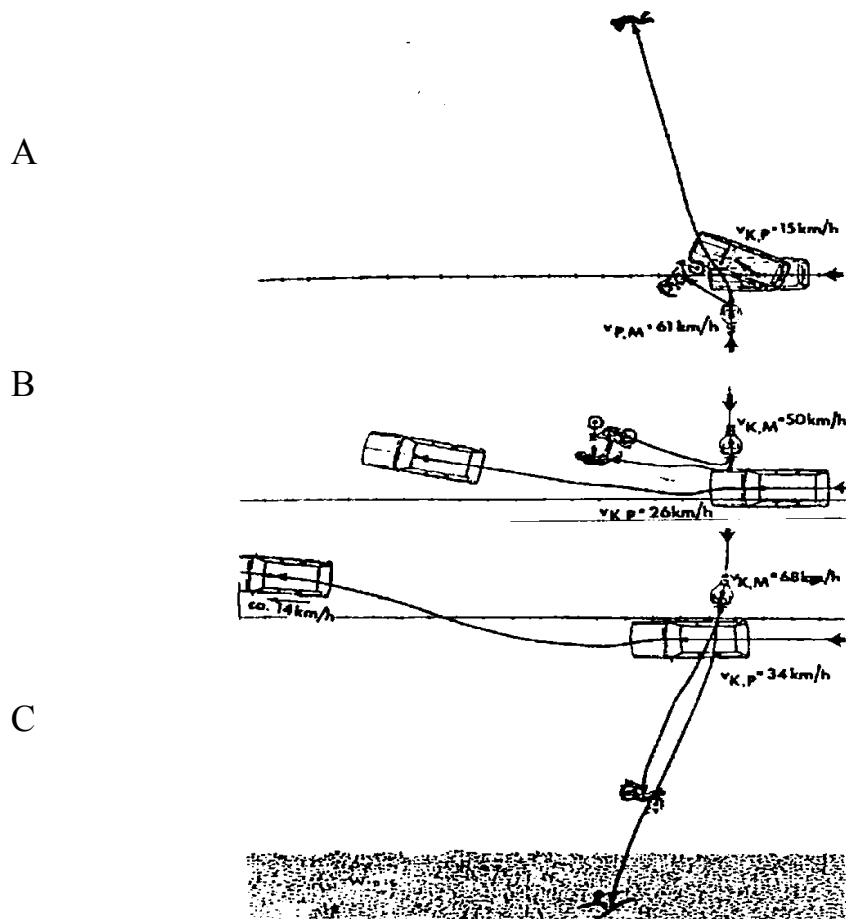
Rys. 7.02. Ukośne uderzenie motocykla w bok samochodu

Z analizy przedstawionych powyżej przypadków wynika, że przewożony pasażer „dobijając” kierującego pojazdem jednośladowym do boku samochodu może intensyfikować obrażenia ciała kierującego (partie ciała stykające się z bokiem samochodu przenoszą zwiększone obciążenie wynikające z masy pasażera). Z kolei obecność ciała kierującego przed pasażerem stwarza rodzaj klina, przez co ruch pasażera w kierunku do przodu i do góry zostaje zintensyfikowany powodując większe wartości przemieszczeń. Na rys. 3 przedstawiono schemat sposobu przemieszczania się ciał kierującego i pasażera po uderzeniu motocykla na niską przeszkodę.

Mechanika przebiegu kolizji pojazdu jednośladowego z samochodem jest silnie uzależniona od prędkości zderzających się pojazdów i ich mas oraz od miejsca uderzenia w samochód. Problem wpływu masy pojazdu jednośladowego na zachowanie się samochodu jest zauważalny w przypadku motocykli natomiast nie obserwuje się istotnego znaczenia w przypadku rowerów. Na rys. 7.04 przedstawiono przykłady uderzeń pojazdów jednośladowych w bok samochodu i wpływ prędkości obu pojazdów.



Rys. 7.03. Uderzenie motocykla w niską przeszkodę



Rys 7.04. uderzenie motocykla w bok samochodu przy różnych prędkościach

Przy tego rodzaju kolizjach można zaobserwować dość silne obrażenia ciała kierującego pojazdem jednośladowym - szczególnie w obszarze głowy, klatki piersiowej, kolan. W przypadku kierującego pojazdem jednośladowym nie posiadającym żadnego zabezpieczenia ochronnego orientacyjną prędkość uderzenia można określić z zakresu obrażeń ciała posługując się umownymi jednostkami AIS (podobnie jak w przypadku kolizji z pieszymi). W przypadku gdy kierujący

pojazdem jednośladowym posiada zabezpieczenia w postaci kasku ochronnego i specjalnej odzieży zastosowanie metody AIS może powodować otrzymanie błędnych wartości prędkości uderzenia.

W przypadku uderzenia motocykla w bok samochodu można oszacować prędkość pojazdu jednośladowego w chwili uderzenia w oparciu o wielkość skrócenia odległości pomiędzy osiami kół (w przypadku rowerów z uwagi na ich małą masę i małe prędkości uderzenia nie obserwuje się zmian w odległości pomiędzy osiami kół). Można się tu posłużyć zależnością empiryczną:

$$\Delta d = \frac{v - 15,7}{1,43}$$

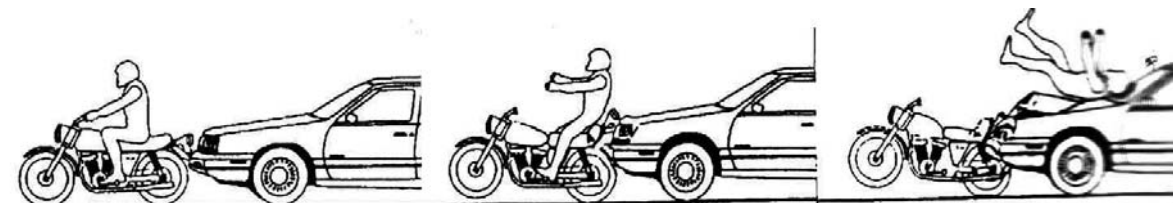
gdzie: $-d[cm]$ - zmiana rozstawu kół;

$-v[km/h]$ - prędkość motocykla w chwili uderzenia).

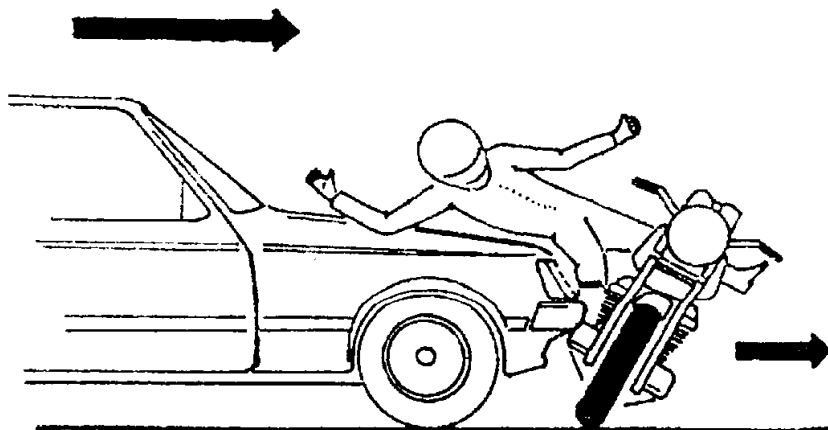
7.1.2. Najechanie samochodu na bok pojazdu jednośladowego lub jego tyłu

W przypadku najechania samochodu osobowego na bok pojazdu jednośladowego pierwszym miejscem styku z przodem samochodu jest kontakt zderzaka z dolną kończyną osoby jadącej pojazdem jednośladowym. Warunkuje to sposób zachowania się pojazdu jednośladowego i ciała kierującego (lub jego pasażera) w trakcie zderzenia. Kierujący zostaje wsunięty na przód samochodu osobowego, i po przemieszczeniu się wzdłuż pokrywy uderza w przednią szybę lub też w spojenie szyby z dachem (przy dużych prędkościach zderzeń). Po „odbiciu” się od przedniej szyby ciało kierującego (lub pasażera) spada na jezdnię bez charakterystycznego dla uderzenia pieszego podrzucenia do góry - wynika to z tego, że dolne kończyny kierującego są przytrzymywane przez docisk np. motocykla do przodu samochodu. Brak tego podrzucenia zmniejsza wysokość z jakiej, po odpadnięciu od przodu samochodu, ciało kierującego pojazdem jednośladowego leci w powietrzu do chwili upadku na nawierzchnię drogi. Powoduje to zmniejszenie odległości odrzutu w stosunku do odległości odrzutu ciała pieszego uderzonego tym samym rodzajem nadwozia samochodu.

Inny układ ruchu przedstawia uderzony pojazd jednośladowy, który praktycznie zostaje przewrócony działaniem pary sił utworzonej przez nacisk przodu samochodu na wysokości zderzaka i siły tarcia w miejscu styku opon kół z nawierzchnią drogi. Na rys. 7.05 i 7.06. przedstawiono mechanizm uderzenia przodu samochodu osobowego w przypadku uderzenia w bok lub tył pojazdu jednośladowego.



Rys 7.05. Uderzenie samochodu w tył motocykla



Rys 7.06. Uderzenie samochodu w bok motocykla

O tym czy pojazd jednośladowy zostanie najechany przez samochód w dużym stopniu decyduje intensywność hamowania samochodu. Przy najczęściej spotykanych przypadkach hamowania z pełnym wykorzystaniem sił przyczepności (koła przednie zablokowane) pojazd jednośladowy pozostaje przed przodem samochodu (a właściwie przed jego przednimi kołami). Dane empiryczne z badań symulowanych i udokumentowanych zdarzeń rzeczywistych pozwoliły na wyprowadzenie następujących zależności:

- odległość odrzutu kierującego pojazdem jednośladowym od miejsca zderzenia:

$$s_k = 0,254 \cdot v_u^{1,59}$$

- odległość przemieszczenia pojazdu jednośladowego w kierunku uderzenia:

$$s_j = 0,329 \cdot v_u^{1,57}$$

(gdzie: v_u w m/s jest prędkością samochodu w chwili uderzenia.)

Powyższe zależności przedstawiają uśrednione wartości. Pełne pole rozrzutu wyników przedstawiono na rys. 7.07.

W oparciu o przedstawione powyżej wyniki badań ustalono następujące wartości opóźnień podczas przemieszczania się ciała kierującego i pojazdu jednośladowego:

- opóźnienie przesuwania się ciała kierującego wynosiło:

$$a_{hk} = 6,48_1^{+/-2,32} m/s^2$$

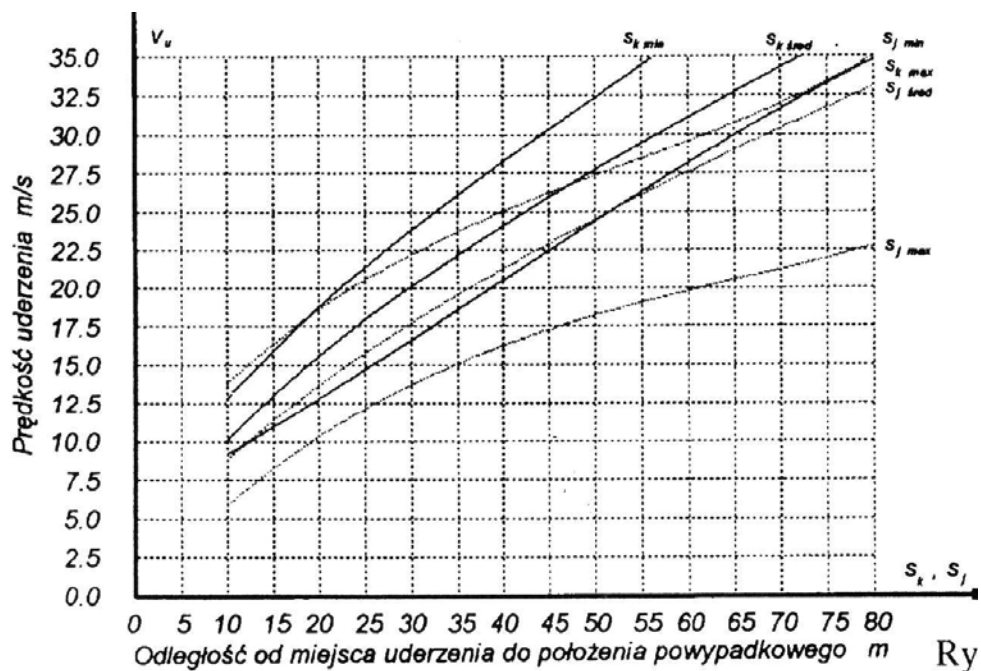
(mniejsze wartości odnosiły się do mniejszych prędkości uderzenia - rzędu 25 ÷ 30 km/h, większe zaś do prędkości większych - rzędu 70 ÷ 80 km/h)

- opóźnienie przesuwania się pojazdu jednośladowego po utwardzonej nawierzchni jezdni wynosiło:

$$a_{hj} = 5,16^{+/-1,78} m/s^2$$

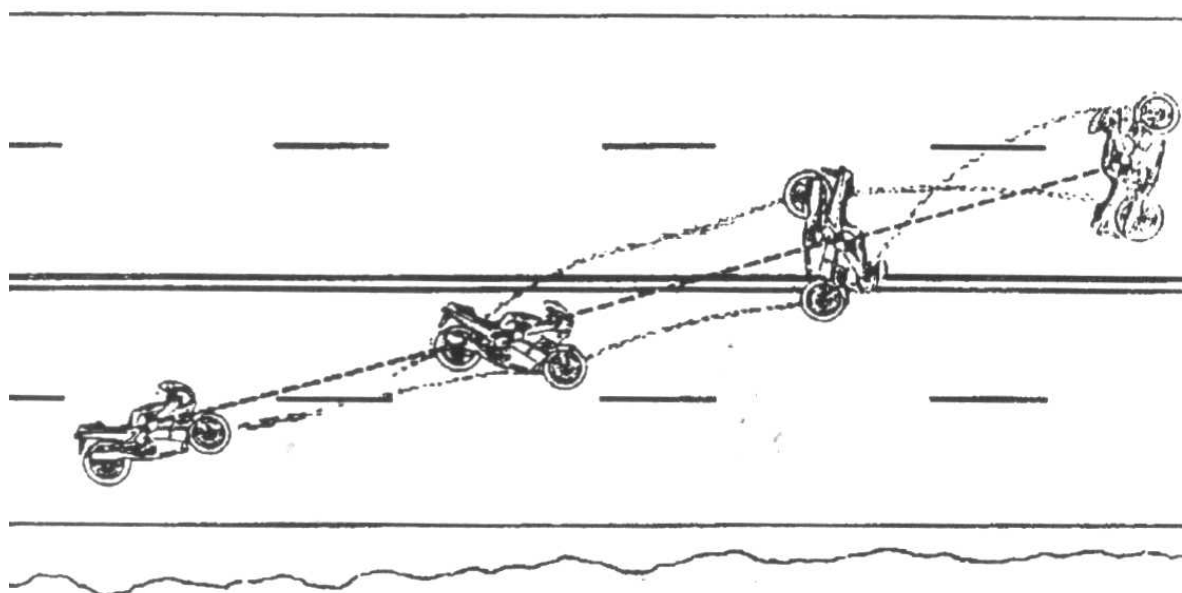
- opóźnienie przesuwania się po podłożu miękkim:

$$a_{hj} = 7,84^{+/-1,8} m/s^2$$



Rys 7.07. Odległość odrzutu pojazdu jednośladowego oraz kierującego tym pojazdem po uderzeniu przodem samochodu osobowego - według wyników badań DEKRA

W aktach sprawy przedstawiony jest zwykle szkic miejsca zdarzenia, na którym zaznaczono ślady pozostawione przez pojazd jednośladowy - w postaci zarysowań nawierzchni jezdni lub poboczy, które umożliwiają odtworzenie sposobu przemieszczania się pojazdu jednośladowego. Na rys 7.08. przedstawiono przykład odnotowanych śladów na jezdni oraz odtworzenia na ich podstawie sposobu przemieszczania się motocykla. Można zauważyć, że środek masy pojazdu jednośladowego przemieszczał się w przybliżeniu wzdłuż linii prostej.



Rys 7.08. Ślady motocykla przemieszczającego się po przewrocie

7.1.3. Otarcie boku samochodu o pojazd jednośladowy powodujące jego przewrócenie.

Ten przypadek dotyczy sytuacji, w której otarciowy kontakt pojazdu jednośladowego z samochodem powodował wywrócenie się pojazdu jednośladowego lub przewrócenie się było spowodowane prawie samoistną utratą równowagi lub też przewróceniem się w wyniku zaczepienia końcówką kierownicy o przeszkodę.

Teoretycznie, czas, w którym następuje przejście motocykla z pozycji pionowej do pozycji pierwszego kontaktu z nawierzchnią dla sytuacji gdy na motocyklu znajduje się tylko kierowca jest zbliżony do 0,86 s zaś gdy na motocyklu znajdują się kierowca i pasażer wynosi on 0,94 s. Czas przewracania się samego motocykla wynosi 0,69 s. W przypadku przewracającego się rowerzysty z rowerem czas przewracania jest zbliżony do około 1,2 s. W rzeczywistych przypadkach, w których kierowca pojazdem jednośladowym stara się jeszcze zapobiec przewróceniu pojazdu czas upadania może być nieco dłuższy.

Znajomość czasu przewracania się pojazdu jednośladowego przy uwzględnieniu prędkości tego pojazdu w czasie przewracania umożliwia ustalenie odcinka drogi, na którym następuje przewracanie się - co ma znaczenie dla ustalenia miejsca potrącenia pojazdu jednośladowego lub otarcia się o ten pojazd.

Na łuku drogi, gdy kierowca motocyklem pokonując zakręt pochyła swój pojazd czas przewracania jest znacznie krótszy i nie przekracza 0,5 s.

7.2. Hamowanie pojazdów jednośladowych.

Czas reakcji kierowcy motocykla jest zwykle nieco krótszy niż w przypadku samochodu i przyjmuje się w granicach 0,6 ÷ 0,8 s. Wynika to ogólnej gotowości kierowcy do reakcji oraz trzymania nogi na pedale hamulca.

Rozkład sił hamowania: przód/tył wynosi od 60/40% - do 70/30%. Współczynnik wykorzystania hamowania jest proporcjonalny do rodzaju użytego hamulca i wynosi:

- hamowane tylko tylne koło - $f_h = 30 \div 40\%$
- hamowane tylko przednie koło - $f_h = 50 \div 75\%$
- hamowane oba koła - $f_h = 60 \div 95\%$

Ubytek prędkości hamującego motocykla, przy wykorzystaniu długości śladu hamowania można wyliczyć z zależności:

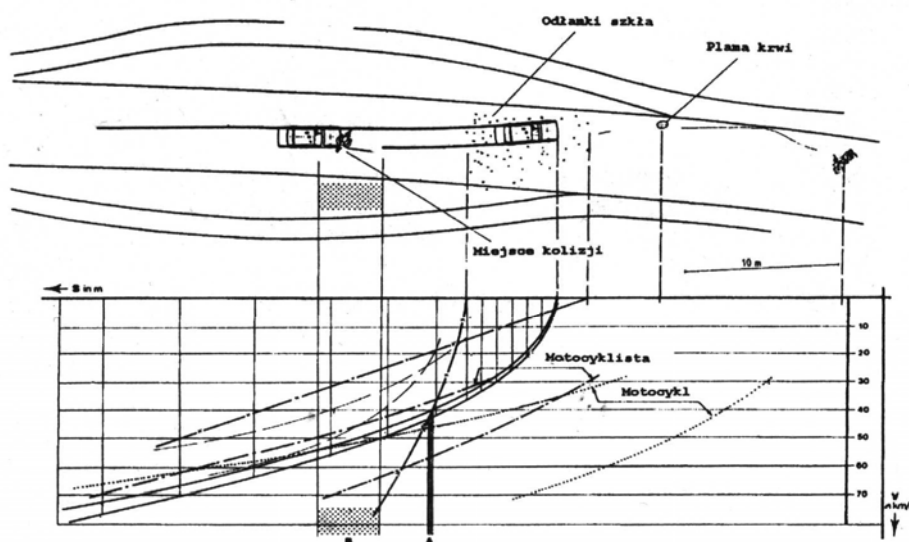
$$v = \sqrt{2 \cdot \mu \cdot f_h \cdot s_h} \quad [m/s]$$

Analizując ślady hamowania motocykla ujawnione w miejscu zdarzenia należy pamiętać, że jeśli ślad jest prosty, to prawdopodobnie użyte zostały oba hamulce, jeśli ma kształt łagodnego „S” to prawdopodobnie hamowano z wykorzystaniem tylko hamulca tylnego. Ślady hamowania przedniego koła powstają raczej rzadko. Zwykle są one krótkie ponieważ własności kinematyczne przedniego zawieszenia i geometryczne motocykla powodują szybki jego upadek po rozpoczęciu hamowania.

Wartości opóźnień uzyskiwanych podczas hamowania rowerów są niższe niż w przypadku motocykli. W przypadku hamowania tylko jednego koła opóźnienie hamowania osiąga wartość rzędu $a_h = 2 m/s^2$, zaś przy jednoczesnym hamowaniu obu kół opóźnienie hamowania osiąga wartość rzędu $a_h = 3,8 m/s^2$

7.3. Rekonstrukcja wypadku z udziałem pojazdu jednośladowego.

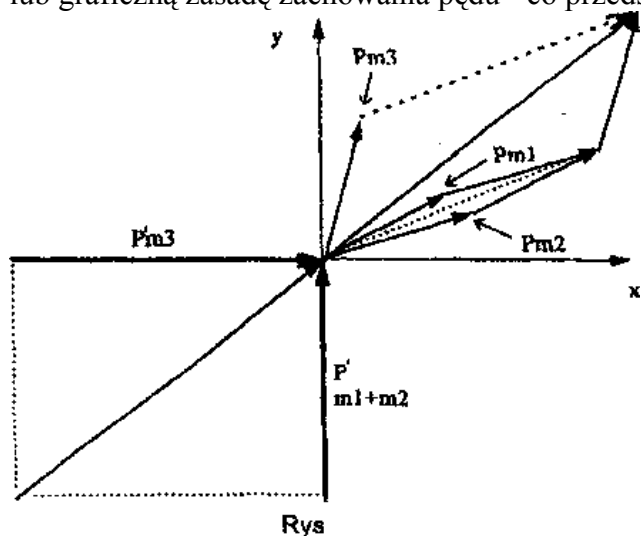
Na poniższym rys. 7.08. przedstawiono przykład kompleksowej rekonstrukcji wypadku z udziałem pojazdu jednośladowego według metody Slibara. Wykorzystano tu znajomość zjawisk jakie zachodzą podczas hamowania pojazdów, odrzutu pojazdu jednośladowego i ciała jego kierowcy, odrzutu odłamków rozbitych szyb.



Rys 7.09. Kompleksowa rekonstrukcja wypadku samochodu osobowego z pojazdem jednośladowym (motocyklem)

Z miejsc położenia poszczególnych śladów wyprowadzono odpowiednie krzywe (zachowując jednolitą skalę dla odległości i prędkości) adekwatne do rodzaju śladu. Krzywe przecinają się w wielu miejscach. Miejsce najbardziej zagęszczonych punktów przecięcia jest wyznacznikiem miejsca kolizji i prędkości samochodu w chwili zderzenia.

Dla wyznaczenia prędkości pojazdów w chwili zderzenia można zastosować rachunkową lub graficzną zasadę zachowania pędu - co przedstawiono na rys. 7.10.



Rys 7.10. Graficzna analiza zderzenia (wg rys 7.09.) – wektory pędów

utu pędu

na oś X i Y np.

- rzut wektorów pędu na oś X

$$m_s \cdot V_s = m_M \cdot v_M \cdot \cos \alpha = m_K \cdot v_K \cdot \cos \beta + m_s \cdot v_s \cdot \cos \gamma$$

- rzut wektorów pędu na oś Y

$$(m_M + m_K) \cdot V_{MK} = m_M \cdot v_M \cdot \sin \alpha + m_K \cdot v_K \cdot \sin \beta + m_s \cdot v_s \cdot \sin \gamma$$

gdzie; m_M - masa motocykla

m_K - masa motocyklisty

m_s - masa samochodu

V_{MK} - przedzderzeniowa prędkość motocykla i motocyklisty

V_s - przedzderzeniowa prędkość samochodu

$v_{M,\alpha}$ - pozderzeniowa prędkość motocykla i kierunek wektora tej prędkości

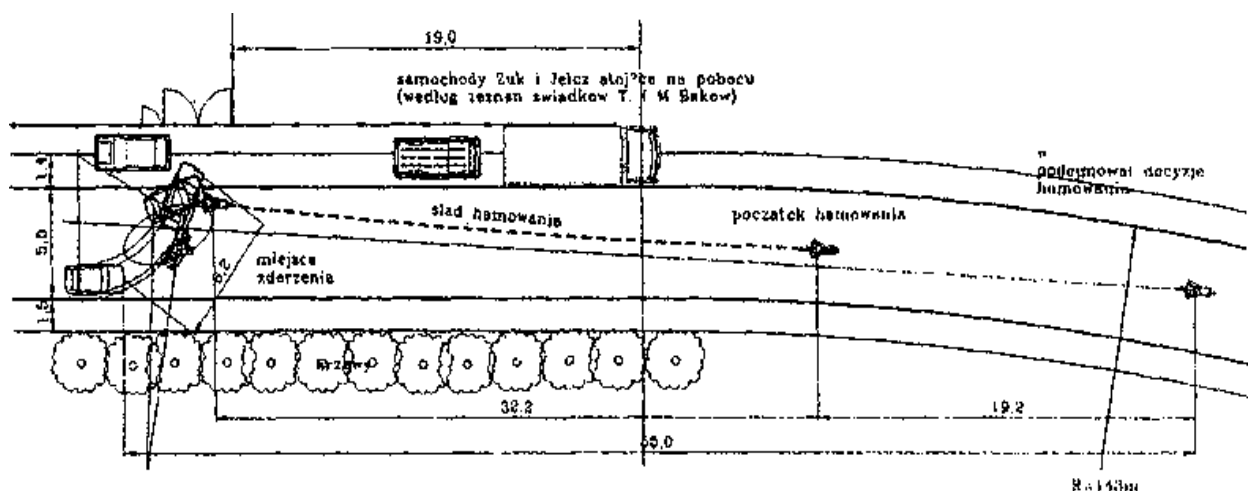
$v_{K,\beta}$ - pozderzeniowa prędkość motocyklisty i kierunek wektora tej prędkości

$v_{s,\gamma}$ - pozderzeniowa prędkość samochodu i kierunek wektora tej prędkości.

W obu powyższych równaniach są dwie niewiadome V_{MK} i V_s , które można łatwo wyznaczyć rozwiązując układ równań.

Rekonstrukcja sytuacji przedwypadkowej.

Do rozstrzygnięcia przebiegu sytuacji przedwypadkowej konieczna jest znajomość zachowań uczestników zdarzenia, ich wzajemne relacje odległościowe i prędkościowe a także ustalenie chwili, która w późniejszej analizie zostanie uznana jako krytyczna, tj. taka, w której na powstałe i stwierdzone zagrożenia należało reagować w sposób mogący doprowadzić do uniknięcia kolizji. Wymaga to ustalenia wzajemnych położeń uczestników wypadku dla chwil, w których zaistniał stan zagrożenia oraz podjęte zostały manewry obronne lub inne działania zmierzające do rozładowania sytuacji kolizyjnej i odniesienia tych położeń do parametrów ruchu pojazdów, co umożliwi z kolei ocenę zachowania się uczestników wypadku. Na rys. 7.11 przedstawiono przykład rekonstrukcji sytuacji przedwypadkowej.



Rys. 7.11. Przykład rekonstrukcji wypadku uderzenia motocykla metodą graficzną
7.4. Przykład rekonstrukcji wypadku uderzenia roweru przez samochód

O P I N I A

Pytanie 1. Czy oskarżony Andrzej P. naruszył zasady bezpieczeństwa ruchu drogowego?

Odpowiedź. Taktyka i technika jazdy oskarżonego była nieprawidłowa. Poruszając się samochodem Mercedes z prędkością około 78 km/h przekroczył prędkość dopuszczalną na obszarze zabudowanym. Nie uniknął przez to zderzenia z rowerem, który nieprawidłowo wyjechał z drogi gruntowej na drogę posiadającą pierwszeństwo przejazdu zajeżdżając mu drogę.

Pytanie 2. Czy pokrzywdzony Maciej S. również naruszył zasady bezpieczeństwa w ruchu drogowym ?

Odpowiedź: Pokrzywdzony w sposób rażący naruszył zasady bezpieczeństwa, w ruchu drogowym. Wyjeżdżając z drogi gruntowej na drogę główną nie zachował należytej ostrożności. Nie ustąpił pierwszeństwa poruszającemu się samochodowi Mercedes zajeżdżając mu drogę.

Pytanie 3. Odtworzenie przebiegu wypadku ?

Odpowiedź: Mechanizm przebiegu wypadku przedstawiono w punkcie i uzasadnienia do niniejszej opinii.

Pytanie 4. Ustosunkować się do wyjaśnień oskarżonego Andrzeja P. złożonych na piśmie (karta 118 akt), dotyczące prędkości jego pojazdu?

Odpowiedź: Uwagi oskarżonego Andrzeja P. złożone na piśmie są nieuzasadnione ponieważ oparte są na błędnych założeniach.

UZASADNIENIE

7.4.1. Analiza przebiegu wypadku.

Z analizy zgromadzonego materiału dowodowego wynika, że samochód osobowy marki Mercedes przednim prawym narożnikiem uderzył w lewy bok roweru wyjeżdżającego gwałtownie na drogę główną z drogi gruntowej po prawej stronie, patrząc zgodnie z kierunkiem ruchu samochodu (k.l). Z notatki urzędowej (k-1) i zeznań świadków (k.123, 126, 127) wynika, że kierujący rowerem wjechał na drogę z pierwszeństwem przejazdu, której obserwacja była utrudniona rosnącymi krzakami, z dużą prędkością, bez zatrzymywania się, z zamiarem skrętu w lewo. Z zakresu i lokalizacji uszkodzeń obu pojazdów opisanych w protokołach oględzin (k.23, 26) oraz przedstawionych na załączonych fotografiach nr 9÷15 (k.7:9V), a także analizy kinematyki ich ruchu wynika, że zderzenie miało charakter czołowo boczny - prawą częścią przodu samochodu Mercedes w lewy bok przedniego koła roweru. Odgięty w prawo przedni widelec, posiadający otarcie lakieru na lewym ramieniu i skrzywione przednie koło roweru (fot. nr 15 i 16) oraz wyrwanie nakładki gumowej i wgniecenie przedniego zderzaka, pod reflektorem prawym przednim, stłuczenie jego szkła, a także wgniecenie pokrywy silnika nad tym reflektorem w samochodzie Mercedes (fot. nr 9 i 10) dowodzą tego, że pierwotny kontakt pojazdów w czasie zderzenia nastąpił tymi ich elementami. Zgięte koło przednie oraz skrzywiona kierownica roweru świadczą ponadto, że był on usytuowany skośnie przodem do nadjeżdżającego samochodu. W wyniku takiego charakteru

pierwotnego uderzenia przód roweru przemieścił się wraz z samochodem w kierunku jego ruchu, natomiast dalsza część roweru, połączona przegubowo z widelcem przednim i kierownicą, obróciła się wokół ich osi, na skutek działania siły bezwładności, uderzając lewą stroną o prawy przedni narożnik i błotnik samochodu. Potwierdzają to otarcia lakieru lewej strony rury skośnej ramy, zgięcia bagażnika i osi lewego pedału, roweru (k. 26V) oraz stłuczenie szkła lampy kierunkowskazu i wgniecenie błotnika przedniego prawego samochodu (k.23). Następnie w wyniku działania impulsu siły uderzenia rower został odrzucony od prawego boku samochodu do położenia powypadkowego poza prawe pobocze drogi (k.20), które zostało zaznaczone na szkicu miejsca wypadku (k.10). Samochód po uderzeniu przemieścił się w kierunku wektora prędkości i zatrzymał w położeniu powypadkowym, które również zostało zaznaczone w opisie i na szkicu miejsca wypadku (k.3, 10).

Na skutek skośnego uderzenia w bok roweru, kierujący nim został odchylony w lewo siłą bezwładności i oddzielony od roweru, a następnie nasunięty na pokrywą komory silnika samochodu, która została przy tym wgnieciona. Przetaczając się po pokrywie komory silnika uderzył w szybę przednią, która została przy tym rozbita. Świadczą o tym odniesione przez niego obrażenia ciała w postaci: złamania podstawy czaszki, stłuczenie i obrzęk mózgu, złamanie ośmiu żeber po stronie lewej, naderwanie wnęki płuca lewego, pęknięcie dolnego płata płuca prawego oraz krwotok do jamy opłucnowej (k.41V). W dalszej fazie wypadku rowerzystę przetoczył się na dach samochodu, a następnie został odrzucony do przodu i spadł na jezdnię w odległości ok.3,4 m przed samochodem Mercedes w jego położeniu powypadkowym. Świadczą o tym uszkodzenia dachu samochodu, uwidocznione na fot. nr 13 oraz położenie plamy krwi na jezdni (k.3,10). Taki przebieg wypadku potwierdzają świadkowie, którzy widzieli rowerzystę lecącego w powietrzu po uderzeniu (k.122V,123,125). Świadek Konrad R. jadący z pokrzywdzonym rowerem drogą, gruntową zeznał, że zderzenie nastąpiło na wysokości osi drogi polnej (k.125 V). Położenie miejsca zderzenia w pobliżu przecięcia się osi drogi asfaltowej i gruntowej potwierdza położenie śladu blokowania kół samochodu Mercedes oraz położenie odłamków szkła rozbitej szyby przedniej i szkła reflektora, a także możliwa kinematyka jego ruchu przy wjeździe na drogę poprzeczną z zamiarem skrętu w lewo. Oskarżony wyjaśnił, że po dostrzeżeniu roweru rozpoczął hamowanie samochodu i jednocześnie skręcił kierownicą w lewo (k.19V,120). Wykonanie przez kierującego Mercedesem podwójnego manewru obronnego przed uderzeniem roweru stwierdzają świadkowie (k.11,12.122V,123,127). Położenie miejsca zderzenia względem początku śladów blokowania kół Mercedesa, łukowy ich kształt oraz występująca przerwa w lewym śladzie świadczy o tym, że kierujący tym samochodem przed uderzeniem roweru wykonał podwójny manewr obronny skrętu kierownicą w lewo z równoczesnym hamowaniem, a następnie skrętu kierownicą w prawo z nieprzerwanym hamowaniem. Przy takim wykonaniu tych manewrów dociążone koła prawe w początkowej fazie z opóźnieniem rozpoczęły znaczenie śladu blokowania kół (k.10, rys.zał.1). W środkowej fazie hamowania, na skutek wykonania skrętu kierownicą w prawo do osi jezdni, dociążone zostały lewe koła i one przestały znaczyć ślad blokowania kół. Ponieważ opóźnienie lub przerwa blokowania kół występuje przemiennie tylko po jednej stronie toru ruchu pojazdu, przy równoczesnym występowaniu śladu blokowania po drugiej stronie, dowodzi to tego, że układ hamulcowy działał poprawnie i hamowanie odbywało się z pełną intensywnością bez jego przerywania, w przeciwieństwie do tego co wyjaśnia oskarżony. Świadczyć może to o tym, że w niedostatecznym stopniu zmniejszył on nacisk na pedał hamulca.

7.4.2. Ustalenie miejsca zderzenia z rowerem oraz prędkości samochodu Mercedes w czasie wypadku.

Z zeznań kierującego samochodem Mercedes (k.19V, 120) oraz jego pasażerki (k. 127) i świadków (k.123, 124V) wynika, że przed swoim pojazdem dostrzegli rower wyjeżdżający z drogi gruntowej po prawej stronie, patrząc zgodnie z kierunkiem ich jazdy. Natomiast z zeznań świadków (k.123, 126) wynika, że kierujący rowerem wyjeżdżał na drogę asfaltową z dużą prędkością z zamiarem skrótu w lewo. Uwzględniając powyższe, położenie śladów blokowania kół i odłamków szkła stłuczonej szyby przedniej, lokalizację uszkodzeń samochodu Mercedes, położenie powypadkowe samochodu i roweru oraz możliwą kinematykę jego ruchu przy wykonywaniu skrótów i po uderzeniu należy stwierdzić, że miejsce zderzenia pojazdów na jezdni znajdowało na prawym śladzie tarcia opon, tj. w pobliżu przecięcia się osi jezdni i drogi gruntowej. Takie położenie miejsca zderzenia określił świadek (k. 125V). Możliwe położenie samochodu i roweru w czasie zderzenia na załączonym rysunku oznaczono odpowiednio nr 4 i 5 (zał. nr I).

Zgromadzony materiał dowodowy pozwala na obliczenie prędkości samochodu w chwili uderzenia roweru, jak również przed wypadkiem na podstawie trzech różnych czynników, a mianowicie: zakresu obrażeń ciała i odległości odrzutu uderzonego rowerzysty oraz długości śladów tarcia opon zaznaczonych na szkicu miejsca wypadku (k.10).

7.4.2.1. Wyznaczenie prędkości samochodu na podstawie obrażeń ciała kierującego rowerem

W czasie uderzenia między pojazdem a ciałem rowerzysty wystąpił impuls siły. Ponieważ impuls jest iloczynem siły i czasu, więc w zależności od mas zderzających się ciał i ich prędkości można określić wspólną prędkość oraz siłę działającą podczas uderzenia. Zagadnienie liczbowego określenia tych zależności było przedmiotem szczegółowych badań prowadzonych w ośrodkach naukowo-badawczych (Podstawowe materiały szkoleniowe dla rzeczoznawców). Dla określenia zakresu obrażeń ciała uderzonego wprowadzona została skala AIS uzależniająca ich zakres od prędkości i charakteru uderzenia oraz właściwości fizycznych uderzonego. Powyższy wskaźnik wyraża się następującą zależnością:

$$AIS = a + b \cdot v'_u + cv^2$$

gdzie: - $AIS = 6$

- zakres obrażeń ciała odniesionych przez rowerzystę określony na podstawie opinii sądowno-lekarskiej (k.41v);

- $a = 0, b = 0, c = 0,0285 [s^2/m^2]$ - współczynniki uwzględniające charakter uderzenia oraz właściwości uderzonego;

- v'_u - prędkość uderzenia.

Po przekształceniu i podstawieniu danych otrzymamy:

$$v'_u = \sqrt{\frac{6}{0,0285}} = 14,51 m/s$$

- to jest - $V'_u = 52,2 [km/h]$

Z analizy ruchu obu pojazdów wynika, że rower poruszał się skośnie w stosunku do samochodu. Prędkość roweru przy szybkim poruszaniu się nim wynosi ok. $V_r = 17 km/h$. Ponieważ prędkość uderzenia jest w tym przypadku sumą prędkości samochodu i roweru wynikającej ze składowej prędkości roweru w kierunku ruchu samochodu $v'_u = v'_{us} + v_r \cdot \sin \alpha$,

-zatem prędkość samochodu Mercedes w chwili uderzenia wynosiła:

$$V'_{us} = \sqrt{v_u^2 - (v_r \cdot \cos \alpha)^2} = \sqrt{52,2^2 - (17 \cdot \cos 55^\circ)^2} = 51,3 [\text{km/h}]$$

$$\text{to jest } v'_{us} = 14,24 [\text{m/s}]$$

gdzie: $\alpha = 55^\circ$ - przybliżony kąt odchylenia kierunku ruchu roweru od osi jezdni
(rys. zał. nr 1)

7.4.2.2. Wyznaczenie prędkości samochodu na podstawie odległości odrzutu roweru po uderzeniu.

Zależność odrzutu kierującego pojazdem jednośladowym, a także tego pojazdu po uderzeniu przez samochód była przedmiotem szczegółowych badań prowadzonych w różnych ośrodkach badawczych (W. Kończykowski, Odtwarzanie i analiza przebiegu wypadku drogowego - SRTSiRD, str 223 [1]). Zależność ta wyraża się następująco:

$$S_k = 0,254 \cdot v_{uk}^{1,59} [\text{m}]$$

gdzie: $S_k = 17,8 [\text{m/s}]$ - odległość na jaką odrzucony został kierujący rowerem od miejsca zderzenia (rys. zał. nr 1);

$v_{uk} = [m/s]$ - prędkość samochodu w chwili uderzenia.

Po przekształceniu i podstawieniu danych otrzymamy:

$$v_{uk} = 1,59 \sqrt{\frac{17,8}{0,254}} = 14,46 [m/s]$$

$$\text{tj. } V'_u = 52,1 [\text{km/h}]$$

7.4.2.3. Wyznaczenie prędkości samochodu na podstawie długości śladów hamowania.

Uwzględniając odległość przemieszczania się samochodu od miejsca uderzenia do miejsca zatrzymania oraz fakt jego hamowania prędkość w chwili uderzenia roweru możemy wyznaczyć z zależności:

$$v_{up} = \sqrt{2 \cdot \mu \cdot g \cdot S_{h2}} = \sqrt{2 \cdot 0,7 \cdot 9,81 \cdot 14,4} = 14,06 [\text{m/s}]$$

to jest - $V_{up} = 14,06 \cdot 3,6 = 50,6 [\text{km/h}]$;

gdzie: $\mu = 0,7$ - wartość współczynnika przyczepności na suchej jezdni asfaltowej;
 $s_{h2} = 14,4 [\text{m}]$ - odległość przemieszczania się samochodu Mercedes po uderzeniu roweru (rys. zał 1).

Podczas uderzenia roweru część energii kinetycznej samochodu została utracona kosztem nadania energii kinetycznej uderzonemu oraz wykonania określonej pracy na odkształcenie nadwozia i obrażeń ciała poszkodowanego. Prędkość samochodu Mercedes w początkowej fazie uderzenia v'_u może być obliczona na podstawie równania ilości ruchu:

$$(v_u - v'_u) \cdot m_s = [v'_u - (v'_{ru})] \cdot m_r = [m/s]$$

gdzie: $v'_u = 14,06 [\text{m/s}]$ - prędkość samochodu bezpośrednio po uderzeniu roweru;

$m_s = 1610$ [kg] - masa całkowita samochodu (1390 kg - masa własna samochodu Mercedes-240D i 70 + 150 kg - masa kierowcy i pasażerów);
 $v_{ru} = 2,71$ [m/s] - prędkość roweru w kierunku ruchu samochodu;
 $m_r = 60$ [kg] - przybliżona masa roweru i rowerzysty.

Skąd po przekształceniu i podstawieniu danych otrzymamy:

$$v_u = \frac{v_u' \cdot (m_s + m_r)}{m_s} + \frac{v_{ru} \cdot m_r}{m_s} = \frac{14,06 \cdot (1610 + 60)}{1610} + \frac{2,71 \cdot 60}{1610} = 14,68 \text{ [m/s]}$$

to jest: - $V_u = v_u \cdot 3,6 = 52,9$ [km/h]

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że prędkość samochodu Mercedes w chwili uderzenia roweru wynosiła około 53 km/h.

Ponieważ przed zderzeniem samochód Mercedes był hamowany na odcinku drogi o długości $s_{h1} \cong 14,8$ m określonym na podstawie rysunku (k.10, i zał. nr 1), jego prędkość przed manewrem hamowania możemy określić z zależności:

$$v_{os} = \frac{\mu \cdot g \cdot t_n}{2} + \sqrt{v_u^2 + 2 \cdot \mu \cdot g \cdot s_{h1}} = \frac{0,7 \cdot 9,81 \cdot 0,4}{2} + \sqrt{14,68^2 + 2 \cdot 0,7 \cdot 9,81 \cdot 14,8} = 21,84 \text{ m/s}$$

to jest $V_{os} = v_{os} \cdot 3,6 = 21,84 \cdot 3,6$ [km/h]

Natomiast prędkość samochodu Mercedes przed wypadkiem określoną na podstawie całkowitej długości śladów tarcia opon, zaznaczonych na szkicu miejsca wypadku (k. 2v, 10), możemy wyznaczyć z zależności:

$$v'_{os} = \frac{\mu \cdot g \cdot t_n}{2} + \sqrt{2 \cdot \mu \cdot g \cdot s_h} = \frac{0,7 \cdot 9,81 \cdot 0,4}{2} + \sqrt{2 \cdot 0,7 \cdot 9,81 \cdot 29,2} = 21,4 \text{ m/s}$$

to jest $V'_{os} = 77,0$ [km/h]

gdzie: $s_h = 29,2$ [m] - całkowita długość śladów tarcia opon zaznaczona na szkicu i w opisie miejsca wypadku (k.2v.10)

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że prędkość samochodu Mercedes w chwili uderzenia roweru wynosiła około 53,0 [km/h], natomiast przed wypadkiem około 78,6 [km/h]. Wyznaczona wartość prędkości samochodu Mercedes w czasie uderzenia roweru znajduje również potwierdzenie w obliczeniach jej wartości na podstawie długości pola pokrytego odłamkami rozbitej szyby przedniej.

7.4.3. Analiza ruchu samochodu i roweru.

Z przeprowadzonej analizy przebiegu wypadku wynika, że rower przed uderzeniem poruszał się skośnie do toru ruchu samochodu, od prawej do lewej krawędzi jezdni (patrzac zgodnie z kierunkiem jazdy samochodu). Położenie śladów tarcia opon (k.2v,10, rys. zał. 1) oraz zeznania świadków (k.17V, 123, 127) dowodnie świadczą o tym, że kierujący samochodem przed zderzeniem podjął manewr obronny hamowania, a następnie skrętu kierownicą w lewo. Decyzję o wykonaniu manewru hamowania musiał podjąć przed rozpoczęciem znaczenia śladu blokowania koła w czasie:

$$t_{dh} = t_{rk} + t_n = 0,8 + 0,4 = 1,2 \text{ s}$$

gdzie: $t_{rk} = 0,8$ [s]- średniostatystyczny czas reakcji kierowcy;
 $t_n = 0,4$ [s]- czas narastania opóźnienia hamowania.

Poruszając się z prędkością $v_{os} = 21,84$ m/s mógł tego dokonać przed początkiem tego śladu w odległości nie mniejszej niż:

$$l_{sd} = t_{dh} \cdot v_{os} - \frac{\mu \cdot g \cdot t_n^2}{4} = 1,2 \cdot 21,84 - \frac{0,7 \cdot 9,81 \cdot 0,4^2}{4} = 25,9 \text{ [m]}$$

Ponieważ lewy ślad hamowania zaczyna się w odległości $\sim v_{h1} = 14,8 + 2 \times 1,4 = 17,6$ [m] przed miejscem zderzenia (zał. nr 1), kierujący samochodem musiał podjąć decyzję o rozpoczęciu manewru hamowania od tego miejsca w odległości:

$$s_{sd} = s_{h1} + l_{sd} = 17,6 + 25,9 = 43,5 \text{ [m]}$$

Czas jaki upłynął od chwili decyzji o hamowaniu do chwili zderzenia możemy wyznaczyć z zależności:

$$t_{dh} = \frac{(v_{ss} - v_{us})}{\mu \cdot g} + t_{rk} + t_n = \frac{20,47 - 14,68}{0,7 \cdot 9,81} + 0,8 + 0,4 = 2,04 \text{ [s]}$$

gdzie: $v_{us} = 20,47$ [m/s] = $v_{os} - \frac{\mu \cdot g \cdot t_n}{2}$ - tj. -prędkość samochodu Mercedes w chwili rozpoczęcia znaczenia śladu tarcia opon.

$v_{us} = 14,68$ [m/s] - prędkość samochodu w chwili uderzenia roweru. Rower w tym czasie mógł przejechać odcinek drogi równy:

$$s_{rd} = v_r \cdot t_h = 4,7 \cdot 2,04 = 9,6 \text{ [m]}$$

gdzie: $v_r = 4,7$ [m/s] tj. $V_r = 17,0$ [km/h] - prędkość roweru w chwili uderzenia przy szybkim tempie poruszania się nim.

Położenie Mercedesa w chwili możliwości dostrzeżenia przez kierującego nim roweru na załączonym rysunku zaznaczono nr 1, a roweru nr 10.

7.4.4. Ocena taktyki j techniki jazdy kierującego samochodem.

Z analizy ruchu obu pojazdów wynika, że kierujący samochodem Mercedes, poruszając się z prędkością ok. 78,6 km/h (21,84 m/s), w chwili możliwości dostrzeżenia roweru znajdował się od miejsca zderzenia w odległości $s_{sd} = 43,5$ m. Do całkowitego zatrzymania pojazdu potrzebował drogi równej:

$$s_z = v_{os} \cdot t_{rk} + \left(v - \frac{d \cdot v}{3} \right) \cdot t_n + \frac{v_{ss}^2}{2 \cdot \mu \cdot g} \text{ [m]}$$

gdzie: $v_{os} = 21,84$ m/s - prędkość samochodu Mercedes przed wypadkiem

$v_{ss} = 20,47 \text{ m/s}$ - prędkość Mercedesa przed rozpoczęciem znaczenia śladu tarcia opon
 $t_{rk} = 0,8 \text{ s}$ - średniostatystyczny czas reakcji kierowcy.

Po podstawieniu danych otrzymamy:

$$s_z = 21,84 \cdot 0,8 + \left(21,84 - \frac{1,37}{3}\right) \cdot 0,4 + \frac{20,47^2}{2 \cdot 0,7 \cdot 9,81} = 56,5 \text{ m}$$

Porównanie drogi potrzebnej do całkowitego zatrzymania samochodu oraz odległości od miejsca zderzenia w jakiej, znajdował się Mercedes w chwili, gdy zaistniał stan zagrożenia na jezdni:

$$s_z = 56,5 > 43,5 = s_{sd}$$

wskazuje, że kierujący Mercedesem, poruszając się z prędkością ok. 78,6 km/h nie miał możliwości uniknięcia wypadku przez zatrzymanie pojazdu przed torem ruchu roweru.

Do uderzenia roweru doszło na terenie miejscowości Bukowsko (k.2). Zatem do rozważenia pozostaje możliwość uniknięcia wypadku przy poruszaniu się oskarżonego samochodem z prędkością obowiązująca na obszarze zabudowanym $V_d = 60 \text{ km/h}$ to jest $v_d = 16,7 \text{ [m/s]}$. Należy przy tym zauważyć, że w materiale dowodowym nie określono jednoznacznie czy przedmiotowy odcinek drogi znajdował się na obszarze zabudowanym w myśl „Prawa o ruchu drogowym”, czy też nie (k.2, 10, 31). Za opinią biegłego, dokonującego wizji lokalnej miejsca wypadku przyjęto, że był to obszar zabudowany (k.36). Kierujący samochodem Mercedes poruszając się z prędkością 60 [km/h], przy średniostatystycznym czasie reakcji kierowcy mógł zatrzymać pojazd na odcinku drogi około:

$$s_{zd} = 16,7 \left(0,8 + \frac{0,4}{2}\right) + \frac{16,7^2}{(2 \cdot 0,7 \cdot 9,81)} = 37,0 \text{ m}$$

Powyższa analiza wskazuje, że kierujący samochodem Mercedes poruszając się z prędkością 60 km/h miałyby możliwość zatrzymania pojazdu przed rowerem po jego dostrzeżeniu, a tym samym uniknięcia wypadku. Prędkość z którą prowadząc samochód byłby w stanie go jeszcze zatrzymać przed torem ruchu roweru możemy obliczyć z zależności:

$$v_b < \sqrt{\left[\mu \cdot g \cdot \left(t_{rk} + \frac{t_n}{2}\right)\right]^2 + 2 \cdot \mu \cdot g \cdot s_{sz} - \mu \cdot g \cdot \left(t_{rk} + \frac{t_n}{2}\right)} \text{ [m/s]}$$

Po podstawieniu danych otrzymamy:

$$v_b < \sqrt{\left[0,7 \cdot 9,81 \cdot \left(0,8 + \frac{0,4}{2}\right)\right]^2 + 2 \cdot 0,7 \cdot 9,81 \cdot 43,5 - 0,7 \cdot 9,81 \cdot \left(0,8 + \frac{0,4}{2}\right)} = 18,52 \text{ [m/s]}$$

to jest $V_b = 66,7 \text{ km/h}$

Z przeprowadzonej wyżej analizy wynika, że kierujący samochodem Mercedes poruszał się na obszarze zabudowanym z prędkością około 78,6 km/h, tj. istotnie wyższą od dopuszczalnej. Nie

uniknął przez to zderzenia z rowerem, który nieprawidłowo wjeżdżał z drogi gruntowej na drogę posiadającą pierwszeństwo przejazdu zajeżdżając mu drogę.

Zatem taktykę i technikę jego jazdy należy uznać za nieprawidłową.

7.4.5. Ocena sposobu poruszania się kierującego rowerem.

Z analizy przebiegu wypadku wynika, że kierujący rowerem wyjechał z drogi gruntowej na drogę główną, przy ograniczonych możliwościach jej obserwacji, z dużą prędkością, bez zatrzymania się. Nie zachował przy tym szczególnej ostrożności. Zajeżdżał drogę samochodowi Mercedes posiadającemu pierwszeństwo przejazdu, przez co wprowadził zagrożenie bezpieczeństwa ruchu drogowego. Zatem sposób poruszania się kierującego rowerem należy uznać za wysoce nieprawidłowy.

7.4.6. Ustosunkowanie się do wyjaśnień oskarżonego Andrzeja P. złożonych na piśmie

Ad 1. Widoczna na szkicu miejsca wypadku (k.10) przerwa lewego śladu hamowania Mercedesa o długości 4,6 m przy równoczesnym braku takiej przerwy w śladzie blokowania prawego koła nie świadczy o przerwaniu hamowania pojazdu lecz dowodzi przerwania blokowania jego lewych kół dociążonych wykonaniem przez kierującego podwójnego manewru obronnego hamowania z równoczesnym skrętem kierownicą w - lewo, a następnie w prawo oraz impulsem uderzenia w prawy bok pojazdu. W takim przypadku intensywność hamowania samochodu była zwiększona, a nie zmniejszona ponieważ współczynnik przyczepności na granicy poślizgu jest większy aniżeli przy całkowitym blokowaniu kół. Ponadto łączna długość obu odcinków śladu lewych kół wynosi $S_{bl} = 14,6 + 12,8 = 27,4$ m, a z przerwą $S_{hl} = 27,4 + 4,6 = 32$ m. Przyjęta przez oskarżanego długość 29,2m dotyczy prawego śladu hamowania, w którym nie ma przerwy.

Literatura:

1. W.KOŃCZYKOWSKI : Odtwarzanie i analiza przebiegu wypadku drogowego. SRWiRD Paryż - Warszawa 1993r;
2. Praca zbiorowa - Wypadki drogowe. Vademecum biegłego sadowego. Wydawnictwo – Instytut Ekspertyz Sadowych - Kraków 2002r

TEMAT 8

Dr inż. Wiesław MOMOT

Dr inż. Bolesław PANKIEWICZ

REKONSTRUKCJA WYPADKU ZDERZENIA SAMOCHODÓW

Rekonstrukcja wypadków drogowych zderzenia samochodów jest jednym z głównych sposobów uzyskania wiadomości o:

- ruchu pojazdu przed kolizją, szczególnie w zakresie; toru ruchu, prędkości, manewrów wykonanych przed zderzeniem, czyli parametrów służących do oceny techniki i taktyki jazdy kierujących,
- ruchu pojazdu po zderzeniu szczególnie w zakresie przemieszczeń powypadkowych, ewentualnych uszkodzeń ich występujących przed wypadkiem lub mogących powstać w następstwie zderzenia.

Do rekonstrukcji przebiegu wypadku podobnie jak w poprzednich przypadkach przystępujemy na podstawie materiałów dowodowych (omawianych w rozdziale 1), na które najczęściej składają się: dokumenty wykonane przez funkcjonariuszy policji (notatka policyjna, protokół oględzin miejsca wypadku, szkic miejsca wypadku, badania powypadkowe pojazdów), fotografii, filmów z miejsca wypadku, fotografii uszkodzonych pojazdów wykonanych przez funkcjonariuszy policji, firmy ubezpieczeniowe, świadków zdarzenia lub jego uczestników, zeznań świadków, wyjaśnień oskarżonych.

W przypadku zdarzeń, w których nie odnieśli obrażeń lub nie zginęli ludzie dokumentacja z miejsca wypadku w postaci szkiców, fotografii może być wykonana przez niezależnych rzeczoznawców, rzeczoznawców lub likwidatorów szkód firm ubezpieczeniowych, firmy zajmujące się dokumentacją miejsc wypadku, uczestników wypadku. Na dokumentacji sporządzanej przez inne firmy lub osoby powinny znaleźć się te same elementy, co i opisane w dokumentacji policyjnej.

8.1. Tor ruchu i parametry ruchu pojazdów przed wypadkiem

Tor ruchu pojazdów przed wypadkiem można ustalić na podstawie pozostawianych śladów przemieszczania się pojazdów przed wypadkiem do miejsca zderzenia, będących następstwem ruchu przedzderzeniowego. W przypadku braku śladów tor ruchu przedzderzeniowego pojazdu ustala się za pomocą zasady ciągłości ruchu pojazdu w stosunku do jego ustawienia w chwili wypadku oraz zeznań świadków i wyjaśnień osób biorących udział w zdarzeniu. Należy zaznaczyć, że jeśli jest możliwość ustalenia toru ruchu przedzderzeniowego i jego parametrów (np. prędkości) różnymi metodami to wyniki powinny być zgodne i mogą różnić się dokładnością przyjętej metody obliczeń. W przypadku niezgodności, należy wyjaśnić przyczyny niezgodności i eliminując je doprowadzić do zgodności. Parametry ruchu pojazdów przed wypadkiem można ustalić na podstawie pozostawionych śladów (np. hamowania lub zarzucania, jazdy po poboczu drogi, po nawierzchni trawiastej, rycia, rysowania i t.p.) i zastosowywania do nich praw fizyki oraz zależności odwzorowujących ustalony rodzaj ruchu i umożliwiających ustalenie tych parametrów w kolejnych fazach wypadku na początku znaczenia śladów, w czasie uruchomienia mechanizmu powodującego znaczenie śladów oraz w chwili rozpoczęcia manewru (na początku czasu reakcji) czyli w czasie powstania realnego zagrożenia, na które zaczął reagować kierujący. Tory ruchu pojazdów przed wypadkiem muszą spełniać warunek prowadzenia do miejsca wypadku. Tory ruchu

pojazdów po zderzeniu muszą spełniać warunek rozpoczynania się w miejscu zderzenia i kończenia w położeniu powypadkowym lub miejscu następnego zderzenia. Należy przy tym pamiętać, że toru ruchu nie muszą być znaczone śladami przemieszczania się, które powstają po spełnieniu dodatkowych warunków.

8.2. Miejsce zderzenia pojazdów

Następnym etapem w rekonstrukcji wypadku jest ustalenie miejsca zderzenia definiowanego jako początek zetknięcia się pojazdów. W miejscu zderzenia, jeśli pojazdy dojeżdżające do tego miejsca znaczą ślady przemieszczania się po jezdni, występuje załamanie linii śladów, zmiana ich kształtów i nagła zmiana kierunku przemieszczania się liniowego oraz ruchu obrotowego. Znaczenie przez pojazd śladów wypadku zależy od wielu czynników (dociążanie, odciążanie, zmiana kierunku ruchu w stosunku do podłużnej osi pojazdu) powodujących, że często ślady powstają i zanikają lub nie występują w poszczególnych fazach ruchu pojazdów.

W przypadku braku znaczenia śladów w ruchu przedzderzeniowym bardzo często rozpoczyna się znaczenie śladów w miejscu zderzenia. W niektórych przypadkach przy znaczeniu śladów w ruchu przedzderzeniowym w chwili i miejscu zderzenia ślady te się urywają.

Pierwszym i najdokładniejszym sposobem wyznaczenia miejsca zderzenia jest odczytanie go za pomocą śladów.

Innym sposobem ustalenia miejsca zderzenia jest określenie go za pomocą pozostałości powypadkowych. Pozostałości te to osypane zanieczyszczenia osadzające się podczas normalnej eksploatacji na podwoziu oraz odpadające z pojazdów elementy, zespoły wyłamane i oddzielone od pojazdów. Przy określaniu miejsca wypadku za pomocą pozostałości powypadkowych należy uwzględnić, że oddzielenie się zanieczyszczeń, wyłamane potłuczone elementy szyb, kloszy reflektorów, kruchych elementów z tworzyw lub metalowych następują podczas ruchu pojazdów, mają prędkości chwilowe takie jak zderzające się pojazdy; niektóre oddzielające się elementy mogą mieć nadaną dodatkową prędkość wynikającą z procesu wyłamywania oraz miejsca wyłamania. Poszczególne części oddzielają się z miejsc położonych na różnych wysokościach, co wpływa na zdecydowanie na odległość ich przemieszczania się.

Biorąc pod uwagę opisane uwarunkowania określania miejsca zderzenia za pomocą pozostałości powypadkowych można ustalić zasady:

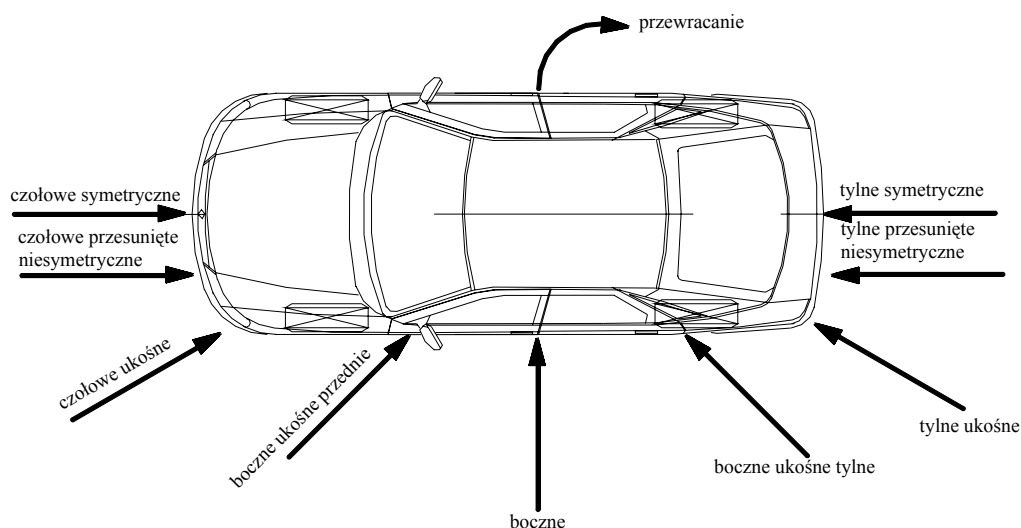
- najbliższe miejsca zderzenia pojazdów są elementy mające najmniejszą masę, położone w pojeździe najniżej i płyny eksploatacyjne,
- im większa masę mają elementy tym jest większe prawdopodobieństwo, że znajdą się one najdalej od miejsca zderzenia,
- toru ruchów przemieszczających się elementów pojazdów o znaczących masach powinny przecinać się w miejscu zderzenia,
- miejsce zderzenia i prędkość ruchu pojazdów w chwili zderzenia w przypadku zbitych szyb hartowanych nie klejonych, kloszy lamp reflektorów szklanych, można wyznaczać za pomocą zależności od długości pola pokrytego odłamkami, odległości do pierwszych odłamków odległości do najbardziej odległych odłamków,

Miejsce zderzenia może być również określone za pomocą oznaczeń na szkicu miejsca wypadku wykonanych przez funkcjonariuszy policji lub uczestników wypadku lub przez świadków wypadku, może być ono określone również za pomocą fotografii i punktów charakterystycznych widocznych na niej lub transformacji fotogrametrycznej. Należy przy tym brać pod uwagę, że miejsce wypadku musi spełniać warunek przecinania się w nim torów ruchu pojazdów przed zderzeniem i torów ruchów pojazdów po zderzeniu. Warunek ten jest również bardzo przydatny przy wyznaczaniu torów ruchu pojazdów. Ustalenie miejsca wypadku jest jak to już zaznaczono

ważnym elementem rekonstrukcji wypadku i powinno być umieszczone na rysunku przedstawiającym przebieg wydarzeń podczas wypadku – szkicu miejsca wypadku.

8.3. Charakterystyka zderzeń pojazdów

Przy rekonstrukcji zderzenia pojazdów wyróżnia się typy zderzeń pojazdów. Stosuje się podział na zderzenia czołowe, boczne, tylne oraz pośrednie: czołowe ukośne, boczne ukośne, boczne ukośne przednie, boczne ukośne tylne, tylne ukośne, tylne niesymetryczne, tylne symetryczne oraz przewracanie. Rodzaje zderzeń są sklasyfikowane w normie ISO 6813.



Rys. 8.01. Określenie wzajemnego usytuowania pojazdów w chwili zderzenia wg ISO 6813.

Kolejnym ważnym elementem rekonstrukcji wypadku jest określenie wzajemnego położenia pojazdów w chwili zderzenia.

Najbardziej prawidłowym jest określenie go za pomocą odkształceń powypadkowych uszkodzonych pojazdów zarejestrowanych i utrwalonych na fotografiach lub filmach. Określenie wzajemnego położenia pojazdów w chwili zderzenia może być określone na płaszczyźnie lub w przestrzeni. W celu ustalenia wzajemnego usytuowania pojazdów w chwili zderzenia należy, z fotografii uszkodzonych pojazdów, nanieść uszkodzenia na rzuty pojazdów z góry, dla rekonstrukcji usytuowania na płaszczyźnie lub na poziome rzuty pojazdów dla rekonstrukcji przestrzennej. Przy nanoszeniu odkształceń należy wykonać je w dwóch etapach, pierwszy odkształcenia plastyczne widoczne na fotografii lub opisane w opisie powypadkowym pojazdu, w drugim etapie należy nanieść odkształcenia plastyczne i sprężyste wynikające z opisu uszkodzonych pojazdów.

Następnie należy zestawić ze sobą uszkodzone pojazdy stykając je uszkodzeniami. Wzajemne ustawienie pojazdów w chwili zderzenia jest ważnym elementem rekonstrukcji wypadku i przy prawidłowym wykonaniu daje podstawy do wyciągnięcia wielu istotnych wniosków.

8.4. Ustalenie prędkości pojazdów w chwili powstania zagrożenia i zderzenia

Następnym elementem procesu rekonstrukcji wypadku jest wyznaczenie prędkości pojazdów w poszczególnych fazach ruchu.

Wymaga to przyjęcia odpowiedniego modelu fizycznego przebiegu zdarzenia drogowego, bowiem model taki, związany z rodzajem zderzenia, jest opisywany określonym rodzajem zależności matematycznych pozwalających na wykonanie obliczeń i wyznaczenie niewiadomych parametrów wypadku. Przykładowe rodzaje modeli formalnych służące do wyznaczania prędkości pojazdów przedstawiono poniżej:

8.4.1. Określenie prędkości na podstawie zasady zachowania energii podczas zderzenia

$$v_n = \sqrt{\frac{2E}{m_n}} \quad [\text{m/s}]$$

gdzie:

$E = E_1 + E_2$ - energia zużyta podczas zderzenia równa energii zużytej na odkształcenia pierwszego (E_1) i drugiego pojazdu (E_2).

Energia zużyta na odkształcenia pierwszego i drugiego pojazdu może być wyznaczona za pomocą energii barierowej uzyskanej na podstawie uderzeń w betonową praktycznie nieodkształcalną ścianę odczytanej z odpowiednich tabel (współczynnik restytucji prędkości k_n), może być wyznaczona za pomocą odkształceń przy użyciu zależności:

$$E_n = \frac{b_n \cdot h_n \cdot f_n^2}{2} \cdot k_n \quad [\text{Nm}]$$

$$E_n = \left(\frac{1 - K}{1 + K} \right) \cdot (E_1 + E_2) \quad [\text{Nm}]$$

gdzie :

E_n n=1,2

-energia powodująca odkształcenie pojazdów podczas zderzenia zależna od wielkości odkształceń;

b_n, h_n, f_n

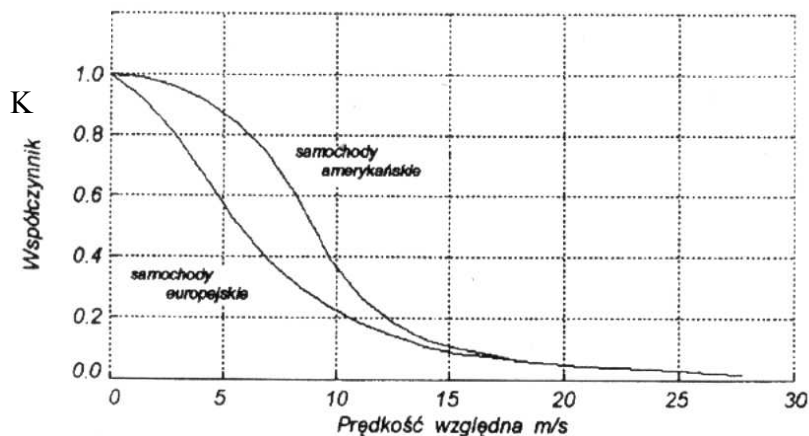
-odkształcenia pojazdów po zderzeniu;

k_n ; n=1,2

-energochłonność uszkodzonych pojazdów;

K

-współczynnik restytucji.



Rys 8.02. Współczynnik restytucji prędkości – K , w zależności od prędkości zderzenia

8.4.2. Określanie prędkości za pomocą zasady zachowania pędu

$$m_1 \cdot (\vec{v}_{1P} - \vec{v}_{1K}) - m_2 (\vec{v}_{2P} - \vec{v}_{2K}) = 0$$

gdzie:

m_n ; n=1,2,	masy pojazdów biorących udział w wypadku,
v_{nK} ; n=1,2,	prędkość liniowa po zderzeniu,
v_{nP} ; n=1,2,	prędkość liniowa w chwili zderzenia.

8.4.3. Określanie prędkości za pomocą zasady zachowania pędu i zasady zachowania energii wg metody CARNOTA

Różnicę prędkości samochodów w chwili zderzenia można wyznaczyć za pomocą modelu zderzenia przedstawionego przy użyciu równania energii Carnota i równań pędu Newtona:

$$E = E_1 + E_2$$

$$dv_1 = v_{K1} - v_{P1}$$

$$dv_2 = v_{K1} - v_{P1}$$

$$m_1 dv_1 - m_2 dv_2 = 0$$

$$E = 0,5 \cdot \frac{(1-K)}{(1+K)} \cdot (m_1 \cdot dv_1^2 + m_2 \cdot dv_2^2)$$

gdzie:

$E = E_1 + E_2$ - energia zużyta podczas zderzenia równa energii zużytej na odkształcenia pierwszego i drugiego pojazdu,

K - współczynnik restytucji powodujący uwzględnienie w energii odkształceń oprócz odkształceń plastycznych energii odkształceń sprężystych

8.4.4. Określanie prędkości za pomocą modelu Marquarda

Prędkości w chwili zderzenia i po zderzeniu wyraża się na podstawie nw. zależności:

$$v_1' = \sqrt{2 \cdot k_s \cdot \mu \cdot g \cdot s_1 + v_{1K}^2}$$

$$\omega_1' = \sqrt{\frac{k_{\phi 1} \cdot \mu \cdot g \cdot l_1 \cdot m_1 |\Delta\phi_1|}{I_{Z1}} + \omega_{K1}^2} \cdot \text{sign}(\Delta\phi)$$

$$k_1 = \frac{|\Delta\phi_1| \cdot l_1}{2 \cdot s_1}$$

$$k_{s1} = 0,17 \cdot k_1^3 - 0,488 \cdot k_1^2 - 0,034 \cdot k_1 + 1$$

$$k_{\phi 1} = 0,328 \cdot k_1^3 - 0,772 \cdot k_1^2 + 1,072 \cdot k_1$$

$$v'_2 = \sqrt{2 \cdot k_2 \cdot \mu \cdot g \cdot s_2 + v_{K2}^2}$$

$$\omega'_2 = \sqrt{\frac{k_{\phi 2} \cdot \mu \cdot g \cdot l_2 \cdot m_2 |\Delta\phi_2|}{I_{Z2}} + \omega_{K2}^2} \cdot \text{sign}(\Delta\phi)$$

$$k_2 = \frac{|\Delta\phi_2| \cdot l_2}{2 \cdot s_2}$$

$$k_{S2} = 0,17 \cdot k_2^3 - 0,488 \cdot k_2^2 - 0,034 \cdot k_{21} + 1$$

$$k_{\phi 2} = 0,328 \cdot k_2^3 - 0,772 \cdot k_2^2 + 1,072 \cdot k_2$$

gdzie :

- l_n - rozstawienie osi samochodu 1,2;
- μ - współczynnik przyczepności;
- $g = 9,81 \text{ [m/s}^2\text{]}$ - wartość przyspieszenia ziemskiego;
- $\Delta\phi_n$ - przemieszczenie kątowe, kąt obrotu pojazdu w rad;
- s_n - przemieszczenie liniowe w m ;
- m_m - masa pojazdu w chwili zderzenia;
- ω'_n - prędkość obrotowa po zderzeniu;
- v'_n - prędkość liniowa po zderzeniu;
- ω_{nK}, v_{nK} - prędkość liniowa i kątowa na końcu rozpatrywanego zderzenia;
- k_n - wyróżnik *Marquarda*;
- k_S - współczynnik przemieszczeń liniowych;
- k_ϕ - współczynnik przemieszczeń kątowych;

Oprócz wymienionych przykładowych modeli zachowania się pojazdów podczas zderzenia i po zderzeniu są jeszcze inne modele w tym model *Burga*. Jednak każdy z modeli wymaga dostarczenia dodatkowych danych. Modele te są zamieszczone w programie RWD [1]i zostaną omówiony w przykładzie na końcu rozdziału.

8.5. Ocena taktyki i techniki jazdy oraz możliwości uniknięcia wypadku przez kierujących

Znając na podstawie ustaleń opisanych w poprzednich rozdziałach tory ruchów pojazdów przed zderzeniem można do drogi przebytej podczas działania układu hamulcowego „ S_h ” dodać drogę przebytą podczas uruchamiania układu hamulcowego i drogę przebytą w czasie reakcji kierującego, czyli drogę na której był już prowadzony manewr hamowania jednak nie były znaczone ślady hamowania:

$$S_z = S_h + \frac{\mu \cdot g \cdot t_n}{2} + v \cdot t_r \quad [\text{m}];$$

gdzie:

S_h	droga na której działał układ hamulcowy powodując powstawanie śladów
t_n	czas uruchamiania układu hamulcowego z dokumentacji fabrycznej lub średni statystyczny
t_r	czas reakcji kierującego rzeczywisty lub tabelaryczny
μ	współczynnik przyczepności opon do nawierzchni,
g	wartość przyspieszenia ziemskiego $g = 9,81[m/s^2]$

Po rozwiązaniu ww. równania otrzymujemy odległość od miejsca zderzenia w którym kierujący pojazdem zaczął reagować na stan zagrożenia.

Znając prędkość pojazdu w chwili powstania stanu zagrożenia, drogę przebyta do czasu zderzenia, prędkości pojazdów przed zderzeniem, model zmian prędkości podczas zderzenia i prędkości pojazdów po zderzeniu oraz tory ruchów pojazdów po zderzeniu można odtworzyć przebieg wydarzeń podczas wypadku od czasu powstania stanu zagrożenia

Dodając do odległości rozpoczęcia działania układu hamulcowego podczas wypadku odległość przebytą w czasie reakcji kierującego można odtworzyć przebieg wydarzeń podczas wypadku a umieszczając go w realiach i uwarunkowaniach drogi, na której doszło do wypadku wykonać rekonstrukcję zdarzenia drogowego lub w zależności od dysponowanych danych wejściowych rekonstrukcję możliwych zdarzeń podczas wypadku.

Dopiero umieszczenie przebiegu zdarzeń bezpośrednio przed wypadkiem i podczas wypadku na rzeczywistej drodze i porównanie ich z przepisami administracyjnymi obowiązującymi w rejonie miejsca wypadku, z ograniczeniami widoczności wynikającymi z ukształtowania terenu, zabudowy płotów, parkanów oraz przepisami ruchu drogowego obowiązującymi obu uczestników ruchu drogowego, można porównać wyznaczoną drogę na której działał kierujący przed wypadkiem z drogą niezbędną do zatrzymania pojazdu

$$S_z = \left(t_r + \frac{t_n}{2} \right) \cdot v + \frac{v^2}{2 \cdot \mu \cdot g} \quad [m];$$

$$S \leq S_z ; \quad S \leq S_o$$

Podobnie można określić możliwość omijania

$$S_0 = v \cdot (t_r + t_u) + \sqrt{\frac{2 \cdot y \cdot v^2}{\mu \cdot g} - y^2} \quad [m]$$

gdzie:

y – przemieszczenie boczne w [m];

t_r – czas reakcji w [s];

t_u – czas wybierania luzu w układzie kierowniczym wyrażony w [s].

Jeśli kierujący pojazdem poruszał się z prędkością przekraczająca obowiązującą administracyjnie, zbliżył się do przeszkody której powinien się spodziewać na drodze na odległość mniejszą niż wynosiła droga niezbędna do zatrzymania się przed nią lub jej torem ruchu to naruszał zasady prawidłowej taktyki jazdy.

Jeśli z analizy porównania odległości powstania stanu zagrożenia i drogi niezbędnej do zatrzymania lub ominięcia przeszkody wynika, że była ona większa niż niezbędna do wykonania takich manewrów a do wypadku doszło, to kierujący naruszył zasady prawidłowej techniki wykonywania manewrów hamowania lub omijania, gdyż miał możliwość uniknięcia wypadku i z możliwości tej wskutek nieprawidłowej techniki nie skorzystał lub nie naruszył zasad prawidłowej taktyki i techniki jazdy oraz nie miał możliwości uniknięcia wypadku i niezależnie od podjętych przez niego działań do wypadku mogło dojść.

8.6. Przykłady rekonstrukcji wypadków zderzenia pojazdów.

8.6.1. Przykład I

8.6.1.1. Opis wypadku:

Wypadek według zeznań świadków wypadku wydarzył się w terenie niezabudowanym. Polegał on na najechaniu na stojący samochód pojazdu hamującego na śliskiej nawierzchni poruszającego się z prędkością niedostosowaną do warunków ruchu. Wypadek wydarzył się na jezdni o niewielkim natężeniu ruchu drogowego, gdy pojazdami poruszali się tylko kierujący samochodami kierujący. W zdarzeniu brały udział pojazdy: NISSAN TERANO 2.4 - uderzający, oraz AUDI 100 AVANT - uderzony

Wypadek wydarzył się w dniu 8 stycznia 2002 r około godziny 21⁰⁰. Zatem wypadek wydarzył się w porze nocnej, gdy pojazdy poruszające po drogach publicznych obowiązane były do jazdy z włączonymi światłami drogowymi lub mijania i stosownie do tego tylna część pojazdu była oświetlona sprzężonymi z nimi światłami pozycyjnymi, hamulcowymi podczas hamowania, oświetleniem tablicy rejestracyjnej.

Bezpośrednio przed wypadkiem według akt sprawy były znaczne opady śniegu Jezdnia w czasie wypadku miała śliską nawierzchnię.

8.6.1.2. Założenia wstępne:

W czasie wypadku jezdnia asfaltowa była pokryta śniegiem, śliska. Dla takich warunków atmosferycznych i pokrytej śniegiem jezdni w dniu wypadku przyjęto wartość przyczepności między oponą i jezdnią wynoszącą

$$\mu = 0,4 ;$$

co odpowiada maksymalnemu opóźnieniu

$$a_{\max} = g \cdot \mu = 9,81 \times 0,4 = 3,9 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

8.6.1.3. Dane techniczne i uszkodzenia pojazdu AUDI 100 AVANT

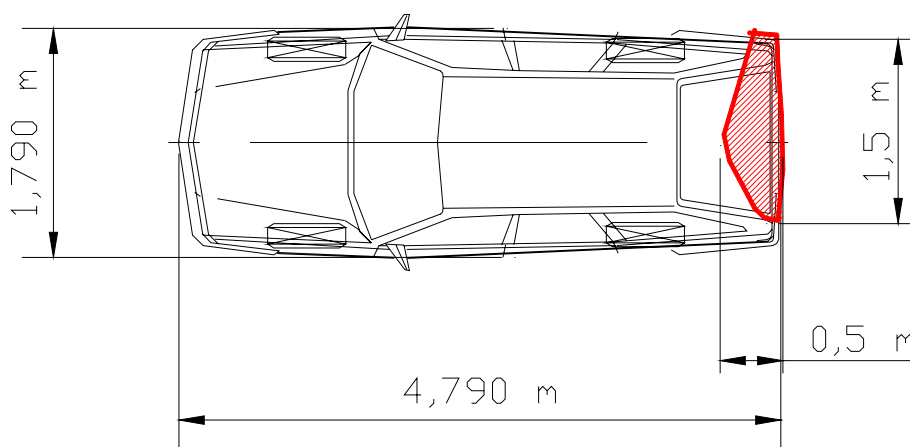
marka	AUDI 100 ,
typ	2,8 E AVANT
rok produkcji	1992 r
pojemność silnika	2771 cm ³ ,
masa własna / dop. masa całkowita	1450 kg /.dop. masa całkowita 1950 kg,
masa w chwili wypadku	1450 + 75 = 1525 kg = m _A
silnik z zapłonem	iskrowym,
długość	4,790 m,
szerokość	1,770 m,
wysokość	1,431m,
rozstawienie osi	2,687 m,
rozstawienie kół przednich / tylnych	1,520 m / 1,524 m,.

Uszkodzenia samochodu AUDI 100 AVANT stwierdzone podczas badania samochodu po wypadku i na fotografiach (załącznik) podczas wypadku:

- tłumik końcowy – zgnieciony,
- obudowa wspornika zamka – zgnieciona,
- nakładka tylna komory bagażnika – pocięta,
- wykładzina słupka prawego – połamana,
- wykładzina dachu – połamana,

- wykładzina pokrywy bagażnika – połamana,
- nadkole prawe – połamane,
- nadkole lewe – połamane,
- rama oparcia - pocięta,
- bok prawy – pocięty,
- zderzak tylny – połamany,
- nakładka zderzaka połamana,
- pokrywa komory bagażnika - zgnieciona,
- uszczelka pokrywy bagażnika – pognieciona,
- zawiasy pokrywy bagażnika – pocięte,
- amortyzator bagażnika – zgięty,
- szyba tylna – zbita,
- lampy tylne zewnętrzne i wewnętrzne – pobite, połamane,
- ściana boczna prawa, lewa, - pocięte,
- szyba boczna prawa – zbita,
- belka tylna lewa prawa – pocięte,
- podłużnica tylna lewa prawa – pocięte..

Na podstawie opisu uszkodzeń oraz fotografii ustalono, że opisane uszkodzenia odpowiadają uderzeniu w tylną część AUDI 100 AVANT przedmiotu o kształcie odpowiadającym kształtowi samochodu z przesunięciem głównej siły uderzenia na prawą stronę.



Rys 8.03. Uszkodzenia samochodu AUDI 100 AVANT powstałe podczas wypadku naniesione na rzut z góry samochodu .

Na podstawie zakresów uszkodzeń samochodu AUDI 100 AVANT rys 8.03, określono średnie wartości odkształceń tego pojazdu w czasie wypadku zderzenia się z samochodem NISSAN TERANO 2.4:

$b = 1,5 \text{ m}$	szerokość odkształcenia;
$h = 0,7 \text{ m}$	średnia wysokość odkształcenia;
$f = 0,4 \text{ m}$	średnia głębokość odkształcenia;
$k = 5,2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^3$	jednostkowa energochłonność odkształcenia samochodu AUDI 100 AVANT .

Energia zużyta do odkształcenia samochodu AUDI 100 AVANT podczas zderzenia może być wyznaczona za pomocą zależności:

$$E_A = \frac{b \cdot h \cdot f^2}{2} \cdot k$$

Po podstawieniu danych otrzymano energię, która wyniosła:

$$E_A = 43680 \text{ Nm.}$$

8.6.1.4. Dane techniczne i uszkodzenia pojazdu NISSAN

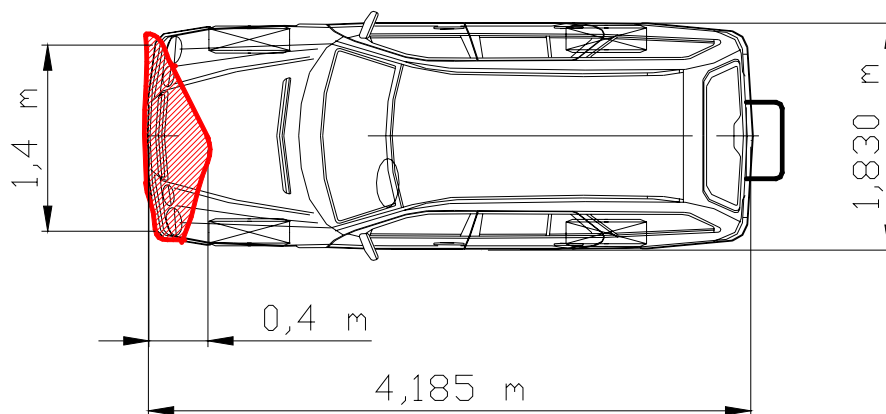
marka	NISSAN
typ	TERANO 2.4Kat
rok produkcji	1997 r
pojemność silnika	2389 cm ³ ,
masa własna / dop. masa całkowita	1630 kg /dop. masa całkowita 2510 kg,
masa w chwili wypadku	1630+75 = 1705 kg = m _N
silnik z zapłonem	iskrowym,
długość	4,185 m,
szerokość	1,755 m,
wysokość	1,830m,
rozstawienie osi	2,450 m,
rozstawienie kół przednich / tylnych	1,455 m /1,430 m,.

Uszkodzenia samochodu NISSAN TERANO 2.4 opisane w Notatce Urzędowej i stwierdzone na fotografiach (załącznik):

Uszkodzony przód pojazdu, centralnie, pokrywa silnika, zderzak przedni, lampy przednie, błotnik lewy,

- nakładka zderzaka przedniego – pocięta,
- belka zderzaka przedniego – pocięta,
- belka przednia – zgięta
- ściana przednia – pocięta,
- podłużnica lewa – zgięta w części przedniej,
- pokrywa silnika – połamana - przednia część pokrywy silnika szpachlowana, szpachla razem z powłokami lakierowymi odskoczyła, w miejscu odgadniętej szpachli początki powstawania ognisk korozji widoczne na fotografiach pod powiększeniem,
- błotnik lewy – pocięty w części przedniej.

Opisane uszkodzenia oraz przedstawione w materiale zdjęciowym odpowiadają uderzeniu przednią częścią NISSAN TERANO 2.4 w przedmiot odpowiadający kształtowi samochodu z przesunięciem głównej siły uderzenia na lewą stronę - odpowiadające skręceniu samochodu w czasie uderzenia w prawą stronę patrz Rys 8.05.



Rys 8.04. Uszkodzenia samochodu NISSAN TERANO naniesione na rzut z

Na podstawie zakresów uszkodzeń samochodu NISSAN TERANO Rys 8.04. określono średnie wartości odkształceń tego pojazdu w czasie wypadku

$b = 1,4 \text{ m}$	szerokość odkształcenia;
$h = 0,7 \text{ m}$	średnia wysokość odkształcenia;
$f = 0,3 \text{ m}$	średnia głębokość odkształcenia,
$k = 13,6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^3$	jednostkowa energochłonność odkształcenia samochodu NISSAN TERANO odpowiadająca znacznie; sztywniejszej strukturze przedniej części pojazdu o charakterze terenowym.

Energia zużyta do odkształcenia samochodu NISSAN TERANO podczas zderzenia może być wyznaczona za pomocą zależności:

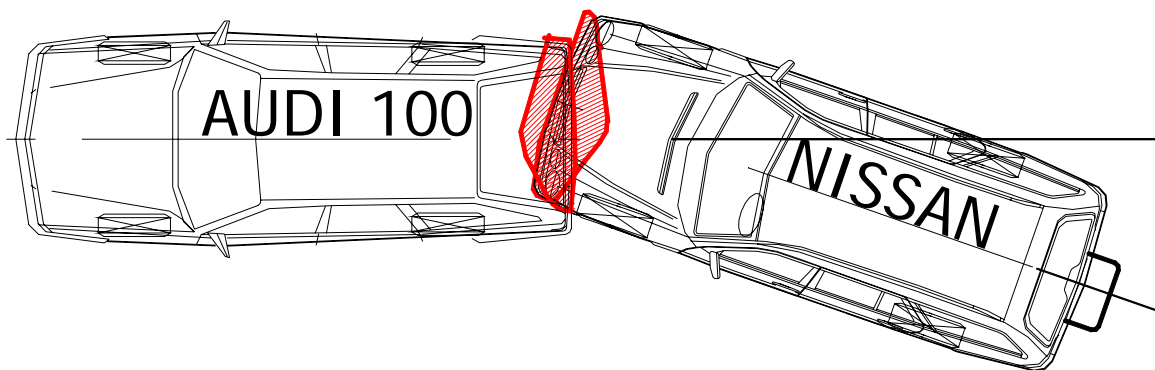
$$E_N = \frac{b \cdot h \cdot f^2}{2} \cdot k;$$

Po podstawieniu danych otrzymano energię , która wyniosła:

$$E_A = 59976 \text{ [Nm]}.$$

8.6.1.5. Możliwe usytuowanie pojazdów w chwili zderzenia się wynikające z ich odkształceń

Mając określone uszkodzenia samochodów NISSAN TERANO i AUDI 100 AVANT w postaci uszkodzeń naniesionych na ich rzuty z góry można określić jakie byłoby wzajemne ustawienie tych pojazdów, gdyby doszło do ich zderzenia się. Najbardziej prawdopodobne, wynikające z uszkodzeń, wzajemne ustawienie pojazdów w chwili ich kontaktu przedstawiono na Rys.8.05



Rys 8.05. Najbardziej prawdopodobne wzajemne ustawienie pojazdów NISSAN TERANO i AUDI 100 AVANT w chwili zderzenia

8.6.1.6. Określenie możliwego ustawienia samochodów podczas zderzenia na drodze

Mając najbardziej prawdopodobne ustawienie pojazdów podczas ich zderzenia się porównano uszkodzenia, wybrano elementy uszkodzone mogące sobie odpowiadać, ustawiono te pojazdy na drodze – na której doszło do wypadku tak jak jest to przedstawione na szkicu wykonanym przez kierującego samochodem AUDI 100 AVANT. Analiza uszkodzeń pojazdów szczególnie przedstawionych na rysunkach 8.03, 8.04. i 8.05. wskazuje, że możliwe jest usytuowanie pojazdów takie, że samochód NISSAN TERANO jadący za samochodem AUDI 100 AVANT mógł uderzyć w niego, gdy był odchyłony w stosunku do podłużnej osi samochodu uderzanego o kąt około 20° .

Do sytuacji takiej doszło według zeznań kierującego samochodem NISSAN po zablokowaniu kół podczas manewru hamowania w samochodzie NISSAN TERANO.

Zablokowanie kół podczas hamowania przy sprawnie działającym systemie ABS takim jaki jest w NISSAN TERANO 2.4Kat r. pr. 1997 jest możliwe przy wykonaniu gwałtownego manewru skrętu w analizowanym przypadku w prawo. O wykonaniu takiego manewru w prawo świadczy ustawienie samochodów podczas zderzenia określone na podstawie dowodów rzeczowych w postaci uszkodzeń powypadkowych pojazdów.

8.6.1.7. Obliczenie prędkości przed i pokolizyjnych:

Model zasady zachowania energii bez ruchu pozderzeniowego (pojazd uderzany pozostał w czasie zderzenia nieruchomą przeszkodą)

W pierwszej opinii przyjęto model zderzenia na podstawie zależności kinematycznych i uderzenia samochodu Nissan Terrano z prędkością około 90 km/h w nieruchomą przeszkodę bez rozpatrzenia ruchu pojazdów po zderzeniu. W konkluzji ustalono, że przy tak dużej różnicy prędkości samochodu uderzającego i uderzanego uszkodzenia pojazdów są niewspółmiernie małe do różnicy prędkości pojazdów. W konkluzji ustalono, że takiego wypadku nie było.

8.6.1.7.1. Wyznaczenie prędkości na podstawie - zasady zachowania pędu

- Prędkość samochodu AUDI przed zderzeniem $v_{Ap} = 0,0$ km/h – pojazd zatrzymał się przed przejazdem kolejowym.

- Prędkość samochodu NISSAN przed zderzeniem:
 Z zeznań kierującego wynika, że jechał on z prędkością $v = 90 \text{ km/h}$ ($25,0 \text{ m/s}$), po zauważeniu pojazdu marki AUDI rozpoczął hamowanie na drodze $S = (25-30) \text{ m}$. Można więc obliczyć prędkość pojazdu NISSAN w chwili zderzenia z zależności:

$$v_{Np} = \sqrt{v^2 \cdot 2 \cdot a_{\max} \cdot S} = \sqrt{25,0^2 \cdot 2 \cdot 3,92 \cdot 30} \approx 19,0 \text{ [m/s]} \approx 68,4 \text{ [km/h]}$$

- Prędkości po zderzeniu:
 Z zasady zachowania pędu - (zderzenie niesprężyste):

$$m_A \vec{v}_{Ap} + m_N \vec{v}_{Np} = (m_A + m_N) \vec{v}_k$$

- po przekształceniu i podstawieniu danych:

$$v_k \cong 10 \text{ [m/s]} \approx 36,0 \text{ [km/h]}$$

Są to prędkości po zderzeniu dla pojazdu AUDI i pojazdu NISSAN wynikające z zastosowania tego modelu.

W takim przypadku różnica prędkości pojazdu NISSAN przed zderzeniem i po zderzeniu wynosiła 9 [m/s] , a pojazdu AUDI $[10 \text{ m/s}]$ i zakres uszkodzeń uszkodzenia pojazdów mógł odpowiadać wyznaczonej różnicy prędkości.

Już przy tym modelu zderzenia można było stwierdzić, że do wypadku mogło dojść w okolicznościach podanych przez kierujących.

8.6.1.7.2. Określenie prędkości pojazdów z zasady zachowania pędu i energii wg równania Carnota

Minimalną prędkość względną jaką powinien mieć w chwili kolizji samochód NISSAN TERANO, aby doprowadzić do opisanych w aktach uszkodzeń można wyznaczyć za pomocą pracy wydatkowanej na uszkodzenia obu pojazdów równej energii kinetycznej obu pojazdów przekształconej na tę pracę.

Różnicę prędkości samochodów w chwili zderzenia można wyznaczyć za pomocą modelu zderzenia przedstawionego przy użyciu równania energii Carnota i równań pędu Newtona:

$$E = E_A + E_N$$

$$m_A dv_A + m_N \cdot dv_N = 0$$

$$E = 0,5 \cdot \frac{(1-k)}{(1+k)} \cdot (m_A \cdot dv_A^2 + m_N \cdot dv_N^2)$$

$$k = 0,2$$

$$dv_A = v_{Ak} - v_{Ap}$$

Jeżeli przyjmiemy że czyli $v_{Ap} = 0$ (samochód Audi stał przed przejazdem – jak wynika z akt sprawy)

$$dv_N = v_{Nk} - v_{Np}$$

Po podstawieniu danych do ww. równania otrzymano:

$$dv_N = \sqrt{\frac{2 \cdot E \frac{1+k}{1-k} \cdot m_N}{m_N^2 + m_N \cdot m_A}} = 9,27 \text{ [m/s]};$$

$$dv_A = \sqrt{\frac{2 \cdot E \frac{1+k}{1-k} \cdot m_N}{m_A^2 + m_N \cdot m_A}} = 10,37 \text{ [m/s]}.$$

Z przeprowadzonej analizy obliczeń wg ww. modelu wynika, że:

- samochód NISSAN TERANO podczas zderzenia zmniejszył prędkość o 9,27 [m/s] czyli około 33 km/h;
- samochód AUDI 100 AVANT został rozpędzony do prędkości 10,37 [m/s] czyli około 37 [km/h] – jest prędkość samochodu Audii 100 AVANT po zderzeniu.

Biorąc pod uwagę, że samochód AUDI 100 AVANT według zeznań kierującego nim, bezpośrednio przed uderzeniem zatrzymał się, to jak wynika z modelu przyrost prędkości był jednocześnie prędkością samochodu po zdarzeniu, którą musiał wytracić podczas przemieszczania się. Uszkodzenia samochodów i zakres zwiększenia prędkości od 0 do około 37 km/h, który odbył się w krótkim czasie kontaktu nadwozi obu samochodów odpowiada uszkodzeniu ramy fotela (fot. załącznik) wygiętej przez kierującego. Uderzenie samochodu NISSAN TERANO w AUDI 100 AVANT potwierdzają przymarzniałe odłamki szkła mogące pochodzić z zbitej szyby tylnej z samochodu AUDI 100 AVANT, na pokrywie silnika i we wnęce okna szyby przedniej samochodu NISSAN TERANO widoczne przy badaniu pod powiększeniem fotografii obu samochodów.

Samochód NISSAN TERANO po zderzeniu według zeznań kierującego nim, został odbity i był obracany. Zebrany materiał dowodowy nie zawiera danych wskazujących na położenie powypadkowe pojazdów. Z zeznań kierującego nim można oszacować, że po zderzeniu poruszał się z ekwiwalentną prędkością rzędu 10 m/s..

- Prędkości samochodów w chwili zderzenia

Prędkość samochodu AUDI 100 AVANT przed kolizją można określić na podstawie zeznań kierujących samochodami jako $v_{Ap} = 0$ [km/h]

Prędkość samochodu NISSAN TERANO w chwili uderzenia w samochód AUDI 100 AVANT – wynosiła:

$$v_{Np} = 10 \text{ [m/s]} + 9,27 \text{ [m/s]} = 19,27 \text{ [m/s]} - \text{czyli } \approx 69,0 \text{ [km/h]}$$

Biorąc pod uwagę zeznania kierującego samochodem NISSAN TERANO, że przed wypadkiem jechał on z prędkością 90 km/h. wskazuje to, że z rozwijanej prędkości zdołał wyhamować on do prędkości około 69km/h..

Drogę na jakiej mogło dojść do zmniejszenia prędkości o około 20 km/h można wyznaczyć za pomocą zależności przedstawiającej drogę hamowania w podanych w aktach warunkach drogowych:

$$S_{hN} = \frac{25^2 - 19,27^2}{2 \cdot 3,92} = 32,27 \text{ [m]}$$

Z wykonanego obliczenia wynika, że z deklarowanej prędkości przez kierującego samochodem NISSAN TERANO, 90 km/h do wyznaczonej za pomocą modelu prędkości uderzenia w samochód AUDI 100 AVANT, pojazd NISSAN TERANO mógł wyhamować na drodze około 32 [m] . Jest to odległość zgodna z zeznaniami kierującego, który określił drogę hamowania na 25÷30 [m].

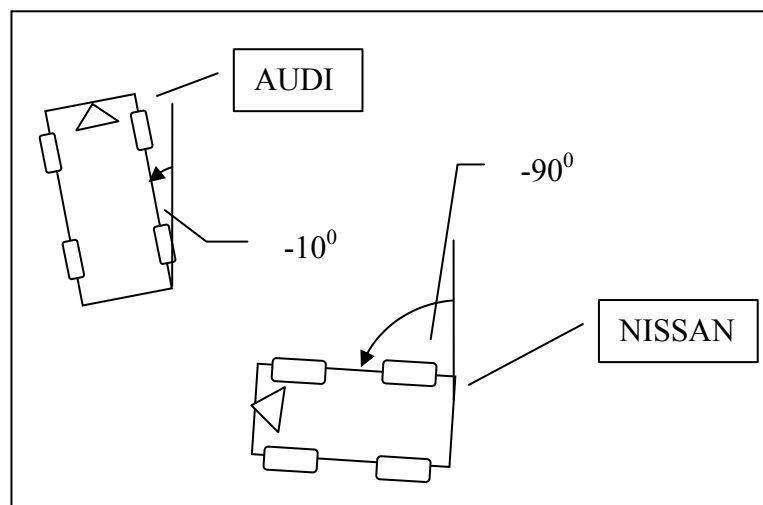
8.6.1.7.3. Obliczenia prędkości pojazdów w czasie wypadku wykonane za pomocą programu RWD – dla zderzenia pojazdów [1].

Kolejne metody obliczeń zostaną przedstawione na podstawie programu RWD przystosowanego do wspomagania rachunkowej analizy zderzeń samochodów osobowych, dostawczych i ich pochodnych. Przedstawione zostaną kolejne kroki obliczeń wraz z niezbędnym komentarzem.

Wprowadzenie danych pojazdów.

Dane pojazdów wprowadzono zgodnie ze schematem podanym w programie RWD. Położenie środka masy zostało dobrane orientacyjnie - dla AUDI bliżej przedniej osi (napęd przedni), dla NISSAN dalej od przedniej osi (napęd na obie osie).

Po dokładnym przejrzeniu akt, można ustalić prawdopodobne położenie powypadkowe pojazdów – rys 8.06.



Rys 8.06. Prawdopodobne powypadkowe położenie obu pojazdów.

Ustawienie pojazdów jak na Rys. 8.06. można ustalić na podstawie faktów:

- samochód AUDI zostało uderzone w tył z przesunięciem głównej siły uderzenia w prawo pod kątem około 20° (Rys. 8.06.) prawdopodobny jest więc niewielki obrót w lewo tegoż pojazdu.

- kierujący pojazdem marki NISSAN zeznał że, po uderzeniu jego pojazd „przetoczył się po prawym tylnym narożniku samochodu AUDI i samochód się zatrzymał” - wyznaczone tą metodą położenie samochodu Nissan odpowiada faktycznemu.

Przybliżone kąty obrotu pojazdów w ruchu pozderzeniowym wprowadzone zostały na podstawie Rys.8.06.

Odległości przebyte przez środki mas pojazdów w ruchu pozderzeniowym można obliczyć przyjmując wartości $a_{\max} = 3,92 \text{ [m/s}^2\text{]}$, oraz wartości prędkości pozderzeniowych z zasady zachowania pędu wynoszące odpowiednio:

$$v_{Ak} \cong v_{Nk} \cong 10 \text{ [m]} = 36,0 \text{ [km/h]}$$

Odległości:

$$S_N = \frac{v_{Nk}^2}{2a_{\max}} = \frac{10^2}{2 \cdot 3,92} \cong 13 \text{ [m]}; \quad S_A = \frac{v_{Ak}^2}{2a_{\max}} = \frac{10^2}{2 \cdot 3,92} \cong 13 \text{ [m]};$$

Program pozwala na wyznaczenie prędkości środków mas oraz prędkości kąto- we pojazdów tuż po zderzeniu. Obliczenia można wykonać trzema metodami:

- Marquarda
- Burga
- McHenry – Marquarda

2. Metoda Marquarda

Wyznaczenie prędkości rozdzielania dla pojazdu 2

Marquard		Burg		McHenry - Marquard
----------	--	------	--	--------------------

Dane

Droga środka masy w ruchu po zderzeniowym	s	13	[m]	
Kąt obrotu pojazdu w ruchu po zderzeniowym	delta_phi	-10	[°]	
Prędkość środka masy na końcu ruchu po zderzeniowego	v _k	<input style="width: 50px;" type="text" value="0"/>	[km/h]	(v < 50 km/h)
Prędkość kąto- wa względem osi z na końcu ruchu pozd.	omega_k	<input style="width: 50px;" type="text" value="0"/>	[1/s]	

Wyniki

$$v' = \sqrt{2 \cdot k_s \cdot \mu \cdot g \cdot s + v_k^2} \quad \text{gdzie:} \quad k_s = 0.17 \cdot k^3 - 0.488 \cdot k^2 - 0.034 \cdot k + 1$$

$$\omega' = \sqrt{\frac{k_\varphi \cdot \mu \cdot g \cdot l \cdot m \cdot |\Delta\varphi|}{J_z} + \omega_k^2} \cdot \text{sgn}(\Delta\varphi) \quad k_\varphi = 0.328 \cdot k^3 - 0.772 \cdot k^2 + 1.072 \cdot k$$

$$k = \frac{|\Delta\varphi| \cdot l}{2 \cdot s}$$

Prędkość środka masy tuż po zderzeniu	v'	<input style="width: 50px;" type="text" value="36.3"/>	[km/h]	
Prędkość kąto- wa względem osi z tuż po zderzeniu	omega'	<input style="width: 50px;" type="text" value="-0.1"/>	[1/s]	

Założenie: wszystkie koła są zablokowane

Prędkości: środka masy i kąto- wa na końcu ruchu po zderzeniowego przyjmujemy równą 0 co oznacza, że pojazdy po zakończeniu kolizji zatrzymały się (nie nastąpiły inne okoliczności np. inne zderzenie). W metodzie Marquard zakłada się, że wszystkie koła są zablokowane – jest to słuszne założenie dla omawianego przypadku ponieważ nawierzchnia była śliska, NISSAN wpadł w poślizg a AUDI nie poruszało się przed kolizją.

Metoda Burga

W metodzie tej możemy uwzględnić współczynnik rozkładu siły hamującej f_h , oraz współczynnik oporu rotacji w zależności od kierunku uderzenia.

Metoda McHenry – Marquard

Metoda ta również pozwala na uwzględnienie współczynnika rozkładu siły hamującej f_h .

Wzory uwzględniają rotację pojazdów . Według tego modelu wyznaczono prędkość samochodu NISSAN i odpowiednio do kolejnych obliczeń przyjmują prędkości:

- dla NISSANA TERANO obliczone metodą McHenry – Marquarda
- dla AUDI 100 AVANT obliczone metodą Burga

Wyznaczenie prędkości rozdzielania dla pojazdu 1

Marquard | Burg | McHenry - Marquard |

Dane

Droga środka masy w ruchu pozderzeniowym	s	13	[m]
Kąt obrotu pojazdu w ruchu pozderzeniowym	delta_fi	-90	[°]
Prędkość środka masy na końcu ruchu pozderzeniowego	v_k	<input type="text" value="0"/>	[km/h] ($v < 50 \text{ km/h}$)
Prędkość kątowna względem osi z na końcu ruchu pozd.	omega_k	<input type="text" value="0"/>	[1/s]

Wyniki

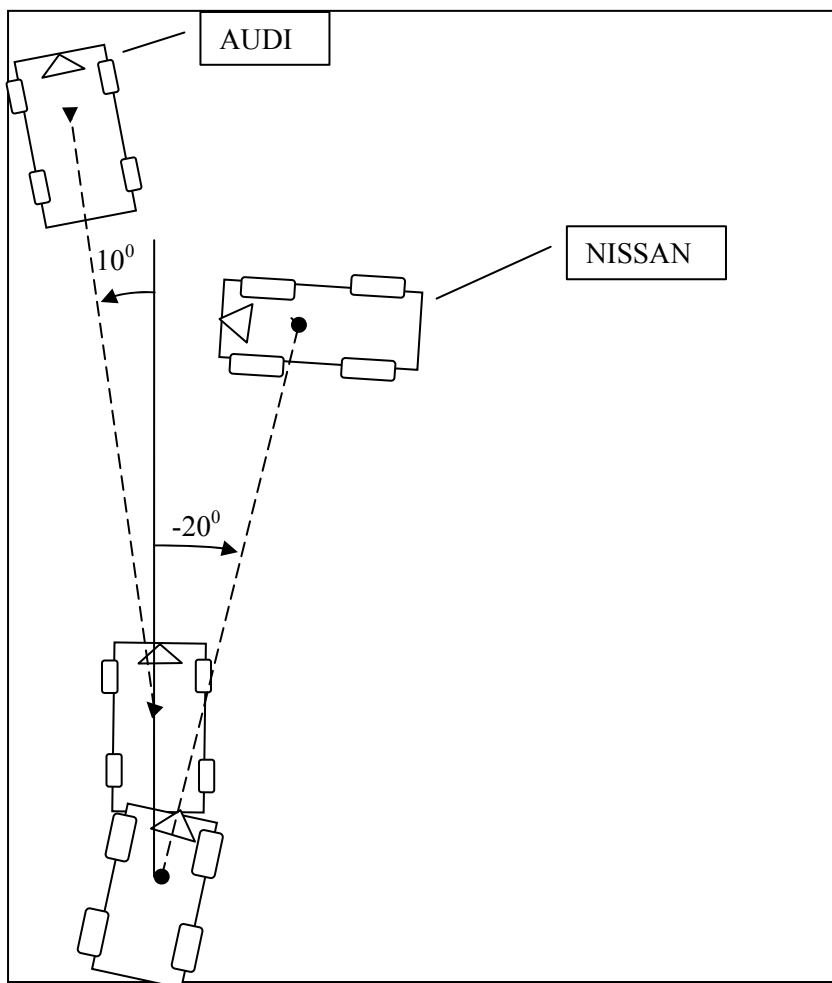
$$v' = \sqrt{2 \cdot k_s \cdot \mu \cdot g \cdot s + v_k^2} \quad \text{gdzie:} \quad k_s = 0.17 \cdot k^3 - 0.488 \cdot k^2 - 0.034 \cdot k + 1$$

$$\omega' = \sqrt{\frac{k_\psi \cdot \mu \cdot g \cdot l \cdot m \cdot |\Delta\varphi|}{J_z} + \omega_k^2} \cdot \text{sgn}(\Delta\varphi) \quad k_\psi = 0.328 \cdot k^3 - 0.772 \cdot k^2 + 1.072 \cdot k$$

$$k = \frac{|\Delta\varphi| \cdot l}{2 \cdot s}$$

Prędkość środka masy tuż po zderzeniu	v'	<input type="text" value="36"/>	[km/h]
Prędkość kątowna względem osi z tuż po zderzeniu	omega'	<input type="text" value="-1.2"/>	[1/s]

Założenie: wszystkie koła są zablokowane



Rys.8.007. Kierunki wektorów prędkości środków mas pojazdów tuż po zderzeniu wyznaczone metodą przybliżoną poprzez łączenie środków mas pojazdów w pozycji zderzeniowej i końcowej. Ponieważ uderzenie nastąpiło w tylną część pojazdu AUDI przy zablokowanych kołach samochodu NISSAN przyjęto równoległe położenie wektorów prędkości środków mas tuż przed zderzeniem.

Obliczenie prędkości przedzderzeniowych

Program pozwala obliczać prędkości przedzderzeniowe dwoma metodami:

- z zasady zachowania pędu
- z zasady zachowania pędu i energii

Zasada zachowania pędu

Ponieważ w omawianym przykładzie wektory prędkości przedzderzeniowych były prawie równoległe program uniemożliwia obliczenie prędkości pozderzeniowych tą metodą, co zaznaczono przy zestawieniu wyników

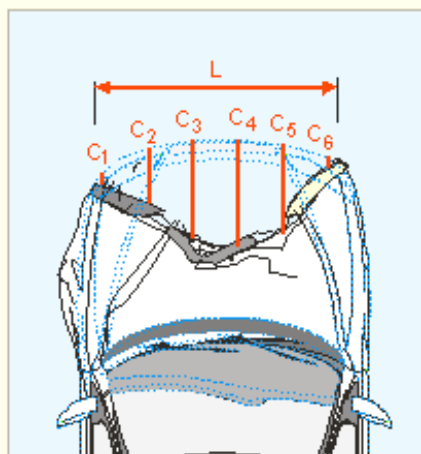
Zasada zachowania energii i pędu

Metoda wymaga policzenia współczynnika EBS. Najwygodniej jest wykonać to wg. Standardu Crash3 wybierając kategorię pojazdu i rodzaj uderzenia z listy, oraz uwzględnić odkształcenia obu pojazdów (szacunkowo na podstawie materiału dowodowego w postaci zdjęć uszkodzeń nanosząc uszkodzenia pojazdów na ich rzuty z góry dla każdego z uszkodzonych pojazdów).

Obliczenie EBS wg standardu CRASH3

Dane z testu zderzeniowego | Odształcenia pojazdów 1 i 2 | Obliczenie EBS dla pojazdów 1 i 2

Obliczenia dla pojazdu:



Głębokość wgniecenia

Ilość odcinków pomiaru wgniecenia n: 2 4 6

C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	m
0	0.15	0.4	0.44	0.35	0.2	

Średnia głębokość wgniecenia:

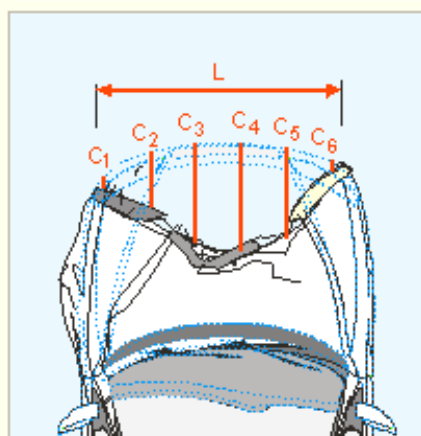
$$C_{Ave} = \frac{\frac{C_1}{2} + \sum_{i=2}^{n-1} C_i + \frac{C_n}{2}}{n-1} : 0.288 \text{ m}$$

Szerokość odształcenia L : m

Obliczenie EBS wg standardu CRASH3

Dane z testu zderzeniowego | Odształcenia pojazdów 1 i 2 | Obliczenie EBS dla pojazdów 1 i 2

Obliczenia dla pojazdu:



Głębokość wgniecenia

Ilość odcinków pomiaru wgniecenia n: 2 4 6

C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	m
0.22	0.3	0.35	0.3	0.2	0.1	

Średnia głębokość wgniecenia:

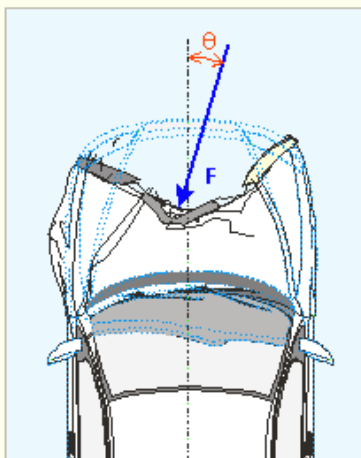
$$C_{Ave} = \frac{\frac{C_1}{2} + \sum_{i=2}^{n-1} C_i + \frac{C_n}{2}}{n-1} : 0.261 \text{ m}$$

Szerokość odształcenia L : m

Obliczenie EBS wg standardu CRASH3

Dane z testu zderzeniowego | Odształcenia pojazdów 1 i 2 | Obliczenie EBS dla pojazdów 1 i 2 |

Obliczenia dla pojazdu:



$$EBS = \sqrt{\frac{2 \cdot E_d}{m}} : \boxed{9.09} \text{ m/s} = \boxed{32.73} \text{ km/h}$$

gdzie:

kierunek uderzenia (± 45 st.): $\theta : \boxed{20}^\circ$

energia deformacji:

$$E_d = \frac{L}{n-1} \cdot \left[\frac{A \cdot \alpha}{2} + \frac{B \cdot \beta}{6} + (n-1) \cdot G \right] \cdot (1 + \tan^2 \theta) : \boxed{70477.93} \text{ J}$$

stałe deformacji:

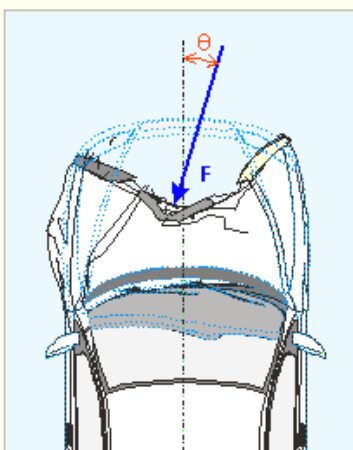
$$\alpha = C_1 + C_n + 2 \sum_{i=2}^{n-1} C_i : \boxed{3.32} \text{ m}$$

$$\beta = C_1^2 + C_n^2 + 2 \sum_{i=2}^{n-1} C_i^2 + \sum_{i=1}^{n-1} C_i C_{i+1} : \boxed{1.099} \text{ m}^2$$

Obliczenie EBS wg standardu CRASH3

Dane z testu zderzeniowego | Odształcenia pojazdów 1 i 2 | Obliczenie EBS dla pojazdów 1 i 2 |

Obliczenia dla pojazdu:



$$EBS = \sqrt{\frac{2 \cdot E_d}{m}} : \boxed{8.38} \text{ m/s} = \boxed{30.2} \text{ km/h}$$

gdzie:

kierunek uderzenia (± 45 st.): $\theta : \boxed{20}^\circ$

energia deformacji:

$$E_d = \frac{L}{n-1} \cdot \left[\frac{A \cdot \alpha}{2} + \frac{B \cdot \beta}{6} + (n-1) \cdot G \right] \cdot (1 + \tan^2 \theta) : \boxed{53662.2} \text{ J}$$

stałe deformacji:

$$\alpha = C_1 + C_n + 2 \sum_{i=2}^{n-1} C_i : \boxed{3.679} \text{ m}$$

$$\beta = C_1^2 + C_n^2 + 2 \sum_{i=2}^{n-1} C_i^2 + \sum_{i=1}^{n-1} C_i C_{i+1} : \boxed{1.497} \text{ m}^2$$

Obliczenia prędkości przedzderzeniowych:

Prędkości tuż przed zderzeniem

1. NISSAN $v_1 = v_{x1} = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \cdot \left(\frac{m_1 \cdot v_1' \cdot \cos \alpha_1'}{m_2} + v_2' \cdot \cos \alpha_2' \pm C \right) =$: [km/h]

gdzie:

$$C = \sqrt{v_1'^2 + v_2'^2 - 2 \cdot v_1' \cdot v_2' \cdot \cos(\alpha_1' - \alpha_2') + \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right) \left[I_{x1} (\omega_1'^2 - \omega_1'^2) + I_{x2} (\omega_2'^2 - \omega_2'^2) + m_1 \cdot EES_1^2 + m_2 \cdot EES_2^2 \right] - \left(v_2' \cdot \sin \alpha_2' + \frac{m_1}{m_2} \cdot v_1' \cdot \sin \alpha_1' \right)^2}$$

Założenie: $v_{1y} = 0, \alpha_1 = 0, \omega_1 = 0, \omega_2 = 0$

Uwaga: znak czynnika C jest dobierany przez program.

2. AUDI $v_2 = \sqrt{v_{2x}^2 + v_{2y}^2} =$: [km/h]

gdzie: $v_{2x} = \frac{m_1}{m_2} \cdot (v_1' \cdot \cos \alpha_1' - v_1 \cdot \cos \alpha_1) + v_2' \cos \alpha_2'$

$$v_{2y} = \frac{m_1}{m_2} \cdot (v_1' \cdot \sin \alpha_1' - v_1 \cdot \sin \alpha_1) + v_2' \sin \alpha_2'$$

Równania bazują na zasadach zachowania pędu i energii.

Obliczona prędkość przedzderzeniowa dla AUDI różna od 0, może być wynikiem przybliżeń, oraz szacowania pewnych wielkości wprowadzanych do programu. W ostatecznych wynikach należy ją podać jako równą 0.

Wyniki obliczeń prędkości za pomocą różnych modeli przedstawiono w tabelach w rozdziale 8.6.1.8.

8.6.1.8. Porównanie wyników obliczeń otrzymanych różnymi metodami

Wykonanie wyznaczenia prędkości przedzderzeniowych i pozderzeniowych różnymi metodami pozwala wyniki zestawić w jednej tabeli. Należy zwrócić uwagę na ilość danych niezbędnych do wprowadzenia dla każdego z omawianych modeli, co zostało omówione w poszczególnych przykładach.

Dla samochodu marki NISSAN TERANO

Metoda	zas. zachowania pędu	Równania pędu i energii	RWD - Marquard	RWD - Burg	RWD - McHenry - Marquard
Prędkość pozderzeniowa [km/h]	37	37	36	36	33

Metoda	Model zachowania energii	zasada zachowania pędu	Równania pędu i energii	RWD - zas. zachowania pędu	RWD - zas. zachowania energii i pędu
Prędkość przedzderzeniowa [km/h]	90	71	69	-	65

Metoda	Średnie odkształcenia	RWD
Energia odkształcenia [J]	60000	70500

Dla samochodu marki AUDI 100 AWANT

Metoda	zasada zachowania pędu	Równania pędu i energii	RWD - Marquard	RWD - Burg	RWD – McHenry - Marquard
Prędkość pozderzeniowa [km/h]	37	37	36	36	33

Prędkość w chwili tuż przed zderzeniem dla samochodu AUDI 100 AWANT należy przyjąć równą - 0,0 [km/h].

Metoda	Średnie odkształcenia	RWD
Energia odkształcenia [J]	43700	53700

Rekonstrukcja wypadków stanowi podstawowy element oceny techniki i taktyki jazdy. Zasadniczym elementem do wyznaczenia za pomocą metod rekonstrukcji wypadku są prędkości, przemieszczenia i czasy wykonania manewrów w ruchu przedzderzeniowym i pozderzeniowym. Rekonstrukcja przebiegu wypadku może być przydatna również w ocenie czy wypadek mógł wydarzyć się w okolicznościach podanych przez uczestników zdarzenia i opisanych w protokołach, przedstawionych na fotografiach lub filmach z miejsc zdarzenia, przy uszkodzeniach pojazdów widocznych na dokumentacji powypadkowej pojazdów. Przy czym należy brać pod uwagę niedoskonałości utrwalania i rejestracji zdarzeń oraz możliwą dokładność relacji uczestników zdarzenia.

Wykonane porównanie wyników prędkości przedwypadkowych i powypadkowych otrzymanych różnymi metodami dowodzi, że warunkiem wykonania prawidłowej rekonstrukcji zdarzenia jest przyjęcie do analizy prawidłowego odpowiadającego odtwarzanemu przebiegowi wydarzeń modelu.

Załączniki

- ZAŁĄCZNIK 1. Zdjęcia uszkodzeń pojazdu marki AUDI 100 AWVANT (3 strony);
 ZAŁĄCZNIK 2. Zdjęcia uszkodzeń pojazdu marki NISSAN TERANO (1 strona);
 ZAŁĄCZNIK 3. Szkice i zdjęcie miejsca kolizji (1 strona)

ZAŁĄCZNIK 1 (strona 1) – uszkodzenia pojazdu marki AUDI 100 AWWANT



ZAŁĄCZNIK 1 (strona 2) uszkodzenia pojazdu marki AUDI 100 AWWANT



ZAŁĄCZNIK 1 (strona 3) uszkodzenia pojazdu marki AUDI 100 AWWANT (uszkodzenia fotela).

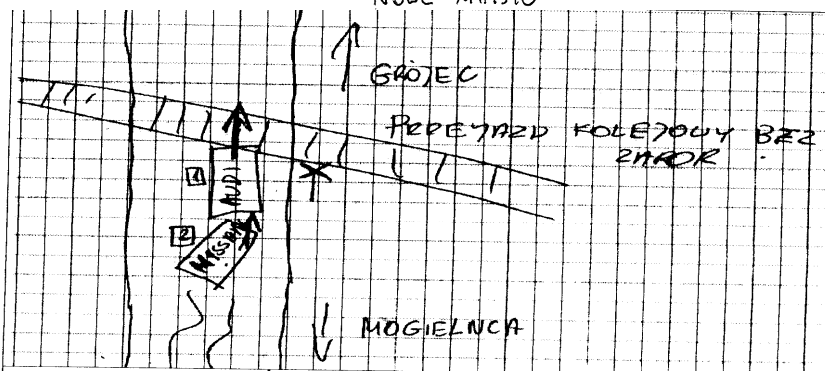
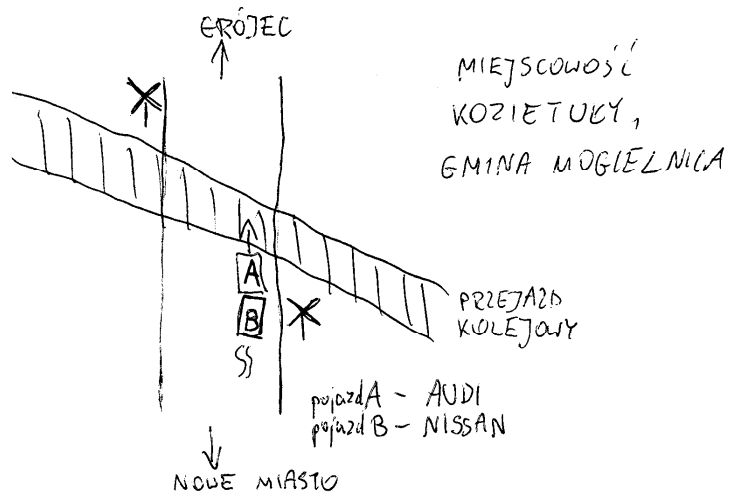


ZAŁĄCZNIK 2. (strona 1) Uszkodzenia pojazdu marki NISSAN TERANO



ZAŁĄCZNIK 3 (strona 1) - Szkice i zdjęcie miejsca kolizji

Szkic sytuacyjny:



PRZYCYNĄ BYŁA ŚLISKA NAWIERZCHNIA.
 JADĄC DROGĄ Z MOGIELNICY W STRONĘ ERÓJCA (OK. 90 km/h)
 - 2 POPUSZCZALNĄ W TYM MIEJSCU PRĘDKOŚCIĄ - ZOBACZYŁEM
 HAMUJĄCE AUDI PRZED PRZEJAZDEM KOLEJOWYM.
 AUDI ZAHAMOWAŁO I MYŚLAŁEM, ŻE BĘDZIE DALEJ
 JECNAĆ I JEDNAK NIE ZAUNAZYŁEM, ŻE AUDI
 PRAWIE STANĘKO. BYŁEM OK. 20-30 m ZA AUDI
 I ZACZĘŁEM OSTRO HAMOWAĆ, LEZ NISSAN WPADE
 W POŚLIZG (MOCNY) I NIE BYŁO MOŻLIWOŚCI
 WYHAMOWANIA (MIMO UKŁADU ABS) - SKUTKIEM
 CZEGO UDERZYŁEM MOCNO W TYŁ AUDI. NA SZCZĘŚCIE
 NIC SIĘ NIE STAŁO KIEROWCY AUDI ANI MŁ.
 POSZKODOWANY WEZWAŁ POLICJĘ I JA WEZWAŁEM
 ZNAJOMEGO DO ZKOLOWANIA PRZEBIEGU.



Fot. 5. Widok wskazanego miejsca kolizji.

8.6.2. Przykład II - Rekonstrukcja kolizji czołowego zderzenia samochodów.

Działając na podstawie postanowienia o powołaniu biegłych, Sądu Okręgowego w X z dnia ...2004r. w sprawie II Ca Y, wskazani rzeczoznawcy zapoznali się z dostarczonymi aktami sprawy, zawierającymi 82 ponumerowanych kart akt sprawy o wykroczenie - zwanych dalej AW, 55 kart akt szkody Nr C-zzz/OC PZU S.A. O/O- K.. - zwanych dalej AS oraz 220 kart akt procesu cywilnego - zwanych dalej AC - dotyczącymi kolizji drogowej, która wydarzyła się w dniu 13.03.2000 r. ok. godz. 9⁰⁰, w K. na skrzyżowaniu ul. Żeromskiego i Wróblewskiego

Kolizja polegała na czołowym zderzeniu się samochodu marki FIAT 126p, nr rej. xxx, kierowanego przez Daniela M., z samochodem marki Daewoo Tico, nr rej. yyy, kierowanego przez Andrzeja S.

Skutkiem kolizji oba pojazdy zostały lekko uszkodzone.

Po przeanalizowaniu akt sprawy stwierdzono, że zgromadzony materiał dowodowy pozwala na wydanie następującej opinii.

8.6.2.1. PRZEDMIOT EKSPERTYZY (OPINIA)

Pytanie 1. Opracowanie wspólnej opinii sprawdzającej na okoliczność przebiegu zdarzenia z dnia 13 marca 2000 roku?

Odpowiedź: Analiza dwóch różnych wersji przebiegu zdarzenia z dnia 13 marca, przedstawionych przez kierujących samochodami Daewoo Tico i FIAT 126p oraz świadków, daje podstawę do odrzucenia wersji kierującego Fiatem 126p jako technicznie niemożliwej, a przyjęcia wersji kierującego Daewoo Tico jako realnej i najbardziej prawdopodobnej.

Pytanie 2. Opinia na okoliczność poprawności zachowania się kierowców samochodów Daewoo Tico i Fiata 126p?

Odpowiedź: Taktyka i technika jazdy kierującego samochodem FIAT 126p była nieprawidłowa. Wykonując manewr skrętu w lewo w ul. Wróblewskiego nie zachował szczególnej ostrożności. Manewr ten rozpoczął z położenia bliżej prawej krawędzi aniżeli osi jezdni ul. Żeromskiego. Przed rozpoczęciem manewru skrętu w lewo nie zbliżył się do osi jezdni i nie zmniejszył w dostatecznym stopniu prędkości, z którą się poruszał. Nie ustąpił pierwszeństwa pojazdowi Daewoo Tico poruszającemu się z naprzeciwka w sposób odmienny od typowego. Zastosował nieskuteczny manewr obronny hamowania zamiast skrętu kierownicą w prawo i zaniechania skrętu, skutkiem czego doprowadził do zderzenia z tym pojazdem. Również krytycznie, ale w mniejszym stopniu, należy ocenić taktykę i technikę jazdy kierującego samochodem Daewoo Tico. Poruszając się przed kolizją w sposób odmienny od typowego, a następnie bezwzględnie egzekwując pierwszeństwo przejazdu nie uniknął zderzenia z samochodem FIAT 126p, którego kierujący nieprawidłowo wykonał manewr skrętu w lewo sygnalizując ten manewr.

Pytanie 3. Który z kierowców naruszył zasady ruchu drogowego i doprowadził do powstania kolizji drogowej?

Odpowiedź: Kierujący samochodem FIAT 126p naruszył zasady ruchu drogowego obowiązujące przy zmianie kierunku jazdy i pasa ruchu, przez co doprowadził do zaistnienia przedmiotowej kolizji drogowej.

Pytanie 4. Ustosunkowanie się do opinii znajdujących się w aktach niniejszej sprawy oraz sprawy prowadzonej przez Kolegium ds. Wykroczeń?

Odpowiedź: Rzeczoznawcy Stowarzyszenia Rzeczoznawców Techniki Samochodowej i Ruchu Drogowego nie są upoważnieni do oceny opinii wydanych przez inne podmioty. Stosunek merytoryczny do tych opinii wyrażony jest w treści niniejszej opinii.

8.6.2.2. OPIS MATERIAŁU AKT SPRAWY

8.6.2.2.1. Ustalenia wstępne.

Z notatki urzędowej (k.2-AW) wynika, że kolizja miała miejsce w dniu 13.03.2000r. ok. godz. 9⁰⁰ na skrzyżowaniu ul. Żeromskiego - Wróblewskiego w Kielcach. Stwierdzono w niej: „Na podstawie zeznań kierujących i świadków ustalono, że kierujący samochodem marki Daewoo Tico zatrzymał się na ul. Żeromskiego, przy prawej krawędzi jezdni tuż przed ul. Wróblewskiego. Po postoju ruszył w kierunku ul. Głowackiego i znajdując się na środku skrzyżowania ww. ulic, na prawym pasie ruchu (dla swojego kierunku jazdy) zderzył się czołowo z samochodem marki FIAT - 126p, którego kierujący wykonywał manewr skrętu w lewo z ul. Żeromskiego w ul. Wróblewskiego.

Kierowca pojazdu Tico zaprzeczał tym wyjaśnieniom świadków i kierowcy PF- 126p twierdząc, że jechał ul. Żeromskiego w kierunku ul. Głowackiego i chciał zaparkować po stronie prawej ulicy przed skrzyżowaniem z ul. Wróblewskiego. W związku z brakiem miejsca do zaparkowania kierujący Tico Szoski, po zbliżeniu się tuż przed skrzyżowaniem do prawej krawędzi ul. Żeromskiego, postanowił powrócić na swój prawy pas ruchu i kontynuował jazdę na wprost przez skrzyżowanie z ul. Wróblewskiego. Będąc na skrzyżowaniu zderzył się z samochodem PF- 126p, który wykonywał skręt w lewo z ul. Żeromskiego w ul. Wróblewskiego”. Po wysłuchaniu świadków, uczestników zdarzenia, po dokonaniu oględzin pojazdów i miejsca zdarzenia uznano, że sprawcą kolizji jest kierujący pojazdem Tico Szoski, który włączając się do ruchu po postoju nie ustąpił pierwszeństwa kierującemu PF- 126p.(k.2v- AW).

Do wniosku o ukaranie kierującego Tico Andrzeja S. dołączono notatkę urzędową, protokoły przesłuchania uczestników zdarzenia i świadków oraz szkic miejsca kolizji drogowej.

Należy przy tym zauważyć, że załączony szkic miejsca kolizji (k.9 - AW) nie został wykonany prawidłowo. Nie została na nim zaznaczona baza pomiarowa ani wzdłuż, ani prostopadle do krawędzi, którejkolwiek z ulic, tzw. stały punkt odniesienia (SPO) i stała linia odniesienia (SLO). Nie zostały podane współrzędne początków i końców śladów hamowania obu pojazdów, co utrudnia dokładne usytuowanie tych pojazdów względem osi jezdni w chwili zderzenia.

Szczególnie brak tych wymiarów w przypadku krótkich śladów hamowania samochodu Tico poważnie utrudnia jednoznaczne określenie jego toru jazdy bezpośrednio przed zderzeniem. Brak wymiaru odległości tyłu pojazdu Opel Astra zaparkowanego przy prawej krawędzi ul. Żeromskiego od krawędzi ul. Wróblewskiego utrudnia ocenę możliwości zaparkowania samochodu Tico w tym miejscu.

Braki te łącznie utrudniają jednoznaczną ocenę możliwości, czy skośne położenie względem osi jezdni pojazdu Tico w chwili zderzenia mogło być osiągnięte z wskazanego miejsca zatrzymania przy narożniku ul. Żeromskiego i Wróblewskiego, czy też przy mijaniu stojącego w pobliżu tego narożnika innego samochodu osobowego- np. Opel Astra.

Wykonanie szkicu miejsca kolizji w skali 1:200 nie daje pewności czy wszystkie wymiary na nim zostały zachowane w tej skali, gdyż pomiary miejsca zdarzenia wykonane przez biegłego inż. Bogusława Cz.w dniu 6.06.2001r. wykazały, że pas ruchu w kierunku północnym na ul.

Żeromskiego ma szerokość 5,0 m, a nie 4,5 m jak to zaznaczone zostało na szkicu sytuacyjnym (k.9 i k.55 - AW). Ponadto ze szkicu sytuacyjnego (k.9 - AW) wynika, że tył samochodu zaparkowanego przy wschodniej krawędzi ul. Żeromskiego znajduje się w odległości 6,0m od krawędzi ul. Wróblewskiego, a ze szkicu miejsca kolizji wykonanego w opinii tego biegłego

Również ze szkicu miejsca zdarzenia wynika że, kąt usytuowania samochodu Tico względem osi jezdni ul. Żeromskiego wynosił ok. $22 \div 25^{\circ}$ (k.9 - AW), a ze szkicu biegłego B. Cz. kąt ten wynosił 8° (k.59 - AW). Zaś biegły K.P. na szkicu miejsca kolizji w swojej opinii usytuował odległość ta wynosi 9,5m (k.59 - AW), a nawet 10,5m (k.66 - AW). pojazd Tico w chwili zderzenia pod kątem ok. 28° względem osi jezdni ul. Żeromskiego (k.105 - AC). Natomiast świadek Z.F. - policjant sporządzający notatkę z miejsca zdarzenia, na rozprawie sądowej w dniu 8.07. 2002r. zeznał, że ślady hamowania samochodu Tico były pod kątem ok. 45° do osi jezdni (k. 50v - AC).

Z przeprowadzonej analizy wynika, że szkic miejsca kolizji sporządzony przez Policję ma charakter poglądowy i walory jakościowe a nie ilościowe, na podstawie których nie można precyzyjnie określić usytuowania samochodu Tico względem osi jezdni w chwili zderzenia, a co za tym idzie dokładnie możliwego jego toru jazdy bezpośrednio przed zderzeniem. Można domniemywać, że ww. wymiary są zapisane w notatniku funkcjonariusza sporządzającego szkic, tylko nie zostały na nim naniesione. Wobec powyższego dalsze rozważania zostaną przeprowadzone przy założeniu, że ślady hamowania pojazdów zostały naniesione na szkic prawidłowo, zgodnie z jego skalą.

Uszkodzenia samochodu Daewoo Tico nr rej. XX.

Uszkodzenia samochodu Daewoo Tico zostały opisane w protokóle i przedstawione w materiale akt szkody nr C - Y/0C PZU S.A Oddz. Okręgowy K. W wyniku kolizji w samochodzie Daewoo Tico zarejestrowano uszkodzenia:

a) zakwalifikowane do naprawy:

- błotnik przedni lewy przełamany - 1.5 rbg
- ściana przednia pocięta w części lewej- 0.5 rbg;

b) zakwalifikowane do wymiany:

- zderzak przedni popękany i porysowany z lewej strony,
- reflektor lewy rozbity,
- kierunkowskaz przedni lewy rozbity,
- pokrywa komory silnika pocięta z lewej strony w części przedniej,
- wspornik zderzaka przedniego przełamany w części lewej.

8.6.2.3. OPIS BADAŃ I UZASADNIENIE

8.6.2.3.1 Analiza przebiegu kolizji.

Kierujący samochodem Daewoo Tico Andrzej S. w charakterze obwinionego, na rozprawie kolegium d/s Wydarzeń w dniu 6.07.2000r, wyjaśnił:

„... Ja w pewnym momencie zobaczyłem jak z lewej strony ul. Żeromskiego w kierunku ul. Wróblewskiego skręca samochód FIAT 126p, ja w związku z tym odbiłem kierownicą w lewo i stąd ślady zaznaczone na szkicu sytuacyjnym. Ja szukałem miejsca do parkowania po prawej stronie, ale w związku z tym, że po prawej stronie stał Opel Astra czerwony nr rej. KJL 5480 nie było przed nim miejsca, w związku z tym nie było możliwości tam zaparkować. Ja byłem cały czas w ruchu kiedy poszukiwałem miejsca do parkowania i nie włączałem żadnego kierunkowskazu. Uderzenie w mój samochód nastąpiło w lewy przedni róg..znaczna część samochodu FIAT 126p była na moim pasie ruchu. Ja nie miałem zamiaru skręcać w ul. Wróblewskiego... Ja swojego samochodu do przyjazdu Policji nie przedstawiałem” (k. 20V- AW).

Kierujący samochodem FIAT 126p Daniel M. na rozprawie kolegium d/s wykroczeń w dniu 6.07.2000r zeznał (k. 21- AW):

„ Przed wykonaniem zamiaru skrętu w lewo z ul. Żeromskiego w ul. Wróblewskiego upewniłem się czy nie byłem wyprzedzany. Zatrzymałem się i upewniłem się czy z przeciwnego kierunku nic nie nadjeżdża. Ponieważ miałem wolny pas ruchu ruszyłem.

Ja twierdzę, że samochód Daewoo Tico stał przy krawężniku po lewej stronie patrząc w kierunku ul. Żeromskiego przed Oplem. On był pierwszym samochodem, który stał przy skrzyżowaniu ul. Żeromskiego i Wróblewskiego. W samochodzie tym była jedna osoba. Był to obwiniony którego rozpoznaję na sali... Ja rozpocząłem manewr skrętu. Cały mój samochód znalazł się na lewym pasie, kiedy doszło do zderzenia.

Ja twierdzę, że samochód obwinionego ruszał, a nie jak twierdzi obwiniony, że poruszał się wzdłuż zaparkowanych samochodów przy lewej krawędzi patrząc w kierunku ul. Żeromskiego. Uderzenie nastąpiło w mój prawy przedni róg. Auto obwinionego stało po skosie. Ja swój samochód zepchnąłem w kierunku ul. Wróblewskiego, że ponieważ nie ma ofiar w ludziach nie można tamować ruchu. Policjanci, którzy przyjechali dokonywali pomiarów. Wyszliśmy z samochodu i zaczęliśmy rozmawiać. Podeszła do nas pani, która sprzedawała pieczywo. Za mną natomiast jechał Polonez Truck, którego kierowca również podszedł (k. 21- AW).”

Ponieważ relacje kierujących oraz zeznania świadków, co do przebiegu kolizji, są sprzeczne w dalszej części opinii zostaną przeanalizowane obie podawane wersje jej przebiegu.

8.6.2.3.2. Wyznaczenie prędkości pojazdów w czasie kolizji

A. Wyznaczenie prędkości samochodu Daewoo Tico podczas kolizji.

Samochód Daewoo Tico przed kolizją miał określoną prędkość V_{oT} , i odpowiadającą jej energię kinetyczną, którą utracił na pracę tarcia podczas hamowania przed zderzeniem i deformację nadwozia w wyniku zderzenia. Z zakresu uszkodzeń tego pojazdu, przedstawionych w aktach szkody można przyjąć, że prędkość zastępcza uderzenia V_{uT} odpowiadająca pracy powstania jego uszkodzeń wynosiła $V_{uT} = 14 \div 15 \text{ km/h}$, tj. $v_{uT} = 4,0 \text{ m/s}$.

Prędkość samochodu Tico na początku znaczenia przez niego śladów hamowania v_{sT} możemy określić z zależności:

$$v_{sT} = \sqrt{v_{uT}^2 + 2 \cdot \mu \cdot g \cdot S_T} = \sqrt{4^2 + 2 \cdot 0,7 \cdot 9,81 \cdot 1,2} = 5,73 \text{ m/s},$$

gdzie: $\mu = 0,7$ - współczynnik przyczepności na suchej jezdni asfaltowej;

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ - przyspieszenie ziemskie,

$S_T = 1,2 \text{ m}$ - długość śladów hamowania samochodu Tico.

Ubytek prędkości w czasie narastania opóźnienia hamowania pojazdu Tico wynosił:

$$dv_T = \mu \cdot g \cdot t_n / 2 = 0,7 \cdot 9,81 \cdot 0,4 / 2 = 1,37 \text{ m/s}.$$

gdzie: $t_n = 0,4 \text{ s}$ - czas narastania opóźnienia hamowania.

Zatem prędkość samochodu Tico przed rozpoczęciem manewru hamowania V_{oT} wynosiła:

$$v_{oT} = v_{sT} + dv_T = 5,73 + 1,37 = 6,1 \text{ m/s}, \text{ to jest } V_{oT} = v_{oT} \cdot 3,6 = 6,1 \cdot 3,6 = 22,0 \text{ km/h}.$$

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że kierujący samochodem Daewoo Tico bezpośrednio przed rozpoczęciem manewru obronnego hamowania poruszał się z prędkością około $V_{oT} = 22 \text{ km/h}$.

B. Wyznaczenie prędkości samochodu FIAT 126p w czasie kolizji.

Samochód FIAT 126p przed kolizją również miał określoną prędkość V_{0F} i odpowiadającą jej energię kinetyczną, którą utracił na pracę tarcia podczas hamowania przed zderzeniem i deformację nadwozia.

Ze względu na zderzenie z samochodem osobowym o podobnej klasie i zbliżonej masie można przyjąć, że praca odkształcenia i odpowiadająca jej prędkość zastępcza była praktycznie analogiczna jak w przypadku pojazdu Tico, to jest $v_{uF} = 4,0$ m/s.

Prędkość samochodu FIAT 126p na początku śladów hamowania v_{sF} wynosiła :

$$v_{sF} = \sqrt{v_{uF}^2 + 2 \cdot \mu \cdot g \cdot S_F} = \sqrt{4^2 + 2 \cdot 0,7 \cdot 9,81 \cdot 8,2} = 11,34 \text{ m/s},$$

gdzie : $S_F = 8,2$ m - długość śladu hamowania samochodu PF-126p.

Pozostałe dane jak wyżej.

Prędkość samochodu FIAT - 126p przed rozpoczęciem manewru hamowania v_{0T} wynosiła

$$v_{0F} = v_{sF} + dv = 11,34 + 1,37 = 12,71 \text{ m/s},$$

$$\text{to jest } V_{0F} = v_{0F} \cdot 3,6 = 12,71 \cdot 3,6 = 45,8 \text{ km/h}.$$

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że kierujący samochodem FIAT-126p bezpośrednio przed rozpoczęciem manewru hamowania poruszał się z prędkością około 46 km/h.

8.6.2.3.3. Analiza ruchu obu pojazdów.

W czasie blokowania kół pojazd porusza się dalej w kierunku wektora prędkości jaki posiadał w chwili rozpoczęcia blokowania kół. Z położenia śladów hamowania obu pojazdów na szkicu miejsca wypadku (k.9 - AW) wynika, że samochód PF- 126p w chwili rozpoczęcia śladów blokowania znajdował się na prawym pasie ruchu (dla swojego kierunku jazdy) w pobliżu osi jezdni ul. Żeromskiego pod kątem ok. 25^0 do niej. W czasie narastania opóźnienia hamowania mógł przejechać odcinek drogi S_{Fn} równy :

$$S_{Fn} = [(v_{0F} + v_{sF}) / 2] \cdot t_n = [(12,71 + 11,34) / 2] \cdot 0,4 = 4,8 \text{ m}.$$

Natomiast w czasie reakcji kierowcy PF- 126p mógł przejechać odcinek drogi S_{Fr} równy około:

$$S_{Fr} = v_{0F} \cdot t_{rk} = 12,71 \cdot (0,5 \div 0,8) = 6,4 \div 10,2 \text{ m}$$

gdzie : $t_{rk} = 0,5 \div 0,8$ s - minimalny i średnio statystyczny czas reakcji kierowcy

Ponieważ od rozpoczęcia skrętu w lewo do rozpoczęcia śladów blokowania kół pojazd nie znaczył śladów bocznego znoszenia, to na tym odcinku mógł się poruszać po łuku o promieniu r_F nie mniejszym niż :

$$r_F = v_{0F}^2 / a_b = 12,71^2 / 4,5 = 36 \text{ m}$$

gdzie: $a_b = 4,5 \text{ m/s}^2$ - opóźnienie przy którym nie powstają jeszcze ślady na jezdni.

Wykreślając z początku śladu blokowania kół PF - 126p łuk o takim promieniu i długości:

$$L = S_{Fn} + S_{Fr} = 4,8 + (6,4 \div 10,2) = 11,2 \div 15,$$

otrzymamy położenie tego pojazdu w chwili rozpoczynania skrętu i powstania zagrożenia.

Z tak przeprowadzonej konstrukcji na rys. zał. 1 widać, że FIAT- 126p w tym czasie znajdował się na prawym (swoim pasie) ruchu bliżej prawej krawędzi jezdni. Oznacza tj, że

kierujący PF- 126p manewr skrętu w lewo nie rozpoczął prawidłowo od osi jezdni (jak zeznał) tylko ze środka pasa ruchu, którym się poruszał.

Ponad to kierujący PF- 126p podjął manewr obrony hamowania, w obliczu zagrożenia wynikającego ze sposobu poruszania się samochodu Tico, już po rozpoczęciu skrętu w lewo. Czas tego zagrożenia t_z trwał około:

$$t_z = t_{rk} + t_n + t_{hF} = (0,5 \div 0,8) + 0,4 + V_{sF} / \mu \cdot g = (0,5 \div 0,8) + 0,4 + 11,34 / 0,7 \cdot 9,81 = 2,5 \div 2,8s.$$

Natomiast z położenia śladów blokowania kół samochodem Daewoo Tico na szkicu miejsca kolizji (k.9-AW) wynika, że w chwili i bezpośrednio przed zderzeniem znajdował się on w pobliżu prawej krawędzi jezdni ul. Żeromskiego (patrząc w jego kierunku ruchu), wystając tyłem pojazdu około 0,5 m poza jej umowną krawędź (w głąb ul. Wróblewskiego) skośnie do niej pod kątem α ok. $22 \div 25^0$ (patrz rys. zał.1).

Przód samochodu Tico znajdował się w chwili zderzenia w odległości około 12 m - biorąc za podstawę szkic policyjny (k.9 - AW) lub około 15,5 (biorąc za podstawę szkic biegłego B.Cz.. k.59 - AW) od tyłu pojazdu Opel Astra parkującego przy prawej krawędzi ul. Żeromskiego, a w odległości L_{zz} około 8,5 m lub 12,0m od własnego przodu gdyby stał przed kolizją przed parkującym pojazdem Opel Astra (rys. zał.1).

Analiza kolizji w wersji kierującego samochodem FIAT - 126p.

Samochód Daewoo Tico w chwili kolizji posiadał prędkość około $V_{0T} = 22$ km/h i był usytuowany do prawej krawędzi ul. Żeromskiego pod kątem ok. $22 \div 25^0$. Kierujący nim ruszając z miejsca zatrzymania przy prawej krawędzi tej ulicy musiałoby rozpędzić pojazd do prędkości 22km/h, zareagować na niebezpieczeństwo wynikające ze sposobu poruszania się samochodu PF-126p i hamować pojazd na odcinku śladów blokowania kół $S_{hT} = 1,2m$.

Na wykonanie tych manewrów potrzebowałoby odcinka drogi S_{mT} równego około

$$S_{mT} = S_p + S_{rk} + S_n + S_{hT} = v_{0T}^2 / 2 \cdot a_T + v_{oT} \cdot t_{rk} + \frac{v_{0T} + v_{sT}}{2} \cdot t_n + S_{hT} =$$

$$= 6,1^2 / 2 \cdot 3 + 6,1 \cdot (0,5 \div 0,8) + [(6,1 + 5,73) / 2] \cdot 0,4 + 1,2 = 12,8 \div 14,6m,$$

oraz czasu t_{mT} równego około :

$$t_{mT} = t_p + t_{rk} + t_n + t_{hT} = v_{0T} / a_T + (0,5 \div 0,8) + 0,4 + v_{sT} / \mu \cdot g =$$

$$= 6,1 / 3 + (0,5 \div 0,8) + 0,4 + 5,73 / 0,7 \cdot 9,81 = 3,8 \div 4,1s$$

gdzie:

$a_p = 3m/s^2$ - możliwe przyspieszenie samochodu Tico na pierwszym biegu,

S_p - droga przebyta w czasie przyspieszania,

S_{rk} - droga przebyta w czasie reakcji kierowcy,

S_n - droga przebyta w czasie narastania opóźnienia hamowania,

S_{hT} - droga przebyta w czasie efektywnego hamowania.

Porównując długość drogi potrzebnej na wykonanie ww. manewrów przed zderzeniem oraz odległość od przyszłego miejsca kolizji w jakiej mógł się zatrzymać samochód Tico:

$$S_{mT} = (12,8 \div 14,6) > (8,5 \div 12,0) = L_{zz}$$

Należy stwierdzić, że kierujący tym pojazdem nie miał fizycznej możliwości rozpędzenia swojego pojazdu do prędkości z jakiej następnie miałby hamować przed zderzeniem.

Natomiast porównując czas potrzebny na wykonanie tych manewrów z czasem w jakim przed kolizją rozpoczął hamowanie kierujący PF-126p:

$$t_{mT} = 3,8 \div 4,1s \gg 2,0s = t_{hF}$$

Należy stwierdzić, że kierujący PF- 126p znacznie spóźniłby się z reakcją na rozpoczęcie ruchu pojazdu Tico (wynoszącą $t_{\max} = 1,5s$) co może wskazywać, że zareagował na inne zachowanie się samochodu Tico, a nie jego ruszenie z miejsca.

Zatem należy odrzucić wersję przebiegu zdarzenia podawaną przez kierującego samochodem FIAT- 126p.

Analiza kolizji w wersji kierującego samochodem Daewoo Tico.

Kierujący samochodem Daewoo Tico wyjaśnił, że cały czas poruszał się ul. Żeromskiego, wzdłuż samochodów zaparkowanych przy prawej krawędzi jezdni, z zamiarem zaparkowania swojego pojazdu.

Zrozumiałe że w takiej sytuacji mógł się poruszać ze stosunkowo małą prędkością - nawet poniżej 10km/h, a zobaczywszy ostatni samochód (Opel Astra) przed skrzyżowaniem z ul. Wróblewskiego, zbliżyć do prawej krawędzi ul. Żeromskiego. Następnie oceniwszy, że miejsca jest zbyt mało mógł zrezygnować z parkowania i zwiększając prędkość pojazdu kontynuować jazdę wzdłuż ul. Żeromskiego kierując się, przez skrzyżowanie z ul. Wróblewskiego, bliżej jej osi jezdni. Widząc samochód PF- 126p jadący z naprzeciwka i wykonujący manewr skrętu w lewo w ul. Wróblewskiego wykonał manewr obrony skrętu kierownicą w lewo oraz hamowania. Mimo to nie uniknął zderzenia z PF- 126p.

Samochód Tico w czasie narastania opóźnienia hamowania przejechał odcinek drogi

$$S_{nt} = [(v_{0T} + v_{st}) / 2] \cdot t_n = [(6,1 + 5,73) / 2] \cdot 0,4 = 2,4m,$$

a w czasie reakcji kierowcy odcinek drogi S_{rT} równy około:

$$S_{rT} = v_{0T} \cdot t_{rk} = 6,1 \cdot (0,5 \div 0,8) = 3,1 \div 4,9m.$$

Zatem w chwili dostrzeżenia zagrożenia ruchu dla siebie kierujący Daewoo Tico znajdował się od przyszłego miejsca zderzenia w odległości S_{zT} równej około:

$$S_{zT} = S_{rT} + S_{nT} + S_{nT} = (3,1 \div 4,9) + 2,4 + 1,2 = 6,7 \div 8,5m$$

Zagrożenie to dostrzegł przed zderzeniem w czasie t_{zT} równym około:

$$t_{zT} = t_{rk} + t_n + t_{hT} = (0,5 \div 0,8) + 0,4 + S_{nT} / \mu \cdot g = (0,5 \div 0,8) + 0,4 + 1,2 / 0,7 \cdot 9,81 = 1,1 \div 1,4s.$$

Samochód PF-126p w tym czasie był już w trakcie hamowania, w odległości od przyszłego miejsca zderzenia S_{FZT} równej około:

$$S_{FZT} = \mu \cdot g \cdot t_{zT}^2 / 2 = 0,7 \cdot 9,81 \cdot (1,1 \div 1,4)^2 / 2 = 3,6 \div 6,7m,$$

to jest w trakcie przekraczania osi jezdni (rys. zał.1).

Kierujący PF-126p zareagował na zagrożenie w czasie $t_{zF} = 2,5 \div 2,8s$ przed zderzeniem, to jest o 1,4 s wcześniej niż kierujący Tico.

W chwili dostrzeżenia zagrożenia przez kierującego PF-126p pojazd Tico znajdował się od miejsca zderzenia w odległości S_{TzF} w przybliżeniu równej:

$$S_{TzF} = S_{zT} + [v_{0T} - a_T \cdot (t_{zF} - t_{zT}) / 2] \cdot (t_{zF} - t_{zT}) = \\ = (6,7 \div 8,5) + [6,1 - (1,5 \div 2) \cdot ((2,5 \div 2,8) - (1,1 \div 1,4)) / 2] \cdot [(2,5 \div 2,8) - (1,1 \div 1,4)] = 13,8 \div 15,6m,$$

gdzie $a_T=1,5 \div 2,0m/s$ - przybliżone przyspieszenie Tico po zaniechaniu parkowania.

Kierujący samochodem Tico, jadąc przed hamowaniem z prędkością około $V_{0T}= 22km/h$ ($V_{0T}=6,1m/s$) mógł się poruszać po łuku (bez znaczenia śladów bocznego znoszenia kół) o promieniu r_T równym:

$$r_T = v_{0T}^2 / a_b = 6,1^2 / 4,5 = 8,3m ,$$

a zmniejszając prędkość do około 15 km/h po łuku o promieniu r_i równym około :

$$r_T = 4^2 / 4,5 = 3,6.m(1,8m - przy 10km / h).$$

Minimalny promień skrętu Daewoo Tico wynosi 4,4 m.

Z powyższego wynika wniosek, że w chwili dostrzeżenia przez kierującego PF- 126p zagrożenia wynikającego ze sposobu poruszania się pojazdu Daewoo Tico pojazd ten mógł znajdować się przednią częścią na wysokości przodu pojazdu Opel Astra, jak to wynika ze szkicu policyjnego i skośnie do osi jezdni ul. Żeromskiego (położenie T_{zF} - rys. zał.1). Opel Astra musiałby wówczas być zaparkowany w odległości około 9,5m od przedłużenia krawędzi jezdni ul. Wróblewskiego, jak to wynika ze szkicu biegłego B. Cz.

Z przeprowadzonej analizy dwóch wersji przebiegu kolizji przedstawionych przez kierujących pojazdami i świadków wynika wniosek, że odrzucić należy wersję przedstawioną przez kierującego samochodem FIAT-126p, według której kierujący pojazdem Daewoo Tico musiałby włączyć się do ruchu po uprzednim zatrzymaniu się.

Najbardziej prawdopodobna jest taka wersja, że kierujący samochodem Daewoo Tico poruszał się stosunkowo wolno obok pojazdów parkujących przy prawej krawędzi ul. Żeromskiego z zamiarem zaparkowania swojego pojazdu i zbliżył się do tej krawędzi przed stojącym (jako ostatni) samochodem Opel Astra, a następnie rezygnując z parkowania przyspieszył i kontynuował jazdę w kierunku środka skrzyżowania ul. Żeromskiego i Wróblewskiego, gdzie doszło do kolizji z FIATEM -126p wykonującym manewr skrętu w lewo.

Bardzo wolna jazda samochodu Daewoo Tico i jego skośne usytuowanie względem krawędzi jezdni ul. Żeromskiego na tle stojących pojazdów mogło być odebrane przez kierującego PF-126p i świadków jako zatrzymanie się i włączanie do ruchu tego pojazdu.

8.6.2.4. WNIOSKI

8.6.2.4.1. Ocena taktyki i techniki jazdy kierującego samochodem PF- 126p.

Z analizy ruchu obu pojazdów wynika, że kierujący samochodem PF- 126p manewr skrętu w lewo rozpoczynał z położenia bliżej prawej krawędzi jezdni, a nie przy osi jezdni ul. Żeromskiego jak zeznawał. Znajdował się wówczas od przyszłego miejsca zdarzenia w odległości L_{zF} równej:

$$L_{zF} = S_{Fr} + S_{Fn} + S_{Fh} = (6,4 \div 10,2) + 4,8 + 8,2 = 19,4 \div 23,2m.$$

gdzie: $S_{Fr}= 6,4 \div 10,2m$ - droga przebyta przez pojazd w czasie reakcji kierowcy,
 $S_{Fn}=4,8$ - droga przebyta przez pojazd w czasie narastania opóźnienia,
 $S_{Fh}= 8,2$ - długość śladów hamowania PF- 126p.

Kierujący PF- 126p poruszając się przed kolizją z prędkością $V_{0F}=46\text{km/h}$ ($v_{0F}=12,71\text{ m/s}$), do całkowitego zatrzymania pojazdu potrzebował odcinka drogi S_{zF} równego :

$$S_{zF} = v_{0F}(t_{rk} + t_n / 2) + v_{0F}^2 / 2 \cdot \mu \cdot g = 12,71(0,8 + 0,4 / 2) + 12,71^2 / 2 \cdot 0,7 \cdot 9,81 = 24,5\text{m}$$

oznaczenia jak w punkcie 3.2.1.

Porównując długość drogi potrzebnej do zatrzymania pojazdu oraz odległość w jakiej znajdował się samochód PF-126p w chwili powstania zagrożenia:

$$S_{zF} = 24,5\text{m} > 19,4 \div 23,2\text{m} = L_{zF}$$

należy stwierdzić, że kierujący PF-126p nie miał możliwości zatrzymania się przed torem ruchu samochodu Daewoo Tico.

Ponieważ w chwili powstania zagrożenia samochód PF- 126p znajdował się na prawym (swoim) pasie ruchu (patrząc zgodnie z jego kierunkiem jazdy), a do zderzenia doszło na lewym pasie ruchu kierujący tym pojazdem miał możliwość uniknięcia zderzenia poprzez ominięcie Daewoo Tico z prawej strony, tj. zaniechanie manewru skrętu w lewo i kontynuację jazdy na wprost ul. Żeromskiego, lub zatrzymanie się na prawym pasie ruchu. Zatrzymałby się wówczas na wysokości osi jezdni ul. Wróblewskiego.

Kierujący samochodem PF- 126p wykonując prawidłowo skręt w lewo od osi ul. Żeromskiego uwzględniając ukształtowanie skrzyżowania ul. Żeromskiego i ul. Wróblewskiego, mógł go wykonać poruszając się po łuku o promieniu r_{Fp} równym ok 13m. Łuk ten mógł pokonać bez znaczenia śladów bocznego znoszenia kół, z prędkością v_t nie większą niż:

$$v_t = \sqrt{r_{Fp} \cdot \mu \cdot g} = \sqrt{13 \cdot 0,45 \cdot 9,81} = 7,6\text{m./s}, \text{ to jest } V_t = v_t \cdot 3,6 = 27\text{km} / \text{h}.$$

Z obliczeń przeprowadzonych w punkcie 3.2.2 wynika, że kierujący PF - 126p manewr skrętu rozpoczął poruszając się z prędkością $V_{0F}=46\text{km/h}$, w związku z czym ścinał zakręt.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że kierujący samochodem PF- 126p wykonując manewr skrętu w lewo nie zachował szczególnej ostrożności. Manewr ten rozpoczął z położenia bliżej prawej krawędzi, aniżeli osi jezdni ul. Żeromskiego. Przed rozpoczęciem manewru skrętu w lewo nie zbliżył się do osi jezdni i nie zmniejszył w dostatecznym stopniu prędkości, z którą się poruszał.

Widząc samochód Daewoo Tico poruszający się z naprzeciwka, w sposób odmienny od typowego, nie ustąpił mu pierwszeństwa oraz nietrafnie wybrał manewr obronny hamowania zamiast skrętu (odbicia) kierownicą w prawo i zaniechania skrętu, a następnie ewentualnie zatrzymania.

Zatem taktykę i technikę jazdy kierującego samochodem PF- 126p należy uznać za nie prawidłowe.

8.6.2.4.2. Ocena taktyki i techniki jazdy kierującego samochodem Daewoo Tico.

Z analizy ruchu obu pojazdów dla wersji kolizji wg kierującego Daewoo Tico wynika, że kierujący tym pojazdem rozpoczął manewr obronny hamowania w chwili, gdy samochód PF- 126p przekroczył oś jezdni ul. Żeromskiego wykonując skręt w lewo. Znajdował się wówczas od przyszłego miejsca kolizji w odległości - $S_{zT} = 6,7 \div 8,5\text{m}$.

Kierujący Daewoo Tico poruszając się bezpośrednio przed kolizją z prędkością $V_{0F} = \text{ok.}22\text{km} / \text{h}$ ($v_{0T} = 6,1\text{m} / \text{s}$) do zatrzymania pojazdu potrzebował odcinka drogi S_{zT} równego:

$$S'_{zT} = v_{0T}(t_{rk} + t_n / 2) + v_{0T}^2 / 2 \cdot \mu \cdot g = 6,1 \cdot (0,8 + 0,4 / 2) + 6,1^2 / 2 \cdot 0,7 \cdot 9,81 = 8,8m.$$

Porównując drogę potrzebną do zatrzymania pojazdu S'_{zT} i odległość w jakiej znajdował się samochód Daewoo Tico od miejsca zderzenia w chwili powstania zagrożenia - wjazdu PF- 126p na oś jezdni przy skręcie w lewo:

$$S'_{zT} = 8,8 > (6,7 \div 8,5)m = S_{zT},$$

Należy stwierdzić, że kierujący tym samochodem nie miał możliwości zatrzymania się przed torem ruchu PF-126p.

Kierujący Daewoo Tico wyjaśnił, że bezpośrednio przed zderzeniem wykonał manewr skrętu kierownicą w lewo. Ze względu na czołowy charakter zderzenia kontynuacja przez kierującego Tico jazdy na wprost nie umożliwiłaby uniknięcia kolizji pojazdów, lecz spowodowałaby najprawdopodobniej uderzenie przodem PF-126p w przednią część lewego boku pojazdu Daewoo Tico.

Z wyjaśnień kierującego samochodem Daewoo Tico, analizy przebiegu kolizji i możliwego toru jazdy tego samochodu, przy którym mógł on być usytuowany względem osi jezdni ul. Żeromskiego pod kątem $22 \div 25^0$ w chwili zderzenia wynika, że kierujący tym pojazdem przed kolizją poruszał się wzdłuż parkujących pojazdów na ul. Żeromskiego ze stosunkową niewielką prędkością, zbliżył się do prawej krawędzi ul. Żeromskiego, (na wysokości łuku przejścia w ul. Wróblewskiego), a następnie przyspieszał kierując się ku osi jezdni ul. Żeromskiego.

Taki sposób poruszania się pojazdu Daewoo Tico był odmienny od normalnej kontynuacji jazdy wzdłuż ul. Żeromskiego i mógł stwarzać na kierującym PF-126p wrażenie włączania się do ruchu po zatrzymaniu.

W takiej sytuacji kontynuacja jazdy przez kierującego Daewoo Tico wymagała zachowania szczególnej ostrożności. Dla uniknięcia kolizji mógł on nie zwiększać prędkości swojego pojazdu i umożliwić kierującemu PF-126p wykonanie manewru skrętu w lewo, który sygnalizował włączonym kierunkowskazem. Kierujący pojazdem Daewoo Tico mógł uniknąć kolizji poprzez rezygnację z pierwszeństwa przejazdu.

Wobec powyższego taktykę jazdy Daewoo Tico należy ocenić krytycznie.

Poruszając się przed kolizją w sposób odmienny od typowego, a następnie bezwzględnie egzekwując pierwszeństwo przejazdu nie uniknął zderzenia z samochodem PF-126p, którego kierujący nieprawidłowo wykonywał manewr skrętu w lewo.

Na tym wskazani rzeczoznawcy kończą opinię.

ZAŁĄCZNIKI 2.

1) ZAŁĄCZNIK 1.

2) ZAŁĄCZNIK 2

ZA STOWARZYSZENIE

RZECZOZNAWCY CERTYFIKOWANI

Literatura:

[1]. Praca zbiorowa. **Wypadki drogowe**. Vademecum biegłego Sądowego – Wydawnictwo Instytut Ekspertyz Sądowych – Kraków 2002r

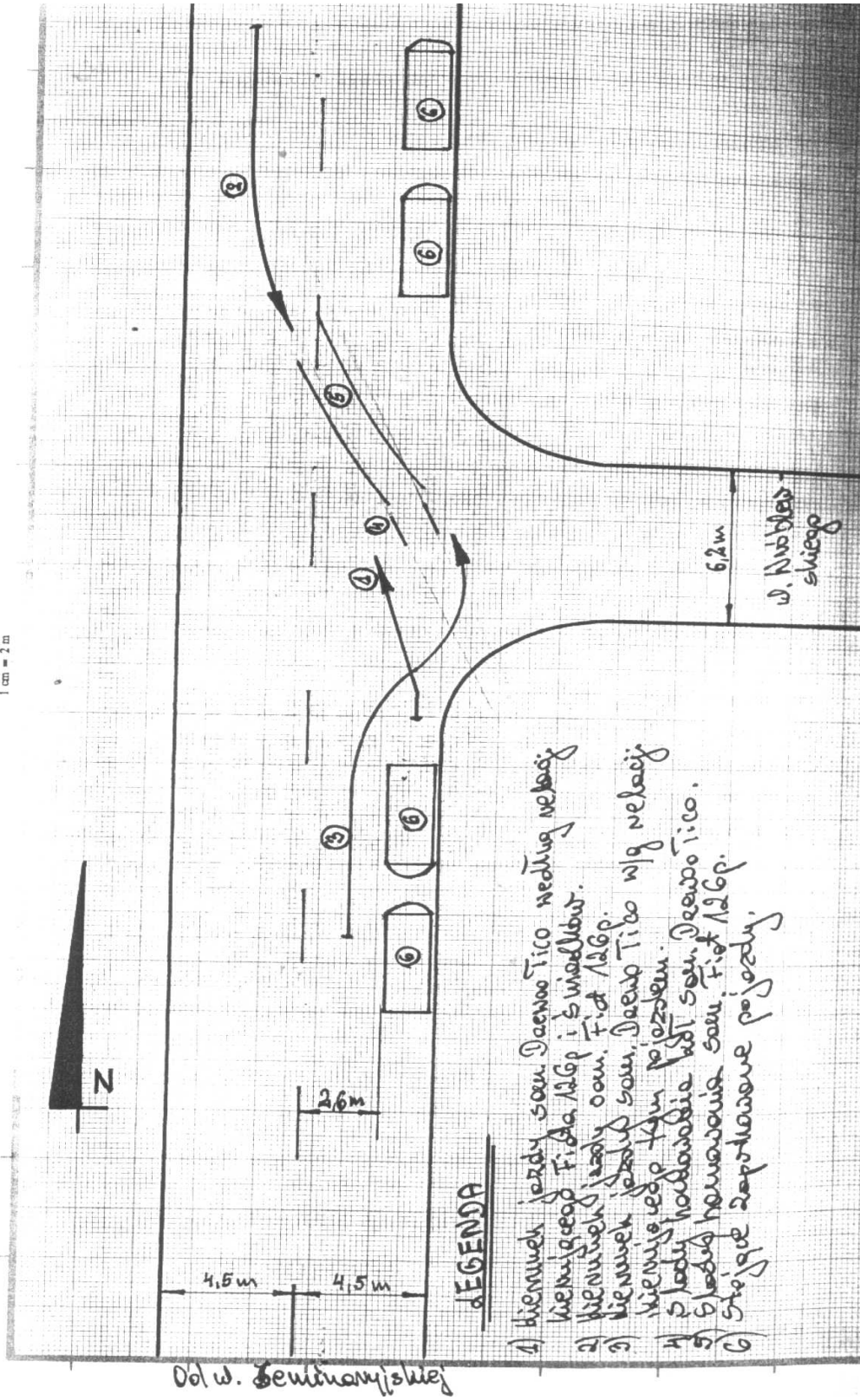
Kolizja dwusieczna
 Szkie miejsca wypadku drogowego

Do sprawy Nr

Skala 1:200

Data 19.08.2004r. godz. 9⁰⁰

Sporządził Klech Tomasz
 nazwisko i imię



Rys. 8.07. Szkic miejsca kolizji drogowej

SZKIC MIEJSCA KOLIZJI

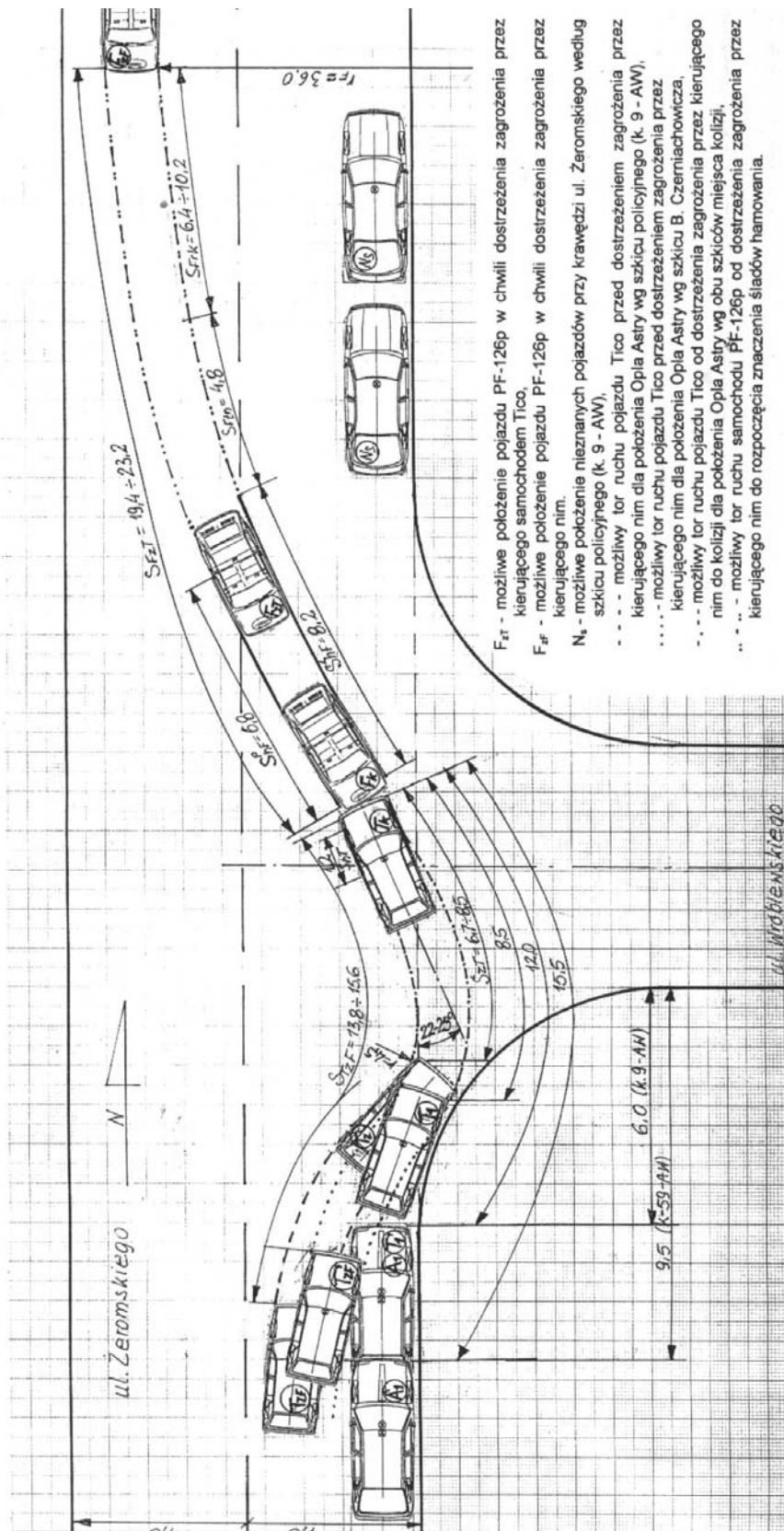
Załącznik nr 1
do opinii Nr BS-309/04

Skala 1 : 100

LEGENDA:

- A₁ - możliwe położenie samochodu Opel Astra wg szkicu policyjnego (k. 9 - AW)
- T₁ - możliwe miejsce zatrzymania się pojazdu Daewoo Tico wg wersji kierującego PF-126p dla szkicu policyjnego (k. 9 - AW) lub jego położenie w chwili dostrzeżenia zagrożenia przez kierującego nim dla szkicu biegłego Czerniachowicza (k. 59),
- A₁ - możliwe położenie samochodu Opel Astra wg szkicu biegłego B. Czerniachowicza (k. 59 - AW),
- T₁ - możliwe miejsce zatrzymania się pojazdu Daewoo Tico wg wersji kierującego PF-126p dla szkicu biegłego B. Czerniachowicza (k. 59 - AW).

- T_{1F} - możliwe położenie pojazdu Tico w chwili dostrzeżenia zagrożenia przez kierowcę PF-126p dla szkicu policyjnego (k. 9 - AW),
- T_{1F} - możliwe położenie pojazdu Tico w chwili dostrzeżenia zagrożenia przez kierowcę PF-126p dla szkicu biegłego B. Czerniachowicza (k. 59 - AW),
- T_{1Z} - możliwe położenie pojazdu Tico w chwili dostrzeżenia zagrożenia przez kierującego nim dla szkicu policyjnego (k. 9 - AW),
- T_{1Z} - położenie pojazdu Tico w chwili kolizji dla szkicu policyjnego (k. 9 - AW),
- F₁ - położenie pojazdu PF-126p w chwili kolizji dla szkicu policyjnego (k. 9 - AW),



Rys. 8.08. Szkic miejsca kolizji

TEMAT 9

dr inż. Bolesław PANKIEWICZ
mgr inż. Zdzisław PISARCZYK

WYPADKI DROGOWE PODCZAS WYKONYWANIA MANEWRÓW SKRĘTU W LEWO I WYPRZEDZANIA.

Często mają miejsce kolizje drogowe polegające na uderzeniu pojazdu skręcającego w lewo przez pojazd będący w trakcie manewru wyprzedzania. Jeśli w chwili rozpoczęcia skrętu przez pojazd skręcający; tj. w chwili powstania stanu zagrożenia, różnica prędkości pojazdów jest stosunkowo duża, a odległość między nimi niedostateczna, to wówczas dochodzi do zderzenia mimo podjęcia przez kierowcę wyprzedzającego manewru obronnego hamowania.

Skutki takich wypadków bywają szczególnie groźne dla osób jadących pojazdem skręcającym z tego względu, że uderzenie następuje w lewy bok, a wtedy osób tych nie chronią, ani pasy bezpieczeństwa ani poduszki powietrzne, w większości czołowe.

Informacje osobowe na temat prawidłowego sygnalizowania manewru skrętu i wyprzedzania oraz relacji czasowych ich rozpoczęcia przez obu kierujących są przeważnie wzajemnie się wykluczające. Kwestii sygnalizowania tych manewrów najczęściej nie daje się również rozstrzygnąć rzeczowo. Wypadki tego typu budzą dużo kontrowersji i są najczęstszym przykładem rozbieżnych opinii biegłych.

9.1. Prawny aspekt manewru skrętu i wyprzedzania.

Ustawa „Prawo o Ruchu Drogowym” zasady wykonywania manewru skrętu i wyprzedzania reguluje następująco.

Art. 22. **Zmiana kierunku jazdy lub pasa ruchu.**

Art. 22 ust.1. Kierujący pojazdem może zmienić kierunek jazdy lub zajmowany pas ruchu tylko z zachowaniem szczególnej ostrożności.

Art. 22 ust.2. p.2. Kierujący pojazdem jest zobowiązany zbliżyć się do środka jezdni lub na jezdni o ruchu jednokierunkowym do lewej jej krawędzi - jeżeli zamierza skręcić w lewo.

Art. 22 ust. 5. Kierujący pojazdem jest zobowiązany zawczasu i wyraźnie sygnalizować zamiar zmiany kierunku jazdy lub pasa ruchu oraz zaprzestać sygnalizowania niezwłocznie po wykonaniu manewru.

Zatem zmiana kierunku jazdy lub pasa ruchu wymaga od kierującego pojazdem szczególnej ostrożności, która polega na upewnieniu się, że nie spowoduje zajeżdżenia drogi innemu kierującemu.

Zajeżdżenie drogi ma miejsce wówczas, gdy jeden pojazd wjedzie przed nadjeżdżający z tyłu lub z przeciwka inny pojazd, którego kierowca zmuszony zostanie tym sposobem do gwałtownego hamowania, skrętu lub zjeżdżenia na pobocze. Ponadto kierujący ma obowiązek sygnalizowania każdej zmiany kierunku jazdy lub pasa ruchu z takim wyprzedzeniem, aby manewr ten nie zaskoczył jadących z tyłu i nie zmusił ich do zmiany prędkości lub gwałtownego hamowania.

Sygnalizowanie manewru skrętu z chwilą jego rozpoczęcia, co dość często spotyka się w praktyce, jest poważnym naruszeniem obowiązków kierującego. Istotne jest przy tym, iż nie wystarczy prawidłowo zasygnalizować ten manewr, wszak kierujący ma jeszcze obowiązek

upewnienia się, czy sygnał został zauważony przez innych uczestników ruchu. Chodzi o ustalenie czy ruch na drodze nie stanowi przeszkody w realizacji tegoż manewru.

Art.24. Wyprzedzanie

Art.24 ust.1.p.3. Kierujący pojazdem jest obowiązany przed wyprzedzaniem upewnić się w szczególności, czy: kierujący jadący przed nim na tym samym pasie ruchu, nie zasygnalizował zamiaru wyprzedzania innego pojazdu, zmiany kierunku jazdy lub zmiany pasa ruchu.

Art.24 ust.5. Wyprzedzanie pojazdu lub uczestnika ruchu, który sygnalizuje zamiar skręcania w lewo, może odbywać się tylko z jego prawej strony.

Art.24 ust.7.p.3. Zabrania się wyprzedzania pojazdu silnikowego jadącego po jezdni na skrzyżowaniu, z wyjątkiem skrzyżowania o ruchu okrężnym lub, na którym ruch jest kierowany. Wyprzedzanie jest jednym z najbardziej niebezpiecznych manewrów nakładającym również na kierującego obowiązek zachowania „szczególnej ostrożności” (art.3.p.r.d.).

Ponieważ powyższe przepisy odnoszą się tak do kierowcy pojazdu wyprzedzającego jak i skręcającego, to obciążają się oni wzajemnie winą za wypadek, często we własnym zachowaniu nie dopatrując się nieprawidłowości.

Konflikt między kierującymi narasta, jeśli do kolizji dochodzi rzeczywiście na formalnie rozumianym skrzyżowaniu z tym, że o jego istnieniu wiedział tylko kierowca skręcający w lewo i dlatego twierdzi, iż był pewny, że nikt go tu nie będzie wyprzedzał. O istnieniu skrzyżowania nie wiedział, a przynajmniej mógł nie wiedzieć kierowca wyprzedzający, podejmujący manewr kilkadziesiąt metrów wcześniej.

Dzieje się tak najczęściej w tzw. obszarze zabudowanym w rozumieniu art.2.p.15 „Prawa o Ruchu Drogowym”. Skrzyżowania w tym obszarze zasadniczo nie są wcześniej sygnalizowane stosownymi znakami ostrzegawczymi z grupy znaków A-6. Wówczas w niekorzystnej sytuacji prawnej znajduje się kierowca wyprzedzający.

Definicja skrzyżowania zawarta w art.2.p.10 odwołuje się najpierw do połączenia dróg „mających jezdnię”, a dalej - wyłącza z tego pojęcia „połączenie drogi twardej z drogą gruntową”. Kolejna definicja „drogi twardej” zawarta w art.2.p.2 obejmuje praktycznie wszystkie drogi za wyjątkiem dróg tłuczniowych i żwirowych, które (Nowelą XV z dnia 6 września 2001 r – Dz. U. Nr 129 poz. 1444) zostały wyłączone z drogi twardej oraz zupełnie polnych lub leśnych dróg, bo tam także nie napotyka się jednej z siedmiu rodzajów nawierzchni, które z definicji kwalifikują drogę do „drogi twardej”.

Tego typu „skrzyżowania” są często w terenie nierozpoznawalne, tym bardziej, że szerokość przecznicy nie ma tu prawnego znaczenia.

Jeśli, co dzieje się często, połączenie dróg było skrzyżowaniem w rozumieniu „kodeksowym” - to należy rozstrzygnąć, czy kierowca wyprzedzający był w stanie owo skrzyżowanie rozpoznać z odległości, w której się zdecydował na manewr wyprzedzania.

Jeżeli tak rozumiane skrzyżowanie jest trudno rozpoznawalne, to zarzut wyprzedzania „na skrzyżowaniu” należy wyłączyć.

W takim przypadku trzeba się liczyć z potrzebą rozstrzygnięcia kwestii rozpoznawalności danego skrzyżowania.

Bywa również tak, że kierujący przyznaje, że przed skrętem w lewo nie sprawdzał sytuacji za sobą, ale skrzyżowanie było tak ewidentne i tak jasno oznakowane poziomo, (co faktycznie jest prawdą), że sprawdzenie to było jego zdaniem zbędne. Innym podobnym przypadkiem jest uderzenie pojazdu skręcającego w lewo w drogę żwirową, tłuczniową oraz polną (leśną) lub do posesji przez pojazd poruszający się przed zderzeniem ze stosunkowo dużą prędkością na obszarze „kodeksowo” niezabudowanym. Wówczas skręcający w lewo, często w wąski wjazd do posesji lub drogę polną, znacznie wcześniej sprawdza sytuację drogową z tyłu w lusterku wstecznym, zmniejsza prędkość do stosunkowo niewielkiej - potrzebnej do wykonania skrętu, a następnie

koncentruje się na wjeździe do tej posesji (zapominając o ponownym upewnieniu się przed rozpoczęciem skrętu i przekraczaniem osi jezdni czy manewr taki może wykonać) zajeżdżając w ten sposób drogę będącemu w trakcie wyprzedzania innemu kierującemu.

Sprawdzenie sytuacji za pojazdem jest obowiązkiem kierującego skręcającego. Wynika to z przepisów art. 3.1 i art.4 Ustawy. Jeśli kierowca odstępuje od obserwacji sytuacji za nim np. w lusterku wstecznym, to przez takie „zaniechanie” (art.3.1) pozbawia się możliwości jakiegokolwiek sprawdzenia czy nie występują „okoliczności, które wskazują na odmienne (nieprawidłowe) zachowanie innych uczestników ruchu (art.4). Innymi słowy, kierowca skręcający - nie sprawdzający sytuacji z tyłu - zaniedbuje zasadę ograniczonego zaufania do innych użytkowników drogi, jak również nie bierze pod uwagę hipotetycznej możliwości pojawienia się z tyłu pojazdu w tym również uprzywilejowanego.

Tak, więc sprawdzenie sytuacji za swym pojazdem przez kierowcę skręcającego winno nastąpić bez względu na okoliczności.

9.2. Ocena taktyki i techniki jazdy kierujących.

Prawidłowa ocena taktyki i techniki jazdy obu kierujących przy tego typu kolizjach wymaga odtworzenia toru jazdy samochodu wyprzedzającego i wyprzedzanego oraz każdorazowego i bezwzględnie przeprowadzenia analizy czasowo-przestrzennej.

Celem takiej analizy jest ustalenie - w jakim miejscu znajdował się pojazd wyprzedzający w chwili, w której kierowca skręcający w lewo skręt ten zapoczątkował. Przy czym zapoczątkowanie skrętu należy rozumieć jako dające się zauważyć odchylenie pojazdu od dotychczasowego kierunku ruchu (zmiana charakteru ruchu) lub zmniejszenie prędkości (sygnalizowane zapaleniem się jego świateł „stop”) - na jezdni dwukierunkowej bez oznakowanej osi jezdni lub rozpoczęcie przejeżdżania oznakowanej osi jezdni.

Można wyróżnić tutaj trzy następujące przypadki:

1. Pojazd wyprzedzający znajdował się na lewym pasie ruchu (względem wyprzedzanego) w takiej odległości od przecznicy, do której kierował się skręcający (lub przyszłego miejsca kolizji), że na odcinku tym nie był w stanie zatrzymać swojego pojazdu;
2. Pojazd wyprzedzający znajdował się całkowicie lub częściowo na lewym pasie ruchu w takiej odległości od przecznicy, do której kierował się skręcający, że na odcinku tym był w stanie zatrzymać swój pojazd lub też ominąć skręcającego z prawej strony;
3. Pojazd wyprzedzający znajdował się na tym samym pasie ruchu, co skręcający i w takiej odległości od przecznicy, że kierujący był w stanie go zatrzymać.

W pierwszym przypadku zagrożenie bezpieczeństwa ruchu drogowego wprowadził skręcający w lewo i jego taktykę i technikę jazdy należy uznawać za nieprawidłową. Brak natomiast byłoby podstaw do uznania taktyki i techniki jazdy wyprzedzającego za nieprawidłową.

W drugim przypadku również zagrożenie bezpieczeństwa ruchu wprowadził kierujący skręcający w lewo i jego taktykę i technikę jazdy należy uznawać za nieprawidłową, natomiast kierujący pojazdem wyprzedzającym po powstaniu zagrożenia, prawidłowo obserwując sytuację drogową, miałby możliwość uniknięcia zderzenia. Jeżeli tej możliwości nie wykorzystał, to jego technikę jazdy należałoby uznać za nieprawidłową, wskazującą na przyczynienie się do zaistnienia kolizji.

W trzecim przypadku kierujący pojazdem wyprzedzającym rozpoczynając manewr wyprzedzania innego pojazdu, który już wcześniej rozpoczął skręt w lewo - wprowadziłby zagrożenie bezpieczeństwa ruchu i jego taktykę i technikę jazdy należałoby uznać za nieprawidłową.

Jeżeli kierujący pojazdem skręcającym w lewo miałby możliwość zmiany toru ruchu swojego pojazdu i zaniechania skrętu po dostrzeżeniu zagrożenia przy prawidłowej reakcji, to jego technikę jazdy należałoby uznać za nieprawidłową i wskazującą także na przyczynienie się do zaistniałego wypadku.

W rozważaniach tych pominięto kwestię czy kolizje miały miejsce na skrzyżowaniach z wyraźnym oznakowaniem, trudno rozpoznawalnych, wiązały się z przekroczeniem linii ciągłej lub też zaistniały w miejscach obowiązującego zakazu wyprzedzania. Kwestie te wpływają na stopień nieprawidłowości postępowania obu kierujących i podlegają ocenie organów wymiaru sprawiedliwości.

Jak już wcześniej wspomniano, ze względu na trudności udowodnienia (przy pomocy dowodów materialnych) sygnalizacji wykonywanych manewrów przez kierujących, kwestia ta wpływałaby na stopień oceny nieprawidłowości ich postępowania, którą należy pozostawić do oceny organów wymiaru sprawiedliwości. Należy przy tym zauważyć, że nawet kryminalistyczne dowody na włączenie kierunkowskazu w pojeździe w chwili kolizji jednoznacznie nie rozstrzygają sprawy, gdyż stosunkowo często praktykowane jest włączenie tego kierunkowskazu w chwili lub nawet bezpośrednio po rozpoczęciu manewru skrętu.

9.3. Określenie położenia pojazdu wykonującego skręt w lewo w chwili rozpoczynania manewru.

Przeprowadzenie analizy czasowo-przestrzennej ruchu pojazdów podczas trwania zagrożenia wymaga znajomości ich położenia w chwili rozpoczynania manewru przez skręcającego oraz miejsca kolizji, a także ich prędkości w poszczególnych fazach zdarzenia.

Miejsce kolizji i wzajemne usytuowanie pojazdów w chwili zderzenia daje się na ogół stosunkowo łatwo wyznaczyć na podstawie materiału dowodowego. Miejsce to znajduje się na przecięciu torów ich ruchu, tj. na przecięciu się śladów blokowania kół pojazdu wyprzedzającego, które na ogół występują oraz możliwego toru ruchu pojazdu skręcającego, wynikającego z usytuowania i szerokości przecznic.

Wzajemne usytuowanie pojazdów podczas zderzenia można określić na podstawie charakteru i lokalizacji uszkodzeń ich nadwozi, przedstawianych na ogół na załączonych fotografiach.

Zgromadzony materiał dowodowy na ogół pozwala wyznaczyć prędkość obu pojazdów w poszczególnych fazach przebiegu kolizji.

Pewne trudności może niekiedy sprawiać wyznaczenie położenia pojazdu wykonującego skręt w lewo w chwili rozpoczynania tego manewru. Jest to początek stanu zagrożenia, przed manewrami obronnymi kierujących, dlatego też jednoznacznych dowodów materialnych na położenie obu pojazdów w tej chwili z reguły brak.

Relacje kierujących natomiast często się wykluczają. Kierujący pojazdem skręcającym w lewo często wskazuje, że manewr rozpoczynał przy osi jezdni odpowiednio wcześniej go sygnalizując. Zaś kierujący pojazdem wyprzedzającym często wskazuje, że skręcający w lewo manewr rozpoczął od prawej krawędzi jezdni (lub od środka prawej jej połowy) nie sygnalizując go (lub sygnalizując równocześnie z rozpoczęciem wykonywania manewru).

Położenie pojazdu skręcającego w lewo w chwili rozpoczynania manewru determinowane jest wieloma (parametrami) czynnikami. Najważniejszymi z nich są:

- położenie miejsca kolizji;
- wzajemne usytuowanie pojazdów podczas zderzenia;
- minimalny promień skrętu pojazdu skręcającego;
- szerokość przecinających się jezdni;
- prędkość pojazdu w chwili rozpoczynania manewru skrętu;

- graniczna prędkość dla wyznaczonego promienia skrętu wynikająca z rodzaju oraz stanu nawierzchni drogi i odwrotnie;
- intensywność wykonywania skrętu przez kierującego.

Znając położenie pojazdu skręcającego w lewo na jezdni w chwili kolizji oraz jego minimalny promień skrętu możemy wyznaczyć położenie środka okręgu odpowiadającego temu promieniowi.

Następnie wykreślając z tego środka prostopadłą do osi jezdni, którą poruszał się pojazd skręcający w lewo przed skrętem, możemy określić możliwe - najbliższe lewej krawędzi jezdni położenie tego pojazdu w chwili rozpoczynania manewru skrętu.

Jeżeli położenie to wypadnie w głębi szerokości prawej połowy jezdni, wykluczyć należy rozpoczynanie manewru skrętu przy osi tej jezdni. Jeśli zaś położenie to wypadnie przy osi jezdni lub na lewej jej połowie (patrzac w kierunku ruchu obu pojazdów) ewentualności takiej nie można wykluczyć.

Podobną analizę możemy przeprowadzić przy uwzględnieniu minimalnego promienia łuku dla wyznaczonej prędkości w chwili rozpoczynania skrętu, przyjmując ją za krytyczną dla danych warunków drogowych.

Ewentualności rozpoczynania skrętu w lewo przy osi jezdni nie można również wykluczyć, jeżeli szerokość jej lewego pasma jest większa od minimalnego promienia skrętu pojazdu oraz od minimalnego promienia skrętu dla wyznaczonej prędkości w chwili rozpoczynania tego manewru.

Środek osi przedniej samochodu podczas wykonywania skrętu porusza się po krzywej zwanej „klotoidą”. Znając położenie pojazdu w chwili kolizji (w tym jego kąt względem osi jezdni), prędkość podczas manewru skrętu oraz przyjmując intensywność jego wykonywania przez kierującego możemy wyznaczyć możliwe przemieszczenie się pojazdu prostopadle (współrzędna Y klotoidy) i wzdłuż osi jezdni (współrzędna X) podczas tego manewru skrętu. Oczywiście, jeżeli wyjaśnienia obu kierujących są zgodne, co do położenia pojazdów w chwili rozpoczynania manewru skrętu, należy je przyjąć, jeżeli nie są one sprzeczne z ww. warunkami.

Pojazd wykonujący skręt porusza się po określonym łuku o zmiennym promieniu. Długość tego łuku możemy wyznaczyć (z wystarczającą dla praktyki dokładnością) z iloczynu średniego promienia łuku i kąta skrętu wyrażonego w radianach:

$$L = r_s \cdot \alpha$$

gdzie: - L - długość łuku po którym poruszał się pojazd w czasie wykonywania skrętu wyrażana w [m];

r_s - średni promień łuku wyrażany w [m];

α - kąt środkowy dla tego łuku wyrażana w [rad].

Średni promień łuku podczas skrętu możemy wyznaczyć konstrukcyjnie na podstawie szkicu miejsca wypadku jako połowa sumy odległości pojazdu od punktu przecięcia się prostopadłych do jego osi wzdłużnej w położeniu rozpoczynania manewru skrętu i w miejscu kolizji - pod warunkiem, że nie nastąpił poślizg boczny. Znając położenia pojazdu wykonującego skręt w chwili rozpoczęcia manewru i w chwili kolizji oraz długość łuku między tymi punktami, a także prędkość obu pojazdów możemy wyznaczyć położenie pojazdu wyprzedzającego w kolejnych fazach przebiegu zdarzenia.

9.4. Przykład 1 - Uderzenie samochodu skręcającego w lewo przez pojazd wyprzedzający.

9.4.1. Analiza przebiegu wypadku – rys 9.01. i 9.02.

Z analizy zebranego materiału dowodowego wynika, że kierująca samochodem Polski Fiat 126p wykonując manewr skrętu w lewo do posesji została uderzona przez samochód Polonez, który był w trakcie jej wyprzedzania. Wypadek wydarzył się w porze dziennej, na prostym odcinku drogi

na obszarze zabudowanym (k.4). Jezdnia o nawierzchni asfaltowej, suchej o szerokości 6 m. Po obu jej stronach znajdowały się pobocza trawiaste o szerokości: lewe 2,2 m, prawe 1,8 (k.8). Z położenia śladów hamowania obu pojazdów, zaznaczonych na szkicu miejsca wypadku (k.8) wynika, że do zderzenia doszło na lewym pasie ruchu (patrzac zgodnie z kierunkiem jazdy obu pojazdów), na wysokości wjazdu do posesji nr 15 a.

Z uszkodzeń pojazdów opisanych w protokołach ich oględzin (k.16÷20 i 27÷31) oraz przedstawionych na zamieszczonych fotografiach (k.7) wynika, że uderzenie miało charakter czołowo boczny - przodem samochodu Polonez w tylną część lewego boku PF-126p.

Położenie końca śladu hamowania PF-126p na jezdni oraz śladów przesunięcia, na poboczu - przy krawędzi jezdni (zaznaczonych na szkicu miejsca wypadku odpowiednio nr 10 i 11 - k.8) jednoznacznie determinują usytuowanie tego pojazdu w chwili zderzenia. Znajdował się on wówczas przednimi kołami na poboczu - przy krawędzi jezdni, a tylnymi na jezdni. Ośią wzdłużną pod kątem około 85° względem osi jezdni. Uwzględniając stosunkowo niewielkie nachylenie śladów hamowania samochodu Polonez względem krawędzi jezdni należy stwierdzić, że pojazdy w chwili zderzenia usytuowane były względem siebie pod kątem około 80° . Pierwotny ich kontakt nastąpił przednim prawym narożnikiem Poloneza w tylny, lewy błotnik PF-126p na wysokości wlotu powietrza do silnika. Znajduje to potwierdzenie w fakcie deformacji przedniego, prawego błotnika Poloneza (przy równoczesnym braku takich deformacji błotnika przedniego, lewego) oraz charakterze i lokalizacji uszkodzeń tylnego, lewego błotnika PF-126p (uwidocznionych na fotografii nr 2÷6 - k.7 oraz 2-k.21). Położenie obu pojazdów w chwili zderzenia na załączonym rysunku oznaczono numerami 3 i 4 (rys.zał.1).

W wyniku takiego zderzenia samochód PF-126p utracił stateczność ruchu i został przemieszczony zgodnie z kierunkiem wektora prędkości wypadkowej obu pojazdów do położenia powypadkowego, które zostało zaznaczone na szkicu miejsca wypadku (k.8). Mimośrodkowy charakter uderzenia (w tylną część PF-126p) spowodował, że obrócił się on wokół osi pionowej o kąt około 73° , to jest $\varphi_F = 1,27$ rad. W ten sposób od chwili uderzenia do zatrzymania w położeniu powypadkowym PF-126p przemieszczał się ruchem złożonym: postępowym z równoczesnym obrotem wokół osi pionowej, znacząc ślady otarć nawierzchni jezdni oraz wgnieceń i złobienia podłoża (k.4,5 i 8). Przemieścił się przy tym na odległość około 20,5 m (rys.zał.1). Nieznacznie widoczne ślady hamowania na jezdni, usytuowane poprzecznie do jej osi, (oznaczone na szkicu miejsca wypadku nr 10 - k.8), dowodzą, że kierująca PF-126p bezpośrednio przed zderzeniem wykonała manewr obronny hamowania.

Ślady blokowania kół położone na lewym pasie jezdni (zaznaczone na szkicu miejsca wypadku nr 4) i dochodzące do kół przednich Poloneza znaczyły koła przednie tego samochodu, co wynika z faktu, że posiada on korektor siły hamowania. Ślady te oraz położenie powypadkowe samochodu Polonez wskazuje, że bezpośrednio przed wypadkiem poruszał się on lewym pasem jezdni. Był zatem w trakcie manewru wyprzedzania, co potwierdza kierujący tym samochodem (k.61,101).

Przebieg tych śladów na odcinku około 14,2 m przed miejscem zderzenia oraz przesunięty początek prawego względem lewego śladu blokowania kół świadczy, że kierujący Polonezem bezpośrednio przed wypadkiem najprawdopodobniej wykonał manewr skrętu kierownicą w lewo z jednoczesnym hamowaniem pojazdu. Wówczas dociążone, działaniem siły bezwładności, koło prawe znaczyło ślad blokowania z opóźnieniem, ale pojazd był w pełni hamowany od początku lewego śladu blokowania, o czym świadczy prostoliniowy przebieg śladów hamowania do miejsca zderzenia. W tej sytuacji kierujący Polonezem utracił możliwość kierowania pojazdem, który odtąd przemieszczał się zgodnie z obranym kierunkiem, po linii prostej aż do chwili zderzenia. Na skutek mimośrodkowego charakteru uderzenia (przednim prawym narożnikiem) Polonez po zderzeniu odchylił nieznacznie kierunek swojego ruchu, a tylne jego koła zaczęły znaczyć tzw. ślady zarzucania (oznaczone na szkicu miejsca wypadku nr 5 - k.8).

9.4.2. Ustalenie prędkości pojazdów w czasie wypadku.

Na podstawie danych z akt sprawy świadczących o położeniu pojazdów w chwili zderzenia, a następnie w położeniu powypadkowym, przeprowadzona zostanie analiza procesu zderzenia i ustalona prędkość pojazdów bezpośrednio przed i po zderzeniu. W czasie uderzenia między pojazdami wystąpił impuls siły, który spowodował zmianę prędkości ich ruchu zarówno co do wartości jak i kierunku. Impuls ten jest położony w tej samej linii działania lecz o przeciwnych zwrotach.

Z modelu zderzenia, a także położenia powypadkowego samochodu Polonez wynika, że impuls sił normalnych S_n przebiegał prawie zbieżnie z kierunkiem ruchu Poloneza bezpośrednio przed zderzeniem.

Prędkość samochodu Fiat 126p bezpośrednio po uderzeniu v_{1z} można obliczyć z następującej zależności:

$$v_{1F} = \sqrt{\mu \cdot g \cdot (L \cdot \varphi \cdot k_\varphi + 2 \cdot S_F \cdot k_s)} \quad [\text{m/s}],$$

gdzie:

$L = 1,84 \text{ m}$ - rozstaw osi samochodu PF-126p;

$\mu = 0,4$ - średni współczynnik przyczepności możliwy podczas przemieszczania się pojazdu częściowo po jezdni, poboczu i rowie;

$\varphi = 1,27 \text{ rad } (73^\circ)$ - kąt obrotu PF-126p wokół osi pionowej;

$S_F = 20,5 \text{ m}$ - droga przemieszczania się PF-126p po uderzeniu;

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ - przyspieszenie ziemskie;

k_φ i k_s - współczynniki korekcyjne zależne od wskaźnika:

$$W = (\varphi \cdot L) / (2 \cdot S_F) = 1,27 \cdot 1,84 / (2 \cdot 20,5) = 0,06$$

dla tego wskaźnika wartości odczytane z nomogramu (W. Kończykowski: Odtwarzanie i analiza przebiegu wypadku drogowego Paryż-Warszawa 1993 r. str. 203) wynoszą:

$$k_\varphi = 0,06, k_s = 1,0.$$

Po podstawieniu danych otrzymamy:

$$v_{1F} = \sqrt{0,4 \cdot 9,81 \cdot (1,84 \cdot 1,27 \cdot 0,06 + 2 \cdot 20,5 \cdot 1,0)} = 12,71 \text{ [m/s]}$$

Prędkość samochodu Polonez w końcowej fazie zderzenia można obliczyć z analogicznej zależności:

$$v_{1p} = \sqrt{\mu \cdot g \cdot (L_p \cdot \varphi \cdot k_\varphi + 2 \cdot S_p \cdot k_s)} = \sqrt{0,65 \cdot 9,81 \cdot (2,51 \cdot 0,17 \cdot 0,03 + 2 \cdot 8 \cdot 1,0)} = 10,1 \text{ [m/s]}$$

gdzie:

$L_p = 2,51 \text{ m}$ - rozstaw osi samochodu Polonez;

$\mu_p = 0,65$ - współczynnik przyczepności na jezdni asfaltowej przy $V_p = 80 \text{ km/h}$;

$\varphi_p = 0,17 \text{ rad } (10^\circ)$ - kąt obrotu Poloneza wokół osi pionowej;

$S_p = 8,0 \text{ m}$ - droga przemieszczania się Poloneza po zderzeniu;

k_φ i k_s - współczynniki korekcyjne zależne od wskaźnika:

$$W = \varphi_p \cdot L_p / (2 \cdot S_p) = 0,17 \cdot 2,51 / (2 \cdot 8,0) = 0,03$$

dla tego wskaźnika ($W = 0,03$) wartości odczytane z nomogramu wynoszą: $k_\varphi = 0,03, k_s = 1,0$.

Należy przy tym zauważyć iż ślad bocznego zarzucania Poloneza po uderzeniu wskazuje, że bezpośrednio po nim środek masy pojazdu odchylił się od dotychczasowego kierunku ruchu o kąt około 2° w lewo, co jest brane pod uwagę przy wyznaczaniu bilansu ilości ruchu podczas zderzenia.

Znając wartość prędkości obu pojazdów bezpośrednio po zderzeniu oraz kierunki wektorów ich prędkości przed i po zderzeniu możemy wyznaczyć wartości liczbowe tych pierwszych, a także wartość i kierunek impulsu siły uderzenia metodą graficzną przy wykorzystaniu zasady zachowania ilości ruchu. Zgodnie z tą zasadą wektory ilości ruchu pojazdu przed zderzeniem - $m \cdot v_u$ i po zderzeniu - $m \cdot v_{iu}$ oraz impulsu siły S_n muszą tworzyć zamknięty układ (trójkąt) geometryczny.

Ilość ruchu pojazdów bezpośrednio po zderzeniu wynosiła:

$$PF-126p - m_F \cdot v_{1F} = 675 \cdot 12,71 = 8580 \text{ kg} \cdot \text{m/s};$$

$$\text{Poloneza} - m_p \cdot v_{1p} = 1340 \cdot 10,1 = 13534 \text{ kg} \cdot \text{m/s},$$

gdzie:

$$m_F = 675 \text{ kg} - \text{masa całkowita samochodu PF-126p} \\ (600 \text{ kg} - \text{masa własna PF-126p} + 75 \text{ kg} \text{ masa kierującej})$$

$$m_p = 1340 \text{ kg} - \text{masa całkowita samochodu Polonez} \\ (1115 \text{ kg} - \text{masa własna Poloneza} + 3 \times 75 = 225 \text{ kg} \text{ masa kierującego} \\ \text{oraz 2 pasażerek}).$$

Wykresy ilości ruchu obu pojazdów przed i po zderzeniu przedstawiono na rysunku pomocniczym 1a w załączniku nr 1. Z rysunku tego wynika, że ilości ruchu tych pojazdów przed zderzeniem wynosiły:

$$- PF-126p - m_F \cdot v_{uF} = 2000 \text{ kg} \cdot \text{m/s};$$

$$- \text{Poloneza} - m_p \cdot v_{up} = 21750 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

Zatem prędkość pojazdów bezpośrednio przed zderzeniem wynosiła:

$$- PF-126p - v_{uF} = 2000 / m_F = 2000 / 675 = 2,96 \text{ m/s};$$

$$- \text{Poloneza} - v_{up} = 21750 / m_p = 21750 / 1340 = 16,23 \text{ m/s}.$$

Samochód Polonez przed uderzeniem był hamowany, znacząc ślady blokowania kół na odcinku drogi $S_{hp} = 8,0 + 6,2 = 14,2 \text{ m}$.

Zatem prędkość z jaką poruszał się kierujący tym samochodem przed zderzeniem wynosiła:

$$v_{op} = \frac{1}{2} \times \mu_1 \times g \times t_n + \sqrt{v_u^2 + 2 \times \mu \times g \times S_{hp}} = \\ = \frac{1}{2} \times 0,65 \times 9,81 \times 0,4 + \sqrt{16,23^2 + 2 \times 0,65 \times 14,2} = 22,36 [m/s]$$

gdzie: $\mu_1 = 0,65$ - współczynnik przyczepności na suchej jezdni asfaltowej;

$t_n = 0,4 \text{ s}$ - czas narastania opóźnienia hamowania;

$S_{hp} = 14,2 \text{ m}$ - droga hamowania Poloneza przed zderzeniem wyrażając prędkość w [km/h] – wynosi ona: $- 22,36 [m/s] \times 3,6 = 80,5 [km/h]$

Samochód PF-126p przed uderzeniem był również hamowany, jadąc po łuku i znacząc ślady blokowania kół na odcinku drogi około $S_{hF} = 1,8 \text{ m}$.

Zatem prędkość z jaką poruszała się kierująca nim przed wypadkiem wynosiła:

$$v_{oF} = \frac{1}{2} \times \mu_1 \times g \times t_n + \sqrt{v_u^2 + 2 \times \mu \times g \times S_{hp}} = \\ = \frac{1}{2} \times 0,50 \times 9,81 \times 0,4 + \sqrt{2,96^2 + 2 \times 0,50 \times 1,8} = 6,12 [m/s]$$

gdzie: $v_{uF} = 2,96 \text{ m/s}$ - prędkość samochodu PF-126p w chwili uderzenia.

$\mu_{hF} = 0,50$ - średnia wartość współczynnika przyczepności wykorzystywana na hamowanie przy jeździe po łuku o promieniu - $r = 6 \text{ m}$ obliczona z zależności:

$$\mu_{hF} = \sqrt{\mu_1^2 - (v^2 / g \cdot r)^2}.$$

Z powyższej analizy wynika, że kierujący samochodem Polonez bezpośrednio przed wypadkiem poruszał się z prędkością około 80km/h, natomiast kierująca PF-126p z prędkością około 22 km/h

9.4.3. Analiza ruchu obu pojazdów.

Kierująca samochodem PF-126p skracając do posesji poruszała się po określonym łuku w lewo. Poruszając się przed manewrem hamowania z prędkością $v_{oF} = 6,12$ m/s promień tego łuku, determinowany przyczepnością opon do jezdni, nie mógł być mniejszy niż:

$$r_{\min} \geq v_{oF}^2 / \mu_1 \cdot g = 6,12^2 / 0,7 \cdot 9,81 = 5,5 \text{ [m]}$$

gdzie:

r_{\min} - minimalny promień łuku;

$\mu_1 = 0,7$ - dolna wartość współczynnika przyczepności na jezdni asfaltowej.

Wyznaczając środek wycinka okręgu o tym promieniu - dla położenia samochodu PF-126p w chwili zderzenia, a następnie odmierzając długość minimalnego promienia skrzywienia od wyznaczonego środka okręgu - prostopadle do osi jezdni należy stwierdzić, że samochód PF-126p w chwili rozpoczynania skrzywienia przez kierującą nim usytuowany był prawymi kołami poza prawą krawędź jezdni (rys.zał.1). Pojazd aby znaleźć się w miejscu zderzenia musiał pokonać odcinek drogi wynoszący około:

$$S_{\mu} = \alpha \cdot r = 1,66 \cdot 5,5 = 9,13 \text{ [m]}$$

gdzie: $\alpha = 1,66$ rad (85°) - kąt łuku skrzywienia.

Uwzględniając rozpoczęty manewr hamowania kierująca PF-126p na pokonanie tego odcinka potrzebowała czasu:

$$t_{\mu} = \frac{S_{hF}}{0,5 \cdot (v_{uF} + v_{sF})} + t_n + \frac{[S_{\mu} - S_{hF} - 0,5 \cdot (v_{oF} + v_{sF}) \cdot t_n]}{v_{oF}} \text{ [s]}$$

gdzie: $S_{hF} = 1,8$ m - długość drogi hamowania PF-126p;

$v_{uF} = 2,96$ m/s - prędkość PF-126p w chwili zderzenia;

$v_{oF} = 6,12$ m/s - prędkość PF-126p przed manewrem hamowania;

$dv = \mu_{hF} \cdot g \cdot t_n / 2 = 0,98$ m/s - ubytek prędkości podczas narastania opóźnienia;

$v_{sF} = v_{oF} - dv = 5,14$ m/s - prędkość PF-126p na początku śladu hamowania.

Po podstawieniu danych otrzymamy:

$$t_1 = \frac{1,8}{0,5 \cdot (2,96 + 5,14)} + 0,4 + \frac{[9,13 - 1,8 - 0,5 \cdot (6,12 + 5,14) \cdot 0,4]}{6,12} = 1,67 \text{ s}$$

W chwili rozpoczęcia manewru skrzywienia w lewo przez kierującą PF-126p Polonez znajdował się od miejsca zderzenia w odległości:

$$S_{ps} = v_{op} \cdot [t_1 - (t_n + \frac{v_{sp} - v_{up}}{\mu \cdot g})] + (v_{op} - dv / 3) \cdot t_n + S_{hp} \text{ m}$$

gdzie: $v_{op} = 22,36$ m/s - prędkość Poloneza przed rozpoczęciem hamowania;

$dv = \frac{\mu \times g \times t_n}{2} = 1,28$ m/s - ubytek prędkości podczas narastania opóźnienia;

$v_{sp} = v_{op} - dv = 21,078$ m/s - prędkość Poloneza na początku śladów hamowania;

$v_{up} = 16,23$ m/s - prędkość Poloneza w chwili uderzenia;

$t_n = 0,4$ s - czas narastania opóźnienia hamowania;
 $S_{hp} = 14,2$ m - długość śladów blokowania kół samochodu Polonez.

Po podstawieniu danych otrzymamy:

$$S_{ps} = 22,36 \cdot \left[1,67 - \left(0,4 + \frac{21,08 - 16,23}{0,65 \cdot 9,81} \right) \right] + (22,36 - 1,28/3) \cdot 0,4 + 14,2 = 34,4 \text{ [m]}$$

Z przedłużenia śladów blokowania kół samochodu Polonez na tę odległość od miejsca zderzenia wynika, że w chwili rozpoczęcia manewru skrętu przez kierującą PF-126p znajdował się on na środku jezdni i był w trakcie manewru wyprzedzania.

9.4.4. Ocena taktyki i techniki jazdy kierującego samochodem Polonez.

Z analizy ruchu obu pojazdów wynika, że kierujący Polonezem dostrzegł zmianę stanu ruchu PF-126p wówczas gdy znajdował się od miejsca zderzenia w odległości: - $S_{ps} = 34,4$ [m].

Czas w jakim pokonał odcinek drogi w stanie zagrożenia wynosił:

$t_l = 1,67$ s i składał się z:

t_{rr} - czasu reakcji kierującego;

t_n - czasu narastania opóźnienia hamowania;

t_h - czasu w jakim Polonez przebył odcinek drogi od początku znaczenia śladów blokowania kół do zderzenia;

$$t_l = t_{rr} + t_n + t_h = 1,67 \text{ [s]}$$

Zatem rzeczywisty czas reakcji kierującego Polonezem wynosił:

$$t_{rr} = 1,67 - t_n - \frac{v_{sp} - v_{up}}{\mu \cdot g} = 1,67 - 0,4 - \frac{21,08 - 16,23}{0,65 \cdot 9,81} = 0,51 \text{ [s]}$$

Istotnie niższy rzeczywisty czas reakcji kierującego, w stosunku do średnio statystycznego wskazuje, że kierujący samochodem Polonez, wykonując manewr wyprzedzania należycie obserwował jezdnię.

Kierujący samochodem Polonez poruszając się z prędkością około 80 km/h, w chwili zaistnienia stanu zagrożenia znajdował się od miejsca zderzenia w odległości $S_{ps} = 34,4$ m. Do całkowitego zatrzymania pojazdu potrzebował drogi równej:

$$\begin{aligned} S_t &= v_{op} \times t_{rk} + \left(v_{op} - \frac{dv}{3} \right) \times t_n + \frac{v_{sp}^2 \times \mu \times g}{2} = \\ &= 22,36 \times 0,51 + \left(22,36 - \frac{1,28}{3} \right) \times 0,4 + \frac{21,08^2 \times 0,65 \times 9,81}{2} = 55,0 \text{ [m]} \end{aligned}$$

gdzie: $t_{rk} = 0,51$ s - rzeczywisty czas reakcji kierowcy,
 - pozostałe dane jak w punkcie 3.

Porównanie drogi potrzebnej do całkowitego zatrzymania samochodu oraz odległości w jakiej znajdował się Polonez w chwili gdy zaistniał stan zagrożenia na jezdni:

$$S_z = 55,0 \text{ m} > 34,4 \text{ m} = S_{ps}$$

wskazuje, że kierujący Polonezem poruszając się z prędkością około 80 [km/h] nie miał możliwości uniknięcia wypadku przez zatrzymanie pojazdu przed torem ruchu samochodu PF-126p.

Do zderzenia pojazdów doszło na terenie zabudowanym (k.4). Prędkość dopuszczalna na przedmiotowym odcinku drogi wynosiła 60 km/h. Zatem do rozważenia pozostaje możliwość uniknięcia wypadku przy poruszaniu się samochodem Polonez z prędkością obowiązującą 60 km/h, tj. $v_d = 16,7$ m/s.

Kierujący samochodem Polonez poruszając się z prędkością 60 km/h mógłby zatrzymać pojazd na odcinku drogi około:

$$S_{zd} = v_d \cdot (t_{rr} + t_n / 2) + v_d^2 / 2 \cdot \mu \cdot g = 16,7 \cdot (0,51 + 0,4 / 2) + 16,7^2 / 2 \cdot 0,65 \cdot 9,81 = 33,7 \text{ [m]}$$

Powyższa analiza wskazuje, że kierujący samochodem Polonez poruszając się z prędkością 60 km/h i rzeczywistym czasie reakcji miałby szansę zatrzymania pojazdu przed torem ruchu PF-126p, a tym samym uniknięcia wypadku. Należy przy tym zauważyć, że czas dojazdu Poloneza do miejsca kolizji, byłby wówczas dłuższy i samochód PF-126p zdołałby zjechać z jego toru ruchu.

Wobec powyższego należy stwierdzić, że taktyka i technika jazdy kierującego samochodem Polonez była nieprawidłowa. Poruszał się on po obszarze zabudowanym samochodem z prędkością istotnie wyższą od dopuszczalnej, w wyniku czego uniemożliwił sobie skuteczne wykonanie manewru obronnego hamowania przed nieprawidłowo wykonującą skręt w lewo kierującą samochodem PF-126p.

9.4.5. Ocena taktyki i techniki jazdy kierującej samochodem PF-126p.

Z analizy ruchu obu pojazdów wynika, że kierująca samochodem PF-126p rozpoczęła manewr skrętu w lewo w odległości około 34,4 m przed jadącym za nią samochodem Polonez, który poruszał się środkiem jezdni, będąc w trakcie manewru wyprzedzania. Manewr skrętu w lewo wykonywała bezpośrednio od prawego pobocza, bez wcześniejszego zbliżenia się do osi jezdni. Ponadto z położenia śladów hamowania samochodu PF-126p (rys.zał.1) wynika, że po zbliżeniu się przodem pojazdu do osi jezdni i dostrzeżeniu zbliżającego się samochodu rozpoczęła manewr obronny hamowania.

Powyższe wskazuje na to, że kierująca samochodem PF-126p przed rozpoczęciem manewru skrętu w lewo nie upewniła się czy manewr taki może wykonać i czy nie zajędzie przez to drogi innemu pojazdowi, lub też błędnie oceniła, że manewr ten zdąży wykonać przed zbliżającym się z tyłu samochodem Polonez.

Z położenia śladów hamowania samochodu PF-126p wynika, że kierująca nim powstałe zagrożenie dostrzegła przed zderzeniem w czasie równym około:

$$t_d = \frac{S_{hF}}{0,5 \cdot (v_{uF} + v_{sF})} + t_n + t_{rk} = \frac{1,8}{0,5 \cdot (2,96 + 5,14)} + 0,4 + 0,8 = 1,64 \text{ [s]}$$

Porównanie czasu wykonywania skrętu oraz czasu od dostrzeżenia zagrożenia do zderzenia:

$$t_{\mu} = 1,67 \text{ [s]} > 1,64 \text{ [s]} = t_d$$

wskazuje, że kierująca samochodem PF-126p najpierw rozpoczęła manewr skrętu w lewo, a bezpośrednio po tym upewniała się czy manewr taki może wykonać.

Od chwili ruszenia do chwili dostrzeżenia zagrożenia kierująca PF-126p mogła przejechać pojazdem odcinek drogi około:

$$S_{rd} = v_{oF} \cdot (t_{\mu} - t_d) = 6,12 \cdot (1,67 - 1,64) \approx 0,2 \text{ [m]}$$

Zatem w chwili dostrzeżenia zagrożenia pojazd był początkowej fazie skrętu i kierująca nim dla uniknięcia zderzenia mogła gwałtownie skrócić (odbić) kierownicą w prawo, zaniechując skrętu, a nie kontynuując go.

Ewentualne wcześniejsze włączenie kierunkowskazów nie upoważniało jej do wykonania skrętu przed upewnieniem się czy manewr taki może wykonać bez zajeżdżania drogi innemu pojazdowi.

Z powyższej analizy wynika wniosek, że taktyka i technika wykonywania manewru skrętu w lewo przez kierującą samochodem PF-126p była nieprawidłowa. Przed rozpoczęciem skrętu nie upewniła się czy manewr taki może wykonać. Manewr skrętu rozpoczęła w zbyt bliskiej odległości przed jadącym za nią samochodem Polonez, który był w trakcie manewru wyprzedzania, zajeżdżając mu w ten sposób drogę. Wprowadziła przez to stan zagrożenia bezpieczeństwa na jezdni.

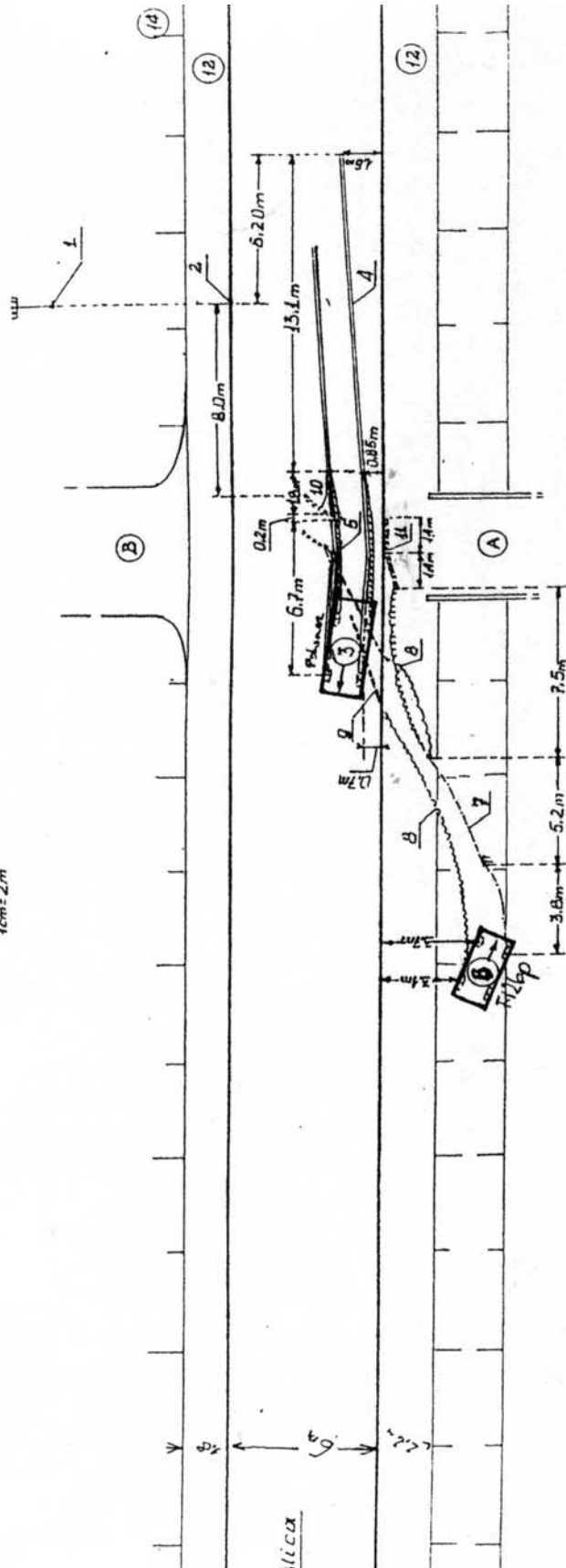
Po dostrzeżeniu zbliżającego się pojazdu (zagrożenia) błędnie wykonała manewr obronny hamowania kontynuując skręt, zamiast jego zaniechać, przez co pogłębiła stworzone zagrożenie i doprowadziła do zderzenia pojazdów.

Literatura:

- [1]. S. SOBÓŃ: Kodeks Drogowy z Komentarzem. TWIGER S.A. Warszawa 2002 r.
- [2] W. KOŃCZYKOWSKI: Odtwarzanie i analiza przebiegu wypadku drogowego. SRTSiRD, - Paryż-Warszawa 1993r.
- [3] A. KURANOWSKI, P. ŚWIDER: „Skręt w lewo przyczyną wypadku drogowego. Dyskusja nad jednolitym sposobem opiniowania” – VI Konferencja Instytutu Ekspertyz Sądowych: Problemy rekonstrukcji wypadków drogowych – Zakopane 1998r.

miejsce wypadku drogowego

skala 1:200
1cm=2m



L. G. E. N D A

- A - Wjazd do posesji 15A, Szczepana KULIK.
- B - Wjazd do posesji nr 17.
- 1. Betonowy słup trawki telefonicznej ozn. nr 78
- 2. Miejsce gdzie przyjęto jako stały punkt odmierzenia.
- 3. Samochód m-ki „Polonez nr rej. KXK-9269/strzałka obrazująca kierunek ustawienia/.
- 4. Ślady blokowania kół opartych.
- 5. Ślady zużycia.
- 6. Samochód m-ki „Fiat 1200” nr rej. K7D-2801 (strzałka obrazująca kierunek ustawienia/.
- 7. Ślady nieznanego wgnięcia w podłożu.
- 8. Ślady złożenia podłoża.
- 9. Ślady stania niewierzchni jezdnii.
- 10. Nieznacznie widoczne na jezdni, ślady hamowania (1,8m)
- 11. Ślady przesunięcia.
- 12. Pobocze.
- 13. Przybliżony row.
- 14. Skurpy poboczny.

Rys 9.01. Szkic miejsca wypadku drogowego wykonanego przez Policję.

TEMAT 10

dr inż. Bolesław PANKIEWICZ

WYPADKI W WARUNKACH OGRANICZONEJ WIDOCZNOŚCI

10.1. Problemy oświetlenia drogi i widoczności przeszkód na drodze

Bez przesady można stwierdzić, że problemy związane z oświetleniem drogi niezależnie od źródła światła, były tematami ogromnej liczny prac naukowych, doświadczalnych i konstrukcyjnych. Dlatego też technika świetlna w ostatnich latach zrobiła duży krok naprzód. Każdy jednak kierujący powinien wiedzieć o tym, że nawet przy wykorzystaniu dostępnych rozwiązań technicznych oświetlenie drogi w porze nocnej jest niestety jeszcze dalekie od doskonałości. Skutkiem tego jest bardzo duża liczba wypadków w tym czasie i to wypadków ciężkich.

Praktyka wykazuje, że skuteczniejsze jest w zasadzie oświetlenie zewnętrzne w stosunku do samochodu, to znaczy oświetlenie uliczne (lampy, neony itp.) niż oświetlenie autonomiczne reflektorami samochodu; niestety, w ogromnej większości drogi nie są wyposażone w odpowiednie oświetlenie i kierujący zmuszony jest do używania reflektorów własnego samochodu.

W procesie widzenia w nocy wyodrębnić można dwa problemy:

- widzenie obszaru przed samochodem przez prowadzącego pojazd,
- widzenie pojazdu przez osoby znajdujące się poza nim.

Dla uzyskania bowiem największego stopnia bezpieczeństwa jazdy wzajemna widoczność wszystkich użytkowników drogi musi być optymalnie wykorzystana. Występuje tu jednak istotna sprzeczność, gdyż dobrze widoczny (a więc możliwie silnie świecący) przedmiot powoduje ograniczenie widzenia w obszarze między tym przedmiotem, a obserwatorem. Jeżeli więc mamy do czynienia z manewrem wymijania, to nie ulega wątpliwości, że samochód nadjeżdżający z przeciwka jest najlepiej widoczny, gdy ma włączone światła drogowe, może zaś być w ogóle niewidoczny, gdyby wyłączył swe autonomiczne oświetlenie. Ale w pierwszym przypadku kierujący samochodem wymijanym praktycznie nic nie widzi, a w drugim nie ma żadnych ograniczeń w możliwościach obserwowania drogi.

Wymijanie jest nieodzownym manewrem w normalnym ruchu drogowym. Częstość jego wykonywania jest proporcjonalna do liczby poruszających się pojazdów. Nawet przy najbardziej korzystnych okolicznościach manewr ten stał się w warunkach nocnych krytycznym punktem ruchu drogowego z punktu widzenia bezpieczeństwa. Jeżeli dodać do tego sprawę odbijania się promieni świetlnych wysyłanych przez reflektory samochodu wyprzedzającego w lusterku do obserwacji drogi za pojazdem w samochodzie wyprzedzanym, bardzo utrudniające obserwowanie drogi przed samochodem, dochodzi się do wniosku, że praktycznie w warunkach dostatecznie rozwiniętej motoryzacji światłem jazdy jest światło mijania. Dlatego też temu problemowi poświęcone w ostatnich czasach bardzo wiele uwagi. Prowadzone są prace nadawcze zmierzające do:

- maksymalizacji zasięgu światła mijania, to znaczy odległości od przodu samochodu do najdalej położonego punktu oświetlonego na jezdni.
- minimalizacji zjawiska olśnienia kierującego samochodem jadącym z przeciwnego kierunku przez zmniejszenie natężenia światła w rejonie jego oczu.

Wymaga się, aby reflektory samochodowe w ściśle określony sposób wysyłały promienie świetlne. Obrazem tego może być stosowany w badaniach ekran pomiarowy, na którym możliwe

"wysokim" ustawieniu w punkcie B50L należenie oświetlenia zamiast 0,3 lx może dojść do 2.0 lx (odpowiadające natężeniu w punkcie 50L) i spowodować intensywne olśnienie kierującego jadącego z przeciwnej strony. W krytycznych warunkach natężenia oświetlenia w punkcie B50L może osiągnąć nawet 5,0 lx uniemożliwiając w ogóle temu kierującemu obserwowanie drogi. Przy zbyt "niskim" ustawieniu granica strefy I przybliży się do przodu samochodu i automatycznie skraca się odległość widzenia.

Krótkotrwałe zmiany położenia reflektorów wywołane są również drganiami podłużnymi samochodu spowodowanymi nierównościami jezdni. Zlikwidowanie tych niekorzystnych zjawisk może nastąpić przez wprowadzenie automatycznej regulacji położenia reflektorów i to nie tylko w zależności od obciążenia samochodu, ale również jego chwilowego ustawienia. Dokład jednak mechanizmy takie nie znajdują powszechnego zastosowania, kierujący powinien skrupulatnie przestrzegać prawidłowej regulacji położenia reflektorów swego samochodu, aby w ogóle możliwe było uzyskanie optymalnych warunków oświetlenia drogi przed wszystkimi jej użytkownikami.

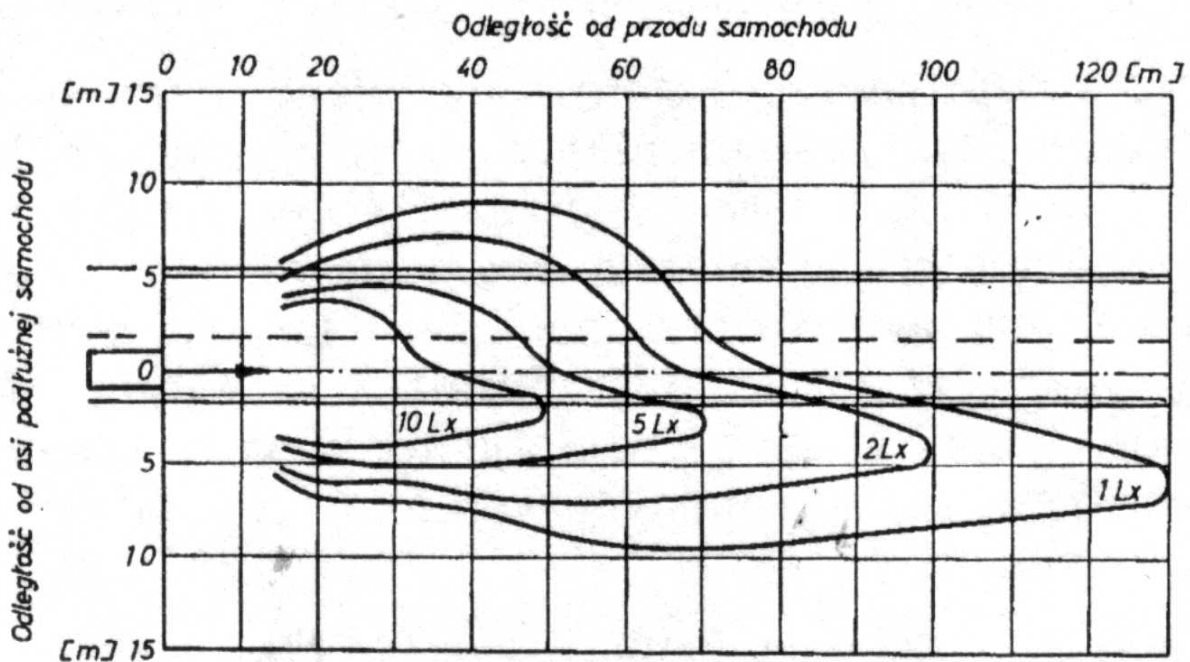
Próby na ekranie pomiarowym wykonywane są w warunkach laboratoryjnych. W rzeczywistości jednak mogą występować poważne zaburzenia w przebiegu promieni świetlnych wysyłanych przez reflektory. Zgodnie bowiem z podstawowymi prawami fizyki promień świetlny jako fala o określonej częstotliwości i amplitudzie ulega odbiciu lub załamaniu w zależności od tego, jaki ośrodek materialny spotyka na swej drodze.

Jeśli promień świetlny pada na gładką i równą powierzchnię jezdni, to zostaje odbity pod kątem podobnym do kąta padania i powoduje oświetlenie obszaru znajdującego się dalej od samochodu niż miejsce jego padania na jezdnię. Jeżeli jednak promień ten padnie na nierówną jezdnię to zostaje odbity w kierunku zależnym od kształtu powierzchni jezdni w miejscu padania i jego dalszy lot może być bardzo różny. Jeszcze bardziej skomplikowane zjawisko występuje wtedy, kiedy jezdnia pokryta jest warstwą wody. Tu powstaje zjawisko rozszczepienia promienia i przerwanie dalszego jego lotu. Oczywiście intensywność oświetlenia drogi przed samochodem znacznie maleje.

W przypadku jezdni suchej, gładkiej i równej można odpowiednimi pomiarami określić graniczne linie dla różnych natężeń oświetlenia powierzchni jezdni. Linie takie dla natężenia oświetlenia 10 lx, 5 lx, 2 lx i 1 lx przedstawione są na rysunku 10.02.

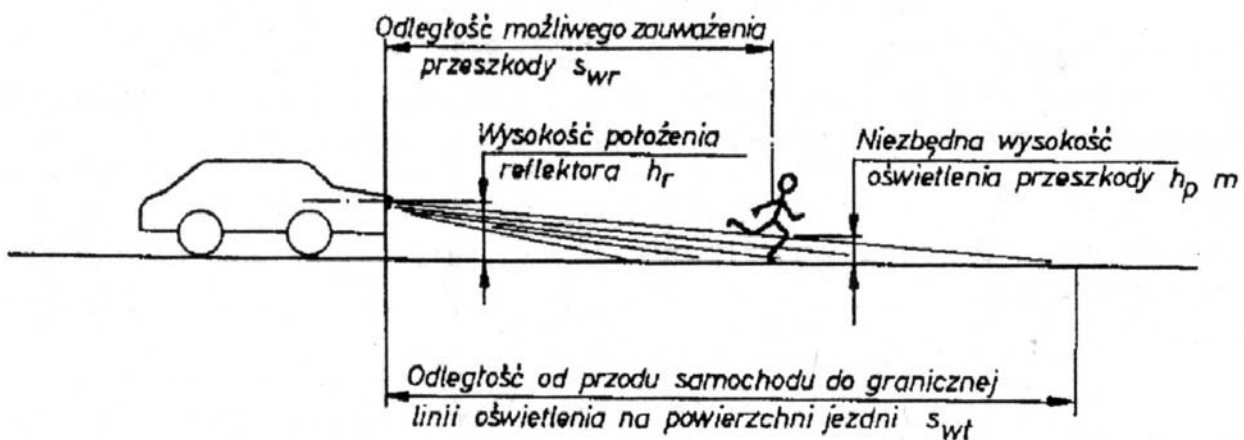
Z rysunku tego widać wyraźnie, że prawa część obszaru przed samochodem oświetlona jest znacznie intensywniej niż lewa. To znaczy, że odległość widzenia z różnych stron samochodu jest inna - z lewej dużo mniejsza niż z prawej.

Odległość od przodu samochodu do linii granic stref I i IV nie jest jednak odległością, z której w ogóle można zauważyć nieoświetloną przeszkodę. Jak już powiedziano poprzednio odległość zauważenia przeszkody na drodze jest mniejsza i to szczególnie w warunkach nocnych przy oświetleniu drogi autonomicznymi reflektorami. Wynika to z faktu, że dla zauważenia przeszkody określona jej część musi znaleźć się w zasięgu promieni świetlnych w zasadzie przed ich odbiciem od jezdni (lub rozproszeniem). Oczywiście, że w zależności od właściwości fotonicznych przeszkody w korzystnych warunkach może być ona zauważona wcześniej, ale w mniej korzystnych, szczególnie przy niekontrastowej przeszkodzie w stosunku do tła i ograniczonych jej zdolnościach odbijania promieni świetlnych, może być zauważona dopiero wówczas, gdy znaczna jej część znajdzie się w bezpośrednim strumieniu światła, to znaczy w mniejszej odległości przed samochodem. Oświetlenie przeszkody autonomicznymi światłami mijania samochodu przedstawia rysunek 10.02.



Rys 10.02. Natężenie oświetlenia jezdni autonomicznymi światłami samochodu

Uwzględniając fakt, że do oka kierującego (eksteroreceptora) dochodzi sygnał świetlny odbity od przeszkody a nie padający na nią, na podstawie praktyki można określić niezbędną wysokość oświetlenia niekontrastowej przeszkody na około 0.25 metra. Wynika to z rozkładu natężenia oświetlenia na różnej wysokości nad jezdnią pokazanego na rysunku 10.02.



Rys 10.03. Rozkład natężenia oświetlenia przeszkody na różnej wysokości nad jezdnią

Z drugiej strony praktyka wykazuje, że dla uzyskania dostatecznie silnego sygnału powrotnego obszar, w którym istnieje szansa zauważenia przeszkody musi być oświetlony strumieniem o natężeniu nie mniejszym niż 10 lx. Z tych względów dalsze obszary oświetlone strumieniem o mniejszym natężeniu mają znaczenie jedynie formalne i nie wpływają istotnie na możliwość zauważenia nieoświetlonej przeszkody.

10.2. Określenie odległości możliwego dostrzeżenia przeszkody na drodze

Dla określenia odległości z jakiej kierujący ma fizyczną możliwość zauważenia nieoświetlonej i mało kontrastowej przeszkody konieczne jest przeprowadzenie następujących czynności:

-Ustalenie odległości od przodu samochodu do przeszkody w chwili, gdy przeszkoda znalazła się na linii granicznej pola o natężeniu oświetlenia 10 lx.

-Określenie odległości od przodu samochodu do przeszkody w chwili, gdy około 0.25 m przeszkody znalazło się w strumieniu światła wysyłanego przez reflektory samochodu.

W przypadku nieruchomej przeszkody sprawa jest zupełnie prosta, gdyż wykorzystując dane z rysunku 10.02 wykonuje się pierwszą czynność, z zależności zaś wynikającej z podobieństwa trójkątów, przy znanej wysokości umieszczenia reflektorów, bez trudu można wyznaczyć odległość tak jak na rysunku 10.03.

Nieco trudniej jest wyznaczyć tę odległość w przypadku, gdy przeszkoda porusza się. W tej sytuacji postępowanie jest następujące:

1. Z danych akt sprawy konieczne jest ustalenie prędkości z jaką poruszała się przeszkoda v_p w m/s i z jaką jechał samochód v_s w m/s w czasie bezpośrednio poprzedzającym kolizję.
2. Z danych akt sprawy należy określić wzajemne położenie torów ruchu obu uczestników wypadku. Jeśli tory te nie są do siebie prostopadłe, to prędkość ruchu przeszkody należy rozłożyć na dwie składowe - równoległą v_{pp} i prostopadłą do toru ruchu samochodu.
3. Dzieląc składową prędkości ruchu przeszkody prostopadłą do toru ruchu samochodu przez prędkość samochodu oblicza się kąt α wynoszący

$$\alpha = \arctg \frac{v_{pp}}{v_s} \quad [rad]$$

4. Z miejsca położonego na przodzie samochodu, w którym wystąpiło pierwsze zetknięcie się samochodu z przeszkodą prowadzi się linię prostą położoną pod kątem α do osi podłużnej samochodu.
5. Do przodu samochodu, wzdłuż jego osi, przykłada się szablon odpowiadający położeniu linii granicznej natężenia oświetlenia 10 lx. Szablon należy wykonać w odpowiedniej skali.
6. Punkt przecięcia się linii granicznej szablonu z prostą położoną pod kątem α do podłużnej osi samochodu określa miejsce, w którym przeszkoda znalazła się w polu o natężeniu oświetlenia większym niż 10 lx.
7. W chwili przekroczenia linii granicznej przeszkoda znajdowała się w odległości s_{wt} metrów od przodu samochodu.
8. Aby zasięg strumienia światła mijania objął część przeszkody o wysokości h_p metrów, musi znaleźć się ona w odległości s_{wr} od przodu samochodu wynoszącej przy uwzględnieniu przeciętnie stosowanych położenia osi reflektora w stosunku do poziomu jezdni.

$$s_{wr} = s_{wt} \cdot \frac{h_r - h_p}{h_r} \quad [m]$$

gdzie h_r jest wysokością położenia osi reflektorów nad jezdnią.

Orientacyjnie zależność ta wynosi:

- dla samochodów osobowych - $s_{wr} = (0,58 \div 0,68) \cdot s_{wt} \quad [m]$

- dla samochodów ciężarowych i autobusów - $s_{wr} = (0,72 \div 0,78) \cdot s_{wt} \quad [m]$

- dla samochodów dostawczych - $s_{wr} = 0,80 \cdot s_{wt} \quad [m]$

9. Droga, jaką dysponował kierujący dla wykonania manewrów obronnych wynosi:

$$s_s = s_{wr} \cdot \frac{v_s}{v_s \pm v_{pr}} [m]$$

gdzie: w przypadku ruchu przeszkody ku samochodowi stosuje się w mianowniku znak "plus", zaś w przypadku ruchu przeszkody w kierunku od samochodu znak "minus".

Przy torze ruchu przeszkody prostopadłym do kierunku ruchu samochodu jest $v_{pr} = 0$ a więc

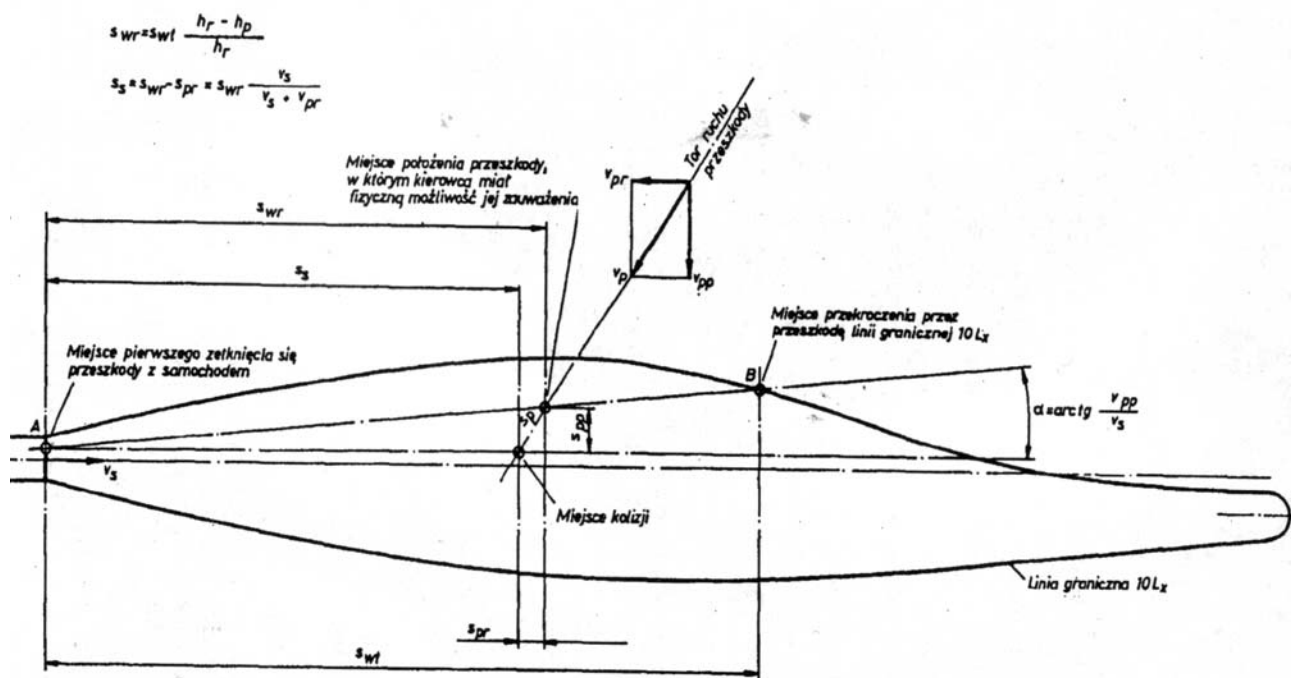
$$s_s = s_{wr}$$

Przykład powyższego postępowania podano na rysunku 10.04.

Jednak jak wynika z kształtu pola objętego natężeniem oświetlenia powyżej 10 lx przy przeszkodzie ruchomej może wystąpić taka sytuacja, że przeszkoda ta zetknie się z jadącym samochodem w ogóle nie będąc uprzednio objęta strumieniem światła. Przypadek taki będzie miał miejsce wtedy, kiedy linia prosta przeprowadzona pod kątem α nie przetnie się z linią graniczną natężenia oświetlenia 10 lx lub co najmniej będzie do tej linii styczna.

Orientacyjnie wystąpi to wówczas, gdy:

$$\alpha \cong 0,26 \div 0,36 \text{ rad}$$



Rys 10.04. Sposób określania odległości dostrzeżenia przeszkody przy skośnym kierunku jej ruchu w stosunku do kierunku ruchu samochodu

Ponieważ $\frac{v_{pp}}{v_s} = \text{tg } \alpha = 0,266 \div 0,376$

więc $v_{pp} = (0,266 \div 0,376) \cdot v_s$

Przypadek taki może więc mieć miejsce przy prędkości ruchu pieszego większej niż około jedna czwarta prędkości samochodu. Nie można wtedy uznać za nieprawdziwe twierdzenie kierującego,

że nie zauważył przeszkody wcześniej niż znalazła się ona na pokrywie przedniej lub w bezpośredniej jej odległości.

Powyższa procedura ma zastosowanie w przypadku, gdy:

- Oświetlenie przeszkody następowało tylko strumieniem światła autonomicznych reflektorów samochodu uczestniczącego w wypadku. Działanie innych źródeł światła może w określonych warunkach polepszyć lub pogorszyć widoczność przeszkody.
- Kolidacja nastąpiła na płaskiej poziomej drodze. Nierówności drogi wywołują „galopowanie” samochodu i przez to znaczne różnice w położeniu linii granicznej oświetlonego pola. Wzniesienia i spadki na drodze również powodują zmiany kształtu pola oświetlonego strumieniem o natężeniu 10 lx.
- Właściwości jezdni nie powodują wyraźnego rozszerzenia pola oświetlonego strumieniem o natężeniu 10 lx. Rozszerzenie tego pola może nastąpić w przypadku jasnej, suchej i gładkiej nawierzchni jezdni.

Jak widać określenie odległości z jakiej kierujący miał fizycznie możliwość zauważenia przeszkody nie jest sprawą łatwą. Ponadto trzeba pamiętać o tym, że nawet po uzyskaniu sygnału świetlnego, wynikającego z działań fizycznych, następuje proces psychiczny przyjęcia tego sygnału przez eksteroreceptor (oko kierującego), przekazanie go do centralnego ośrodka nerwowego i przetworzenie, a następnie podjęcie decyzji i jej wykonanie.

W tej części "procesu widzenia" mogą wystąpić przerwy prowadzące do tego, że kierujący fizycznie istniejącej oświetlonej przeszkody może nie zauważyć.

Na uwagę zasługuje fakt pewnej niezależności warunków widoczności drogi i przeszkody. Oba te zjawiska zależą od sposobu odbijania się promieni świetlnych od powierzchni, na które promienie te padają. W przypadku pojawienia się jasnej i kontrastowej przeszkody w strumieniu światła mijania autonomicznych reflektorów samochodu przeszkoda ta jest praktycznie widoczna w tej samej odległości od przodu samochodu na jezdni suchej i mokrej, które dają daleko idące różnice w sposobie oświetlenia samej drogi.

Przy określeniu odległości możliwego widzenia należy uwzględnić ukształtowanie terenu, a głównie spadki i wzniesienia w istotny sposób ograniczające zasięg strumienia światła.

Warunki widoczności, a więc i fizyczne możliwości zauważenia przeszkody są w dużym stopniu zależne od stanu technicznego reflektorów oraz od stopnia zanieczyszczenia szyb reflektorów i szyby przedniej samochodu.

Skorodowane lustro reflektorów, nieprawidłowo ustawiona żarówka lub zadymiona jej bańka w sposób wyraźny zmniejszają obszar pola oświetlonego z natężeniem 10 lx.

Ponadto w czasie jazdy zawsze zewnętrzne powierzchnie szyb reflektorów ulegają zanieczyszczeniu, co powoduje ograniczenie intensywności wysyłania promieni świetlnych.

Orientacyjnie można określić, że odległość od przodu samochodu do miejsca, w którym przeszkoda może być fizycznie zauważona przy zanieczyszczonych szybach reflektorów wynosi:

$$s'_{wr} = s_{wr} \cdot (1 - z)^{0,67} \quad [m]$$

gdzie z jest bezwymiarowym współczynnikiem stopnia zanieczyszczenia szyb.

Dla szyby w stanie zupełnie czystym $z = 0$, a dla całkowicie nieprzezroczystej (zupełnie zanieczyszczonej) $z = 1$.

Zależność ta została wyprowadzona empirycznie na podstawie wyników badań przeprowadzonych przez H.J.Schmidt-Clausena (*Westfälischen Metall Industrie K. G.*) i ogłoszonych w *ATZ Nr 11 z 1978 roku*.

Ustalenie stopnia zanieczyszczenia szyby reflektora może odbyć się przez pomiar natężenia światła wysyłanego przez zanieczyszczony reflektor oraz po jego oczyszczeniu z zależności

$$z = 1 - \frac{J'}{J}$$

gdzie: J' w lx jest natężeniem światła wysyłanego przez zanieczyszczony reflektor i J w lx przez oczyszczony.

Wiedząc o tym, że dla $J' = 0$, $z = 1$ a dla $J' = J$ jest $z = 0$ można przy założeniu proporcjonalnej zmiany z w stosunku do natężenia światła, co jest pewnym uproszczeniem, napisać

$$s'_{wr} = s_{wr} \cdot \left(\frac{J'}{J} \right)^{0,67} [m]$$

Jeżeli więc dokonany zostanie pomiar stopnia zanieczyszczenia szyby reflektora można będzie liczbowo określić zmianę odległości z jakiej występuje fizyczna możliwość zauważenia przeszkody w strumieniu światła mijania samochodu.

Jeżeli pomiaru takiego nie wykonano, trzeba uwzględnić zmniejszenie tej odległości przyjmując orientacyjny stopień zanieczyszczenia wynikający z opisu stanu technicznego samochodu.

Znacznie gorsze warunki widoczności występują podczas wykonywania manewru wymijania. Mimo spełnienia wymagań dotyczących natężenia światła w punkcie B50L zawsze widoczność w tych warunkach zostaje zmniejszona. Wynika to między innymi z wrażliwości oka ludzkiego.

Stopień zmniejszenia widoczności jest zależny od wielu czynników specyficznych dla konkretnej sytuacji panującej podczas wypadku. Do czynników tych głównie należą:

- odległość między osiami podłużnymi samochodów w kierunku poprzecznym do osi jezdni w chwili wymijania się,
- wysokość położenia osi optycznej reflektora nad jezdnią,
- wysokość położenia oczu kierującego nad jezdnią,
- gładkość jezdni,
- wilgotność nawierzchni,
- czystość szyb reflektorów i szyby przedniej samochodu,
- prawidłowość ustawienia reflektorów przy uwzględnieniu aktualnego obciążenia pojazdu,
- jakość i stan reflektorów.

Praktycznie więc od chwili, gdy strumienie światła obu samochodów zetkną się do chwili zakończenia manewru wymijania, kierujący mają znacznie ograniczone możliwości obserwowania drogi przed swoimi samochodami. Stan taki ujawnia się niezwykle ostro podczas jazdy po mokrej nawierzchni.

Krytycznymi sytuacjami podczas manewru wymijania są:

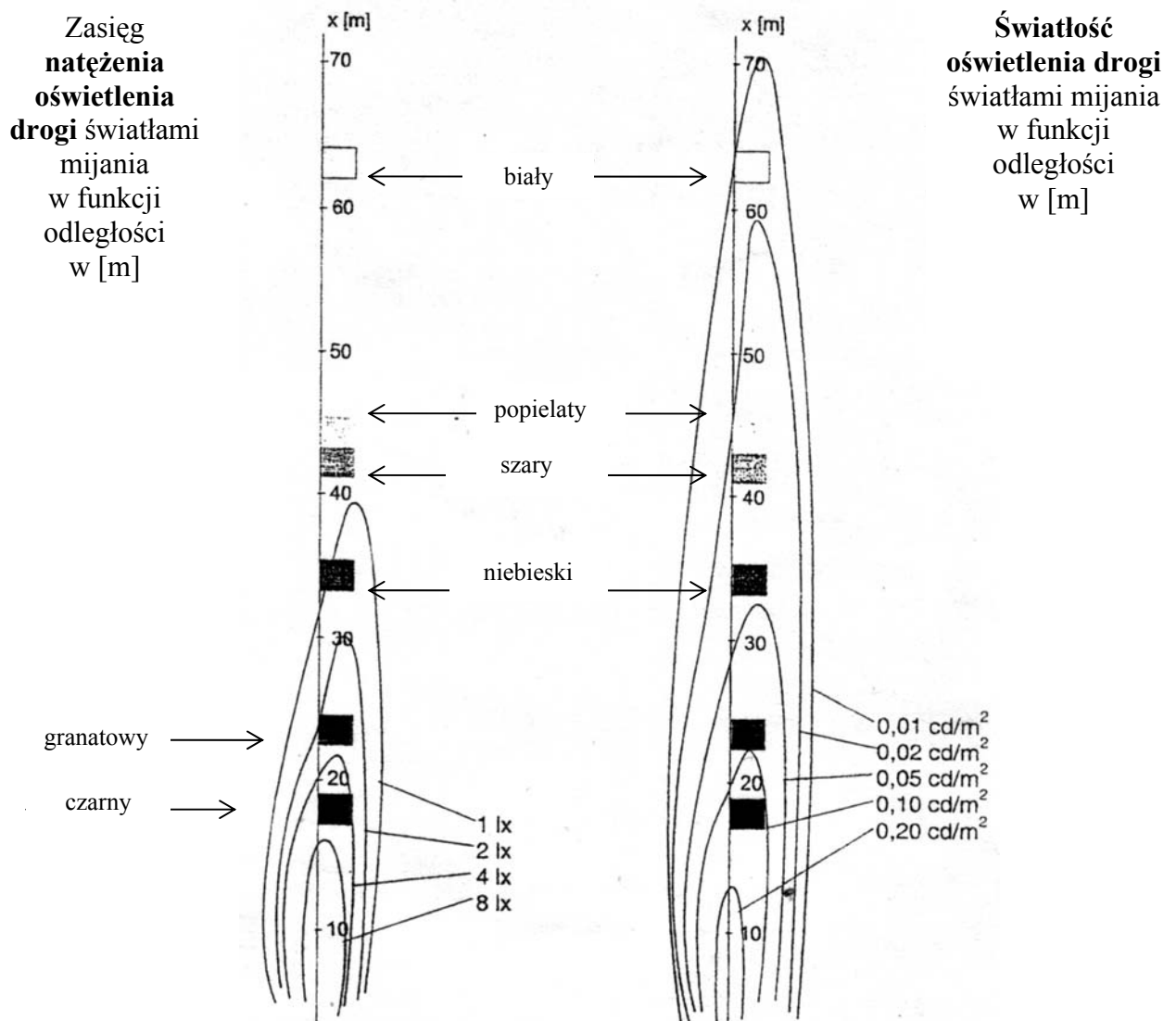
- Lokalizacja przeszkody w okolicy środka jezdni między wymijającymi się pojazdami.

W czasie przed manewrem wymijania przeszkoda ta mogła być nieobjęta światłami żadnego z samochodów, w czasie zaś wykonywania tego manewru znajdowała się w strefie największego rażenia oczu kierujących.

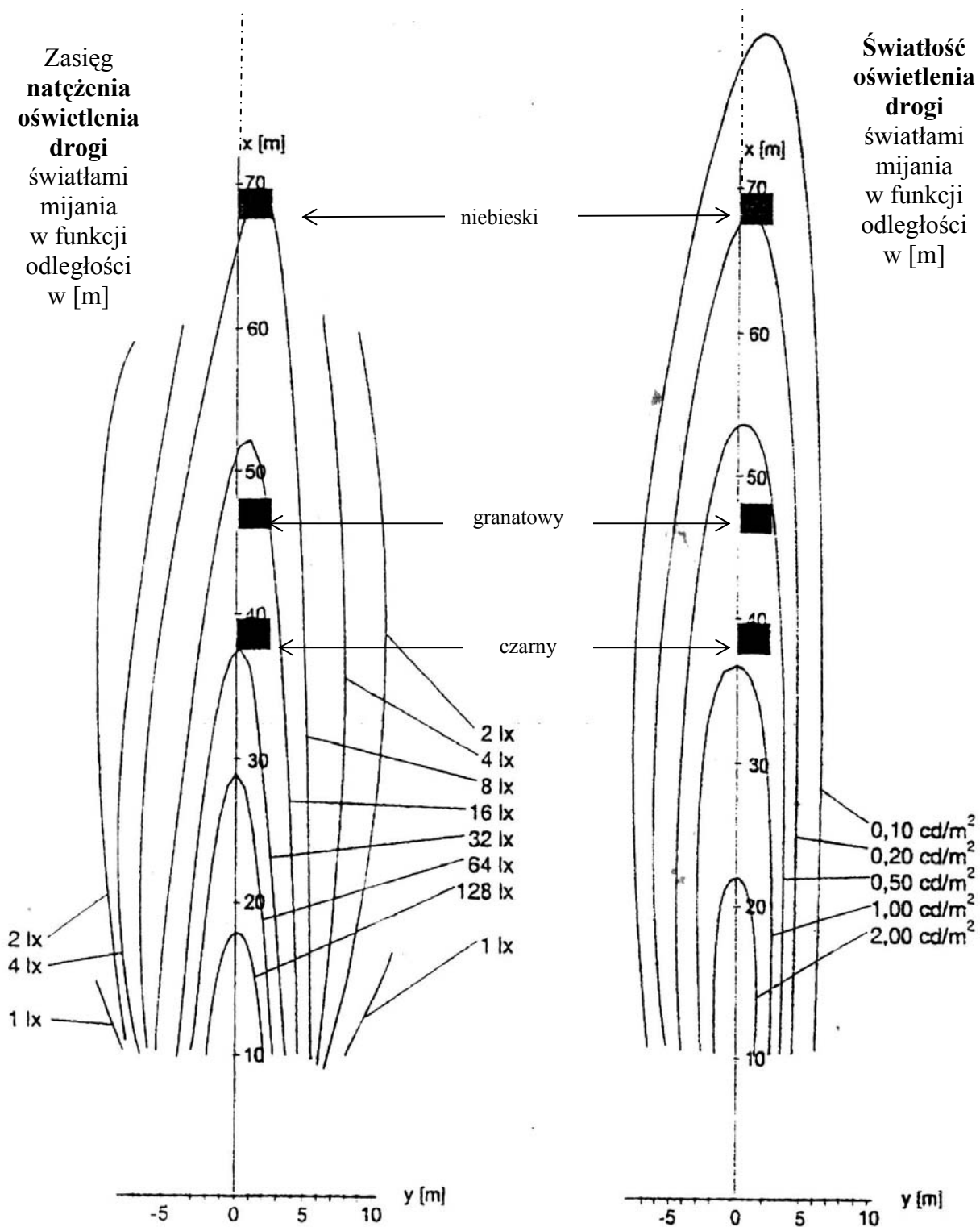
- Chwila zakończenia manewru wymijania i wjechania na odcinek drogi niewidoczny przed rozpoczęciem tego manewru. Istotną rolę gra tu różnica prędkości jazdy samochodów. Pojazd jadący z większą prędkością znajduje się w tym przypadku w gorszej sytuacji.

Uwzględniając różnorodność elementów decydujących o możliwości widzenia przeszkody na drodze w warunkach jazdy nocnej nie można jedynie na podstawie argumentacji technicznej w sposób jednoznaczny oceniać zachowania się uczestników wypadku.

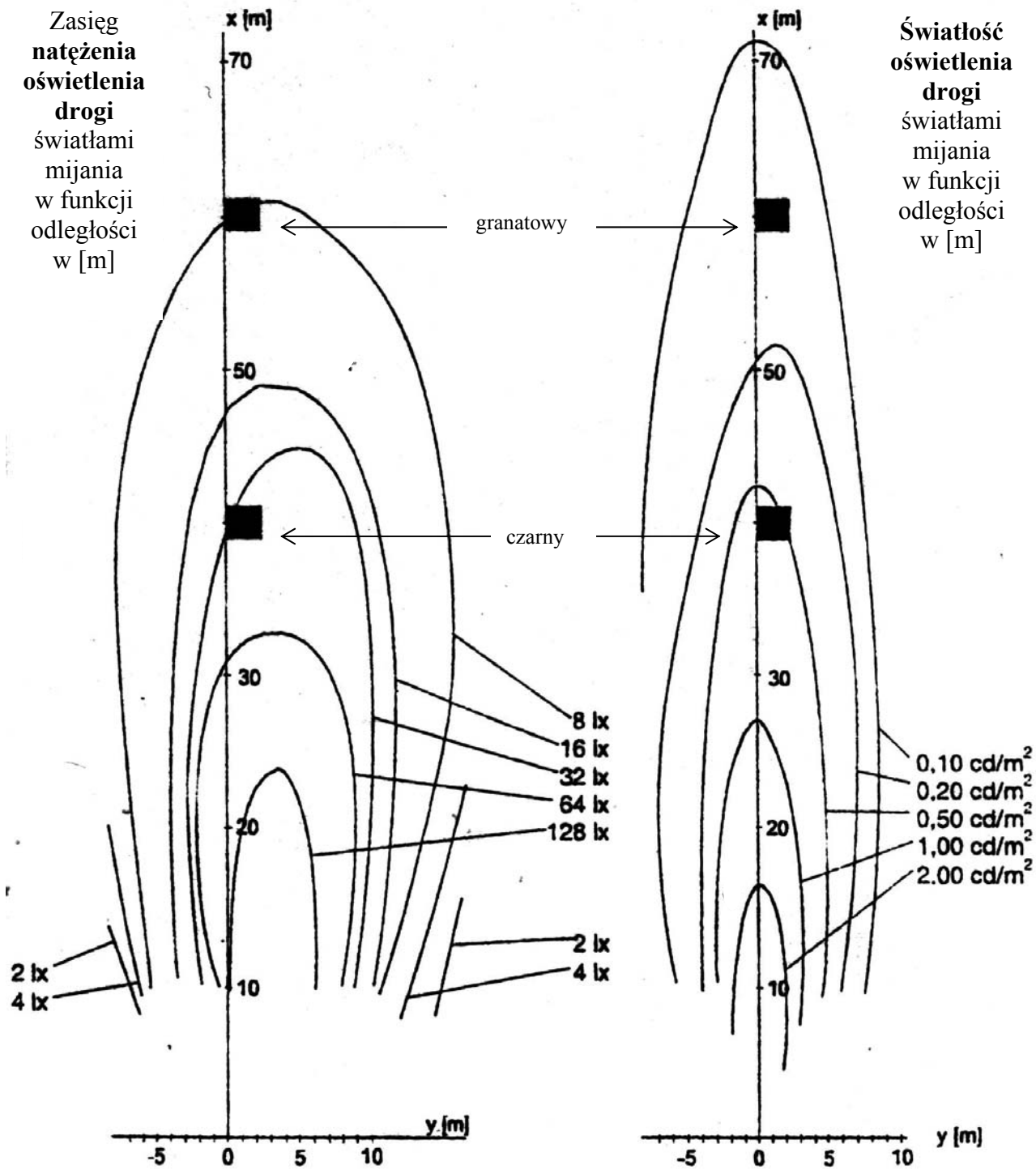
10.3. Charakterystyki zasięgu oświetlenia drogi w światłach mijania wybranych samochodów



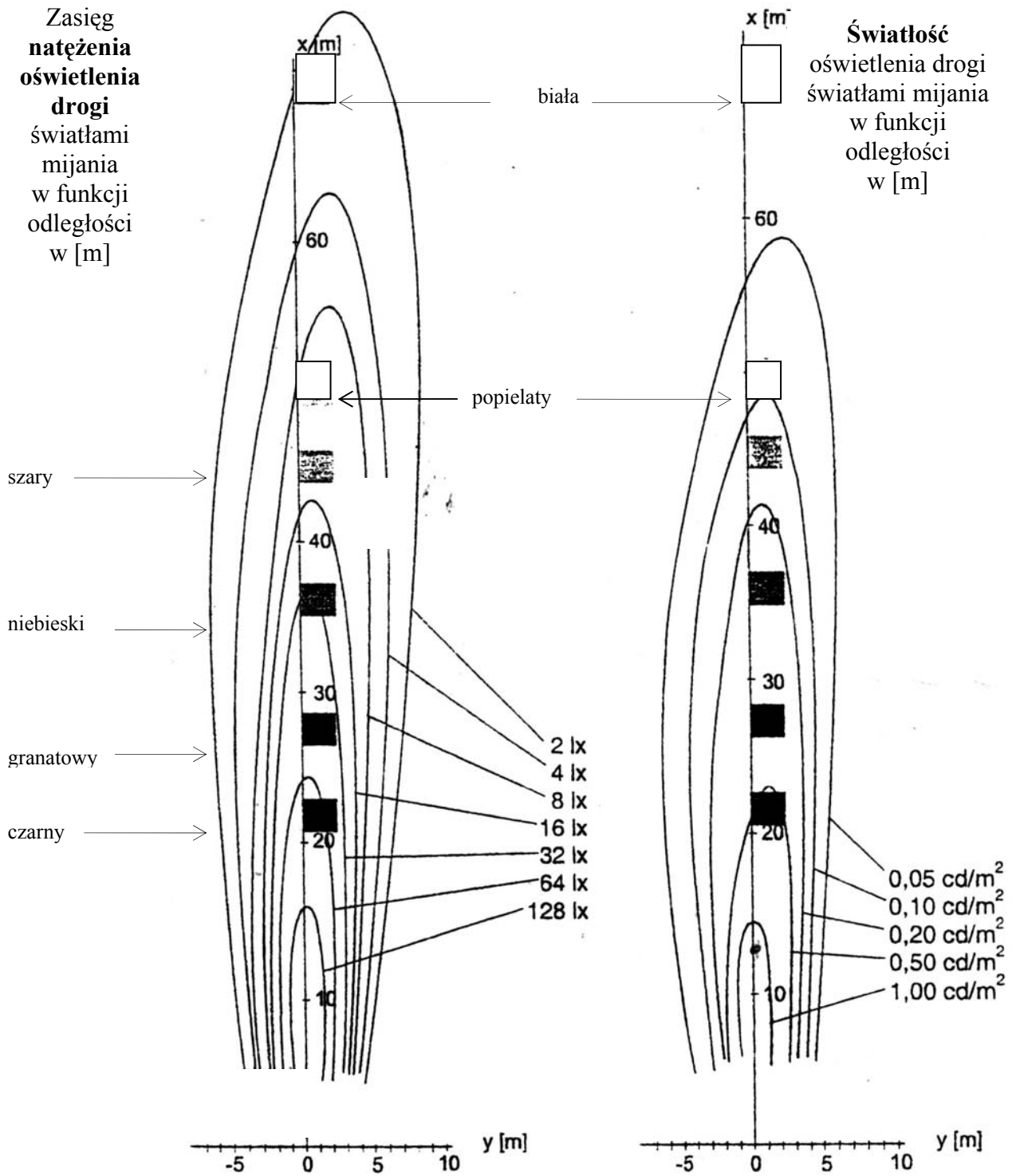
Rys 10.05. Natężenie oświetlenia drogi i średnie odległości zauważania przeszkód określonego koloru na drodze oświetlonej światłami mijania parabolicznych reflektorów (*Bilux-Lampen*) samochodu Fiat 126p



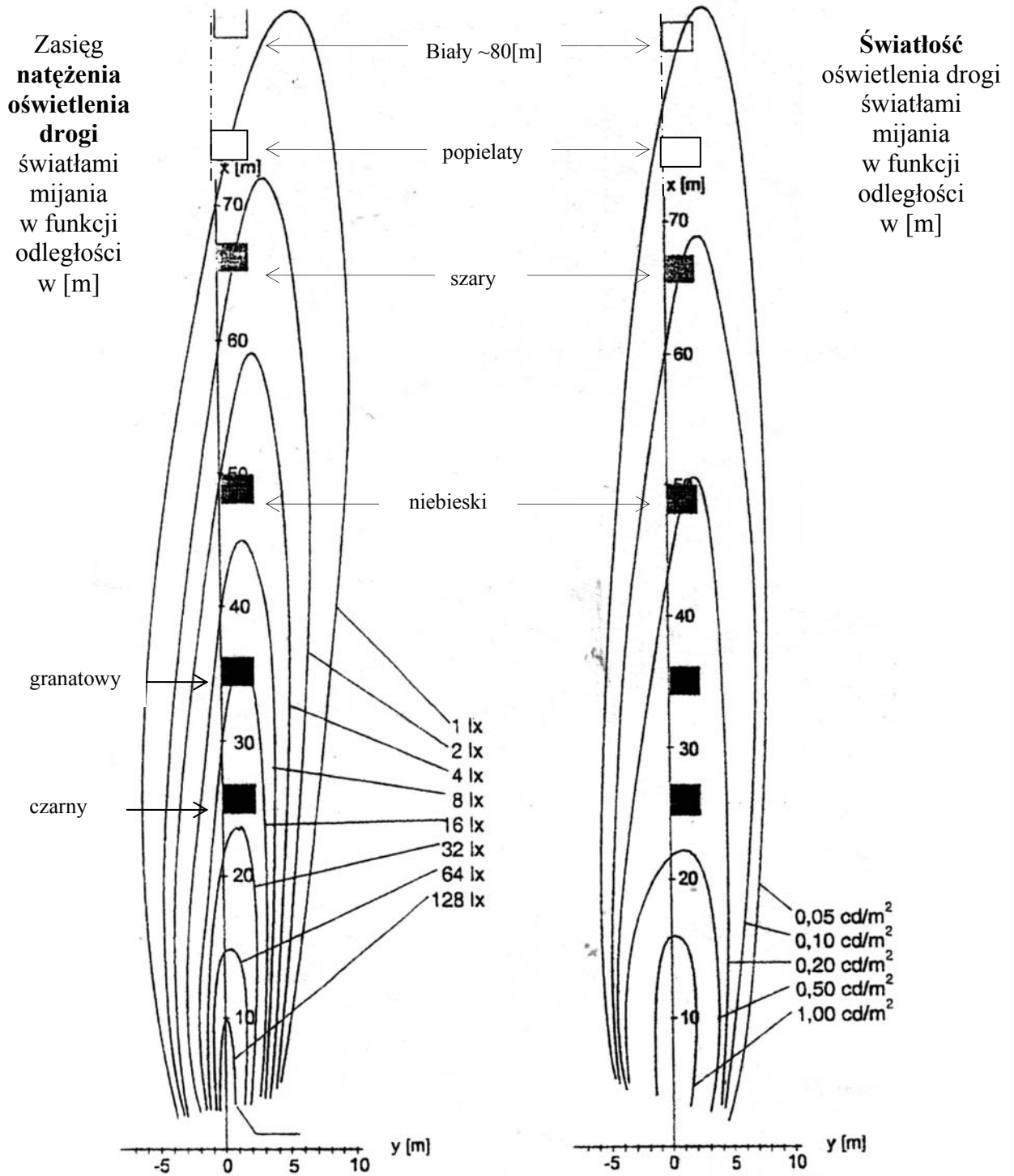
Rys 10.06. Natężenie oświetlenia drogi i średnie odległości zauważania przeszkód określonego koloru na drodze oświetlonej światłami mijania reflektorów samochodów osobowych ASTRA II - żarówka H7



Rys 10.07. Natężenie oświetlenia drogi i średnie odległości zauważania przeszkód określonego koloru na drodze oświetlonej światłami mijania samochodu osobowego Audi A6 - żarówką D2S



Rys 10.08. Średnie odległości zauważania przeszkód określonego koloru na drodze oświetlonej światłami mijania samochodu osobowego VW Polo - żarówka H4



Rys 10.08. Średnie odległości zauważania przeszkód określonego koloru na drodze oświetlonej światłami mijania samochodu osobowego DAEWO Espero- żarówka H1

10.4. Przykład rekonstrukcji wypadku zaistniałego w warunkach ograniczonej widoczności

10.4.1.

OPINIA

Pytanie 1. Ustalenie toru ruchu pieszego?

Odpowiedź: Pieszy bezpośrednio przed wypadkiem poruszał się po wyznaczonym przejściu dla pieszych.

Pytanie 2. Ustalenie mechanizmu powstania poszczególnych obrażeń?

Odpowiedź: Zgromadzona w aktach sprawy dokumentacja lekarska nie pozwala na jednoznaczne określenie usytuowania pieszego względem pojazdu w chwili potrącenia, a co za tym idzie mechanizmu powstania poszczególnych obrażeń. Częściowa odpowiedź na to pytanie zawarta jest w punkcie nr 2 uzasadnienia niniejszej opinii.

Pytanie 3. Ustalenie możliwości zauważenia pieszego w oświetleniu panującym w momencie wypadku?

Odpowiedź: Wykonanie manewru obronnego hamowania i rozpoczęcie znaczenia śladów blokowania kół pojazdu w dłuższym niż średniostatystyczny czasie reakcji kierowcy - od wejścia pieszego na jezdnię wskazuje, że pieszy mógł być niezauważony przez kierującego w oświetleniu ulicznym panującym na miejscu wypadku.

Pytanie 4. Dokonanie rekonstrukcji przebiegu wypadku?

Odpowiedź: Rekonstrukcja i analiza mechanizmu przebiegu wypadku przeprowadzona została w punkcie nr 2 uzasadnienia niniejszej opinii.

Pytanie 5. Dokonanie oceny możliwości potrącenia pieszego przez kierującego samochodem Fiat 170 przy założeniu, że:

- pieszy przechodził przez jezdnię od lewej strony na prawą
- pieszy przechodził przez jezdnię od prawej strony na lewą?

Odpowiedź: Analiza możliwego mechanizmu potrącenia pieszego, w przypadku przechodzenia jego przez jezdnię od lewej strony na prawą i odwrotnie, przeprowadzona została w punkcie nr 2 uzasadnienia niniejszej opinii.

Natomiast analiza możliwości uniknięcia wypadku przez kierującego samochodem Fiat 170, przeprowadzona w punkcie 5 tego uzasadnienia wykazała, że nie miał on takiej możliwości w obydwu wersjach jego przebiegu.

Pytanie 6. Podjęcie próby ustalenia na podstawie znajdujących się w aktach sprawy materiałów dowodowych (protokół oględzin samochodu, miejsca zdarzenia, odzieży pieszego) czy pieszy przechodził przez jezdnię z prawej strony na lewą czy odwrotnie?

Odpowiedź: Analiza wyników badań mechanoskopijnych obuwia i odzieży poszkodowanego oraz charakteru i lokalizacji uszkodzeń samochodu Fiat 170 - przy równoczesnym uwzględnieniu kinematyki ruchu pieszego i pojazdu podczas zderzenia wskazuje, że przechodził on przez jezdnię od lewej krawędzi do prawej, patrząc w kierunku ruchu samochodu.

Pytanie 7. Czy zachowanie pieszego w trakcie przedmiotowego zdarzenia było prawidłowe?

Odpowiedź: Zachowanie pieszego trakcie przedmiotowego zdarzenia było nieprawidłowe. Wszedł on na jezdnię bezpośrednio przed jadący pojazd, przez co wprowadził zagrożenie bezpieczeństwa ruchu. Pieszy w chwili wchodzenia na jezdnię błędnie ocenił możliwość jej przekroczenia przed nadjeżdżającym i bezwzględnie widocznym dla niego samochodem.

10.4.2 UZASADNIENIE

10.4.2.1. Analiza obrażeń pieszego i jego usytuowanie w chwili potrącenia.

Karty 42-46 akt sprawy stanowi protokół sądowo-lekarskiej sekcji zwłok Fryderyka Różankowskiego. Dokument ten zawiera spostrzeżenia poczynione przez lekarza przeprowadzającego sekcję.

W zakresie głowy, oprócz drobnych otarć naskórka okolicy czołowej, stwierdzono obecność rany „ciętej” w okolicy potylicznej posiadającej ramiona długości 11 cm i 7 cm skierowane w prawą stronę. W tkance podskórnej w rejonie rany występowały „liczne podbiegnięcia krwawe”. Kości podstawy czaszki wykazywały szczeliny złamania w obrębie tylnego dołu czaszkowego kierujące się w stronę lewej kości skalistej. W protokole zaznaczono obecność krwiaków podpajęczynówkowych w rejonie płata czołowego i obu płatów skroniowych, a także obecność stłuczeń tkanki mózgowej, bez szczegółowej ich lokalizacji. Na powierzchni przyśrodkowej prawego ramienia znajdowało się otarcie naskórka o wymiarach 14 X 7 cm, na prawym przedramieniu liczne drobne otarcia naskórka, a na lewym nadgarstku zasinienie o wymiarach 11x5 cm z drobnymi otarciami naskórka, W zakresie klatki piersiowej doszło do złamania obu obojczyków i złamania licznych żeber w różnych liniach po obu stronach klatki piersiowej. Kręgosłup wykazywał złamanie trzonu drugiego kręgu piersiowego. W obu jamach opłucnowych znajdowało się łącznie 3 litry płynnej krwi. Prawy płąt wątroby posiadał dwa pęknięcia długości 3.5 cm i 2.5 cm. Torebki tłuszczowe obu nerek objęte były wylewami krwawymi. W obrębie prawej kończyny dolnej, poniżej stawu kolanowego, znajdowało się zasinienie o wymiarach 16x10 cm.

W jego okolicy, 35 cm powyżej guza piętowego, stwierdzono złamanie obu kości podudzia. W rejonie kostki przyśrodkowej tej kończyny występowało zasinienie o wymiarach 9x5 cm, a na kostce bocznej lewej kończyny dolnej drobne otarcia naskórka.

Szczegółowa analiza protokołu sekcji zwłok wykazała, że zawarte w nirn dane nie dają podstaw do określenia mechanizmu powstania obrażeń Fryderyka Różankowskiego, a w konsekwencji nie pozwalają na odtworzenie usytuowania pieszego względem pojazdu w chwili potrącenia.

Zawarty w tym dokumencie opis stwierdzonych obrażeń ogranicza się do określenia ich wielkości i części lub okolicy ciała w której się znajdują. Nasuwa się uzasadnione przypuszczenie, że badanie przeprowadzone zostało w podstawowym zakresie, bez rozszerzenia o niezbędne w tego typu przypadkach, preparowanie warstwowe tkanek miękkich grzbietowej części tułowia, pośladków, kończyn dolnych i górnych.

Zastosowanie tej techniki umożliwia określenie charakteru złamań kości kończyn, a także pozwala na ocenę towarzyszących obrażeń, np. wylewów krwawych w głębokich mięśniach kończyn i w tkance podskórnej czy też zmiędzeń tkanek miękkich, Na tej drodze określić można kierunek działania urazu powodującego uszkodzenia kości. Taki rodzaj badania pozwala także na ujawnienie wylewów krwawych w mięśniach tułowia i kończyn w sytuacji, gdy nie towarzyszą im uszkodzenia kośćca jak też obrażenia zewnętrzne. Tylko w taki sposób wykonana sekcja zwłok pozwala na ustalenie zespołu obrażeń będących skutkiem urazu pierwotnego, a więc kontaktu z nadwoziem pojazdu, i obrażeń wtórnych będących wynikiem odrzucenia pieszego na twarde podłoże po potrąceniu.

Z przeprowadzonej wyżej analizy wynika wniosek, że zgromadzona w aktach sprawy dokumentacja lekarska nie pozwala na określenie usytuowania pieszego względem pojazdu w chwili potrącenia.

10.4.2.2. Analiza przebiegu wypadku.

Z analizy zgromadzonego materiału dowodowego wynika, że samochód marki Fiat Cinquecento (Fiat CC.) przednim, lewym narożnikiem uderzył w pieszego, który przechodził jezdnię w rejonie wyznaczonego przejścia dla pieszych. Wypadek wydarzył się 19 sierpnia ok. godz. 21:45, tj. w czasie panującego zmroku, na obszarze zabudowanym, na prostym odcinku drogi. Z zeznań świadków i kierującego samochodem Fiat CC. wynika, że latarnie uliczne w rejonie przedmiotowego przejścia dla pieszych nie świeciły się (k.13,16V_F109V,125,130V). Należy zatem uznać, że widoczność w miejscu wypadku była ograniczona.

- Kierujący samochodem wyjaśnił, że pieszy przechodził jezdnię z prawej strony na lewą, idąc szybkim krokiem, skośnie poza wyznaczonym przejściem (patrzac zgodnie z jego kierunkiem jazdy). Do uderzenia pieszego doszło w odległości około 1m za tym przejściem na prawym pasie ruchu (k. 16V, 109V).

Natomiast dokładna analiza wyników badań machanoskopijnych obuwia i odzieży poszkodowanego (k.66,72-74) oraz charakteru i lokalizacji uszkodzeń samochodu Fiat CC. (k.57[^]-62), przy równoczesnym uwzględnieniu kinematyki ruchu pieszego i pojazdu podczas zderzenia, wskazuje, że pieszy został uderzony najprawdopodobniej w prawy bok przednim lewym narożem samochodu. Takie usytuowanie pieszego względem pojazdu podczas wypadku znajduje również potwierdzenie w opiniach biegłych na rozprawie sądowej (k.80,139V,144V). Wynika stąd wniosek, że przechodził on jezdnię od lewej do prawej krawędzi patrząc w kierunku ruchu samochodu Fiat CC.

Ponieważ przedstawiony materiał dowodowy nie pozwala wykluczyć wersji przedstawionej przez oskarżonego, dlatego też w dalszej części opinii zostaną przeanalizowane dwie wersje przemieszczania się pieszego przed wypadkiem.

Uszkodzenia samochodu w zestawieniu z obrażeniami ciała pieszego wskazują, że pierwotne uderzenie nastąpiło lewym narożnikiem przedniego zderzaka pojazdu w prawą dolną kończynę poszkodowanego, która była wówczas obciążona. Następnie pieszy, w przypadku zbliżania się z lewej strony do toru ruchu pojazdu, siłą bezwładności, został przechylny w kierunku wektora swojej prędkości - tj. do osi pojazdu uderzając przy tym tułowiem w jego lewy, przedni błotnik i lewą stronę pokrywy komory silnika. W dalszej fazie wypadku pieszy głową uderzył w szybę przednią po jej lewej stronie, skutkiem czego została ona rozbita.

W przypadku zaś przechodzenia pieszego od prawej do lewej krawędzi jezdni, pierwotny kontakt pojazdu musiałby nastąpić z lewą kończyną dolną która nie była wówczas obciążona, a natychmiast po tym w prawą dociążoną. Przy takim sposobie uderzenia pojazdu pieszemu zostałyby nadany ruch obrotowy wokół osi pionowej w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara. Po uderzeniu go przez pojazd w prawą dociążoną kończyną dolną pieszy uderzyłby przednią dolną (miękką) częścią tułowia w przednią część lewego błotnika przedniego i lewą część pokrywy komory silnika pojazdu, a następnie (obracając się w lewo) prawą górną częścią tułowia mógł uderzyć w dalej położone fragmenty tych części pojazdu. Przebieg wypadku w dalszych jego fazach mógł już być analogiczny dla obu wersji.

Narożnikowego charakteru zderzenia dowodzą uszkodzenia pojazdu w postaci: śladu dynamicznego otarcia na lewym narożu i boku zderzaka przedniego, wygięcie na zewnątrz przedniego lewego błotnika w odległości 33 cm od przodu, zdeformowanie i przełamanie lakieru pokrywy komory silnika wzdłuż jej lewego boku oraz rozbicie szyby czołowej przy lewym słupku przednim, a także pęknięcie owiewki na lewych drzwiach (k.57)

W wyniku narożnikowego charakteru uderzenia pieszego został odrzucony do przodu- skośnie w lewo do położenia powypadkowego, które nie zostało zaznaczone na szkicu i w opisie miejsca wypadku (k.4,5 i 6). Jednak na podstawie położenia plamy krwi (zaznaczonej na tym szkicu) oraz

zeznań kierującego (k. 16V, 109V) i świadków (k.13V,15V,125) można przyjąć, że położenie powypadkowe pieszego było w miejscu tej plamy.

Z położenia śladów blokowania kół samochodu Fiat CC, zaznaczonych na szkicu miejsca wypadku (k.6) oraz zeznań kierującego wynika, że do potrącenia pieszego doszło na prawym pasie ruchu (patrzac w kierunku jego jazdy) (k. 17,109). Położenie tych śladów dowodzi również, że kierujący przed uderzeniem pieszego wykonywał manewr obronny hamowania.

Samochód po wypadku zatrzymał się w odległości 21 m za przejściem dla pieszych, w zatoce autobusowej MPK, w położeniu powypadkowym, które również zostało zaznaczone na szkicu miejsca wypadku.

10.4.2.3. Ustalenie prędkości samochodu oraz miejsca uderzenia pieszego

Zgromadzony materiał dowodowy pozwala na obliczenie prędkości samochodu przed wypadkiem oraz w chwili uderzenia pieszego.

W czasie uderzenia między pojazdem a ciałem pieszego wystąpił impuls siły. Ponieważ impuls jest iloczynem siły i czasu, a więc w zależności od mas zderzających się ciał i ich prędkości można określić wspólną prędkość oraz siłę działającą podczas uderzenia. Zagadnienie liczbowego określenia tych zależności było przedmiotem szczegółowych badań prowadzonych w ośrodkach naukowo-badawczych (Odtwarzanie i analiza przebiegu wypadku drogowego - W. Kończykowski Paryż - Warszawa 1993r.)

Dla określenia zakresu obrażeń ciała uderzonego pieszego wprowadzona została skala obrażeń AIS uzależniająca ich zakres od prędkości i charakteru uderzenia oraz właściwości fizycznych pieszego. Powyższy wskaźnik wyraża się następującą zależnością;

$$AIS = a + b \cdot v_u + c \cdot v_u^2$$

gdzie:

AIS = 5 - zakres obrażeń ciała odniesionych przez pieszego, określony na

podstawie opisu obrażeń w pkt. 1 opinii;

$$a = 0; \quad b = 0,$$

$c = 0,025 \text{ s}^2/\text{m}^2$ - współczynniki uwzględniający charakter uderzenia oraz właściwości uderzonego pieszego;

v_u - prędkość samochodu w chwili uderzenia.

Po przekształceniu i podstawieniu danych otrzymamy:

$$v_u = \sqrt{\frac{5}{0,025}} = 14,14 \text{ m/s} \quad - \text{ to jest } -v_u = 50,9 \text{ k/h}$$

Jest to najmniejsza wartość prędkości mogąca spowodować takie obrażenia.

Podczas uderzenia pieszego część energii kinetycznej samochodu została utracona kosztem nadania energii kinetycznej uderzonemu pieszemu oraz wykonania określonej pracy na uszkodzenia pojazdu i obrażeń ciała poszkodowanego. Prędkość samochodu w końcowej fazie uderzenia v_{1u} może być określona na podstawie równania ilości ruchu:

$$v_{1u} = \frac{v_u \times m_s}{m_s + m_p} = \frac{14,14 \times 755}{755 + 75} = 12,86 \text{ [m/s]}$$

gdzie: $-m_p = 75 \text{ kg}$ - przybliżona masa pieszego;

$-m_a \sim 755 \text{ kg}$ - masa całkowita samochodu (675 kg - masa własna samochodu Fiat CC. + 80 kg - masa kierującego (k.34)).

Podczas próby hamowania samochodu Fiat CC. po wypadku stwierdzono, że pojazd przy prędkości $v = 40 \text{ km/h}$, tj. $11,1 \text{ m/s}$ znaczył ślady blokowania przednich kół o długości $S_p = 11 \text{ m}$ i tylnych o długości $S_j = 9 \text{ m}$ (k.6). Oznacza to, że samochód ten podczas hamowania osiągnął pełne opóźnienie na odcinku drogi $S = 11 \text{ m}$. Wartość tego opóźnienia możemy określić na podstawie zależności gdzie;

$$a_h = 2 \times \frac{v \times t_n + 2 \times S - 2\sqrt{S \times (v \times t_n + S)}}{t_n^2} = \quad (4)$$

$$2 \times \frac{11,1 \times 0,4 + 2 \times 11,0 - 2\sqrt{11 \times (11,1 \times 4 + 11,0)}}{0,4^2} = 4,7 \text{ m/s}^2$$

$v_p = 11,1 \text{ m/s}$ - prędkość rozwijana podczas próby hamowania;

$t_n = 0,4 \text{ s}$ - czas narastania opóźnienia hamowania;

$S = 11 \text{ m}$ - długość drogi hamowania.

W czasie uderzenia między pojazdem i pieszym wystąpił impuls siły, który spowodował zmniejszenie prędkości samochodu kosztem zwiększenia ilości ruchu pieszego w kierunku wektora prędkości pojazdu. Zatem prędkość samochodu Fiat CC na początku śladów blokowania kół v_s możemy wyznaczyć na podstawie SZKICU - miejsca wypadku (k.6) zależności;

$$v_s = \left[\left(\frac{m_p + m_s}{m_s} \right) \right] \times \sqrt{2 \times a_1 \times S_1 + 2 \times a_h \times S_h} =$$

$$= \left[\left(\frac{75 + 755}{755} \right) \right] \times \sqrt{2 \times 2,0 \times 17,8 + 2 \times 4,7 \times 18,2} = 17,11 \text{ [m/s]}$$

$a_h = 4,7 \text{ m/s}^2$ - opóźnienie osiągnięte przez samochód Fiat CC. podczas znaczenia śladów blokowania kół;

$S_h = 18,2 \text{ m}$ - długość śladów blokowania kół określona na podstawie szkicu miejsca wypadku (k.6);

$a_1 = 2,0 \text{ m/s}^2$ - możliwe opóźnienie w czasie przemieszczania się samochodu od końca śladów blokowania kół do położenia powypadkowego;

$S_1 = 17,8 \text{ m}$ - odległość od końca śladów blokowania kół do położenia powypadkowego (k.6); Pozostałe dane jak wyżej.

Natomiast przed rozpoczęciem naciskania na dźwignię (pedał) hamulca i rozpoczęciem znaczenia śladów blokowania kół samochodu poruszał się z prędkością:

$$v_0 = v_s + dv = v_s + \frac{1}{2} a_h \times t_n = 17,11 + \frac{1}{2} (4,7 \times 0,4) = 18,05 \text{ m/s}$$

$$\text{to jest } v_0 = v_0 \times 3,6 = 18,05 \times 3,6 = \mathbf{65,0 \text{ km/h}}$$

gdzie: $- t_n = 0,4 \text{ [s]}$ - czas narastania opóźnienia hamowania.

Z powyższych obliczeń wynika, że kierujący samochodem Fiat CC. bezpośrednio przed wypadkiem poruszał się z prędkością około 65 km/h, a potrącenie pieszego nastąpiło przy prędkości około 51 km/h.

Wyznaczenie miejsca uderzenia pieszego.

Z przeprowadzonych wyżej obliczeń wynika, że samochód Fiat CC. na początku śladów blokowania kół posiadał prędkość $v_s = 17,11$ m/s, a w chwili uderzenia pieszego $v_u = 14,14$ [m/s].

Takie zmniejszenie prędkości mogło nastąpić na odcinku drogi równym:

$$S_{hu.} = \frac{(v_s^2 - v_u^2)}{2a_h} = \frac{17,11^2 - 14,14^2}{2 \times 4,7} = 9,9 \text{ [m]}$$

Oznaczenia i dane jak wyżej.

Porównując odległość początku śladów blokowania kół samochodu Fiat CC. Od końca przejścia dla pieszych (k.6) oraz odcinek drogi potrzebny do zmniejszenia jego prędkości:

$$(14,80 - 6,80) = 8 \text{ m} < 9,9 \text{ m} < 12 = (18,80 - 6,80)$$

- należy stwierdzić, że uderzenie pieszego nastąpiło na wyznaczonym przejściu dla pieszych.

Położenie pieszego w chwili uderzenia możemy również określić na podstawie odległości odrzutu. Odległość odrzutu uderzonego pieszego mogła wynosić:

$$S_0 = 0,105 \times v_{lu}^2 = 0,105 \cdot 12,86^2 = 17,4 \text{ [m]}$$

Biorąc pod uwagę odległość odrzutu oraz odległość plamy krwi od przejścia dla pieszych i przybliżoną wysokość poszkodowanego należy również stwierdzić, że uderzenie pieszego mogło nastąpić na tym przejściu:

$$36,0 - 18,8 = 17,2 < 17,4 < 21,2 = (36,0 - 14,8)$$

- Zatem uwzględniając kryterium odległości niezbędnej do zmniejszenia prędkości pojazdu oraz odległość odrzutu pieszego, a także narożnikowy charakter uderzenia (lewym narożnikiem) należy stwierdzić, że potrącenie pieszego nastąpiło na wyznaczonym przejściu dla pieszych, na wysokości lewego śladu blokowania kół samochodu, tj. w odległości 3,2 m (k.5) od prawej krawędzi jezdni (patrzac zgodnie z kierunkiem jazdy samochodu). Położenie samochodu Fiat CC. i pieszego w chwili zderzenia na załączonym rysunku oznaczono nr 5 i 6

10.4.2.4. **Analiza ruchu pieszego i samochodu**

10.4.2.4.1. Analiza ruchu samochodu i pieszego w przypadku jego wchodzenia na jezdnię z prawej strony

Pieszy przechodząc przez jezdnię od jej prawej do lewej krawędzi, patrząc z kierunkiem jazdy samochodu, aby znaleźć się w miejscu zderzenia musiał pokonać odcinek drogi wynoszący nie mniej niż $S_p = 3,2$ m (k.5).

Według badań przeprowadzonych przez różne ośrodki badawcze prędkość szybkiego chodu dla specjalnych warunków ruchu (pod wpływem alkoholu) pieszego, mężczyzny powyżej 60 lat można przyjąć na około $v_p = 1,5$ m/s. Pieszy na pokonanie tego odcinka potrzebował czasu:

$$t_p = \frac{S_p}{v_p} = \frac{3,2}{1,5} = 2,1 \text{ [s]}$$

Ze szkicu miejsca wypadku (k.6 i rys.zał. 1) wynika, że samochód rozpoczął znaczenie śladów blokowania kół w odległości $S_{nu} = 9,9$ m przed miejscem zderzenia. Na podstawie położenia tych

ślądów można określić przybliżone miejsce, w którym znajdował się pojazd w chwili wejścia pieszego na jezdnię.

Zatem uwzględniając prędkość z jaką poruszał się kierujący samochodem przed wypadkiem, przybliżone miejsce, w którym znajdował się on w chwili wkroczenia pieszego na jezdnię można określić z następującej zależności:

$$S_{ws} = v_0 \left[t_p - \left(t_n + \frac{v_s - v_u}{a_h} \right) \right] + \left(v_0 - \frac{1}{3} \times dv \right) \times t_n + S_{hu} \quad [m]$$

gdzie: $v_0 = 18,05$ m/s - prędkość samochodu w chwili rozpoczęcia naciskania kierującego na dźwignię (pedał) hamulca;

$dv = a_n \times t_n / 2 = 0,94$ m/s - ubytek prędkości w czasie narastania opóźnienia hamowania;

$v_s = v_0 - dv = 17,11$ m/s - prędkość samochodu na początku śladów hamowania;

$v_u = 14,14$ m/s - prędkość samochodu w chwili uderzenia pieszego.

Pozostałe dane jak wyżej. Po podstawieniu danych do wzoru (8) otrzymamy.

$$S_{ws} = 18,5 \times \left[2,1 - \left(0,4 + \frac{17,11 - 14,14}{4,7} \right) \right] + \left(18,05 - \frac{1}{3} \times 1,24 \right) \times 0,4 + 9,9 = 36,3 \quad [m]$$

Położenie samochodu Fiat CC. w tej chwili, na załączonym rysunku oznaczono nr 3 (rys.zał.nr 1). Z rysunku tego widać, że miejsce wkroczenia pieszego na jezdnię nie było objęte zasięgiem widoczności w światłach mijania.

10.4.2.4.2. Analiza ruchu samochodu i pieszego w przypadku jego wkroczenia na jezdnię z lewej strony.

Pieszy w przypadku przechodzenia przez jezdnię od jej lewej do prawej krawędzi, patrząc zgodnie z kierunkiem jazdy samochodu, aby znaleźć się w miejscu zderzenia miałby do pokonania odcinek drogi wynoszący $S_p = 7 - 3,2 = 3,8$ m,

gdzie: 7 m – to szerokość jezdni (k.4V);

3,2 m - odległość miejsca zderzenia od prawej krawędzi jezdni.

Pieszy na pokonanie tego odcinka potrzebował czasu:

$$t_p = \frac{S_p}{v_p} = \frac{3,8}{1,5} = 2,5 \quad [s]$$

Uwzględniając prędkość z jaką poruszał się kierujący samochodem przed wypadkiem, przybliżone miejsce, w którym znajdowałby się on w chwili wkraczania pieszego na jezdnię, określona na podstawie analogicznej zależności jak wzór (8), wynosiłaby:

$$S_{ws} = 18,5 \times \left[2,5 - \left(0,4 + \frac{17,11 - 14,14}{4,7} \right) \right] + (18,05 - 1,24) \times 0,4 + 9,9 = 43,5$$

Z przeprowadzonej wyżej analizy ruchu pieszego i samochodu wynika, że w chwili wkraczania pieszego na jezdnię z prawej strony samochód Fiat CC. znajdował się od niego w odległości około 36,3 m, a w przypadku wchodzenia pieszego z lewej strony znajdowałby się od niego w odległości około 43,5 m.

10.4.2.5. Ocena taktyki i techniki jazdy kierującego samochodem.

- Kierujący samochodem Fiat CC. poruszając się z prędkością około 65 km/h ($v_0 = 18,05$ m/s) miał możliwość całkowitego zatrzymania pojazdu na odcinku drogi wynoszącym:

$$S_z = v_0 \times \left(t_{rk} + \frac{1}{2} t_n \right) + \frac{v_0^2}{2 \times a_h} = 18,05 \times \left(0,8 + \frac{1}{2} 0,4 \right) + \frac{18,05^2}{2 \times 4,7} = 52,7 \text{ [m]}$$

gdzie:

$v_0 = 18,05$ m/s - prędkość samochodu przed wypadkiem;

$t_{rk} = 0,8$ s - średniostatystyczny czas reakcji kierowcy;

$t_n = 0,4$ s - czas narastania opóźnienia hamowania;

$a_h = 4,7$ m/s² - opóźnienie samochodu Fiat CC. uzyskane podczas badania skuteczności hamulców (k.60).

Porównując drogę potrzebną do całkowitego zatrzymania samochodu S_z oraz odległość od toru ruchu pieszego w chwili jego wejścia na jezdnię S_{ws} :

$$S_z = 52,7 \text{ m} > 43,5 \text{ m} = S_{ws} > 36,3 = S_m$$

należy stwierdzić, że kierujący nie miał możliwości zatrzymania pojazdu przed torem ruchu pieszego, zarówno w przypadku jego wchodzenia na jezdnię z prawej jak i lewej strony.

Należy również przy tym zauważyć, że dostrzeżenie pieszego było utrudnione ograniczoną widocznością z powodu panującego zmroku oraz nie świecenia się lamp ulicznych znajdujących się najbliżej przedmiotowego przejścia dla pieszych.

W zaistniałych warunkach drogowych zachodzi potrzeba ustalenia możliwości dostrzeżenia przez kierującego pieszego w światłach mijania prowadzonego przez siebie pojazdu. W przypadku wchodzenia pieszego na jezdnię z prawej strony, jak to przedstawia oskarżony, odległość S_{wt} od przodu samochodu do punktu, w którym pieszy przekraczał linię graniczną pola o natężeniu oświetlenia jezdni 10 Lx wyznaczono graficznie na rysunku 1a (rys.zał. 1). Odległość ta wynosiła $S_{wt} = 46,0$ m. Natomiast znajdujący się na jezdni pieszy mógł być dostrzeżony przez kierującego z odległości:

$$S_{wr} = S_{wt} \times \frac{1}{h_r} (h_r - h_p) = 46,0 \times \frac{1}{0,64_r} (0,64 - 0,25) = 28,0 \text{ [m]}$$

gdzie:

$h_r = 0,64$ m - wysokość osi reflektora w samochodzie FiatCC;

$h_p = 0,25$ m - niezbędna wysokość oświetlenia przeszkody w celu jej dostrzeżenia.

- Porównując drogę potrzebną do całkowitego zatrzymania samochodu S_z i odległość z jakiej kierujący mógł dostrzec przeszkodę S_{wr} :

$$S_z = 52,7 \text{ m} > 28,0 \text{ m} = S_w$$

należy stwierdzić, że także w tym przypadku nie miał on możliwości zatrzymania pojazdu przed torem ruchu pieszego po jego dostrzeżeniu.

Kierujący przed uderzeniem pieszego wykonał manewr obronny hamowania doprowadzając do blokowania kół na odcinku $S_{hu} = 9,9$ m. Czas reakcji kierującego odpowiadający odległości dostrzeżenia pieszego można określić z zależności:

$$S_{wr} = v_0 \cdot t_{r,r} + (v_0 - \frac{1}{3} dv) \times t_n + S_{hu} \text{ [m]}$$

Po przekształceniu i podstawieniu danych wyrażenia na t_{rr} przyjmie postać:

$$t_{rr} = \frac{S_{wr} - (v_0 - \frac{1}{3} dv) \times t_n - S_{hu}}{v_0} = \frac{28,0 - (18,5 - \frac{1}{3} \times 1,24) \times 0,4 - 9,9}{18,05} = 0,61 \text{ [s]}$$

Jest to wartość niewiele niższa od średniostatystycznej i mieści się w granicach wartości dla populacji $U = (0,5-1,5)$ s. Wskazuje to, że kierujący podjął manewr obronny natychmiast po dostrzeżeniu pieszego.

Należy również przeanalizować rzeczywisty czas reakcji kierującego dla chwili (i odległości) wejścia pieszego na jezdnię.

Kierujący samochodem Fiat CC. w chwili wejścia pieszego na jezdnię (z prawej strony), na wykonanie manewru obronnego hamowania dysponował czasem $t_d = 2,1$ s. Czas ten składał się z :

t_{rr} - czasu reakcji kierującego;

$t_n = 0,4$ s - czasu narastania opóźnienia hamowania;

$t_h = (v_s - v_u) / a_h$ - czasu efektywnego hamowania.

$$\text{To jest; } t_d = t_{rr} + t_n + t_h = 2,1 \text{ [s].}$$

Zatem rzeczywisty czas reakcji kierującego Fiatem CC. wyniósł:

$$t_{rr} = 2,1 - 0,4 - (17,11 - 14,14) / 4,7 = 1,07 \text{ s.}$$

Jest to czas reakcji nieznacznie wyższy do średniostatystycznego $t_{rk} = 0,8$ s i może wskazywać na to, że kierujący nie dostrzegł pieszego w chwili jego wejścia na jezdnię

Z analizy przypadku wejścia uszkodzowanego na jezdnię z lewej strony wynika, że kierujący musiał wcześniej dostrzec pieszego niż, to wynika z teoretycznych obliczeń widoczności przeszkody w światłach mijania w warunkach ograniczonej widoczności. Ze względu na nieco dłuższą drogę jaką pieszy miałby do pokonania (od wkroczenia na jezdnię do zderzenia) czas reakcji kierującego wynosiłby wówczas $t_{rr} = 1,47$ [s] i mieściłby się w jeszcze granicach wartości dla populacji $t_{rk} = 0,5-1,5$ [s]. Założenie średniostatystycznego czasu reakcji kierującego (podobnego jak w poprzedniej wersji) wskazywałby na to, że dostrzegł on pieszego po jego wejściu na jezdnię z lewej strony na odległość:

$$\Delta l = v_p \times (t'_p - t_{rk} - t_n - t_h) = 1,5 \times [2,5 - 0,8 - 0,4 (\frac{17,11 - 14,14}{4,7})] = 1,0 \text{ [m]},$$

$$\text{(i jeżeli do wzoru powyżej podstawia się w miejsce wartości wynikające z } t_n = \frac{v_0 - v_s}{a_n} \text{)}$$

tj. praktycznie na jeden i pół kroku.

Wypadek wydarzył się na obszarze zabudowanym. Należy zatem przeanalizować możliwość uniknięcia uderzenia pieszego w przypadku prowadzenia pojazdu z dopuszczalną na takim obszarze prędkością 60 km/h, tj. 16,7 m/s.

Wówczas do całkowitego zatrzymania pojazdu kierujący potrzebowalby odcinka drogi równego:

$$S_{zd} = v_d \times (t_{rr} + \frac{1}{2} \times t_n) + \frac{v_d^2}{2 \times a_h} = 1,5 \times (0,8 + \frac{1}{2} \times 0,4) + \frac{16,7^2}{2 \times 4,7} = 46,4 \text{ [m]}$$

Porównując drogę potrzebną do całkowitego zatrzymania pojazdu oraz odległość w jakiej on się znajdował od toru ruchu pieszego w chwili jego wchodzenia na jezdnię:

$$S_{zd} = 46,4 \text{ m} > 43,5 \text{ m} > 36,3 \text{ m} = S_{ws}$$

należy stwierdzić, że w takim przypadku również nie miałby on możliwości uniknięcia zderzenia, zarówno przy wejściu pieszego na jezdnię z prawej jak i z lewej strony.

- **Z przeprowadzonej analizy wynika wniosek, że kierujący samochodem Fiat CC. nie miał możliwości uniknięcia potrącenia pieszego, który nieprawidłowo wszedł na jezdnię bezpośrednio przed nadjeżdżający pojazd, poruszając się zarówno z prędkością 65 km/h, jak i dopuszczalną 60 km/h.**

10.4.2.6. Ocena sposobu poruszania się pieszego.

Z analizy ruchu pieszego i pojazdu wynika, że pieszy wkroczył na jezdnię w odległości $S_{ws} = 36,3$ [m] przed nadjeżdżającym z lewej strony, prawym pasem ruchu, samochodem Fiat CC.

Pieszy na przejście prawego pasa ruchu potrzebował czasu równego:

$$t_{pp} = \frac{S_{pr}}{v_p} = \frac{3,6}{1,5} = 2,4 \text{ [s]}$$

gdzie:

$S_{pr} = 3,6 \text{ m}$ - szerokość prawego pasa ruchu (k.4V);

$v_p = 1,5 \text{ m/s}$ - prędkość pieszego.

Kierujący samochodem Fiat CC., poruszając się nawet z dopuszczalną prędkością 60 km/h (16,7 m/s), przejechałby w tym czasie odcinek drogi:

$$S_{pp} = t_{pp} \times v_d = 2,4 \times 16,7 = 40,1 \text{ [m]}$$

Porównując odległość w jakiej znajdował się pojazd od pieszego w chwili jego wchodzenia na jezdnię oraz odległość jaką mógł przejechać ten pojazd w czasie potrzebnym na przejście przez pieszego prawego pasa ruchu, którym poruszał się Fiat Cinquecento.

$$S_{ws} = 36,3 < 40,1 = S_{pp}$$

należy stwierdzić, że kierujący samochodem dla uniknięcia zderzenia zmuszony byłby do manewru hamowania.

W przypadku wchodzenia pieszego na jezdnię z lewej strony, patrząc w kierunku ruchu samochodu dla uniknięcia zderzenia musiałby on przejść całą szerokość jezdni, tj. $A = 7,0 \text{ m}$. Pieszy na przejście całej jezdni potrzebowałby czasu równego:

$$t_{pj} = S_j/v_p = 7,0/1,5 = 4,7 \text{ [s]}$$

Kierujący samochodem Fiat CC. poruszając się z dopuszczalną prędkością 16,7 m/s, przejechałby w tym czasie odcinek drogi:

$$S_{pj} = t_{pj} \times v_d = 4,7 \times 16,7 = 77,9 \text{ [m]}$$

- Natomiast odległość w jakiej znajdował się pojazd od toru ruchu pieszego w chwili jego wchodzenia na jezdnię $S_{ws} = 43,5$ [m] kierujący pokonałby w czasie:

$$t_{ws} = \frac{S_{ws}}{v_d} = \frac{43,5}{16,7} = 2,6 \text{ [s]}$$

Pieszy w tym czasie przeszedłby odcinek drogi :

$$S_{pws} = t_{ws} \times v_p = 2,6 \times 1,5 = 3,9\text{m}$$

Znalazłby się wówczas w odległości;

$$\Delta S = 3,9 - 3,4 = 0,5 \text{ [m]}$$

gdzie 3,4 - szerokość lewego pasa ruchu, na prawym pasie ruchu, którym poruszał się samochód Fiat CC. Zmusiłby przez to również kierującego tym samochodem do wykonania manewru obronnego hamowania.

Z dokonanej analizy wynika, że pieszy rozpoczął przechodzenie jezdni w odległości nie większej niż 43,5m przed nadjeżdżającym samochodem, zmuszając kierującego nim do wykonania manewru obronnego hamowania. Wprowadził przez to stan zagrożenia bezpieczeństwa ruchu na jezdni. Taki sposób wkraczania na jezdnię można uznać jako wejście na jezdnię bezpośrednio przed jadący pojazd.

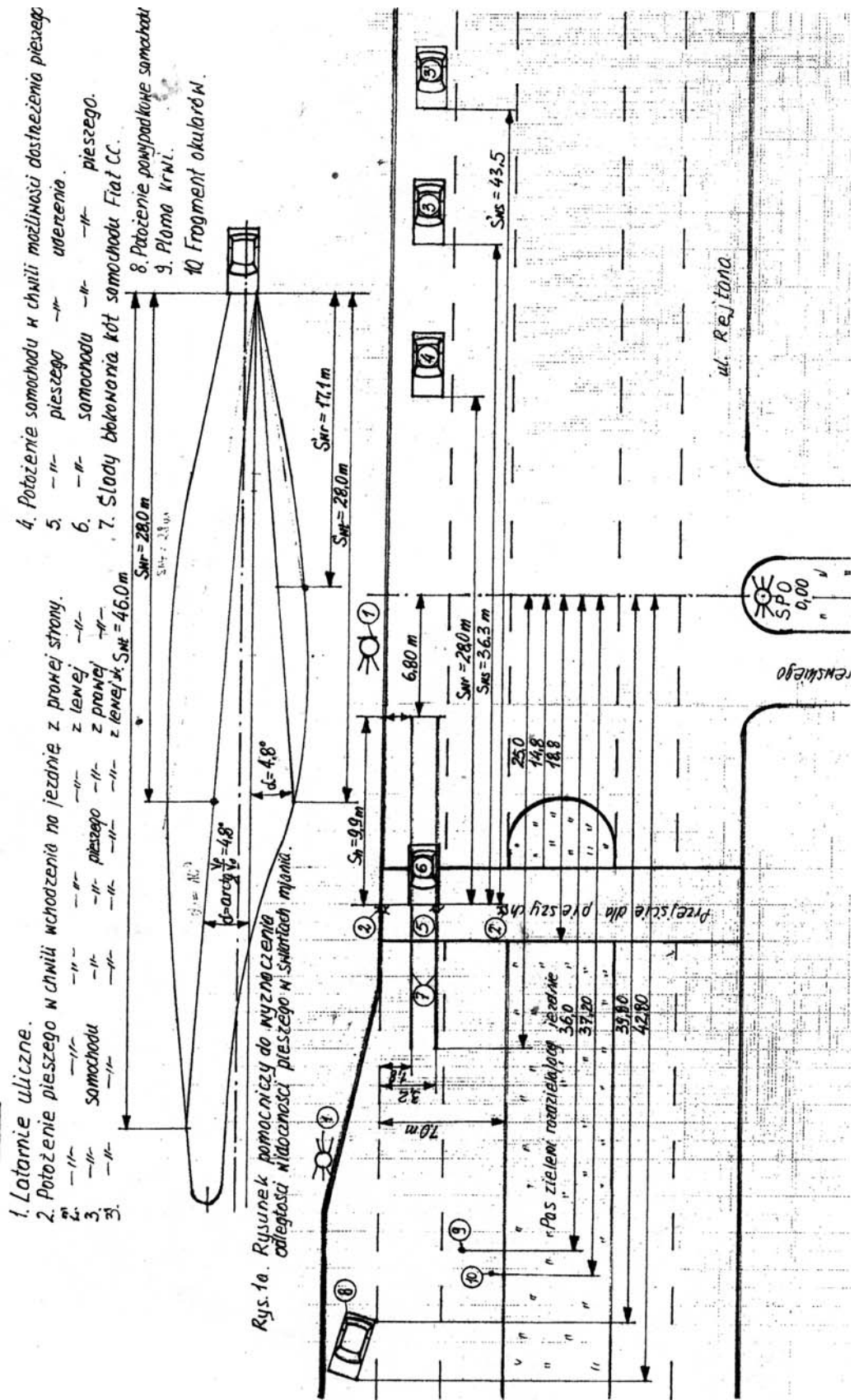
Pieszy przechodząc przez jezdnię nie zachował szczególnej ostrożności. Pieszemu zabrania się wchodzenia na jezdnię bezpośrednio przed jadący pojazd, w tym również na przejściach dla pieszych. Należy zatem uznać, że pieszy w chwili wchodzenia na jezdnię błędnie ocenił możliwość jej przekroczenia przed nadjeżdżającym i bezwzględnie widocznym dla niego samochodem.

Zatem sposób przekraczania jezdni przez uderzonego pieszego należy uznać za wysoce nieprawidłowy.

Na tym wyznaczeni rzeczoznawcy kończą opinię i jej uzasadnienie.

Literatura:

1. W.KOŃCZYKOWSKI : Odtwarzanie i analiza przebiegu wypadku drogowego. SRWiRD Paryż - Warszawa 1993r;
2. Praca zbiorowa - Wypadki drogowe. Vademecum biegłego sądowego. Instytut Ekspertyz Sądowych - Kraków 2002r



Rys 10.10. Szkic rekonstrukcji miejsca wypadku zaistniałego w warunkach ograniczonej widoczności będącego przedmiotem analizy pkt. 10.04.

TEMAT 11

mgr inż. Adam REZA
dr inż. Bolesław PANKIEWICZ

WYPADKI NA SKRZYŻOWANIACH Z SYGNALIZACJĄ ŚWIETLNA

11.1. Odtworzenie faz programu sygnalizacji świetlnej w rekonstrukcji wypadku * [1]

Gdy zaistnieje wypadek przy działającej sygnalizacji świetlnej, zasadniczym problemem staje się ustalenie fazy programu sygnalizacji, w chwili zaistnienia wypadku. Dotychczas w Polsce najczęściej stosowane były sygnalizacje cykliczne stałoczasowe, jednoprogramowe i wieloprogramowe. Sygnalizacje wieloprogramowe (aktualizowane) przewidują wyświetlenie konkretnego programu - spośród kilku możliwych - w konkretnym przedziale czasowym w ciągu doby, uzależnionym od potrzeb ruchowych. Należy przestrzec biegłych przed samodzielnym odtwarzaniem programu sygnalizacji poprzez dokonywanie pomiarów poszczególnych faz na danym skrzyżowaniu, ponieważ sygnalizacja stałoczasowa może być jednoprogramowa lub wieloprogramowa z przełączaniem czasowym. Dlatego należy uwzględnić program sygnalizacji zawarty w dokumentacji technicznej, ale z uwagi na spotykane przypadki nieaktualnych danych w dokumentacji, w miarę możliwości należałoby sprawdzić na skrzyżowaniu, czy ten program w określonej porze doby faktycznie funkcjonuje. Sprawdzenie to powinno polegać przede wszystkim na pomiarze długości cyklu (pomiędzy kolejnymi początkami tej samej fazy programu sygnalizacji), pomiarze czasu trwania kilku wybranych faz oraz pomiarze czasów międzyzielonych¹. Uzyskanie od właściwej instytucji² programu sygnalizacji cyklicznej jedno lub wieloprogramowej najczęściej nie stwarza nadmiernych problemów, choć ze względu na wielu zarządzających ruchem i przekazywanie kompetencji mogą być z tym trudności. W przypadku wieloprogramowej sygnalizacji jedynie uzyskane oficjalnie programy i czasy ich przełączania pozwalają na ustalenie, który z programów funkcjonował w chwili wypadku.

Wykorzystanie w pracy biegłego programu stałoczasowej sygnalizacji świetlnej polega przede wszystkim na wykonaniu odpowiedniej analizy czasowo-przestrzennej. Celem tej analizy jest ustalenie fazy programu sygnalizacji świetlnej w chwili zaistnienia wypadku. Ponieważ nie pozostają żadne fizyczne ślady pozwalające na ustalenie fazy programu sygnalizacji świetlnej, dlatego pozostaje jedynie wykorzystanie dowodów osobowych. Biegły najpierw powinien uzyskać program sygnalizacji świetlnej, a następnie nanieść na nim informacje wynikające z analizy, przeprowadzonej m.in. na podstawie dowodów osobowych. Dla lepszego wyjaśnienia zagadnienia posłużę się przykładem.

* mgr inż. Adam REZA, Instytut Ekspertyz Sądowych. Kraków.

¹ Jest to czas od chwili zakończenia sygnału zielonego dla jednego strumienia ruchu, do czasu rozpoczęcia sygnału zielonego dla strumienia z nim kolidującego - czas ten gwarantuje bezpieczne opuszczenie punktu kolizji

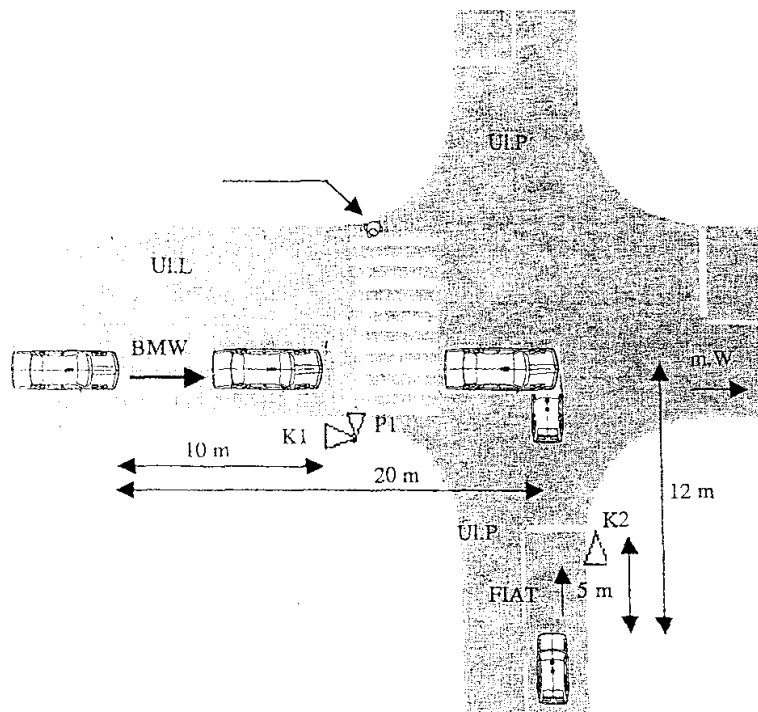
² Programy sygnalizacji powinny znajdować się w organach zarządzających ruchem drogowym na danym odcinku, drogi (zob. s. 22). Ponieważ jest wielu zarządzających ruchem w zależności od kategorii drogi (kompetencje te nieraz są przekazywane), dlatego najlepiej zasięgnąć informacji o zarządzającym ruchem w zarządzie drogi, którym jest: dla dróg krajowych Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych (działająca poprzez Wojewódzkie Dyrekcje Dróg Publicznych.), dla dróg wojewódzkich zarząd województwa, dla dróg powiatowych zarząd powiatu i dla dróg gminnych zarząd gminy. W granicach miast na prawach powiatu zarządzającym wszystkimi drogami, za wyjątkiem autostrad i dróg ekspresowych, jest zarząd miasta, informacje o zaliczeniu danego odcinka drogi do dróg krajowych i wojewódzkich zawarte są w rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 15 grudnia 1998 r. w sprawie wykazu dróg krajowych i wojewódzkich (Dz. U. z 28 grudnia 1998 r., Nr 160, poz. 1071). W danym zarządzie należy odszukać wydział zajmujący się drogami. Dawniej były to wydziały komunikacji, w chwili obecnej wydziały zajmujące się drogami mają różne nazwy.

Na czterowłotowym skrzyżowaniu doszło do zderzenia samochodów BMW i FIAT 126p, które jechały z kierunków prostopadłych (rys. 11.01).

Informacje wynikające z dowodów osobowych mogą, przykładowo, brzmieć tak.

- Kierowca samochodu BMW jadącego ul. L w kierunku miejscowości W. podał, że jechał z prędkością około 60 km/h; w chwili wyświetlenia sygnału czerwonego (na sygnalizatorze K1) jego samochód znajdował się około 10 m przed linią zatrzymania (Rys. 11.01.).
- Kierowca samochodu FIAT 126p stwierdził, że dojeżdżając do skrzyżowania z niewielką prędkością, tj. około 20 km/h, zauważył najpierw sygnał żółty z czerwonym, a następnie sygnał zielony dla swojego kierunku ruchu (na sygnalizatorze K2); w chwili wyświetlenia sygnału zielonego samochód FIAT 126p znajdował się w odległości około 5 m przed linią „stop”.
- Świadek przekraczający jezdnię ul. L. zeznał: wszedłem na jezdnię tuż po wyświetleniu się sygnału zielonego dla mojego kierunku ruchu (na sygnalizatorze P 1 - Rys. 11.01.); gdy usłyszałem odgłos uderzenia znajdowałem się już na jezdni, po wykonaniu jednego lub dwóch kroków.

Informacje wynikające z dowodów osobowych wykorzystuje się przy uwzględnieniu fizycznych parametrów ruchu uczestników i świadków wypadku. Najpierw należy wykonać standardową rekonstrukcję przebiegu wypadku, tj. ustalić wzajemne usytuowanie samochodów względem siebie w chwili zderzenia, miejsce zderzenia względem drogi (Rys. 11.01.) i prędkości kolizyjne (w danym przypadku wynosiły one 60 km/h samochodu BMW i 20 km/h samochodu FIAT 126p) oraz odtworzyć parametry ruchu samochodów przed zderzeniem. W tym artykule, dla uproszczenia analizy, przyjęto stałe prędkości samochodów w czasie dojeżdżania do miejsca zderzenia. Gdyby prędkości ruchu pojazdów przed zderzeniem były zmienne, należałoby skorzystać z ogólnych zasad analizy czasowo-przestrzennej³.



Rys.11.01. Rysunek rekonstrukcyjny

³ Patrz np. A. Reza, Zasady sporządzenia czasowo-przestrzennej analizy wypadku, Paragraf na drodze 1999, nr 8, s. 36-43.

Z informacji podanych przez kierowcę samochodu BMW wynika, że samochód ten znajdował się w odległości 10 m przed linią zatrzymania w chwili wyświetlenia się sygnału żółtego po zielonym (faza A, tj. 27 sekunda cyklu - Rys. 11.02). Na podstawie tej informacji i przeprowadzonej uprzednio rekonstrukcji przebiegu wypadku ustalamy, że od tego miejsca do miejsca zderzenia samochód BMW przejechał 20 m (Rys. 1), a następnie określamy czas przejechania tego odcinka drogi⁴. Ponieważ w danym przypadku samochód jechał ze stałą prędkością, dlatego czas przejechania odcinka 20 m wynosi! około 1,2 s ($20 \text{ [m]} / 16,7 \text{ [m/s]}$). Z przeprowadzonej analizy wynika, że do zderzenia doszło w fazie programu, którą umownie oznaczmy B (28 sekunda cyklu: $A = 27 \text{ s} + 1,2 \text{ s}$).

Odtworzenie sytuacji podanej przez kierowcę samochodu FIAT prowadzi do wniosku, że sygnał zielony dla kierunku jazdy tego samochodu wyświetlił się w chwili C (35 sekunda cyklu - rys. 2), a do zderzenia samochodów doszło w fazie, którą na rys. 2 oznaczono literą E (37 sekunda cyklu: $C = 35 \text{ s} + 2,2 \text{ s}$). Od chwili wyświetlenia się sygnału zielonego dla kierunku jazdy samochodu FIAT do chwili zderzenia samochód ten przejechał odcinek 12 m w czasie 2,2 s ($12 \text{ [m]} / 5,5 \text{ [m/s]}$).

Z zeznań świadka wynika, że do zderzenia samochodów doszło w fazie programu sygnalizacji, którą oznaczmy D (35÷36 sekunda cyklu; $34 \text{ s} + 1÷2 \text{ s}$ - rys. 2). Od chwili wejścia pieszego na jezdnię (34 sekunda cyklu, tj. wyświetlenie dla jego kierunku ruchu sygnału zielonego) do usłyszenia przezeń huku minął czas około 1÷2 s. w którym pieszy normalnym krokiem przebył jeden lub dwa kroki.

Na rysunku 11.02. widać wyraźnie, że chwila zderzenia wynikająca z relacji kierowcy samochodu FIAT (37 sekunda cyklu - punkt E) i świadka (35÷36 sekunda cyklu - punkt D) są ze sobą zbieżne. Natomiast wersja podana przez kierowcę samochodu BMW jest z nimi sprzeczna (28 sekunda cyklu - punkt B). Jeśli wypadek przebiegał zgodnie z wersjami podanymi przez kierowcę samochodu FIAT i świadka, to kierowca samochodu BMW wjechał na skrzyżowanie (przejechał linię „stop”) w chwili, gdy dla jego kierunku ruchu od około 4÷6 s był wyświetlany sygnał czerwony. Czas 4÷6 s obliczono odejmując od czasu zderzenia (35÷37 s) czas 1 s potrzebny na przejechanie przez samochód BMW odcinka od linii zatrzymania do miejsca zderzenia oraz czas 30 s, w którym został wyświetlony sygnał czerwony dla kierunku jazdy tego samochodu.

Znając prędkość samochodu BMW podczas zbliżania się do skrzyżowania można obliczyć odległość, w jakiej mógł znajdować się ten samochód w chwili wyświetlenia sygnału żółtego po zielonym dla jego kierunku jazdy. Sygnał żółty po zielonym został wyświetlony dla kierunku jazdy samochodu BMW na 7÷9 i przed przejechaniem przez ten samochód linii „stop” ($4÷6 \text{ s} + 3 \text{ s}$ sygnału żółtego). Jeśli w tym czasie samochód BMW jechał ze stałą prędkością 60 km/h, to przejechał odcinek 117÷150m.

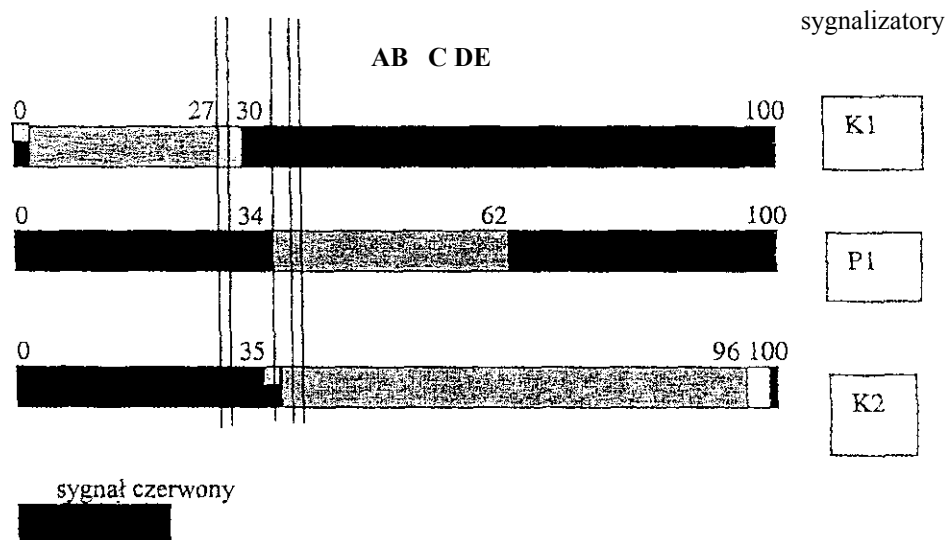
W przedstawionym przypadku i podobnych, biegły w swojej opinii powinien przedstawić obydwie wersje przebiegu wypadku i na pytania zleceniodawcy odpowiedzieć wersyjnie. Nie ma bowiem żadnych podstaw do weryfikacji tych wersji, które wynikają z dowodów osobowych. Niedopuszczalna jest spotykana niekiedy ocena biegłego, że wersje kierowcy samochodu FIAT i świadka można wykluczyć, ponieważ kierowca samochodu BMW widząc sygnał żółty po zielonym z odległości 117-150 m podjąłby decyzję o hamowaniu i zatrzymał samochód przed linią „stop”. Postępując w ten sposób, biegły, przekraczając swoje kompetencje, doprowadziłby do wyeliminowania jednej z możliwych przyczyn wypadku.

Na stosunkowo prostym przykładzie przedstawiłem metodykę opiniowania w sytuacji, gdy do wypadku doszło podczas działania sygnalizacji świetlnej. Przykład dotyczył zderzenia samochodów, ale taką analizę można również wykonać dla przypadku potrącenia pieszego przez samochód. Gdy w sprawie jest przesłuchanych więcej osób, których relacje pozwalają na usytuowanie jakiejś fazy wypadku względem programu sygnalizacji świetlnej, wówczas może

⁴ Czas ten obliczamy wykorzystując równania dla ruchu jednostajnego lub jednostajnie zmiennego, w zależności od charakteru ruchu samochodu na rozpatrywanym odcinku drogi przed zderzeniem. W przedstawionym przykładzie przyjęto ruch jednostajny

powstać więcej wersji. Na rysunku widać wtedy wyraźnie, które relacje przesłuchanych osób w sprawie są zbieżne, a które są sprzeczne. Można łatwo określić, czy te różnice są niewielkie, czy też zasadnicze.

Długość cyklu $T = 100$ s



Oznaczenia linii;

- A - wyświetlenie się sygnału żółtego po zielonym dla kierunku jazdy samochodu BMW;
- B - chwila zderzenia samochodów określona na podstawie relacji kierowcy samochodu BMW oraz przeprowadzonej rekonstrukcji i analizy czasowo-przestrzennej wypadku;
- C - wyświetlenie się sygnału zielonego dla kierunku jazdy samochodu FIAT;
- D - chwila zderzenia samochodów określona na podstawie relacji świadka;
- E - chwila zderzenia samochodów określona na podstawie relacji kierowcy samochodu FIAT oraz rekonstrukcji przebiegu wypadku.

Rys. 11.02. Wybrana część programu sygnalizacji świetlnej z zaznaczonymi charakterystycznymi fazami. Długość cyklu $T = 100$ [s].

Na skrzyżowaniach coraz częściej pojawiają się sygnalizacje akomodacyjne. W takim przypadku wykorzystanie programu sygnalizacji do analizy czasowo-przestrzennej staje się znacznie trudniejsze niż przy sygnalizacjach stałoczasowych jednoprogramowych lub wieloprogramowych.

W sygnalizacji akomodacyjnej zmienia się długość faz, ich liczba i kolejność, w zależności od potrzeb ruchowych (m.in. wielkości strumieni pojazdów) rejestrowanych przez detektory i przekazywanych do sterownika. Logika sterownika pozwala tworzyć na bieżąco fazy ruchu przy zachowaniu wymaganych tzw. czasów międzyzielonych. Detektory rejestrują przejazd, a także obecność uczestników ruchu. Najczęściej są to detektory indukcyjne, chociaż możliwe jest także zastosowanie detektorów działających na podczerwień, ultradźwiękowych i radarowych. Detektory z reguły identyfikują (rozdzielają) pojazdy o długości do 8 m (tzw. umowne) i powyżej 8 m. W sygnalizacji akomodacyjnej długość sygnału zielonego może się zmieniać w zależności od potrzeb, w obrębie cyklu o długości od T_{\min} do T_{\max} . Fazy, na które nie zostało zgłoszone zapotrzebowanie są opuszczane.

¹⁾ Czas ten obliczamy wykorzystując równania dla ruchu jednostajnego lub jednostajnie zmiennego, w zależności od charakteru ruchu samochodu na rozpatrywanym odcinku drogi przed zderzeniem. W przedstawionym przykładzie przyjęto ruch jednostajny

Ze względu na coraz częstsze instalowanie sygnalizacji akomodacyjnych, poniżej zasygnalizowane zostaną możliwości wykorzystania programów takich sygnalizacji do rekonstrukcji wypadku drogowego. Biegłego interesuje, w której sekundzie realizowanego programu pojazd uczestniczący w wypadku wjechał na skrzyżowanie.

W sygnalizacji akomodacyjnej długość cyklu przyjmuje wartości od T_{\min} do T_{\max} , które są określone w dokumentacji technicznej. Zatem na skrzyżowaniu może funkcjonować jeden z wielu możliwych programów. W programach tych może zmieniać się czas trwania wyświetlanego sygnału zielonego, w zależności od aktualnych zgłoszeń, jednak nie zmieniają się czasy międzyzielone. Ze względu na stałe czasy międzyzielone znamy dokładnie czas pomiędzy końcem i początkiem sygnałów zielonych dla strumieni ruchu, w których znajdowały się pojazdy uczestniczące w wypadku. Jeśli z dowodów osobowych znana jest informacja, dotycząca pozycji jednego z uczestników wypadku w chwili rozpoczęcia lub zakończenia wyświetlania dla niego sygnału zielonego, wówczas znając czas międzyzielony można ustalić, w jakiej fazie cyklu drugi uczestnik wypadku wjechał na skrzyżowanie. W tym zakresie wykorzystanie sygnalizacji akomodacyjnej nie różni się od sygnalizacji stałoczasowej.

Pełniejsze wykorzystanie programu sygnalizacji akomodacyjnej byłoby możliwe w przypadku dostępu do danych zapisanych w sterowniku. Dzięki tym danym można uzyskać informacje, dotyczące rodzaju pojazdów, zarejestrowanych przez poszczególne detektory. Wykorzystując dane z sąsiednich detektorów, które zarejestrowały pojazd, można określić prędkość na odcinku pomiędzy detektorami. Jeśli czas zaistnienia wypadku jest precyzyjnie określony, to można ustalić fazę programu sygnalizacji w chwili zarejestrowania przez konkretny detektor przejazdu pojazdu uczestniczącego w wypadku. Gdy ten czas nie jest określony z dokładnością do kilku sekund, wówczas do zweryfikowania takiej analizy wskazane byłyby informacje o pojazdach jadących przed lub za pojazdami uczestniczącymi w wypadku albo na sąsiednich pasach. W przypadku niezbyt dużych natężeń ruchu i charakterystycznych pojazdów uczestniczących w wypadku (przed nimi, za nimi lub obok nich), informacje te pozwoliłyby na rozpoznanie pojazdów uczestniczących w wypadku spośród wszystkich pojazdów przejeżdżających przez te detektory. W tego typu sygnalizacjach może być rozpoznawany pojazd uprzywilejowany i autobus komunikacji zbiorowej. Przejeżdżając nad kolejnymi detektorami pojazd taki - wyposażony w odpowiedni identyfikator - przekazuje do sterownika odpowiedni sygnał, który powoduje uruchomienie w programie fazy umożliwiającej mu bezkolizyjny przejazd. Fakt podania takiego sygnału jest również rejestrowany i mógłby zostać wykorzystany do zidentyfikowania interesującego nas pojazdu.

Dostępność do tych danych jest możliwa jedynie dla jednostki zarządzającej drogą, na której jest sygnalizacja. Dane w sterowniku są przechowywane przez 24 godziny i mogą być odczytywane przez odpowiednie służby, po wydaniu przez Policję odpowiedniego polecenia w dniu, wypadku. Tylko wtedy te dane byłyby dostępne dla biegłego.

Najwięcej informacji do przeprowadzenia rekonstrukcji przebiegu wypadku można uzyskać z systemu sterowania ruchem w mieście, jeśli takie istnieją. W takim systemie automatycznie są zapisywane informacje o wszystkich sygnalizacjach pracujących w systemie. Informacje te można uzyskać w centrum sterowania, nawet po upływie kilku miesięcy od wypadku. W Polsce takie systemy tworzy się w Krakowie i Poznaniu.

Informacje są zapisywane w sterowniku lub zapamiętane w centrum sterowania, jednak w chwili obecnej nie ma, niestety, skutecznych narzędzi do ich obróbki. Należałoby stworzyć takie narzędzia, które umożliwiłyby prześledzenie informacji zapisanych w sterowniku, czy też w centrum sterowania. Ze względu na podstawę czasu sterownika o kroku 0,001 s możliwe byłoby prześledzenie ruchu samochodów uczestniczących w wypadku w oparciu o informacje podane z detektorów do sterownika oraz zapisane w nim realizowane fazy programu. Możliwe byłoby określenie pozycji pojazdów w trakcie wyświetlania kolejnych faz programu sygnalizacji, a także ustalenie prędkości tych pojazdów między detektorami. Gdy na danym wlocie detektory przejazdu

są rozmieszczone na odcinku rzędu kilkuset metrów od linii zatrzymania, wówczas można odtworzyć ruch tych pojazdów na tym odcinku drogi.

11.2. Przykład rekonstrukcji wypadku na skrzyżowaniu z sygnalizacją świetlną

11.2.1. TREŚĆ EKSPERTYZY (OPINIA).

Pytanie 1. W czasie jakiego sygnału świetlnego nadawanego dla Elizy K. i Pawła P. doszło do wypadku? Jaka była przyczyna wypadku?

Odpowiedź: Kierujący samochodem WV Passat Paweł P. wjechał na skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną w czasie nadawania czerwonego lub równocześnie czerwonego i żółtego sygnału świetlnego dla jego kierunku ruchu.

Kierująca samochodem FIAT-170 najprawdopodobniej wjechała na przedmiotowe skrzyżowanie w czasie nadawania zielonego sygnału dla jej kierunku ruchu. Jednak nie można wykluczyć przypadku, że wjechała na to skrzyżowanie przy czerwonym sygnale świetlnym.

Przyczyną wypadku był wjazd jednego z kierujących na skrzyżowanie podczas nadawania czerwonego sygnału świetlnego oraz niezachowanie należytej ostrożności przy przejeżdżaniu przez skrzyżowanie obojga kierujących.

Pytanie 2. Jak w świetle materiału dowodowego należy zinterpretować zachowanie się kierujących?

Odpowiedź: Taktyka i technika jazdy kierującego samochodem VW Passat była nieprawidłowa. Wjechał on na skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną podczas czerwonego sygnału dla jego kierunku ruchu oraz niedokładnie obserwując sytuację na tym skrzyżowaniu i rozwijając nadmiernie prędkość uniemożliwił sobie uniknięcie zderzenia z innym samochodem wjeżdżającym na to skrzyżowanie z jego prawej strony.

Kierująca samochodem FIAT-170 niedokładnie obserwowała sytuację drogową na skrzyżowaniu, które pokonywała, gdyż zbyt późno dostrzegła inny samochód przejeżdżający przez to skrzyżowanie i nie zdołała podjąć żadnych manewrów obronnych, uniemożliwiając sobie w ten sposób uniknięcie kolizji.

Pytanie 3. Czy można wykluczyć jedną z dwóch sprzecznych wersji zdarzenia podanych przez Elizę K. i Pawła P. biorąc pod uwagę całokształt zebranego w sprawie materiału dowodowego ze szczególnym uwzględnieniem uszkodzeń samochodów?

Odpowiedź: Zebrany w sprawie materiał dowodowy nie pozwala na wykluczenie żadnej z dwóch sprzecznych wersji zdarzenia podanych przez Elizę K. i Pawła P.

11.2.2. ANALIZA AKT SPRAWY.

Z notatki urzędowej (k. 1) wynika, że samochód marki VW Passat przodem uderzył w bok samochodu FIAT-170 na skrzyżowaniu ul. Broniewskiego z ul. Elbląską posiadającym czynną sygnalizację świetlną. Relacje kierujących na jakim sygnale świetlnym wjechali na skrzyżowanie są wzajemnie sprzeczne.

Kolizja miała miejsce w dniu 18.05.2000 r o godz. 14³⁰. Warunki drogowe dobre, nawierzchnia jezdni asfaltowa sucha, prędkość dopuszczalna 60km/h.

W protokole oględzin samochodu FIAT-170 (k. 3) stwierdzono następujące jego uszkodzenia: wgniecione - lewe drzwi, błotnik przedni lewy i próg po stronie lewej, stłuczona szyba drzwi lewych, uszkodzona opona przednia prawa. Zaś w samochodzie Volkswagen Passat wystąpiły uszkodzenia:

- wgniecione: pokrywa komory silnika, krata wlotu powietrza , prawy przedni błotnik;
- pogięty i porysowany przedni zderzak;
- zbite - lampa zespolona przednia prawa, prawy reflektor p. mgiełny;
- wyciek płynów eksploatacyjnych.

Plan skrzyżowania ul. Broniewskiego - ul. Elbląska - ul. Włociańska, wraz z oznakowaniem rozmieszczonych na nim sygnalizatorów świetlnych przedstawiono na karcie 11. Natomiast program działania poszczególnych sygnalizatorów na karcie 12.

Szczegółowy opis przedmiotowego skrzyżowania, wraz z podaniem wymiarów poszczególnych elementów zamieszczono w protokóle oględzin miejsca wypadku (k.21V,22) oraz przedstawiono na szkicu tego miejsca (k.23).

W dokumentach tych nie opisano nie zaznaczono położenia powypadkowego pojazdów w nim uczestniczących ani też położenia odłamków stłuczonej szyby drzwi bocznych samochodu F-170. Dane te pozwoliłyby na bardziej precyzyjne ustalenie położenia i prędkości pojazdów w czasie kolizji. Ponadto brak dokumentacji fotograficznej uszkodzonych samochodów w bardzo poważny sposób utrudnia oszacowanie ich prędkości w czasie kolizji, a co za tym idzie dokładne przeprowadzenie analizy czasowo-ruchowej kolizji.

Kierująca samochodem FSM-170 zeznała: *„jechała drugim od lewej pasem ruchu ul. Broniewskiego, od strony ul. Krasińskiego na wprost przez skrzyżowanie z ul. Włociańską z prędkością około 50 km/h. Przed nią w dalszej odległości jechał jakiś samochód tym samym pasem ruchu...*

Gdy spojrzała na sygnalizator od jakiegoś czasu był nadawany sygnał zielony dla ciągu ul. Broniewskiego. Zbliżyła się od oznakowanego przejścia dla pieszych, nie widziała przed nim żadnych oczekujących osób z żadnej strony, ani też tramwaju stojącego na przystanku lub nadjeżdżającego z którejkolwiek strony. Na skrzyżowaniu nie widziała też żadnego pojazdu oczekującego na możliwość jego opuszczenia.

Na sygnalizator świetlny po raz ostatni spojrzała w miejscu, gdzie jest on ostatni raz widoczny - był nadawany sygnał zielony, więc kontynuowała jazdę ze stałą prędkością wjeżdżając najpierw na przejście dla pieszych, a później na skrzyżowanie. Będąc już na skrzyżowaniu, na wysokości ul. Elbląskiej z lewej strony po raz pierwszy zauważyła jadący z dużą prędkością samochód koloru czerwonego, którego kierujący prawdopodobnie zamierza! przejechać skrzyżowanie prostopadle do jej kierunku ruchu z lewej do prawej strony. Wcześniej tego pojazdu nie widziała. Pojazd ten zobaczyła po raz pierwszy tak blisko, że nie zdążyła zareagować. Poczula tylko uderzenie przodem tego samochodu w jej lewe drzwi. W wyniku uderzenia jej pojazd przemieścił się do przodu. Do kolizji doszło na środkowym pasie ul. Broniewskiego na wysokości lewego pasa ruchu ul. Elbląskiej.

Po kolizji nie wysiadła od razu z samochodu, widziała jak z prawej strony ominął ją jakiś pojazd, co miałyby świadczyć, że w tym czasie dla jej kierunku ruchu nadawany był sygnał zielony... Samochód jej został uszkodzony na sumę ok. 7600 zł.

Kierujący samochodem VW Passat zeznał, że *„jechał prawą stroną ul. Elbląskiej, od strony ul. Krasińskiego, w kierunku ul. Broniewskiego z zamiarem przejechania na wprost przez skrzyżowanie tych ulic. Zatrzymał się przed skrzyżowaniem z ul. Broniewskiego przed przejściem dla pieszych przez ul. Elbląską. Na sygnalizatorze po prawej stronie nad jezdnią było czerwone światło dla jego kierunku ruchu. Przed nim stała jakaś TAXI. Ul. Broniewskiego w obie strony jechały pojazdy. Gdy światło zmieniło się na zielone, ruszyła taksówka, a on za nią. Taksówka po przejechaniu pierwszej jezdni ul. Broniewskiego skręciła w lewo. Natomiast on pojechał prosto. Gdy dojeżdżał do torów tramwajowych, znajdujących się na środku skrzyżowania, drugą jezdnią ul. Broniewskiego, od strony ul. Krasińskiego, przejechał bardzo szybko przez skrzyżowanie jakiś biały samochód osobowy. Jechał on środkowym pasem ruchu... On wtedy jechał z prędkością 15-20km/h. Gdy pojazd ten przejechał przed nim, kątem oka zobaczył, że kilkanaście metrów za nim*

jedzie również środkowym pasem ul. Broniewskiego samochód osobowy FIAT-170. Jechał on nieco wolniej niż pojazd przed nim - tj. z prędkością około 60km/h. Fiata tego zobaczył gdy przejechał on już przez przejście dla pieszych przed skrzyżowaniem, a on przejechał przez tory tramwajowe. Mimo gwałtownego naciśnięcia na hamulec i odbicie kierownicą w lewo nie udało mu się uniknąć zderzenia. FIAT 170 nie hamował przed wypadkiem, lecz przed samym zderzeniem jeszcze skręcił w jego kierunku. Uderzył prawą stroną przodu w lewe drzwi Fiata.

Zatrzymał się na skrzyżowaniu w miejscu zderzenia. Pojazd jego został skręcony w lewo. FIAT natomiast musiał jednak hamować zatrzymał się około 10 m za miejscem zderzenia. Wyszli z samochodów. Bardzo szybko przyjechał przypadkowy radiowóz policji.

Stwierdził, że kierująca Fiatem na początku narzekała, że wjechała na skrzyżowanie za białym samochodem i nie zwróciła uwagi na sygnalizację świetlną. Była w szoku. Jednak gdy przyjechał jej mąż (powiadomiony przez nią) nakazał jej wręcz, aby mówiła, że światło było dla niej zielone".

11.2.3. OPIS BADAŃ (UZASADNIENIE).

11.2.3.1. Analiza przebiegu kolizji.

Z analizy zgromadzonego materiału dowodowego wynika, że samochód Volkswagen Passat prawa, częścią przodu uderzył w środkową część lewego boku Fiata 170. Ponieważ przed zderzeniem FIAT 170 jechał środkowym pasem ul. Broniewskiego z (deklarowaną przez kierującą nim) prędkością ok. 50 km/h, a kierujący VW Passat prawym pasem ul. Elbląskiej z prędkością około 20 km/h i kierujący nim bezpośrednio przed zderzeniem wykonał manewr obronny skrętu kierownicą w lewo należy stwierdzić, że do zderzenia pojazdów doszło w miejscu przecięcia się środkowego pasa ruchu prawej jezdni ul. Broniewskiego (patrzac w kierunku ruchu F-170) z przedłużeniem lewego pasa ruchu ul. Elbląskiej. Znajduje to potwierdzenie w zeznaniach obojga kierujących. Stwierdzenie w zeznaniach kierujących, że po zderzeniu FIAT-170 przemieścił się do przodu około 10 m, a VW Passat został skręcony w lewo wskazuje na to, że pierwszy z nich w chwili zderzenia miał większą energię kinetyczną, a ze względu na mniejszą masę znacznie większą prędkość. W przeciwnym bowiem razie FIAT-170 w wyniku takiego modelu zderzenia zostałby odrzucony w bok pod znacznym kątem.

Uwzględniając ponadto zakres uszkodzeń obydwu pojazdów, opisany w protokołach oględzin, należy stwierdzić, że ich prędkości w chwili zderzenia nie były zbyt duże. Zatem nie ma podstaw do kwestionowania wartości prędkości pojazdów deklarowanych przez kierujących.

11.2.3.2. Analiza czasowo-przestrzenna ruchu pojazdów.

Z wymiarów przedmiotowego skrzyżowania, podanych na jego szkicu (rys. zał. 3) wynika, że kierujący samochodem VW Passat od miejsca zatrzymania się i ruszenia, przed przejściem dla pieszych na ul. Elbląskiej, do miejsca zderzenia przejechał odcinek 42m. Kierujący Passatem ruszając z miejsca i rozpędzając szybko pojazd do torów tramwajowych., a następnie zmniejszając prędkość i hamując po dostrzeżeniu zbliżającego się samochodu F-170 - jak zeznał, to uwzględniając właściwości frakcyjne jego pojazdu, na pokonanie tego odcinka potrzebował czasu nie mniej niż 6 sek.

Natomiast kierująca samochodem F-170, poruszając się z prędkością $v_F = 50\text{--}60\text{km/h}$ (średnio 55km/h tj. 15m/s), na pokonanie odcinka $S_F = 25\text{m}$ od linii warunkowego zatrzymania się przed przejściem dla pieszych na ul. Broniewskiego (wjazdu na skrzyżowanie) do miejsca zderzenia potrzebowała czasu około:

$$t_{FP} = S_F / N_f = 25 / 15 = 1,7s$$

Nieznany samochód poruszający się ul. Broniewskiego przed Fiatem 170, z większą od niego prędkością w odległości kilkunastu metrów - wg kierującego Passatem lub w znacznej odległości -

wg kierującej F-170 odcinek ten mógł pokonać w czasie około 1,2 s poruszając się z prędkością około 20 m/s (72km/h). Natomiast ww. linię warunkowego zatrzymania na ul. Broniewskiego mógł przejechać w czasie $2,5 \div 6,0$ s przed chwilą zderzenia jeżeli poruszał się przed samochodem FIAT-170 w odległości około $25 \div 95$ m.

Ponieważ zeznania kierujących co do sygnału świetlnego na jakim wjeżdżali na skrzyżowanie są sprzeczne w dalszej części opinii przeanalizowane zostaną wersje wynikające z ich relacji oraz wersja spotykana w praktyce.

a) Analiza ruchu pojazdów dla wersji przebiegu zdarzenia przedstawionej przez kierującego VW Passatem.

Z zeznań kierującego samochodem VW Passat wynika, że rozpoczął on wjazd na skrzyżowanie, z miejsca zatrzymania się przed przejściem dla pieszych na ul. Elbląskiej, po zapaleniu się zielonego sygnału dla jego kierunku ruchu. Przejeżdżając tory tramwajowe na ul. Broniewskiego widział nieznany samochód koloru białego przejeżdżający przed nim tę ulicę, a po przejechaniu torów kątem oka zauważył Fiata-170 przejeżdżającego przejście dla pieszych na ul. Broniewskiego i zbliżającego się do jego toru jazdy z prawej strony. Widząc to rozpoczął manewr hamowania i skrętu kierownicą w lewo. Mimo to nie uniknął zderzenia.

Czas przejazdu VW Passat w taki sposób od miejsca ruszenia do miejsca zderzenia wynosił min. 6 sekund. W chwili ruszenia z miejsca przez VW Passata FIAT 170 był od miejsca zderzenia w odległości S_{FW} równej około:

$$S_{FW} = v_F \cdot t_v = 15 \cdot 6 = 90m$$

a od linii zatrzymania przed wjazdem na skrzyżowanie w odległości:

$$S_{FZ} = S_{FW} - S_F = 90 - 25 = 65m$$

gdzie:

$v_F = 15\text{m/s} - (55\text{km/h})$	- prędkość Fiata-170 wynikająca z zeznań kierujących;
$t_v = 6\text{s}$	- czas przejazdu Passata od ruszenia do zderzenia.

Natomiast NN samochód w tej samej chwili mógł znajdować się od miejsca zderzenia w odległości S_{NW} około:

$$S_{NW} = v_N \cdot t_v - (25 \div 95) = 20 \cdot 6 - (25 \div 95) = 25 \div 95 \text{ [m];}$$

a od linii zatrzymania przed wjazdem na skrzyżowanie.

$$S_{NW} = S_{NW} - 25 = (25 \div 95) - 25 = 0 \div 70m$$

Z odległości takich sygnalizatory świetlne na ulicy Broniewskiego dla kierujących Fiatem 170 i NN samochodem powinny być dobrze widoczne.

W chwili zapalania się sygnału zielonego dla kierującego VW Passatem na sygnalizatorze na ul. Broniewskiego, dla kierunku ruchu F-170 i NN samochodu, od 2 sek. paliłby się czerwony sygnał, po wcześniejszym żółtym sygnale nadawanym przez 4 sek. Sytuacja taka została graficznie przedstawiona na rys.4a) - zał. nr 4.

Ponieważ zderzenie nastąpiło po 6 sek. od ruszenia VW Passata z rysunku tego wynika, że NN samochód wjechałby na skrzyżowanie (linię zatrzymania) po $2 \div 5,5$ s, a kierująca po 6s od zapalenia się dla ich kierunku ruchu sygnału czerwonego. Sytuacja taka, w której dwoje kierujących

niezależnie od siebie wjeżdża na skrzyżowanie przy czerwonym sygnale wydaje się bardzo mało prawdopodobna.

b) Analiza ruchu pojazdów dla wersji zdarzenia przedstawionej przez kierującą samochodem FIAT- 170

Z zeznań kierującej samochodem FIAT-170 wynika, że w chwili wjeżdżania jej na przejście dla pieszych na ul. Broniewskiego od pewnego czasu, na sygnalizatorach dla jej kierunku ruchu nadawany był sygnał zielony.

Przyjmując skrajnie, że wjechała ona na skrzyżowanie w końcowej fazie zielonego sygnału kierujący NN samochodem, jadący przed nią w odległości (25÷95m) wjechałby na to skrzyżowanie w czasie 1,3÷4,8s przed końcem zielonego sygnału. Sytuację taką graficznie przedstawiono na rys. 4b) w załączniku nr 4. Z rysunku tego wynika, że kierujący VW Passatem wjechał wówczas na skrzyżowanie przy czerwonym sygnale świetlnym dla jego kierunku ruchu, na 8,3s przed jego zakończeniem.

W takim przypadku dwoje kierujących (Fiatem-170 i NN samochodem) wjechałoby prawidłowo na skrzyżowanie przy zielonym świetle dla ich kierunku ruchu, a kierujący VW Passatem nie prawidłowo przed końcem czerwonego sygnału. Statystycznie ujmując taka sytuacja jest najbardziej prawdopodobna.

c) Analiza ruchu pojazdów dla wersji przebiegu zdarzenia wynikającej z praktykowanych zachowań kierujących.

Z obserwacji ruchu drogowego, zwłaszcza w Warszawie wynika, że stosunkowo często kierujący rozpoczynają wjazd na skrzyżowanie w chwili zapalania się żółtego sygnału świetlnego po czerwonym (razem z czerwonym), a kończą wjeżdżanie w końcowej fazie palenia się żółtego sygnału po zielonym.

W przypadku, gdy kierujący samochodem VW Passat rozpoczął wjazd na skrzyżowanie w chwili zapalania się sygnału żółtego - po czerwonym, dla jego kierunku ruchu, a NN samochód poruszał się w znacznej odległości przed Fiatem-170 (jak zeznała kierująca nim) np. w odległości około 90 m, to na przedmiotowe skrzyżowanie NN samochód mógł wjechać w końcowej fazie żółtego sygnału dla ciągu ul. Broniewskiego. Sytuację taką przedstawiono graficznie na rys. 4b) zał. nr 4.

Z rysunku tego wynika, że wówczas kierująca Fiatem-170 wjechałaby na skrzyżowanie przy czerwonym sygnale dla swojego kierunku ruchu, około 4,3s po jego rozpoczęciu.

Należy przy tym zauważyć, że ze względu na północno-wschodni kierunek przebiegu ul. Broniewskiego w miejscu zdarzenia oraz popołudniową porę jego zaistnienia przy słonecznej pogodzie, obserwacja sygnalizatorów świetlnych dla kierującej Fiatem-170 mogła być utrudniona. Sugerując się zachowaniem, poprzedzającego ją NN samochodu, który wjechał na skrzyżowanie ze stosunkowo dużą prędkością, mogła wjechać na to skrzyżowanie już po zapaleniu się czerwonego sygnału. Biorąc pod uwagę zeznania kierującego samochodem WV Passat taki przebieg zdarzenia wydaje się możliwy i prawdopodobny.

W takim przypadku wszyscy kierujący postąpiliby nieprawidłowo. Kierujący VW Passatem wjechałby na skrzyżowanie w czasie gdy jeszcze paliło się czerwone światło (razem z żółtym), kierujący NN samochodem po 4s nadawania żółtego sygnału dla jego kierunku ruchu, który zapaliłby się gdy był on w odległości około 80m przed wjazdem na skrzyżowanie. Natomiast kierująca F-170 wjechałaby na skrzyżowanie przy czerwonym sygnale.

Z przeprowadzonej wyżej analizy wynika, że najbardziej prawdopodobna jest wersja „b” w której kierujący NN samochodem i Fiatem 170 wjechali na skrzyżowanie przy zielonym sygnale świetlnym, a kierujący samochodem Volkswagen Passat przy czerwonym sygnale.

11.2.4. WNIOSKI

11.2.4.1. Ocena taktyki i techniki jazdy kierującego samochodem VW Passat.

Z zeznań kierującego VW Passatem wynika, że gdy przejechał torę tramwajową (usytuowaną na środku skrzyżowania) zobaczył z prawej strony samochód FIAT-170, który przejechał przez przejście dla pieszych (k. 14). Sam jechał wówczas z prędkością $15 \div 20$ km/h, a FIAT około 60 km/h.

Ze szkicu miejsca wypadku wynika, że odległość od prawej krawędzi torów tramwajowych do linii rozdzielającej lewy i środkowy pas ruchu prawej jezdni ul. Broniewskiego (patrzac w kierunku jazdy F-170) wynosiła 11,3 m (rys. zał 3).

Kierujący samochodem VW Passat poruszając się z prędkością $v_v = 20$ km/h (5,5 m/s) do całkowitego zatrzymania pojazdu potrzebował odcinka drogi S_z równego:

$$S_z = v_v \cdot \left(t_{rk} + \frac{t_n}{2} \right) + \frac{v_v^2}{2 \cdot \mu \cdot g} = 5,5 \cdot \left(0,8 + \frac{0,4}{2} \right) + \frac{5,5^2}{2 \cdot 0,7 \cdot 9,81} = 7,7 \text{ m}$$

gdzie:

- $t_{rk} = 0,8$ s - średnio statystyczny czas reakcji kierowcy;
- $t_n = 0,4$ s - czas narastania opóźnienia hamowania;
- $\mu = 0,7$ - współczynnik przyczepności na suchej jezdni asfaltowej;
- $g = 9,81$ m/s² - przyspieszenie ziemskie.

Porównując drogę potrzebną do zatrzymania pojazdu oraz odległość w jakiej znajdował się kierujący od toru ruchu F-170:

$$Z_s = 7,7 \text{ m} < 11,3 \text{ m}$$

należy stwierdzić, że miałby on możliwość zatrzymania swojego pojazdu przed pasem ruchu którym poruszał się F-170.

Ponieważ mimo podjętego hamowania uderzył w Fiata-170 z prędkością kilkunastu km/h, na co wskazują uszkodzenia obu pojazdów oznacza to, że przed rozpoczęciem hamowania posiadał prędkość około 35-38 km/h. Na rozwinięcie takiej prędkości od miejsca zatrzymania przed przejściem dla pieszych do końca torów tramwajowych (ok. 30 m) pozwalały parametry trakcyjne samochodu VW Passat przy tzw. szybkim przyspieszeniu (ale jeszcze nie maksymalnym). Na osiągnięcie takiej prędkości może wskazywać zeznanie kierującej Fiatem-170, która określiła ją jako „dużą”, co trudno byłoby przypisać do prędkości 15-20 km/h deklarowanej przez kierującego VW.

Należy przy tym zwrócić uwagę, że warunki widoczności na przedmiotowym skrzyżowaniu pozwalały kierującemu Passatem znacznie wcześniej dostrzec nadjeżdżający z prawej strony (ze stosunkowo większą prędkością) samochód FIAT-170, aniżeli dopiero wtedy, gdy przejeżdżał on przejście dla pieszych.

Z powyższej analizy oraz analizy ruchu pojazdów wynika wniosek, że taktyka i technika jazdy kierującego samochodem VW Passat była nieprawidłowa.

Bowiem wjechał on na skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną podczas nadawania czerwonego sygnału dla jego kierunku ruchu oraz niedokładnie obserwując sytuację na tym skrzyżowaniu i rozwijając nadmiernie prędkość uniemożliwił sobie skuteczne uniknięcie zderzenia z innym samochodem wjeżdżającym na to skrzyżowanie z jego prawej strony.

11.2.4.2. Ocena taktyki i techniki jazdy kierującej samochodem FIAT-170.

Kierująca samochodem FIAT-170 zeznała, że przejeżdżając przez skrzyżowanie samochód koloru czerwonego dostrzegła będąc już na skrzyżowaniu (k.9), nie widziała wcześniej na tym skrzyżowaniu żadnych pojazdów, pieszych ani też tramwaju.

Z analizy ruchu pojazdów wynika, że w chwili ruszenia z miejsca tj. wjazdu VW Passata na skrzyżowanie FIAT-170 był od miejsca zderzenia w odległości S_{FW} równej około:

$$S_{FW} = v_F \cdot t_v = 15 \cdot 6 = 90 \text{ m}$$

a w chwili jego przejeżdżania przez tory tramwajowe (środek skrzyżowania) w odległości od miejsca zderzenia S_{FT} równej około:

$$S_{FT} = v_F \cdot (t_v - t_{vT}) = 15 \cdot (6 - 4) = 30 \text{ m}$$

gdzie:

$v_F = 15 \text{ m/s}$ (55km/h) - średnia prędkość F-170 wynikająca z zeznań kierującej nim (50km/h) i kierującego VW Passat (60km/h);

$t_v = 6 \text{ s}$ - czas przejazdu VW Passata od miejsca zatrzymania się do zderzenia;

$t_{vT} = 4 \text{ s}$ - czas przejazdu VW Passata od miejsca zatrzymania do torów tramwajowych.

Kierująca samochodem FIAT-170 poruszając się z prędkością ok. 55km/h ($v_v = 15 \text{ m/s}$) do całkowitego zatrzymania pojazdu potrzebowała odcinka drogi S_{zF} równego:

$$S_{zF} = v_F \left(t_{rk} + \frac{t_n}{2} \right) + \frac{v_F^2}{2 \cdot \mu \cdot g} = 15 \left(0,8 + \frac{0,4}{2} \right) + \frac{15^2}{2 \cdot 0,7 \cdot 9,81} = 31 \text{ m}$$

Ponieważ odległość VW Passat będącego na środku skrzyżowania i przyspieszającego:

$S_{FT} = 30 \text{ m} \sim 31 \text{ m} = S_{zF}$ była zbliżona do odległości potrzebnej na zatrzymanie pojazdu, a jednocześnie czas dojazdu F-170 do miejsca zderzenia wydłużyłby się - na skutek hamowania, kierująca nim dokładnie obserwując sytuację na skrzyżowaniu miałaby możliwość uniknięcia kolizji.

Z powyższego wynika wniosek, że taktykę i technikę jazdy kierującej Fiatem-170 można uznać za nieprawidłową. Bowiem niedokładnie obserwowała sytuację drogową na skrzyżowaniu, które pokonywała, gdyż zbyt późno dostrzegła inny pojazd przejeżdżający przez to skrzyżowanie i nie zdołała podjąć żadnych manewrów obronnych, uniemożliwiając sobie w ten sposób uniknięcie kolizji.

Na tym wyznaczony rzeczoznawca kończy opinię.

ZAŁĄCZNIKI

ZAŁĄCZNIK 1 - str 14

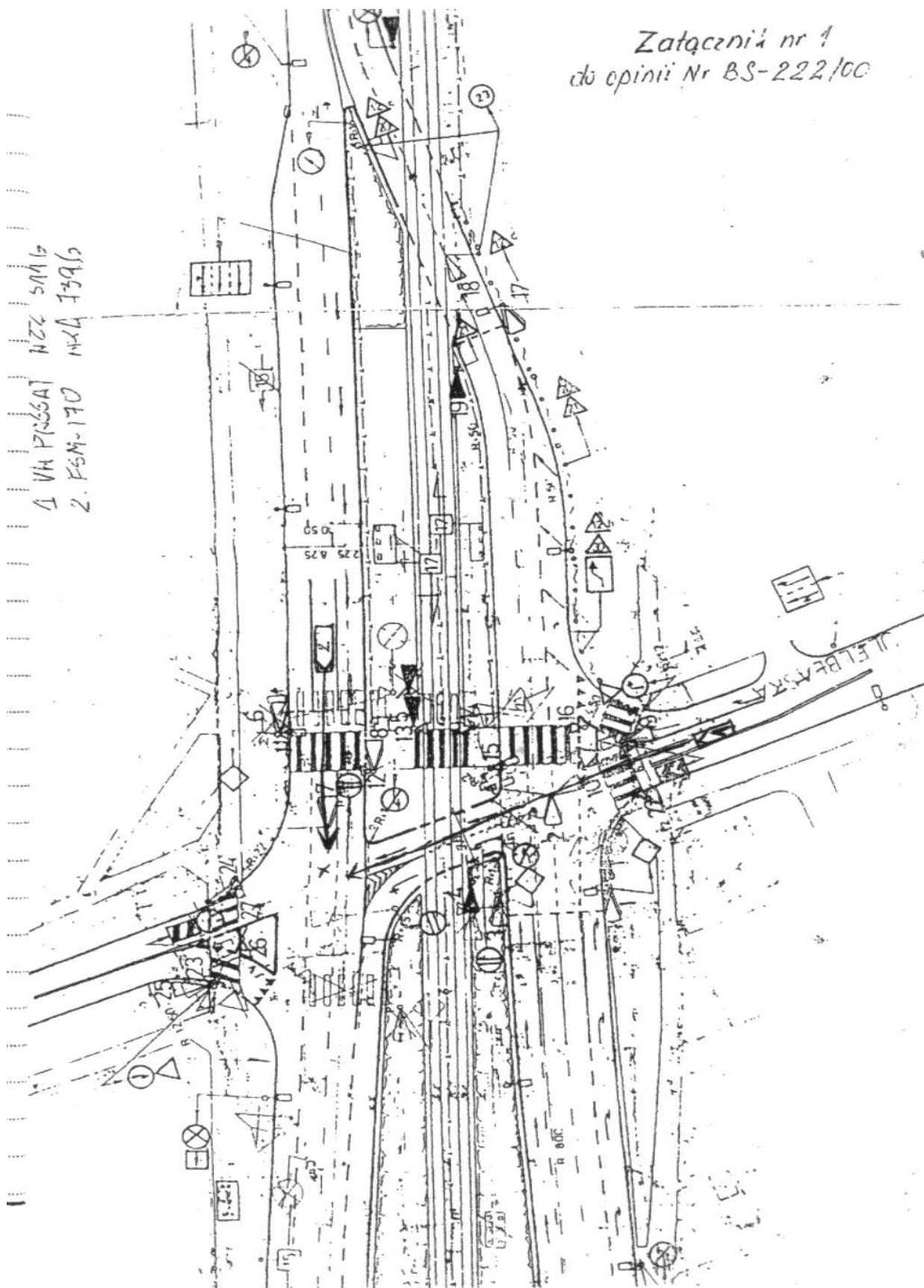
ZAŁĄCZNIK 2 - str 15

ZAŁĄCZNIK 3 i 4 str 16

Literatura:

1. REZA A Odtwarzanie faz programu sygnalizacji świetlnej w rekonstrukcji wypadku. Paragraf na drodze – nr 03/2000r;
2. Praca zbiorowa. Wypadki drogowe. Vademekum biegłego Sądowego. Instytut Ekspertyz Sądowych, Kraków – 2002r.

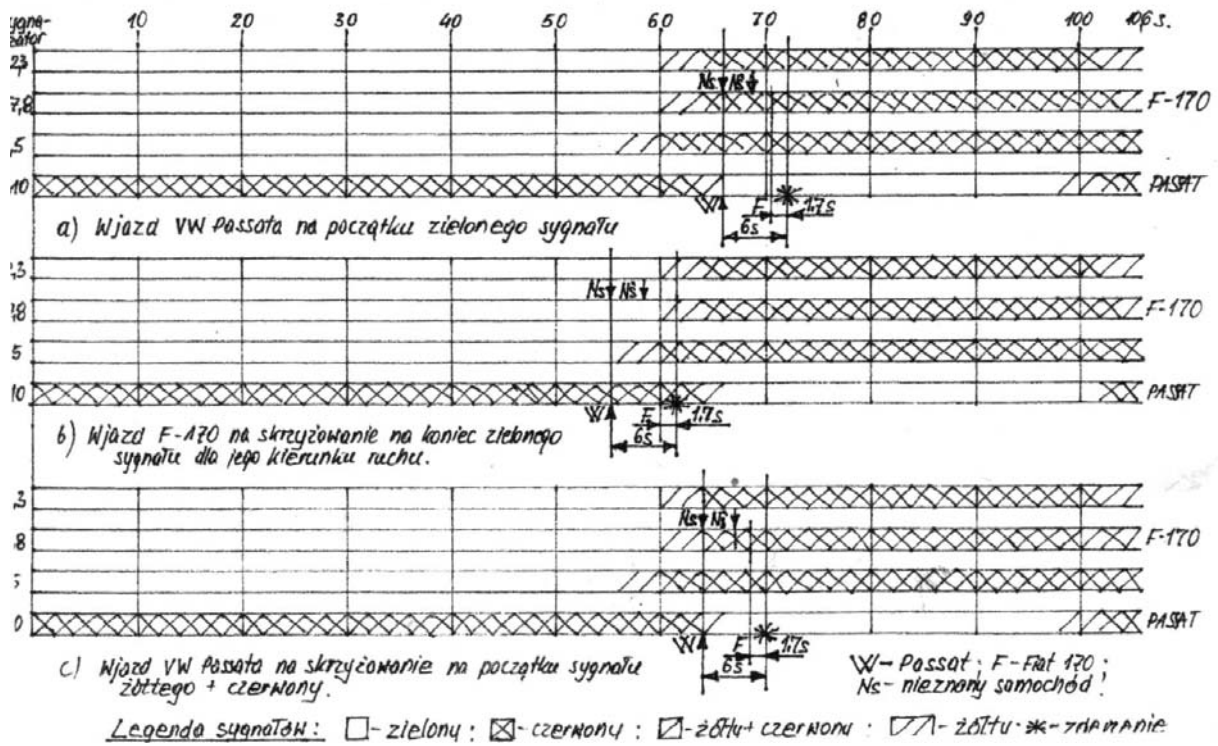
Załącznik nr 1
do opinii Nr BS-222/00



az grup kolizyjnych: 1.2. 34.5 944.10		zawołanie sygnałów w grupach: 1.2.4.8	
skrzyżowania 1.5-8		Nazwa skrzyżowania BRONIEWSKI EGÓ - ELBLĄSKA	
YP sterownika: SSJ		Stan aktualny od dnia	
nr 106		MIA 1997.12.09	
T. Inz. Krzysztof Rosiak		Podpis	
program (M1) (M1) (M1)		ZARZĄD LĄGÓW MIEJSKICH W MARSZANIE ZAMIERZAŁO DO REALIZACJI MIAŃSIERZY PROJEKTU	
3		Data: 13-19	
Signal zolity sigalacy 0-5		Podpis: [Signature]	

dozpnit Nr 85-222/00

Rys.4. Analiza możliwości przejazdu przez skrzyżowanie ul. Broniewskiego - ul. Elbląska.



Analiza możliwości przejazdu przez skrzyżowanie ul. Broniewskiego – ul. Elbląską

TEMAT 12

Mgr inż. Adam REZA*

Dr inż. Jan UNARSKI*

OCENA MOŻLIWOŚCI POWSTAWANIA USZKODZEŃ POJAZDÓW W OKLICZNOŚCIACH PODANYCH PRZY ZGŁOSZENIU SZKODY

12.1. Wyłudzenia odszkodowań komunikacyjnych od firm ubezpieczeniowych [2]

12.1.1. Wstęp

Problem wyłudzeń odszkodowań za szkody komunikacyjne od firm ubezpieczeniowych jest najprawdopodobniej tak stary, jak działalność ubezpieczeniowa. Tematem niniejszego artykułu jest problematyka ubezpieczeń, z których odszkodowania otrzymują właściciele pojazdów.

Skala problemu wyłudzeń komunikacyjnych w czasach, kiedy w Polsce ubezpieczenie AC było obowiązkowe, jest mało znana. Wyłudzenia tego typu miały inny charakter niż obecnie. Ponieważ ubezpieczenia OC i AC były powszechne, przeto stosunkowo rzadko występowały przy rozliczaniu szkody problemy z wyjaśnianiem okoliczności powstania uszkodzeń samochodów. Wyłudzenia dotyczyły przede wszystkim *dopisywania* w protokołach szkody części do wymiany lub naprawy, które faktycznie nie były uszkodzone albo były uszkodzone w znacznie mniejszym rozmiarze niż to ujmowano w protokole. Zatem w tych wyłudzeniach zgodnie współpracowali właściciele samochodów i nieuczciwi pracownicy firm ubezpieczeniowych, albo też działający na zlecenie tych firm rzeczoznawcy. Ten proceder jest zresztą stosowany również obecnie, ale w mniejszych rozmiarach niż dawniej. Te negatywne zjawiska, związane przede wszystkim z nieuczciwymi pracownikami firm ubezpieczeniowych (czy też rzeczoznawcami, działającymi na ich zlecenie) nie leżą w zainteresowaniu autora artykułu.

Po wprowadzeniu dobrowolności ubezpieczenia AC problem wyłudzeń odszkodowań przybrał zatrważające rozmiary. Gdy ubezpieczenie AC przestało być obowiązkowe, wówczas wielu kierowców, którzy nie zawarli tego ubezpieczenia, a była ich większość, a uszkodzili swój samochód z własnej winy, stanęło przed koniecznością zapłacenia z własnej kieszeni dużych pieniędzy za naprawę samochodu.

Drugim źródłem wyłudzeń był proceder naprawiania w Polsce samochodów, które uszkodzone były przywożone z zagranicy. Można się spierać jedynie o to, ile tysięcy uszkodzonych samochodów przywiezionych z zagranicy zostało naprawionych za pieniądze polskich firm ubezpieczeniowych. Proceder polegał na tym, że właściciel samochodu szukał osoby, która (nie bezinteresownie) podałaaby się za sprawcę szkody i zgodziła na to, by koszty naprawy były pokryte w postaci odszkodowania, wypłaconego z jej ubezpieczenia OC.

W zależności od rodzaju zawartego ubezpieczenia, wyłudzenia odszkodowania za uszkodzony pojazd najczęściej dotyczą ubezpieczeń:

* *Institut Ekspertyz Sądowych*

- OC (odpowiedzialności cywilnej właściciela pojazdu), OC rolników, AC (autocasco).

W sprawach o wyłudzenie z OC właściciela pojazdu niemal regułą jest podawanie, iż do uszkodzenia samochodu doszło podczas uderzenia w jakąś przeszkodę znajdującą się obok drogi. Przyczyną zjechania samochodu z drogi miał być manewr obronny, wykonany wskutek zajechania drogi przez osobę, podającą się za sprawcę zdarzenia. Drugą z podawanych przyczyn jest zderzenie z innym pojazdem. Przy ubezpieczeniach OC rolników najczęściej podaje się, że przyczyną zdarzenia było wybiegnięcie zwierzęcia na jezdnię. Odszkodowanie z tytułu AC wyłudza się z następujących powodów:

- aby nie tracić zniżki,
- aby naprawić samochód przywieziony zza granicy w stanie uszkodzonym,
- aby zarabiać na kosztorysowych naprawach.

Próby wyłudzeń z ubezpieczenia AC dotyczą przede wszystkim drogowych samochodów produkcji zachodniej. W ubezpieczeniach AC jako przebieg zdarzenia najczęściej podaje się uderzenie w przeszkodę, znacznie rzadziej zderzenie z innym samochodem.

Agent instytucji ubezpieczeniowej (lub działający na jej zlecenie), przy zawieraniu umowy ubezpieczenia AC jest obowiązany dokonać oględzin samochodu. W większości firm ubezpieczeniowych, przy zawieraniu ubezpieczeń powyżej pewnej wartości, agent jest obowiązany wykonać dokumentację fotograficzną ubezpieczonego samochodu. Znane są z praktyki ekspertowskiej przypadki, gdy oszustwo polega na wykonaniu takich zdjęć po zamianie tablic rejestracyjnych pochodzących od innego samochodu tego samego modelu. Często w takich przypadkach zdjęcia celowo są bardzo marnej jakości: niedoświetlone, prześwietlone lub obejmujące bardzo mały fragment pojazdu. Wykazanie oszustwa jest czasem możliwe na podstawie porównania zdjęć wykonanych podczas zawierania umowy ubezpieczenia ze zdjęciami uszkodzonego samochodu. Ujawnienie na zdjęciu charakterystycznych szczegółów różniących oba pojazdy pozwala na stwierdzenie, że fotografowano dwa różne samochody. W tym procederze uczestniczą nieuczciwi pracownicy firm ubezpieczeniowych lub agenci działający na ich zlecenie.

Znany jest też proceder wyłudzenia odszkodowań z tytułu OC, gdy obydwa samochody mają ubezpieczenie AC. Firmy ubezpieczeniowe, w przypadku posiadania przez właścicieli samochodów uczestniczących w kolizji ubezpieczenia AC, mniej wnikliwie sprawdzali okoliczności zdarzenia. Skoro bowiem obydwaj uczestnicy mieli ubezpieczenie AC, to dlaczego mieliby się uciekać do wyłudzenia odszkodowania?

Pewna grupa osób, najczęściej związana z warsztatami samochodowymi, uczyniła sobie dodatkowe źródło dochodu z odszkodowań komunikacyjnych. Na czym polega proceder? Właściciel warsztatu samochodowego na ogół jest w stanie naprawić uszkodzony samochód za mniej niż połowę sumy wypłacanej przy kosztorysowym rozliczeniu szkody. Różnica pomiędzy kosztorysem, a faktycznymi kosztami poniesionymi przy naprawie (sięgająca nierzadko 10.000 zł lub więcej), etanowi jednorazowy zysk. Często proceder ten jest kilkakrotnie powtarzany. Naprawa samochodu ma najczęściej charakter jedynie powierzchowny, obejmujący zewnętrzne elementy i tak przygotowany samochód jest wykorzystywany w kilku następnych kolizjach. W celu uniknięcia podejrzeń, kolizje zgłasza się w różnych firmach ubezpieczeniowych.

Ponieważ firmy ubezpieczeniowe zwracają szczególną uwagę na duże szkody, dlatego coraz częściej oszuści zgłaszają stosunkowo niewielkie szkody (3000-4000 zł), ale wykorzystując ten sam uszkodzony samochód u różnych ubezpieczycieli. Cztero lub pięciokrotne powtórzenie „kolizji” daje zupełnie przyzwoity zysk. Niestety, firmy ubezpieczeniowe są słabo zabezpieczone przed tego typu

wyludzeniami. Nie ma przepływu informacji pomiędzy firmami ubezpieczeniowymi, co umożliwia kilkuletnią niekiedy działalność oszustów, na szkodę różnych firm ubezpieczeniowych.

12.1.2. Uczestnicy kolizji

W przypadku rzeczywistej kolizji, w dobrze pojętym własnym interesie, jej uczestnicy (a zwłaszcza poszkodowany) powinni zadbać o udokumentowanie zaistniałego zdarzenia i jego skutków. Praktyka wskazuje, że przybycie policjanta na miejsce zdarzenia, który ograniczy się jedynie do sporządzenia notatki służbowej, nie jest wystarczającym dowodem dla firm ubezpieczeniowych. Najlepiej oczywiście byłoby wykonać zdjęcia na miejscu zdarzenia, a gdy jest to technicznie niemożliwe - jak najszybciej sfotografować uszkodzenia samochodu sprawcy i ślady pozostałe na miejscu zdarzenia. Do czasu wypłacenia odszkodowania przez firmę ubezpieczeniową rozsądne byłoby przechowywanie uszkodzonych elementów pojazdów.

12.1.3. Policja

Policjant na miejscu kolizji najczęściej ogranicza się do spisania notatki urzędowej. Dla jednoznacznego wyjaśnienia okoliczności powstania kolizji, informacje zawarte w notatce są daleko niewystarczające.

Gdy policja przyjeżdża na miejsce kolizji, wówczas powinien zostać sporządzony co najmniej szkic, a najlepiej protokół oraz dokumentacja fotograficzna. Jest niestety rzeczą znaną, że na miejsce kolizji (zdarzenia, które nie jest *wypadkiem*) zazwyczaj nie przyjeżdża radiowóz grupy wypadkowej, która jest wyposażona w przyrządy pomiarowe i aparat fotograficzny. Policji często nie stać na wyposażenie w te środki innych radiowozów, poza wypadkowymi.

Może firmy ubezpieczeniowe, w dobrze pojętym własnym interesie, powinny wyposażyć wyjeżdżające do kolizji jednostki policyjne w aparaty fotograficzne (nie muszą to być bardzo drogie aparaty) oraz taśmy pomiarowe. W kilku znanych autorowi przypadkach, nawet jedno zdjęcie wykonane przez policjanta na miejscu zdarzenia pozwoliło na wykluczenie bądź potwierdzenie podanej wersji kolizji. Sporządzenie szkicu, a nawet protokołu zajścia oraz wykonanie kilku zdjęć na miejscu kolizji, gdy z reguły śladów jest niewiele, nie powinno policjantowi zabrać dużo czasu. Również koszt wykonania kilku odbitek fotograficznych jest stosunkowo niewielki. Zatem względy czasowe i finansowe nie powinny być przeszkodą w wykonaniu prostego szkicu i zdjęć na miejscu kolizji. Najważniejsze wydają się dobre chęci policjanta do krytycznego przyjrzenia się skutkom kolizji samochodów.

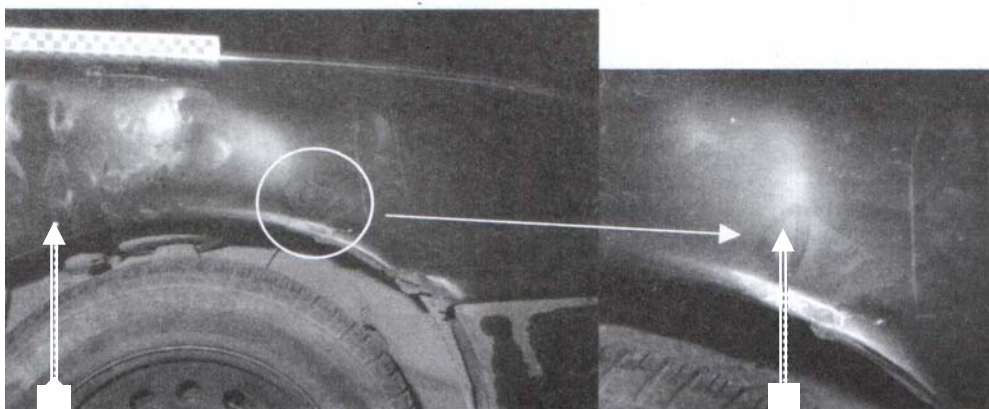
Niestety, zarówno w poprzednich latach, jak i obecnie, spotyka się bardzo dużo notatek policyjnych, które potwierdzają zaistnienie kolizji, do której w ogóle nie doszło. Na miejscu zdarzenia policjant ogranicza się do wysłuchania zgodnej relacji uczestników zdarzenia, sporządzenia notatki, w której zawarta jest ta relacja, pobieżny opis uszkodzeń pojazdów i ewentualnie nałożenia na któregoś z uczestników (lub obu) mandatu karnego. Późniejsze oględziny samochodów, czy też później podawane okoliczności zdarzenia pozwalają na kategoryczne wykluczenie powstania uszkodzeń samochodu w danym miejscu i okolicznościach. Oczywiście nikt nie wymaga od policjanta na miejscu kolizji szczegółowych badań i analiz, ale w zakresie obowiązków policjanta powinno być krytyczne spojrzenie na możliwość zaistnienia danej kolizji w przedstawianej mu wersji. Autor artykułu spotkał się już z kilkoma przypadkami, w których policjant zebrał dowody pozwalające na wykluczenie powstania kolizji w podanym przez uczestników miejscu lub okolicznościach. Najlepiej posłużyć się przykładem.

Policja została wezwana na miejsce kolizji, której sprawcą miał być kierowca samochodu Opel

Kadet. Wyjeżdżając z drogi podporządkowanej, samochód ten miał uderzyć w prawy bok samochodu Opel Vectra jadącego drogą z pierwszeństwem. Policjanci zwrócili uwagę na dwa elementy: dość liczne i równomiernie rozłożone odłamki szkła na fotelu kierowcy samochodu Opel Vectra (Fot.1) oraz dziwne ślady na prawych drzwiach i prawym przednim błotniku tego samochodu (Fot. 2).



Fot 1. Odłamki szkła na fotelu kierowcy samochodu Opel Vectra



Fot 2 Ślady na prawym przednim błotniku samochodu Opel Vectra.

Postawiona przez policjantów hipoteza dotycząca wyjaśnienia mechanizmu powstania tych śladów okazała się trafna, gdy zażądali od uczestników zajścia ściągnięcia butów (Fot. 3).



Fot 3. Rzeźba podeszew butów „poszkodowanego” i „sprawcy „

Nie ulegało żadnej wątpliwości, że te „dziwne" ślady pochodzą od kopania samochodu Opel Vectra butami o takiej rzeźbie bieżnika, jaką miały buty uczestnika kolizji. Ponadto - gdyby jakaś osoba siedziała na miejscu kierowcy samochodu Opel Vectra, wówczas na fotelu kierowcy nie mogłoby się znajdować tyle odłamków szkła z rozbitej szyby prawych przednich drzwi tego samochodu. Należy

zwrócić uwagę, że w przedstawionym przypadku wykonanie dokumentacji fotograficznej stanowiło niezbędny i niepodważalny dowód w sprawie (nb. uczestnicy przyznali się do próby wyłudzenia odszkodowania i nawet podali jak ta kwota miała być podzielona). Gdyby tej dokumentacji nie było, albo gdyby były tylko zdjęcia owych śladów na samochodzie, wówczas sprawa skończyłaby się jedynie teoretycznymi dywagacjami i prawdopodobnie firma ubezpieczeniowa musiałaby wypłacić odszkodowanie. W rzeczywistości, w analizowanym przypadku doszło do zderzenia tych samochodów, o czym świadczyły rozrzucone na jezdni odłamki szkła i suche błoto, ale w chwili zderzenia samochód Opel Vectra stał (mało bowiem prawdopodobna jest jazda bez kierowcy). To ustalenie, w połączeniu z udowodnionym kopaniem tego samochodu, może stanowić podstawę dla odmowy wypłaty właścicielowi samochodu Opel Vectra odszkodowania z ubezpieczenia OC właściciela samochodu Opel Kadet.

Niestety, trzeba stwierdzić, że wiele z policyjnych notatek potwierdza nie-prawdę, co wynika stąd, że policjant na miejscu zdarzenia nie zadał sobie trudu sprawdzenia, czy dany samochód w ogóle mógł przyjechać na miejsce zdarzenia. Trudno sobie np. wyobrazić jazdę samochodu z odkręconym alternatorem. W innym przypadku policjantowi nie dały nic do myślenia widoczne gołym okiem stare zmiany korozyjne na samochodach, które kilkadziesiąt minut wcześniej miały się zderzyć.

Najprostszą próbą sprawdzenia, czy samochód stosunkowo niedawno jechał (policja przyjeżdża na miejsce zdarzenia najczęściej przed upływem jednej godziny) jest dotknięcie dłonią typowych elementów samochodu utrzymujących dość długo ciepło (chłodnica, misa olejowa, silnik). W wielu przypadkach na miejsce zdarzenia samochód jest bowiem przywożony na lawecie. Są też, niestety, udowodnione przypadki fałszywych notatek, sporządzonych zarówno bez udziału policjanta (po wcześniejszej kradzieży druków), jak też z udziałem policjantów, którzy świadomie potwierdzili w notatkach nieprawdę.

12.1.4. Firmy ubezpieczeniowe

Możliwość sprawdzania okoliczności wypadku (kolizji) przez instytucję ubezpieczeniową wynika z zapisu w § 26 Rozporządzenia Ministra finansów z dnia 24 czerwca 2000 r. w *sprawie ogólnych warunków obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej posiadaczy pojazdów mechanicznych za szkody powstałe w związku z ruchem tych pojazdów* (Dz. U. Nr 26, póź. 310). Oczywiście nie w każdym przypadku firmy ubezpieczeniowe wdrażają skomplikowaną i kosztowną procedurę sprawdzania okoliczności zdarzenia. Podjęcie tych czynności jest wskazane, gdy zostaną zauważone następujące, charakterystyczne cechy, wskazujące na możliwość próby wyłudzenia odszkodowania:

- kolizja zaistniała w odludnym miejscu,
- kolizja miała miejsce w godzinach wieczornych albo nocnych,
- nastąpiło zajeżdżenie drogi bez kontaktu między pojazdami.
- kierowcy samochodów byli w młodym wieku¹⁾,
- udział trzech pojazdów, z których dwa są dobrej klasy (np. BMW, Mercedes), a sprawcą jest stary samochód o małej wartości (Fiat 126p, FSO, Polonez 1500)²⁾.

Pracownicy firm ubezpieczeniowych popełniają niestety wiele błędów, których konsekwencją jest brak możliwości zweryfikowania przebiegu kolizji. Najczęściej są popełniane następujące błędy.

- Brak zakwalifikowania sprawy jako wymagającej wyjaśnienia od razu w momencie zgłaszania szkody, co powoduje znaczne opóźnienie w podejmowaniu czynności wyjaśniających.
- Sporządzanie dokumentacji fotograficznej uszkodzonego samochodu, która pomimo dużej liczby zdjęć (niekiedy kilkadziesiąt), jest nieprzydatna do badania korelacji uszkodzeń³⁾.

- Pozostawienie w aktach zdjęć bez żadnego opisu. W takim przypadku często możliwość wykorzystania tych zdjęć jest bardzo ograniczona. Jako regułę należy przyjąć, że każde zdjęcie powinno być opisane.
- Brak albo znaczna zwłoka w dokonaniu oględzin pojazdu sprawcy i miejsca zdarzenia.
- Brak profesjonalizmu przy prowadzeniu oględzin miejsca zdarzenia. Pracownicy firmy ubezpieczeniowej wykonujący oględziny często nie znajdują ewidentnych śladów kolizji, np. przeszczepień lakieru na słupie czy na drzewie.

Cechą charakterystyczną spraw o wyłudzenie jest wskazywanie fikcyjnego miejsca zdarzenia. Ma to miejsce szczególnie wtedy, gdy „poszkodowany” był pod wpływem alkoholu i obawia się, że ta okoliczność może być potwierdzona przez świadków, którymi mogli być okoliczni mieszkańcy. Występuje to także wtedy, gdy „poszkodowany” nie chce, aby przygodni świadkowie ujawnili prawdziwe okoliczności zdarzenia. Często samochód „sprawcy” zdarzenia należy do rodziny „poszkodowanego”, do kogoś z bliskiego kręgu znajomych (z pracy, miejsca zamieszkania), albo jest to samochód należący do jakiejś firmy.

Coraz częściej zdarzają się sytuacje odwrotne do wyłudzeń, gdy faktycznie doszło do zdarzenia („sprawca” na miejscu zdarzenia napisał oświadczenie, w którym przyznał się do spowodowania kolizji), a po upływie pewnego czasu - w trakcie czynności wyjaśniających prowadzonych przez firmę ubezpieczeniową sprawca celowo pomniejsza swój udział w powstaniu szkody, albo w ogóle wypiera się spowodowania zdarzenia, aby nie utracić zniżki za bezszkodową jazdę.

W takich przypadkach, firmy ubezpieczeniowe z reguły odmawiają wypłaty odszkodowania w ogóle, bez zbadania okoliczności zdarzenia. Zebrane informacje niekiedy pozwalają na udowodnienie, że przebieg zdarzenia był zgodny z wersją podaną przez poszkodowanego i zapisaną przez sprawcę w pierwszym oświadczeniu. Problem prawny dotyczący tego typu przypadków wykracza poza ramy niniejszego artykułu

12.1.5. Biegły, rzeczoznawca

Negatywną specyfiką spraw o wyłudzenia odszkodowań z instytucji ubezpieczeniowych jest niezmiernie ubogi materiał dowodowy, zwłaszcza rzeczowy. Z reguły na miejscu takiego zdarzenia nie ma policji, ponieważ przy kolizjach nie ma obowiązku jej wzywania. Z tego też powodu brak jest protokołu oględzin miejsca zdarzenia, szkicu i dokumentacji fotograficznej. Jeśli nawet policja pojawia się na miejscu zdarzenia, to jak już wspomniano, najczęściej ogranicza się do spisania dość lakonicznej notatki urzędowej, która jest mało przydatna dla wyjaśnienia okoliczności zdarzenia.

Przebieg zdarzenia można zazwyczaj próbować odtworzyć jedynie na podstawie relacji uczestników zdarzenia. Z dowodów rzeczowych najczęściej jest tylko dokumentacja fotograficzna uszkodzeń samochodu należącego do osoby zgłaszającej roszczenie, choć przy zderzeniach

¹⁾ Przykładowo, od pewnego czasu, w których sprawach, w których ewidentnie doszło do wyłudzenia, samochodem „poszkodowanego” kierowała młoda i ładna dziewczyna, która pożyczyła samochód od właściciela. Zapewne dziewczyna miała „pozytywnie” wpłynąć na policjantów na miejscu kolizji oraz na pracowników firm ubezpieczeniowych.

²⁾ W takich przypadkach scenariusz jest bardzo podobny. Samochód „sprawcy”, o niewielkiej wartości, uderza w tył jednego z „dobrych” samochodów, który oczekiwał na możliwość wykonania skrętu w lewo. Po wypchnięciu tego samochodu na lewą połowę; jeździ dochodzi do zderzenia z nadjeżdżającym z przeciwka drugim „dobrym” samochodem.

³⁾ Na temat zasad prawidłowego sporządzania dokumentacji fotograficznej uszkodzonych samochodów patrz np. artykuł w numerze 2-3, z 1999r. „Paragrafu”.

samochodów spotyka się także zdjęcia drugiego samochodu. W aktach szkodowych bywają również wyniki oględzin wskazanego przez uczestników kolizji miejsca zdarzenia, przeprowadzonych przez pracowników instytucji ubezpieczeniowych albo firm (lub rzeczoznawców) działających na zlecenie tych instytucji

Najczęściej, czy to na etapie dochodzenia, czy też. rozpoznawania sprawy w sądzie, biegły nie ma możliwości dokonania oględzin uszkodzonych pojazdów, które już dawno zostały naprawione. Wtedy pozostaje jedynie analiza dokumentacji fotograficznej zawartej w aktach szkodowych. Z praktyki wiadomo, że nawet po upływie kilku lat wskazane jest dokonanie oględzin wskazywanego miejsca zdarzenia, gdy znajduje się ono poza jezdnią. Na miejscu zdarzenia można znaleźć ślady w postaci płytek lakieru, odłamków szkła, lub odłamanych części wyposażenia samochodu. Ślady te mogą znajdować się na podłożu lub na przeszkodach (drzewach, słupach). Do znalezionych śladów należy podchodzić bardzo krytycznie, ponieważ mogły one zostać upozorowane.

Zadaniem stawianym przed biegłym jest z reguły zweryfikowanie wersji przebiegu zdarzenia podawanej przez „poszkodowanego” i „sprawcę”. W wielu sprawach wersje obu uczestników zdarzenia są odmienne, co ma istotne znaczenie, zwłaszcza dla organu procesowego.

Jako przyczyna zdarzenia najczęściej jest podawane zajechanie drogi „poszkodowanemu” przez „sprawcę”. Zweryfikowanie takiej wersji zdarzenia jest bardzo trudne i tylko w niektórych przypadkach, stosunkowo rzadko, istnieje możliwość zaprzeczenia, albo potwierdzenia tej wersji. Gdy nie ma możliwości zweryfikowania wersji o zajechaniu drogi, wówczas biegłemu pozostaje zbadanie, czy uszkodzenia na samochodzie odpowiadają, pod względem charakteru i wielkości, uderzeniu w przeszkodę, która została wskazana przez uczestników zdarzenia.

12.1.6. Uderzenia samochodów w przeszkody

Jako przeszkody, w które uderzył samochód poszkodowanego najczęściej podaje się: drzewa, słupy lub inne przeszkody, a czasem pojazdy. Zadaniem biegłego jest ustalenie, czy uszkodzenia samochodu powstały od uderzenia w słup albo drzewo (inną przeszkodę), wskazane przez poszkodowanego.

Uszkodzenia płaskich powierzchni samochodu od uderzenia w drzewo albo słup są często charakterystyczne i dlatego nie ma większych problemów ze stwierdzeniem, że uszkodzenia te faktycznie mają takie pochodzenie. Typowe uszkodzenie samochodu osobowego od uderzenia w betonowy słup o przekroju kwadratowym i samego słupa są widoczne na (fot. 4). Na zdjęciu samochodu widoczne są dwie charakterystyczne krawędziste wgniecenia, których odległość odpowiada szerokości słupa. Przy innych słupach, np. o przekroju sześciokątnym czy ośmiokątnym, obraz uszkodzeń samochodu będzie inny - odpowiedni do kształtu słupa.

Niekiedy możliwe jest wykluczenie powstania uszkodzeń danego samochodu; uderzenia w konkretne, wskazane drzewo, ze względu na brak korelacji pomiędzy uszkodzeniami samochodu a wielkością poprzecznego przekroju drzewa. Rozmiar objętego wgnieceniem obszaru na samochodzie nie może być znacznie większy albo mniejszy od średnicy drzewa. Nie ulega wątpliwości, że rozmiar wgniecenia na samochodzie nie może być mniejszy od poprzecznego wymiaru drzewa. Jeśli przed zderzeniem samochód nie wpadł w poślizg, to wielkość wgniecenia powinna dość dobrze odpowiadać wymiarowi poprzecznemu drzewa. W przypadku uderzenia w drzewo samochodu będącego w poślizgu, wgniecenie na samochodzie może być nieco większe w stosunku do rozmiaru drzewa.

Na drzewie powstają charakterystyczne ślady, które z reguły pozwalają na ustalenie, czy faktycznie dany samochód w nie uderzył.

Takimi śladami są:

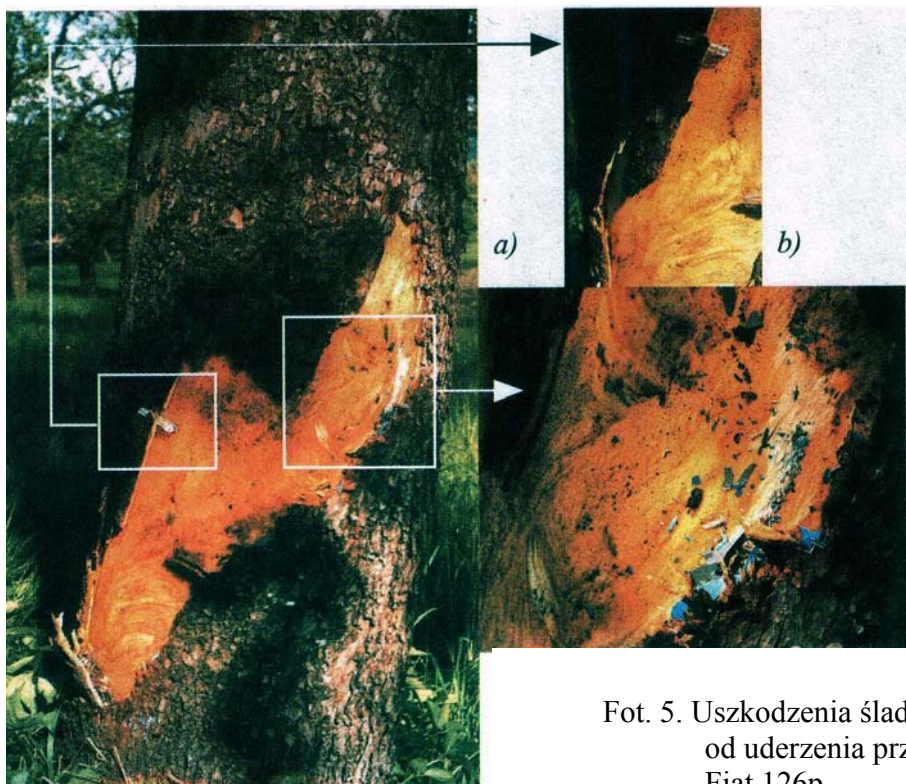
- uszkodzenia kory,
- płytki lakieru, odłamki szkła, kawałki tworzyw sztucznych, wbite w strukturę
- przeszczepienia tworzywa sztucznego ze zderzaka.



Fot. 4. Uszkodzeniu słupa i samochodu, który w ten słup uderzył.

Uszkodzenia kory drzewa są bardzo zróżnicowane. Charakter i wielkość uszkodzeń kory zależy przede wszystkim od jej twardości i spoistości z rdzeniem, to zaś jest związane z gatunkiem drzewa. W przypadku gdy kora jest luźno związana z rdzeniem drzewa, zostanie ona oderwana na znacznej powierzchni, niejednokrotnie na powierzchni nawet większej, niż obszar bezpośredniego kontaktu samochodu z drzewem (Fot. 5a). Gdy kora drzewa jest bardzo twarda, wówczas następuje jedynie jej otarcie, bez oderwania od pnia (Fot. 6). Zatem brak oderwania kory od drzewa nie stanowi, a co najmniej nie musi stanowić dowodu, że samochód nie uderzył w to drzewo. Pomiędzy szczeliny w korze drzewa wbijają się w sposób charakterystyczny płytki lakieru (wskazane białą strzałką na Fot. 6) oraz płytki lakieru i odłamki szkła (widoczne na Fot. 5b, c). Na drzewie może również wystąpić ślad w postaci przeszczepienia tworzywa sztucznego ze zderzaka samochodu (dolna część Fot. 6).

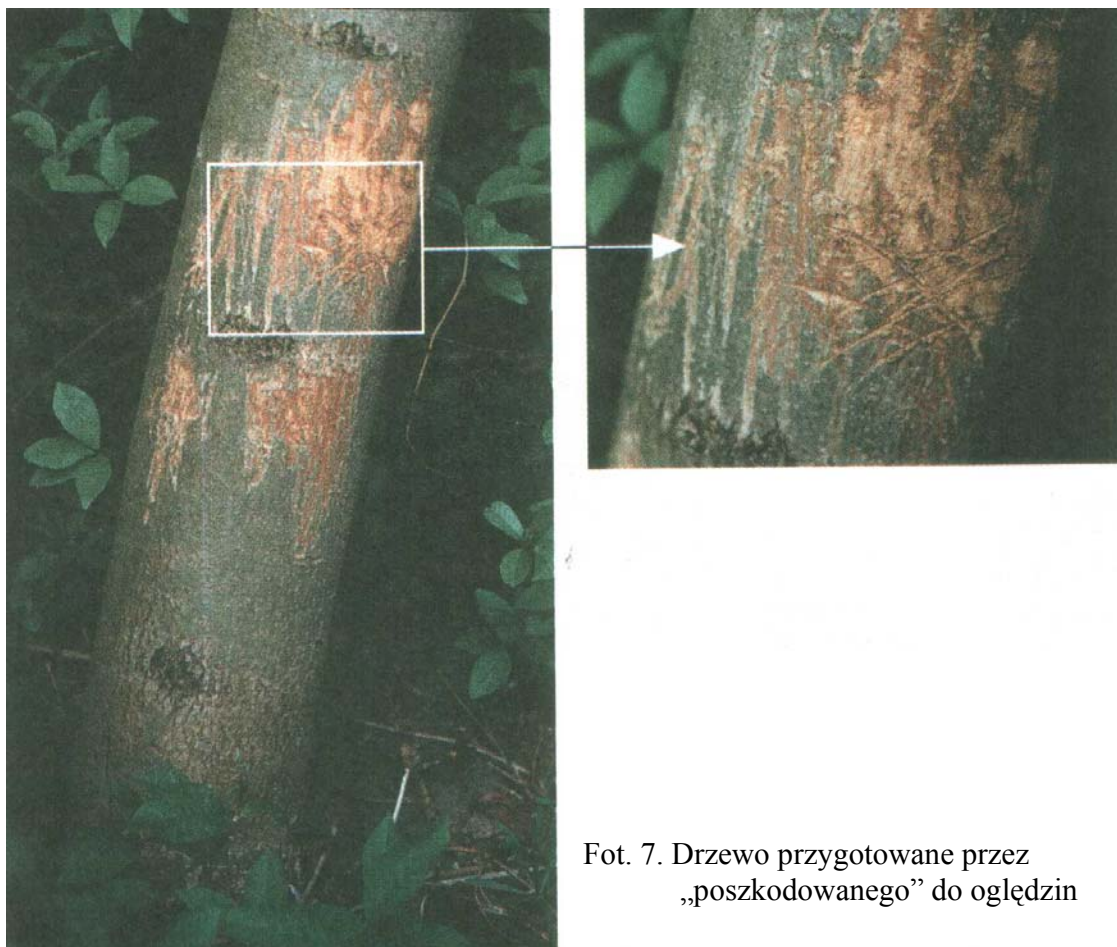
Spotykane są nierzadko przypadki pozorowania miejsca zdarzenia, poprzez celowe uszkodzanie kory drzewa (najczęściej siekierą- Fot. 7) oraz. podrzucanie kawałków lakieru i odłamków szkła, a także części samochodowych w pobliżu drzewa. Często jest możliwe wykrycie tego typu manipulacji.



Fot. 5. Uszkodzenia ślady na drzewie od uderzenia przez samochód Fiat 126p



Fot. 6. Uszkodzenia i ślady na korze drzewa od uderzenia przodem samochodu Fiat 12p



Fot. 7. Drzewo przygotowane przez „poszkodowanego” do ogłędzin

Należy zwrócić uwagę, iż raz uszkodzona kora drzewa już nigdy się w pełni nie zregeneruje. Z praktyki znane i potwierdzone są przypadki, kiedy ogłędziny drzewa, dokonywane po upływie kilku lat od chwili zdarzenia, ujawniały identyczny ubytek kory, jak bezpośrednio po wypadku. Występujące niekiedy w następstwie uszkodzeń narośla na korze drzewa można odróżnić od jej zdrowej części.

Otarcia i przeszczepienia lakieru powstają również na przydrożnych betonowych słupach. Utrzymują się one jednak na nich zazwyczaj tylko przez krótki czas, uzależniony od działania czynników atmosferycznych. Intensywny opad deszczu, a w szczególności błoto wyrzucane spod kół przejeżdżających samochodów dość szybko zaciera takie ślady. Na słupie stojącym w pewnej odległości od drogi płytki lakieru mogą pozostawać nawet przez kilka lat. Przy ujawnianiu tych płytek wskazane jest korzystanie ze szkła powiększającego. Niekiedy zdarza się, że płytka lakieru przylega do słupa wierzchnią warstwą lakieru, a na zewnątrz widoczny jest często popielaty lakier podkładowy. Po upływie znacznego czasu płytka taka jest słabo widoczna na szarym tle betonowego słupa.

Również na ścianie budynku powstają charakterystyczne ślady od uderzenia samochodu osobowego (fot. 8). Od tarcia naroża samochodu powstały na ścianie podłużne otarcia tynku, a wskutek

tarcia przedniego zderzaka tworzywo sztuczne przeszczepiło się na zewnętrzną warstwę tynku (ciemne plamy na dolnej części Fot. 8).



Fot. 8. Ślady na tynku muru budynku od uderzenia samochodem osobowym.

12.1.7. Zderzenia samochodów

Przy weryfikacji szkód pochodzących ze zderzeń pojazdów, zasadnicze znaczenie ma wzajemna korelacja uszkodzeń obu pojazdów. Analizując uszkodzenia należy brać pod uwagę:

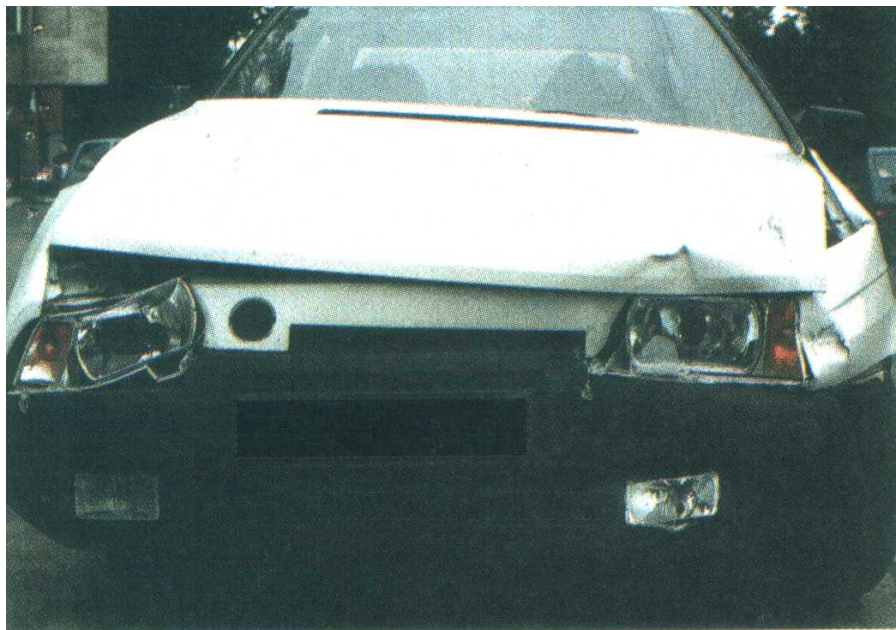
- występowanie na pojazdach takich elementów, które mogły spowodować powstanie zarejestrowanych uszkodzeń,
- wzajemne odpowiadanie sobie wielkości deformacji,
- indywidualne, charakterystyczne ślady, dowodzące wzajemnego kontaktu pojazdów.

Gdy dysponujemy dokumentacją fotograficzną uszkodzeń samochodów oraz znamy przedstawioną przez uczestników wersję zdarzenia, wówczas należy sprawdzić, czy na obu pojazdach są takie elementy, które mogły spowodować powstanie określonych uszkodzeń. Najlepiej jest przystawić do siebie uszkodzone samochody i sprawdzić korelację uszkodzeń. Przy badaniu korelacji nie można zapominać o dynamice ruchu samochodu. Pod wpływem sił podłużnych i poprzecznych nadwozie zmienia swą pozycję w stosunku do sytuacji statycznej.

W przypadku zderzeń samochodów częste są uszkodzenia, które nie powstają na zasadzie „odbicia pieczętki”, tj. dokładnego odwzorowania elementu jednego z samochodów, który spowodował uszkodzenia drugiego. Jest to związane z niejednorodnością struktury wytrzymałościowej samochodów, np. z występowaniem różnic w komponowanych wzmocnień.

Prześledźmy korelację uszkodzeń na podstawie przypadku, w którym faktycznie przód samochodu Skoda - Favorit (fot. 9) uderzył w prawy bok samochodu Ford Sierra (fot. 10,11). Po uderzeniu

podczas zarzucenia prawy tylny narożnik samochodu Ford uderzył jeszcze w lewe przednie drzwi innego samochodu (fot. 12).



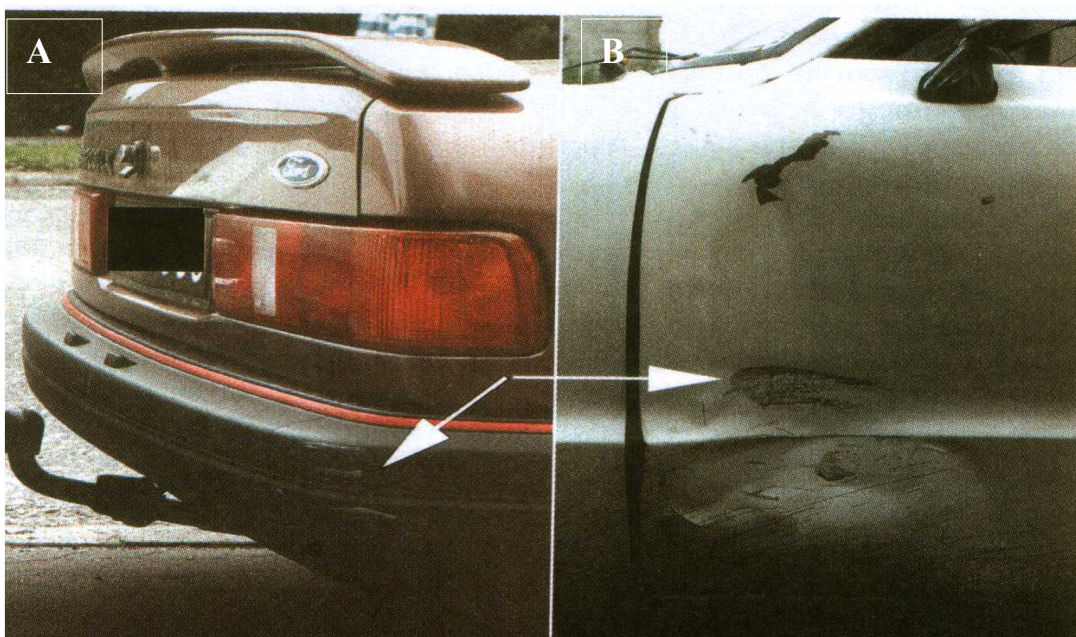
Fot. 9. Uszkodzenia przodu samochodu Skoda Favorit.



Fot. 10. Uszkodzenia prawego boku samochodu Ford ze śladami przeszczepienia białego lakieru.



Fot 11. Uszkodzenie prawego boku samochodu Ford



Fot 12. Korelacja śladów na prawym tylnym narożniku samochodu Ford (A) i lewych przednich drzwiach innego samochodu (B)

Uszkodzenia przodu samochodu Skoda są typowe. Przy czym na lakierze tego samochodu nie ma przeszczepień lakieru z samochodu Ford. Na prawym boku samochodu Ford widoczne są liczne przeszczepienia białego lakieru z samochodu Skoda. Taki przypadek jest typowy dla sytuacji, w której dojdzie do zderzenia samochodów, których lakiery mają różną twardość: w tym przypadku lakier samochodu Ford był twardszy niż lakier samochodu Skoda. Rozmiar uszkodzeń prawego boku

samochodu Ford nie ograniczył się do strefy bezpośredniego kontaktu z samochodem Skoda. Uszkodzenia sięgają wyżej, ale w tych miejscach nie ma już śladów od bezpośredniego kontaktu odkształczanych elementów. Również próg samochodu Ford został wgnieciony, ale w sposób pośredni tj. przez przemieszczony słupek środkowy.

Na prawym tylnym narożniku samochodu Ford widoczne są ślady otarcia i przeszczepienia jasnego lakieru (Fot. 12a). Ślad ten znajduje swoje odzwierciedlenie na lewych przednich drzwiach samochodu (Fot. 12b), na których widoczne jest wgniecenie ze śladami przeszczepienia ciemnej substancji. Uszkodzenia drzwi samochodu sięgają wyżej (Fot. 12b), pomimo że na prawym tylnym narożniku samochodu Ford nie ujawniono śladów kontaktu. Jest to typowy skutek uderzenia w płaską powierzchnię blachy, której odkształcenia nie ograniczają się jedynie do strefy bezpośredniego kontaktu.

12.2. Węzłowe problemy organizacyjne i techniczne ekspertyz dotyczących wyludzenia odszkodowania

12.2.1. Prowadzenie postępowań o wyludzenie odszkodowań

Powszechny obowiązek ciążyący na właścicielach pojazdów, nakazujący ubezpieczanie pojazdów mechanicznych od odpowiedzialności cywilnej (OC) właściciela pojazdu, i ubezpieczenia rolników OC powoduje, że w praktyce wszystkie pojazdy są w pewnym stopniu ubezpieczone tj. przynajmniej w zakresie regresu za szkody wyrządzone osobom i pojazdom obcym. Fakt nie zapłacenia ubezpieczenia przez osobę powodującą szkodę nie przesądza o niemożliwości dochodzenia zadośćuczynienia przez osobę poszkodowaną przynajmniej w zakresie jej dotyczącej, gdyż obowiązek ten przejmuje fundusz gwarancyjny. Podstawą wypłaty jakiegokolwiek odszkodowania jest pomyślnie zakończony proces weryfikacyjny zdarzenia prowadzony przez instytucję ubezpieczającą. Proces ten czasami trwa pewien okres czasu, co przy poważnej szkodzie wymusza zaangażowanie znacznych środków na naprawę pojazdu zanim dokonany zostanie ich zwrot. Sprawdzenie okoliczności wypadku lub kolizji przez instytucję ubezpieczeniową możliwe jest i zasadne na mocy odpowiedniego rozporządzenia Ministerstwa Finansów. Przepis ten nie wprowadza żadnych wymogów co do sposobu prowadzonego postępowania weryfikacyjnego, ani rodzaju dokumentów sporządzanych w tych okolicznościach. Rutynowe postępowanie prowadzone jest więc przez pracowników danej instytucji i tylko w nielicznych przypadkach dostarczane są materiały mogące potwierdzać okoliczności zdarzenia pochodzące od Policji. Mnogość instytucji ubezpieczeniowych utrudnia wypracowanie wspólnej systematyki oraz wymianę danych choć próby ustalenia wspólnej strategii zaczynają już być widoczne. Paradoksem jest tutaj to, że np.: przy próbie włamania do piwnicy – zgłoszonej na Policję – niejednokrotnie używa się pełnego arsenału środków np.: oględziny przez technika kryminalistyki, protokoły itd. mimo, że szkoda ma często niewielką wartość (np.: rower), natomiast przy szkodzie wartości rzędu 60 tys. złotych jedynymi dokumentami są zapiski właściciela na protokole zgłoszenia szkody i oględziny pojazdu dokonane np. w warsztacie blacharskim w terminie znacząco odległym od daty zdarzenia. Częstokroć nawet nieznane jest miejsce zdarzenia, gdyż faktyczne jest ukrywane z uwagi na możliwość potwierdzenia odmiennych okoliczności jego przebiegu.

I właśnie nad takimi dokumentami rozpoczynają pracę służby instytucji ubezpieczeniowej mającej dokonać weryfikacji takiego zdarzenia.

Jeśli zdarzenie polegało na niefortunnym manewrze unikowym zakończonym np. wjazdem do rowu lub uderzeniem o drzewo, to zasadniczym problemem jest ustalenie okoliczności takiego zdarzenia, zgodności miejsca zdarzenia podanego w zgłoszeniu z faktycznym miejscem kolizji oraz zgodności

uszkodzeń pojazdu z możliwościami ich powstania w tych okolicznościach. Poszukuje się zatem uszkodzeń rowu, drzewa, pozostałości po pojeździe mając nadzieję, że tam się znalazły w sposób naturalny. Upływ czasu od chwili zdarzenia do oględzin jest z reguły wystarczający, aby nierzetelni sprawcy zdążyli “przygotować” miejsce do oględzin. Ogromnej wiedzy i doświadczenia wymaga wtedy odróżnienie sfabrykowanych śladów od oryginalnych śladów na tym podłożu. Brak jest również możliwości faktycznego przyłożenia kształtu uszkodzonego pojazdu do przeszkody, przez co uprawdopodobnienie powstania określonych uszkodzeń opiera się w znacznej mierze na przewidywaniach, a nie na konfrontacji “ślądu i narzędzia”. Świadomość takiego, a nie innego procesu dochodzenia do prawdy powoduje powstanie sprzyjających okoliczności, które zachęcają do próby oszustwa. Z drugiej strony powstają zasadnicze trudności w argumentowaniu ewentualnego nieprzystawiania śladów do okoliczności zdarzenia. W tej sytuacji często spotyka się w materiale sprawy dokument odmawiający przyznania odszkodowania, w którym jedynym argumentem jest stwierdzona niezgodność uszkodzeń, bądź niemożność ich powstania w opisywanym miejscu i okolicznościach. Niezależnie od wiedzy i zdolności prowadzących tą weryfikację materiał do opiniowania jest z reguły wyjątkowo ubogi, natomiast często spotykane wnioski z tych ekspertyz są niezwykle kategoryczne. Jeśli uświadomimy sobie, że biegli ci działają na zlecenie i za pieniądze instytucji ubezpieczeniowej, to łatwo sobie wyobrazić opór strony poszkodowanej takim rozstrzygnięciem, który rośnie wraz z obniżaniem się siły argumentacji tych ekspertyz.

Analogicznie sprawa ma się w przypadku, gdy zdarzenie polega na kolizji dwóch pojazdów ze sobą. Często w takich przypadkach nie interweniuje Policja, lub uczestnicy sami z niej rezygnują (ryzyko mandatu i punktów karnych). Nie ma więc z miejsca zdarzenia żadnych dowodów, pomiarów lub zdjęć ani opisu śladów. Zresztą, jeśli nawet Policja pojawi się na miejscu, to i tak co najwyżej sporządzi notatkę, bez specjalnego badania miejsca zdarzenia ani jego oględzin.¹ Następnie pojazdy zostają przetransportowane do różnych punktów oględzin, często u różnych ubezpieczycieli, gdzie w praktyce zostają potraktowane jako dwa odrębne zdarzenia, a ich jedynym wspólnym punktem jest oświadczenie o spowodowaniu kolizji dostarczone wraz z jej zgłoszeniem. Co prawda czasem w procesie weryfikacji następują poszukiwania drugiego samochodu biorącego udział w zdarzeniu, bądź istnieje możliwość obejrzenia zdjęć drugiego pojazdu, ale nie zawsze jest to regułą, a częstokroć pojazdy są już w trakcie lub po naprawie. Pozostaje zatem znów porównywanie zdjęć, bez możliwości żywej konfrontacji śladów z narzędziami. Porównywanie zdjęć między sobą powinno być co najwyżej ostatnią drogą ratunku, tu zaś staje się podstawowym argumentem weryfikującym zdarzenia. O tym jak łatwo o pomyłki, a często o fałszywe oskarżenie wiedzą tylko ci co znają zawartości wielkich baz danych dotyczących rodzajów i możliwości wzajemnych kolizji pojazdów bądź uczestniczą w specjalistycznych kursach i próbach zderzeniowych.

Dotarcie sprawy do Sądu nadaje jej drugi bieg, ale ilość danych o wypadku i ich jakość w żaden sposób nie zwiększa się. Od tego momentu zmaganiom przed Wymiarem Sprawiedliwości towarzyszyć będą adwokaci strony pokrzywdzonej bardzo dobrze zorientowani w niewielkiej wartości dowodowej zdjęć pojazdów, niepopartych pomiarami, badaniami i obserwacjami. Wszak adwokaci mają bardzo dobre rozeznanie w możliwościach technicznych obecnej kryminalistyki. I tej sytuacji często Sąd będzie musiał stanąć po ich stronie.

¹ Często korzysta się z tego wariantu, by upozorować w dokumentach kolizję, która ma służyć do nałożenia śladów na wcześniej powstałe uszkodzenia. Uszkodzenia pierwotne powstałe z winy kierowcy drogiego pojazdu nie ubezpieczonego w Auto Casco, a następnie pozorowane zderzenie np.: z ciężarówką z winy tej ostatniej czyli z OC w stosunku do pojazdu osobowego.

12.2.2. Umocowania prawne i strategia procesu weryfikacji.

Wspomniana wcześniej ustawa o ubezpieczeniach w zakresie odpowiedzialności cywilnej nakłada na ubezpieczyciela obowiązek przeprowadzenia "postępowania dotyczącego ustalenia stanu faktycznego" nie wskazując sposobu w jaki ma tego dokonać. Stąd też zapewne w Ogólnych Warunkach Ubezpieczenia Odpowiedzialności Cywilnej uchwalonych przez zarządy firm ubezpieczeniowych znaleźć się musiały sformułowania wyjaśniające ten zapis. W jednym z nich wskazano m.in., że "ubezpieczony jest obowiązany udzielić wszelkich wyjaśnień, dostarczyć dostępne dowody potrzebne do ustalenia okoliczności wypadku i rozmiaru szkody oraz umożliwić przeprowadzenie postępowania wyjaśniającego".

Zapis dotyczący umożliwienia przeprowadzenia postępowania wyjaśniającego jest tak szeroki, że znów nie wiadomo co komu wolno lub jak daleko może się ubezpieczyciel posunąć.

Dopóki przeprowadzane są oględziny pojazdu, a nie noszą one charakteru niszczącego, to takim oględzinom nie można nic zarzucić, jeśli jednak w ich trakcie miałyby zostać zbierane jakieś dowody (w szczególności materialne) przeciwko właścicielowi pojazdu, to sprawa wygląda już trochę gorzej.

W postępowaniu wyjaśniającym toczącym się w jakiejś konkretnej sprawie, ale prowadzonym pod nadzorem Prokuratury, dostępne są środki w postaci zaplecza Policji w postaci techników kryminalistyki jak i Wojewódzkich Laboratoriów Kryminalistycznych. Nie ma wtedy problemu z niemożliwością poboru np.: próbek, o ile jest je jeszcze z czego pobrać. W przeciwieństwie do tego stanu rzeczy, jeśli postępowanie wyjaśniające prowadzi instytucja ubezpieczeniowa, to nie ma ona narzędzi prawnych wystarczających do prawidłowego przeprowadzenia zabezpieczenia dowodów w sprawie, ani też narzędzi technicznych.

Może ona posłużyć się innymi instytucjami fachowymi mogącymi wzmocnić jej skuteczność i zwrócić się do np.: rzeczoznawcy lub innego fachowca albo skorzystać z usług agencji detektywistycznej. Ale te instytucje również w praktyce nie mogą zabezpieczać śladów i ich przekazywać do badań ani badać ich samodzielnie. Ustawa o wykonywaniu zawodu detektywa wskazuje zakres w jakim odbywa się ta działalność², ale jednocześnie niezbyt dokładnie określa metody działania wskazując w art. 7: „detektyw nie może stosować środków technicznych oraz metod i czynności operacyjno-rozpoznawczych, zastrzeżonych dla upoważnionych organów na mocy odrębnych przepisów...”.

Można zatem powiedzieć, że w momencie gdy rozpoznane zostanie prawdopodobieństwo popełnienia przestępstwa, najbardziej celowe byłoby, co najwyżej uniemożliwienie odjazdu samochodem, lub zmieniienia fizycznego stanu śladu i zawiadomienie Policji. Ale nie o to chodziło przecież zleceniodawcy.

Żałómy jednak, że udało się pobrać jakąkolwiek próbkę np.: lakieru i zabezpieczyć próbkę porównawczą. Powstaje zatem nowy stan dowodowy, ale natychmiast pojawiają się następne pytania: czy zostały te ślady prawidłowo pobrane i zabezpieczone, oraz czy ten fakt nie zostanie później zakwestionowany, oraz kto te próbki zbada i czy ewentualny badający ma w tym celu odpowiednie kwalifikacje, wyposażenie i technikę badania. Dotyczy to oczywiście nie tylko lakieru, ale szkła, ziemi, tworzyw sztucznych, kolorów, płynów, śladów opon, kory drzewnej itp.

Nie istnieją bowiem licencjonowane laboratoria kryminalistyczne wyposażone w sprzęt zbliżony do tego jakim dysponuje Policja.

Inny problem stanowi sytuacja gdy z jednego samochodu koloru np. czerwonego przedstawionego ubezpieczycielowi A do oględzin pobrano przeszczepiony kolor lakieru koloru czarnego, a

² 4) Dz.U. nr 12. poz. 110 z 2002 r. w myśl którego detektywi mogą "...sprawdzać wiarygodności informacji dotyczących szkód zgłaszanych zakładom ubezpieczeniowym..."

domniemany sprawca posiada pojazd ubezpieczony w firmie B, do której nie zgłaszał żadnej szkody. Czy ma się on zgodzić się na pobranie ze swojego np.: już odmalowanego samochodu nowej próbki kontrolnej?

Jeśli przeprowadzone postępowanie wyjaśniające wskazuje na możliwość popełnienia niedokładności w opisie przebiegu zdarzenia lub powypadkowego stanu (zwiększenie uszkodzeń), zwykle ubezpieczyciel proponuje ugodę w zakresie wysokości odszkodowania, która bywa często przyjmowana. W przypadku braku zgody właściciel pojazdu często dochodzi swojej straty przed Sądem wszczynając sprawę cywilną. W sytuacji gdy zbiór cech sugeruje chęć całkowitego wyłudzenia nienależnego odszkodowania najczęściej ubezpieczyciel przekazuje zawiadomienie do Prokuratury o próbie popełnienia przestępstwa. W tym drugim przypadku następuje wszczęcie postępowania przygotowawczego, a jego podstawą jest zawiadomienie poszkodowanego. W tym też momencie najczęściej materiały przygotowane przez instytucję ubezpieczeniową zostają załączone w poczet materiałów prowadzonego postępowania. W stosunku do tych materiałów mogą być już kierowane zastrzeżenia. Urząd Prokuratorski najczęściej nie poprzestaje na tym, lecz prawie zawsze wywołuje ekspertyzę biegłego sądowego mającą stan rzeczy potwierdzić. Ale ów biegły – mimo posiadania mocy urzędowej – również może tylko wskazywać konieczność pobierania przez Policję jakichś próbek i ich badania, sam nie mogąc tego dokonać. Tu jednak najbardziej destrukcyjnym elementem jest czas. Stąd też opinie wtórne (a czasem następne) wykonywane na zlecenie Organów Procesowych bazują najczęściej na wielce zawodnych fotografiach, oraz oględzinach miejsca zdarzenia nieraz w dużym odstępie czasowym od jego zaistnienia. Najczęściej nie ma już pojazdów. Trudno jest również sobie wyobrazić, aby Prokurator lub Sąd mieli specjalnie inne możliwości prowadzenia postępowania niż zaliczenie materiałów zebranych przez ubezpieczyciela w poczet dowodów w prowadzonej sprawie i podparcie się ekspertyzą innego biegłego. W ten sposób sankcjonuje się też niektóre dowody nawet jeśli zostały zebrane nieformalnie.

Piętrzące się trudności z analizą zgromadzonego materiału, powszechny brak możliwości rozszerzania badań, kłopoty z weryfikacją zdjęć pojazdów często prowadzą do nadinterpretacji i wyprowadzania wniosków niezbyt rzetelnie umocowanych w materiale. Mnożą się zatem odwołania, kolejne ekspertyzy które obracają się wokół interpretacji zdjęć. Rzadko kiedy istnieje możliwość wpadnięcia na trop rzeczywiście trafnego i jednoznacznego rozstrzygnięcia.

Problem ten jest na tyle poważny, że mnożą się prośby o wykonywanie opinii w sprawach w których już istnieją trzy lub cztery inne ekspertyzy, a Sąd lub strony są dalej niezadowolone lub nieprzekonane. A problemy są tutaj niebagatelne, gdyż prawdziwe wyłudzenie od fałszywego oskarżenia dzieli nieraz wyłącznie błędna interpretacja zdjęcia lub nawet jego niedoskonałe zobrazowanie.

12.2.3. Techniczne możliwości działania.

Najczęściej spotykane sytuacje ruchowe w przypadku zdarzeń drogowych rodzące próby uzyskania nienależnego odszkodowania to:

zjazd z drogi i uderzenie w przeszkodę (przeciwny rowu, drzewo). Jako przyczynę podaje się sytuację drogową spowodowaną przez osobę trzecią, w której co prawda udało się uniknąć kolizji, ale pojazd zgłaszającego został uszkodzony. Stosunkowo łatwo jest znaleźć osobę zgadzającą się przyjąć winę na siebie, gdyż jej pojazd i tak nie został uszkodzony.

- celowe najechanie pojazdem o niskiej wartości (często zakupionym i ubezpieczonym tuż przed zderzeniem) w pojazd o dużej wartości uszkodzony w innych okolicznościach, lub w

pojazd nieuszkodzony, aby otrzymać znaczne sumy odszkodowania, większe niż koszty pobieżnego lub chałupniczego remontu.

- uszkodzenie pojazdu którego nie sposób odsprzedać, przez pojazd ciężarowy,
- dwukrotne przedstawianie do oględzin u różnych ubezpieczycieli tego samego uszkodzonego samochodu, lub dwukrotne przedstawianie do oględzin tych samych uszkodzeń w dużych odstępach czasu, ale z dodatkowym podstawieniem tego samego typu nieuszkodzonego samochodu do ubezpieczenia AC w czasie pomiędzy ww. oględzinami.

Oczywiście są to najczęstsze i najłatwiejsze do wymyślenia sytuacje z którymi mamy do czynienia. Arsenal przemysłnych środków i chwytów jest znacznie większy. Jednakże wszystkie wskazane tu typy zdarzeń powodują zwykle powstanie wielkiej ilości śladów, które nadają się do weryfikacji zdarzenia. Pozostawanie więc tylko materiału zdjęciowego uszkodzonych pojazdów jako jedyne go środka dowodowego skazuje instytucję ubezpieczeniową i rzeczoznawców na drogę najtrudniejszą i chyba najmniej efektywną.

Obecne techniczne możliwości weryfikacji śladów kryminalistycznych w tej dziedzinie są ogromne.

Można przedewszystkim:

- zarejestrować i poddać oględzinom ślady hamowania na miejscu zdarzenia (ich rodzaj, długość i kolejność następstw), aby porównać z deklaracjami słownymi uczestników zdarzenia,
- dokonać zebrania odłamków szklanych z miejsca zdarzenia i dokonać ich badań mikroskopowych i strukturalnych na okoliczność czy pochodzą z deklarowanych pojazdów, czy też zostały tam podsypane, to samo dotyczy części plastikowych świateł głównych i pozycyjnych pojazdów,
- dokonać zabezpieczenia odłamków lakieru zarówno w postaci płytek lakieru jak i przeszczepień na pojazd w celu badań kolorymetrycznych i badań warstwowych na zgodność kolidujących pojazdów ze sobą lub z przeszkodą,
- dokonać porównania śladów tarcia materiałów z tworzyw sztucznych (zderzaki) o powierzchnie lakierowe,
- dokonać zabezpieczenia odłamków kory drzewnej i porównać ją z rodzajem kory drzewa deklarowanego jako przeszkoda,
- dokonać porównania gruntu wbitego w pojazd z gruntem z domniemanego miejsca zdarzenia,
- dokonać oględzin pojazdu w celu potwierdzenia udziału w opisywanym zdarzeniu np.: krotności wywracania się przez dach na podstawie ilości i kierunków śladów otarć,
- dokonać obrysowania na folii charakterystycznych śladów znalezionych na jednym pojeździe i przeniesienia tego obrazu na drugi pojazd w celu poszukiwania punktów wspólnych (można wymieniać pomiędzy instytucjami),
- dokonania pomiarów wysokości położenia np.: zderzaków w konkretnym uszkodzonym pojeździe, a nie w przypadkowym innym,
- dokonania analizy porównawczej (przez nałożenie) charakterystycznych kształtów uszkodzeń wybranych miejsc pojazdu występujących na dwóch fotografiach tego samego pojazdu,

Wszystkie te czynności dają możliwość posiadania śladów o dużej sile dowodowej w przypadku ich pozytywnego badania. W większości znanych nam przypadków niestety nie mamy do czynienia z ani jednym tak znalezionym śladem, a więc nie pozostaje nic innego jak powrót do rutynowego materiału dowodowego, czyli zdjęć.

Wiedząc o takiej ilości niewykorzystanych możliwości zastanowić się należy zatem nad tym jaka siła sprawcza mogłaby zapewnić ich gromadzenie i badanie, i czy instytucji ubezpieczeniowej na tym zależy lub w jakim zakresie, bo jak wiadomo, czynności te wymagają nakładów.

Jednakże często w przypadku zbierania śladów na miejscu, nie jest konieczne ich badanie. Psychologiczny fakt działania takiego systemu zbierania danych i możliwe pozytywne rezultaty badań identyfikacyjnych tego typu najczęściej mogą zniechęcić przypadkowych chętnych do próby uzyskiwania nienależnych odszkodowań. Przeciwnością tego jest brak jakichkolwiek działań w chwili i miejscu zdarzenia, który zachęca do matactwa, głównie z powodu przewidywanych trudności w udowodnieniu czegokolwiek.

Musimy zatem sobie odpowiedzieć na pytanie czy trzeba, i jak, przeciwstawiać się próbom wyłudzenia odszkodowań.

12.2.4. Perspektywy działania

Odpowiedź na tak postawione pytanie, z punktu widzenia moralnego i na gruncie prawa karnego jest oczywiście twierdząca. Nie jest natomiast jasne czy tak jest identycznie z punktu widzenia opłacalności ekonomicznej tego przedsięwzięcia. Tutaj potrzebny jest rachunek ekonomiczny prowadzony przez instytucje ubezpieczeniowe, które muszą określić bilans zysków i strat. Gdyby jednak również ich odpowiedź była twierdząca, to należałoby rozważyć pewne nowe strategie działania.

Wymagają one podjęcia sporych działań głównie w obszarze prawnym i organizacyjnym. Podstawowym problemem jest umożliwienie innym podmiotom na zbieranie śladów i prowadzenie badań kryminalistycznych. Aby nie było wątpliwości co do jakości tych usług powinna to być działalność licencjonowana, po sprawdzeniu zaplecza technicznego i umiejętności. Reglamentacja tych usług do obszaru Policji i/lub na jej sprzeczanie skazuje na barierę niemożności sprostania zapotrzebowaniu. Również angażowanie w to całego aparatu policyjno-prokuratorskiego przy najmniejszym cieniu podejrzenia spowoduje natychmiastowe zablokowanie możliwości działania.

Dlatego odpowiednie rozporządzenia powinny wskazać możliwy i potrzebny zakres tego typu usług. Dobrowolne podpisanie zgody na prowadzenie badań w stosunku do swojego pojazdu może być motywacją do obniżenia stawki ubezpieczeniowej. Trudniejszym problemem są odpowiednie laboratoria i wyszkolenie ludzi. Ale w tym przedsięwzięciu jest też pewna logika psychologiczna.

Świadomość możliwości pobierania śladów i faktyczne ich zabezpieczanie mogą już same zmniejszać ilość chętnych do usiłowania zmiany stanu faktycznego.

Jak widać z wcześniej opisanej sytuacji, zdecydowanie się na prowadzenie intensywnych prac weryfikacyjnych z użyciem całego arsenału środków jest przedsięwzięciem które warto jest podjąć, gdy w sprawie istnieją poważne poszlaki mogące sugerować próbę wprowadzenia w błąd instytucji ubezpieczeniowej. Warto zatem aby pracownicy tych instytucji prowadzący przyjmowanie zgłoszeń i mający kontakt z klientami prowadzili z nimi fachowe rozmowy. Ta fachowość to wykształcenie psychologiczne pozwalające prowadzić rozmowę i interpretować zachowanie się osób. Sposób i kolejność zadawania pytań, a także umiejętność reakcji na zmianę postawy osób indagowanych, mogą doprowadzić do zmiany treści zgłoszenia jeszcze w czasie prowadzonej rozmowy. Z postawy osób można również wyczytać czy posiadane przez nas domysły są bardziej lub mniej prawdopodobne, tak aby można było zracjonalizować działania ubezpieczyciela.

12.2.5. Podsumowanie

W niniejszym tekście wskazano, że dotychczasowa praca osób związanych z tym tematem, a więc pracowników instytucji ubezpieczeniowych, rzeczoznawców, firm detektywistycznych jest bardzo słabo osadzona w prawie. Głównie korzysta się tutaj z możliwości interpretacyjnego rozszerzania własnych możliwości. W praktyce badania weryfikacyjne najczęściej prowadzą jednak do mało efektywnego badania zgodności obrazu zdjęciowego uszkodzeń pojazdów z własnym wyobrażeniem o przebiegu tego zdarzenia. Jest oczywiste, że jest to najgorsza i najslabsza forma zdobywania wiadomości o zdarzeniu, stąd liczne umorzenia spraw prowadzonych w sądach karnych.

1. Wypadki drogowe, Vademecum biegłego sądowego, - Instytut Ekspertyz Sądowych, Kraków 2002 r.
2. A. REZA – „Wyłudzenia odszkodowań komunikacyjnych od firm ubezpieczeniowych”, Paragraf na drodze, Nr.-2/2001r – Instytut Ekspertyz Sądowych – Kraków

EMAT 13

mgr inż. Dariusz BUŁKA

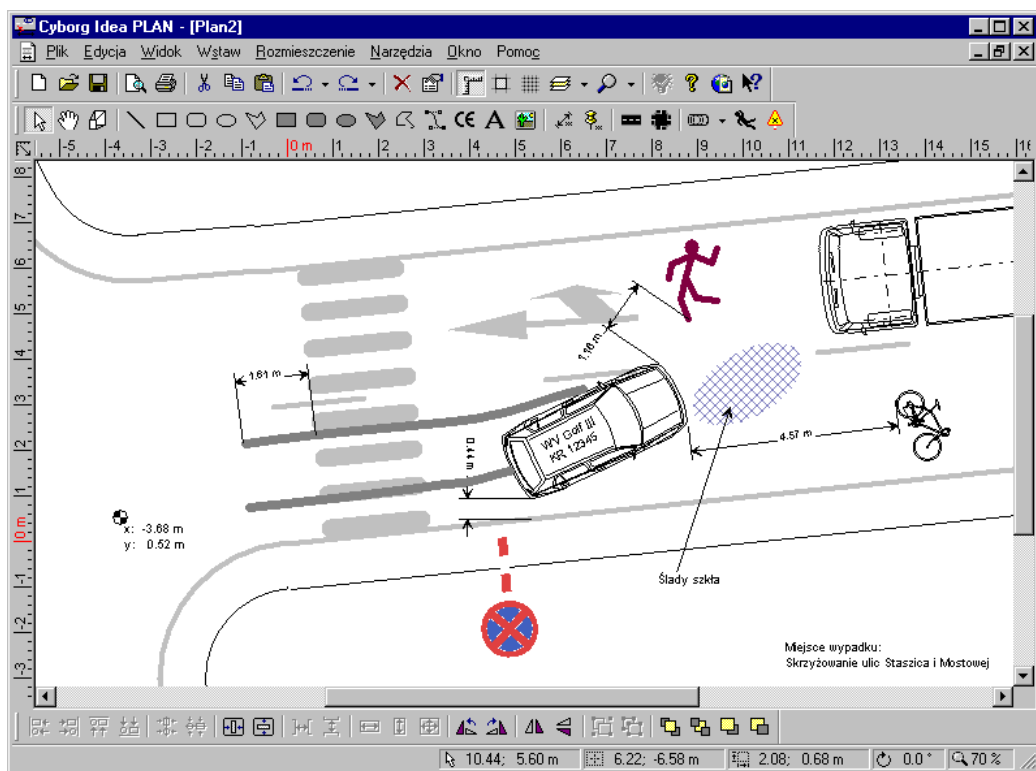
mgr inż. Mirosław MAKOWSKI

PROGRAMY KOMPUTEROWE STOSOWANE W REKONSTRUKCJI WYPADKÓW I ZDARZEŃ DROGOWYCH

13.1. Programy komputerowe do wspomaganie rekonstrukcji wypadków drogowych

13.1.1. Program PLAN

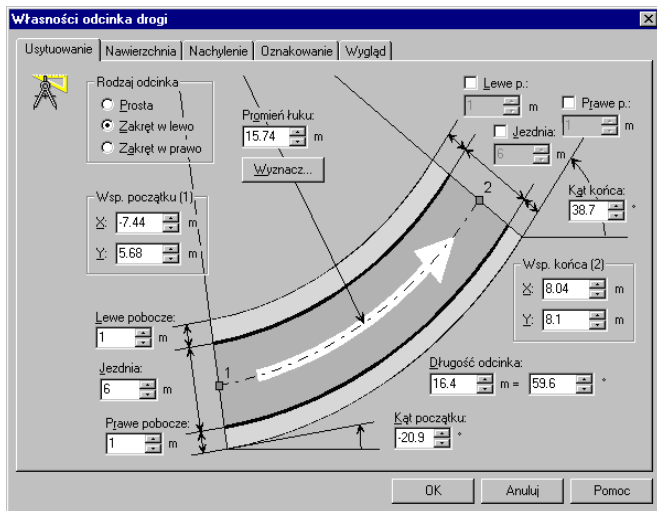
13.1.1.1. Ogólna charakterystyka



Program **PLAN** przeznaczony jest do sporządzania planów sytuacyjnych z miejsca zdarzenia drogowego. Może on służyć zarówno do gromadzenia informacji o miejscu zdarzenia celem udokumentowania zaistniałej sytuacji, jak również do ilustrowania przeprowadzanej późniejszej rekonstrukcji przebiegu wypadku drogowego. Skierowany jest zarówno do służb policyjnych, zobligowanych do zabezpieczenia śladów na miejscu zdarzenia, biegłych sądowych, pracowników firm ubezpieczeniowych zajmujących się likwidacją szkód komunikacyjnych itp..

13.1.1.2. Podstawowe funkcje programu PLAN

13.1.1.2.1. Zautomatyzowane rysowanie odcinków dróg i skrzyżowań

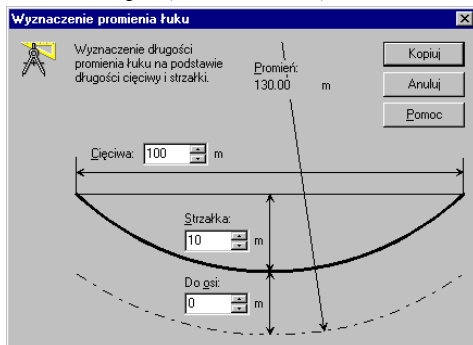


Program **PLAN** posiada rozbudowany system automatycznego kreślenia odcinków dróg i skrzyżowań. Jednym pociągnięciem myszą można wykreślić prosty lub skracający odcinek drogi zawierający pasy ruchu, pobocza i oznakowanie poziome. Przejrzyście zaprojektowane dialogi pozwalają na precyzyjne wprowadzanie rozmiarów poszczególnych elementów odcinków dróg. Usytuowanie takiego odcinka może być również modyfikowane w wygodny i szybki sposób za pomocą myszy. Program został wyposażony w funkcję automatycznie łączącą odcinki dróg lub skrzyżowań tzn. jeżeli przeciągniemy koniec odcinka drogi

dostatecznie blisko zakończenia innego odcinka lub wylotu skrzyżowania - odcinki zostaną automatycznie połączone.

13.1.1.2.2. Pomocnicze obliczenia

Często, w terenie, nie ma możliwości bezpośredniego zmierzenia interesujących nas



wielkości geometrycznych. Można wtedy wyznaczyć tylko niektóre wartości pośrednie. Taka sytuacja zachodzi na przykład w przypadku wyznaczenia promienia łuku drogi. Aby rozwiązać ten problem **PLAN** wyposażony jest w podręczny kalkulator pozwalający wyliczyć nieznaną wartość promienia łuku na podstawie zmierzonej cięciwy i strzałki.

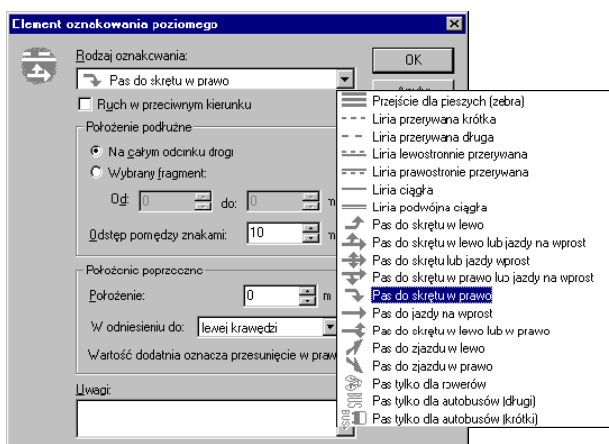
13.1.1.2.3. Oznakowanie poziome

Program **PLAN** zawiera moduł automatycznego rysowania oznakowania poziomego wzdłuż wprowadzonych odcinków drogi. Na danym odcinku mogą równolegle występować różne sposoby

nowego

odcinku

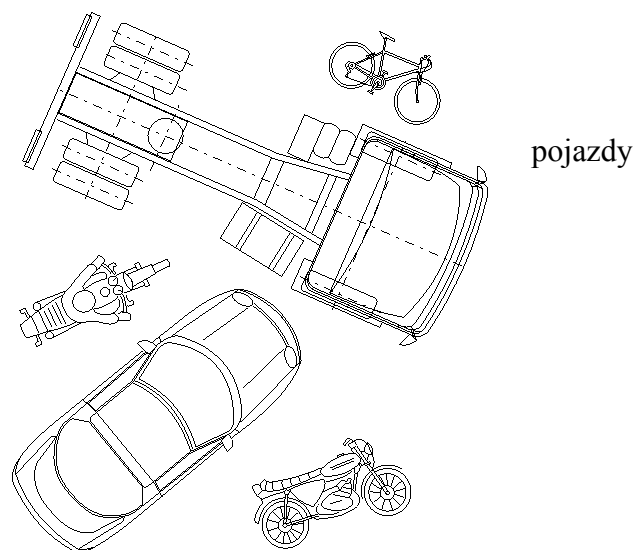
nowym



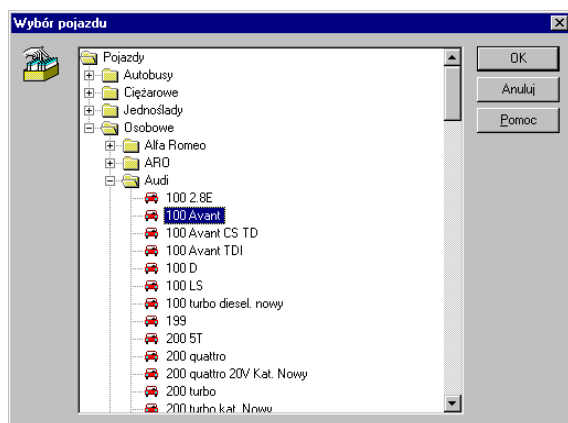
oznakowania. Podczas łączenia odcinka drogi z takim, który posiada wprowadzone oznakowanie - następuje automatyczna kontynuacja oznakowania na nowo dołączonym drogi, tak żeby użytkownik nie musiał powtarzać tych samych czynności na odcinku.

13.1.1.2.4. Sylwetki pojazdów

Program **PLAN** zawiera kilkadziesiąt typowych sylwetek pojazdów lub ich ruchomych elementów. Są wśród nich samochody osobowe, ciężarowe, pojazdy komunikacji zbiorowej, jednoślady a nawet rolnicze. Sylwetki jednośladów występują zarówno w postaci pionowej (jazda lub prowadzenie), jak i leżącej. Dodatkowo istnieje możliwość umieszczenia na rysunku własnej sylwetki pojazdu przeniesionej z innego programu graficznego. Wszystkie sylwetki przechowywane i przetwarzane są w postaci wektorowej tak, że niezależnie od przyjętej skali powiększenia pozostają dokładne i precyzyjne.



13.1.1.2.5. Baza danych pojazdów



Program **PLAN** wyposażony jest w bazę danych zawierającą wymiary oraz typ sylwetki ponad dwa i pół tysiąca różnych pojazdów. Po wybraniu właściwego modelu z bazy danych do planu sytuacyjnego automatycznie wstawiana jest sylwetka odpowiedniego typu i rozmiarów.

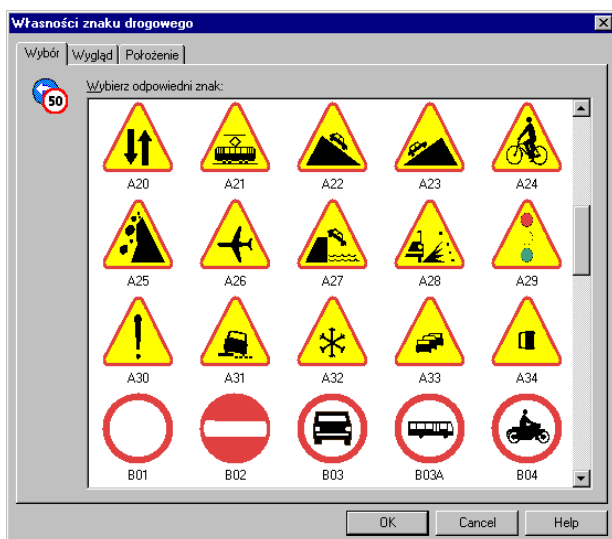
13.1.1.2.7. Położenie ciała



Program **PLAN** zaopatrzony jest w unikalną sylwetkę człowieka, która umożliwia zaznaczenie na szkicu położenia ciała. Położenie poszczególnych kończyn sylwetki może być dowolnie modelowane za pomocą myszy, a program dba o zachowanie odpowiednich, wynikających z anatomii człowieka długości i proporcji. Użytkownik może zadać "wzrost" sylwetki dopasowując ją do analizowanej sytuacji.

13.1.1.2.7. Lista znaków drogowych

Program **PLAN** zawiera listę ponad stu, najczęściej spotykanych, pionowych znaków drogowych. Znaki te, obrócone pod dowolnym kątem i powiększone w wybranej w sposób płynny skali, pozwalają szybko uzupełnić sporządzany szkic. Wszystkie znaki podobnie jak sylwetki pojazdów przechowywane są i przetwarzane w postaci wektorowej.



13.1.1.2.7. Podstawowe funkcje graficzne

Program **PLAN** posiada także zestaw podstawowych i uniwersalnych elementów graficznych, takich jak linie, krzywe, różnego rodzaju figury, teksty czy symbole specjalne. Szczególnie przydatnymi przy sporządzaniu planów na pewno okażą się strzałki, wymiary liniowe oraz znacznik pozycji.

Do programu można również zaimportować bitmapy lub wektorowe metapliki. Dzięki mechanizmowi osadzania możliwe jest również umieszczenie w szkicu obiektu graficznego sporządzonego w innym programie graficznym.

Program **PLAN** potrafi bezpośrednio obsłużyć urządzenia do wprowadzania map bitowych, takie jak fotograficzny aparat cyfrowy, czy też skaner. Można w ten sposób łatwo wprowadzić do szkicu sytuacyjnego np. zdjęcie z miejsca zdarzenia. Wbudowane narzędzia pozwalają skorygować parametry wprowadzonej bitmapy bez potrzeby uciekania się do dodatkowych programów graficznych.

13.1.1.2.9. Możliwości wydruku

Program **PLAN** posiada rozbudowane możliwości w tym względzie. Szkic może być rozrysowany w zadanej przez użytkownika skali na wielu stronach papieru. Już na etapie rysowania program może pokazywać, co zmieści się na poszczególnych stronach wydruku, aby użytkownik mógł lepiej rozplanować szkic. Istnieje także funkcja podglądu wydruku.

13.1.1.3. Pozostałe istotniejsze funkcje

Program **PLAN** wyposażony jest w bardzo rozbudowany system interaktywnej pomocy (Help). Niezależnie od tego w linii statusu programu wyświetlane są krótkie informacje instruujące użytkownika o sposobie przeprowadzenia aktualnej czynności. Uzupełnieniem systemu pomocy w formie elektronicznej jest drukowana instrukcja. Komfort pracy da Państwu możliwość cofnięcia wykonanej operacji i to nie tylko tej ostatniej, ale kilkadziesiąt wstecz. Pochopnie cofniętą operację można przywrócić z powrotem.

13.1.2. Program V-SIM

13.1.2.1. Ogólna charakterystyka programu V-SIM

Program **V-SIM** pozwala wykonać symulację ruchu pojazdów samochodowych w niejednorodnym środowisku uwzględniając zasady dynamiki. Ruch pojazdów oraz ich interakcje z elementami środowiska analizowane są w przestrzeni trójwymiarowej (3D). Program pozwala również symulować na drodze kinematycznej (animować) ruch innych obiektów takich, które nie są pojazdami samochodowymi, a występują w ruchu drogowym. Program posiada rozbudowany edytor graficzny działający na płaszczyźnie (2D) i pozwalający zdefiniować środowisko ruchu oraz umożliwia wizualizację 2D analizowanego ruchu w tym środowisku. Program **V-SIM** posiada wszystkie możliwości graficzne takie jak w programie **PLAN**.

Oprócz symulacji ruchu program V-SIM umożliwia analizę przebiegu i skutków zderzeń pojazdów samochodowych między sobą, z innymi uczestnikami ruchu oraz z przeszkodami terenowymi.

Program wyposażony jest w rozbudowaną bazę danych technicznych pojazdów, które mogą być poddawane symulacji. Baza zawiera szczegółowe dane kilku tysięcy różnych pojazdów. Użytkownik ma możliwość modyfikacji danych zapisanych w bazie, a także możliwość dodawania danych nowych pojazdów. W chwili obecnej program umożliwia symulowanie ruchu pojazdów z kategorii samochody osobowe (klasa M1) oraz lekkie samochody ciężarowe (klasa N1).

13.1.2.2. Opis modelu programu V-SIM

Analiza ruchu pojazdów samochodowych odbywa się według zasad dynamiki przestrzeni trójwymiarowej (3D), z uwzględnieniem pełnych 6 stopni swobody. Pojazd traktowany jest jako bryła sztywna posiadająca pojedynczą masę. W analizie dynamiki ruchu uwzględniane są także momenty bezwładności poszczególnych kół oraz zespołu napędowego.

Model symulowanego pojazdu uwzględnia następujące elementy:

- **Rozkład masy.** Program **V-SIM** umożliwia swobodne zdefiniowanie rozkładu masy pojazdu poprzez wskazanie dowolnego położenia środka masy i głównych momentów bezwładności pustego pojazdu. Przy wyznaczeniu wypadkowego położenia środka masy oraz momentów bezwładności program uwzględnia rozmieszczenie ładunku i pasażerów wewnątrz pojazdu.
- **Zawieszenie.** Program **V-SIM** posiada prosty, kinematyczny model niezależnego zawieszenia kół, uwzględniający pionowy ruch koła. Jednakże siły reakcji występujące w zawieszeniu wpływają na dynamikę ruchu całego pojazdu. Siły te wyznaczone są przy uwzględnieniu, niezależnie dla każdego koła, sztywności o charakterze progresywnym, tłumienia (niezależnie dla fazy kompresji i rozciągania) oraz sztywności drążków stabilizacyjnych. Zastosowany model umożliwia również analizowanie wpływu na ruch różnego stopnia zużycia lub awarii poszczególnych elementów zawieszenia. Pojazdy mogą być wyposażone w od jednej do trzech osi.
- **Koła.** Dla każdego koła niezależnie analizowana jest dynamika jego ruchu obrotowego (uwzględniając po jednym stopniu swobody). Przy wyznaczaniu interakcji opona – nawierzchnia zastosowany jest zaawansowany model opracowany w *Instytucie Bezpieczeństwa Drogowego Uniwersytetu Michigan (HSRI)* przez zespół Dugoffa z uwzględnieniem wprowadzonych później udoskonaleń.
- **Układ kierowniczy.** Układ kierowniczy w programie **V-SIM** realizowany jest przez prosty, kinematyczny model. W modelu tym uwzględniona jest podatność *rzeczywistego układu poprzez korektę poprzecznych sił reakcji opon osi

kierowanej. Układ ten realizuje lub, opcjonalnie nie, zasady Ackermana. Kierowane mogą być dowolnie wybrane osie pojazdu.

- **Układ hamulcowy.** Zastosowany model układu hamulcowego uwzględnia działanie korektora siły hamowania tylnej osi spełniającego wymagania załącznika nr X 13-go regulaminu ECE dla każdego stanu obciążenia z możliwością pracy regulatora liniowego. Parametry układu hamulcowego i rozdzielacza sił zadawane są parametrycznie. Układ hamulcowy może opcjonalnie uwzględniać działanie układu przeciwblokującego (ABS) działającego poprzez modulację momentu hamującego kół w oparciu o ich względny poślizg. Zastosowany model umożliwia również analizowanie wpływu nieprawidłowego funkcjonowania elementów tego układu.
- **Silnik.** Pojazdy mogą być wyposażone w modele silników o zadanej parametrycznie charakterystyce, umożliwiające uzyskanie przez pojazd rzeczywistych wartości przyspieszeń.
- **Układ przeniesienia napędu.** Pojazdy posiadają modele układów przeniesienia napędu zawierające takie elementy jak: sprzęgło, skrzynia biegów z możliwością ręcznej lub automatycznej zmiany przełożenia, przekładnię główną, oraz mechanizm różnicowy. Napęd może być przekazywany na dowolnie wybrane osie pojazdu.

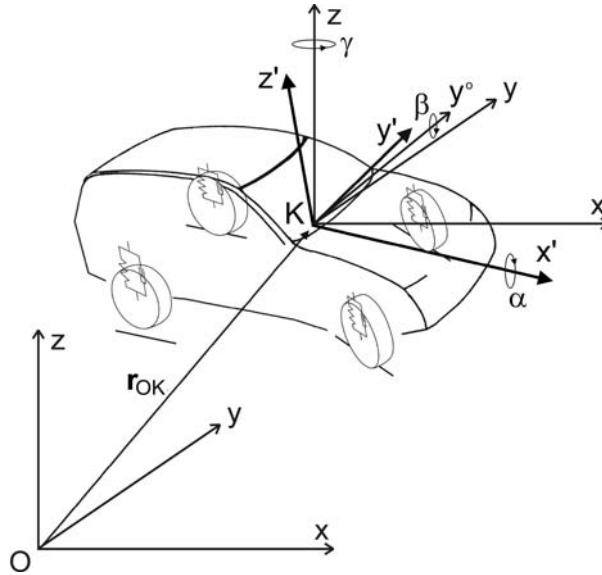
Podsumowując, przy analizowaniu ruchu typowego, 4-kołowego pojazdu, uwzględnianych jest 10 stopni swobody.

13.1.2.3. Model ruchu

Zastosowany w programie **V-SIM** model ruchu pojazdu oparty jest na dyskretnej, kinetycznej, postępującej w czasie symulacji. Pojazd traktowany jest jako bryła sztywna poruszająca się w wyniku oddziaływujących na nią sił zewnętrznych.

Model ten wykorzystuje dwa rodzaje układów odniesienia:

- * Jeden globalny, inercjalny układ współrzędnych, w którym opisane jest chwilowe położenie symulowanych obiektów oraz rozmieszczenie elementów środowiska, oznaczony jako X . Oś z tego układu zorientowana jest przeciwnie do siły grawitacji (pionowo w górę w symulowanym środowisku). Położenie początku tego układu wybierane jest przez użytkownika dowolnie.
- * Nieinercjalne układy współrzędnych związane z każdym z symulowanych pojazdów, oznaczone jako X' . w układach tych wyznaczone są siły zewnętrzne działające na pojazd, wyprowadzane są równania ruchu oraz opisane są położenia elementów składowych poruszających się pojazdów. Środek tego układu znajduje się w środku masy analizowanego pojazdu. Oś x' (podłużna) zdefiniowana jest jako prosta leżąca na przecięciu podłużnej płaszczyzny symetrii pojazdu z poziomą płaszczyzną znajdującą się na poziomie środka masy nieobciążonego pojazdu. Jej zwrot wybrany jest w kierunku naturalnego ruchu pojazdu (do przodu). Oś z' (pionowa) skierowana jest pionowo w górę nieobciążonego pojazdu. Kierunek i zwrot osi z' (poprzecznej) wynika z ortogonalności i prawoskrętności układu.



Rys.13.01. Położenie środka masy w układzie inercyjnym

Położenie środka masy pojazdu w układzie inercyjnym wyznaczone jest przez wektor \vec{r} . Położenie kątowe pojazdu zdefiniowane jest przez macierz obrotu, która może być interpretowana jako złożenie trzech kolejnych obrotów: pierwszy obrót (γ) wokół osi z, drugi obrót (α) wokół jednokrotnie obróconej osi x i trzeci obrót (β) wokół dwukrotnie obróconej osi y.

13.1.2.4. Podstawowe równania ruchu

Ruch pojazdu rozpatrywany jest jako swobodny ruch bryły sztywnej w przestrzeni 3D o 6 stopniach swobody. Równania ruchu pojazdu rozpatrywane są w, opisanym wcześniej, nieinercyjnym układzie związanym ze środkiem masy pojazdu (x'):

$$\vec{F}' = (\ddot{\vec{r}}' + \dot{\vec{r}}' \times \vec{\omega}') \cdot m \quad (1)$$

$$\vec{M}' = \Theta_c \cdot \dot{\vec{\omega}}' + \vec{\omega}' \times \Theta_c \cdot \vec{\omega}' \quad (2)$$

Biorąc pod uwagę specyfikę konstrukcji pojazdu samochodowego dla ruchu obrotowego przyjęto tensor masowego momentu bezwładności o zerowych masowych momentach bezwładności poza momentami głównymi:

$$\Theta_c = \begin{bmatrix} I_{x'} & 0 & 0 \\ 0 & I_{y'} & 0 \\ 0 & 0 & I_{z'} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Przybliżenie to dało to następujący, prosty układ równań skalarnych opisujących ruch obrotowy:

$$\begin{cases} I_{x'} \dot{\omega}_{x'} = M_{x'} - I_{z'} \omega_{y'} \omega_{z'} + I_{y'} \omega_{y'} \omega_{z'} \\ I_{y'} \dot{\omega}_{y'} = M_{y'} + I_{z'} \omega_{x'} \omega_{z'} - I_{x'} \omega_{x'} \omega_{z'} \\ I_{z'} \dot{\omega}_{z'} = M_{z'} - I_{y'} \omega_{x'} \omega_{z'} + I_{x'} \omega_{x'} \omega_{y'} \end{cases} \quad (4)$$

13.1.2.5. Wyznaczenie sił i momentów zewnętrznych

Na sumaryczną siłę działającą na pojazd składa się siła grawitacji, siły wnoszone przez zawieszenia poszczególnych kół oraz siły oporu aerodynamicznego czołowego i bocznego:

$$\vec{F}' = \vec{F}'_g + \sum \vec{F}'_i + \vec{F}'_{ax} + \vec{F}'_{ay} \quad (5)$$

Siła grawitacji \vec{F}_g wyznaczana jest poprzez transformację z globalnego układu odniesienia:

$$\vec{F}_g = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -m \cdot g \end{bmatrix} \xrightarrow{x \rightarrow x'} \vec{F}'_g \quad (6)$$

Siły reakcji zawieszenia opisane zostały dalej, w rozdziale 0.

Siły oporu aerodynamicznego stanowią istotny czynnik przy dużych prędkościach pojazdu lub przy dużej prędkości wiatru (w szczególności bocznego). Wyznaczane są one niezależnie dla powierzchni czołowej i bocznej pojazdu na podstawie względnej prędkości pojazdu względem otaczającego powietrza uwzględniając prędkość wiatru (\vec{w}). Pionowa, nośna siła aerodynamiczna została w tym modelu pominięta:

$$\vec{F}'_{ax} = \begin{bmatrix} \pm \rho / 2 \cdot C_x \cdot A_x \cdot (\dot{r}'_x - w_{x'})^2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \vec{F}'_{ay} = \begin{bmatrix} 0 \\ \pm \rho / 2 \cdot C_y \cdot A_y \cdot (\dot{r}'_y - w_{y'})^2 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Z wymienionych wcześniej sił i ramion ich działania wyznaczany jest sumaryczny moment sił zewnętrznych, pomijając siłę grawitacji, która przyłożona jest w środku masy.

13.1.2.67. Reakcje zawieszenia

Program **V-SIM** posiada kinematyczny model niezależnego zawieszenia kół, uwzględniający pionowy ruch koła. Przyjęty model nie ogranicza liczby kół pojazdu. Niezależnie dla każdego koła, na podstawie położenia samochodu i lokalnej konfiguracji nawierzchni wyznaczane jest ugięcie zawieszenia (s_i). Na podstawie chwilowego ugięcia i prędkości jego zmian wyliczana jest siła normalna reakcji zawieszenia uwzględniając sprężystość o charakterystyce progresywnej oraz dwie wartości tłumienia (niezależnie dla fazy dobiecia i odbicia zawieszenia):

$$F'_{zi}(s_i, \dot{s}_i) = \max(\max(C_{3i} \cdot s_i^3 + C_{1i} \cdot s_i + F'_{0i}, 0) + \begin{cases} D_{ci} \cdot \dot{s}_i & \dot{s}_i \geq 0 \\ D_{ri} \cdot \dot{s}_i & \dot{s}_i < 0 \end{cases}, 0) \quad (8)$$

Pozostałe siły reakcji zawieszenia (F'_{xi} oraz F'_{yi}) przyjmowane są jako siły reakcji opony po odpowiedniej transformacji z układu odniesienia koła x'' do układu pojazdu x' . Punkt przyłożenia sił reakcji zawieszenia do nadwozia przyjęty jest jako punkt styku opony z nawierzchnią.

13.1.2.7. Model koła ogumionego

Przy wyznaczaniu interakcji opona – nawierzchnia zastosowany został zaawansowany, nieliniowy model opracowany w Instytucie Bezpieczeństwa Drogowego Uniwersytetu Michigan (HSRI) przez zespół Dugoffa z uwzględnieniem wprowadzonych później udoskonaleń Siły reakcji opony liczone są w układzie związanym z punktem styku opony z jezdnią (x''). Siła normalna opony (F''_{zi}) przyjmowana jest jako siła normalna reakcji zawieszenia (F'_{zi}). Na podstawie F''_{zi} , prędkości obrotowej koła, względnej prędkości podłoża i parametrów podłoża wyznaczane są, według tego modelu siły reakcji opony F''_{xi} oraz F''_{yi} .

13.2.8. Dynamika ruchu obrotowego koła

Dla każdego z kół niezależnie liczona jest dynamika ich ruchu obrotowego (dodatkový stopień swobody), uwzględniając moment napędowy M_{ni} i opory ruchu: moment hamujący hamulca M_{hi} , moment hamujący silnika M_{ei} , moment oporów tocnych M_{ti} oraz moment oporów własnych M_{ri} :

$$I_i \cdot \dot{\omega}_i = M_{ni} - F_{xi}'' \cdot R_{di} \pm (M_{hi} + M_{ei} + M_{ti} + M_{ri}) \quad (9)$$

13.1.2.9. Silnik i układ przeniesienia napędu

Moment napędowy silnika wyznaczany jest z jego charakterystyki zewnętrznej, która to wyznaczana jest z formuły Hahna wymagającej jedynie podstawowych parametrów silnika:

$$M_e(\omega_e) = M_m - \frac{M_m - \frac{N_n}{\omega_n}}{(\omega_n - \omega_m)^2} (\omega_e - \omega_m)^2 \quad (10)$$

W układzie przeniesienia napędu uwzględniane jest sprzęgło, wybrane przełożenie w skrzyni biegów, przełożenie końcowe oraz rozkład momentu napędowego na poszczególne osie. Sprzęgło może znajdować się w jednym z trzech stanów: wyłączone, częściowo włączone oraz całkowicie włączone. Uwzględniany jest masowy moment bezwładności silnika, układu przeniesienia napędu oraz sprawność układu przeniesienia napędu.

13.1.2.10. Model zderzenia

Przy analizie zderzeń program wykorzystuje klasyczny, impulsowy model zderzenia opisany pierwotnie w literaturze przez *Kudlicha* i *Slibara*. Model ten opiera się na współczynniku restytucji w miejsce współczynników sztywności poszczególnych elementów nadwozia. Umożliwia on interakcję użytkownika umożliwiając mu skorygowanie automatycznie przyjętych przez program wartości. Przebieg zderzenia oraz jego konsekwencje analizowane są w przestrzeni trójwymiarowej (**3D**). Modelowane są zderzenia szorstkie z poślizgiem lub bez niego.

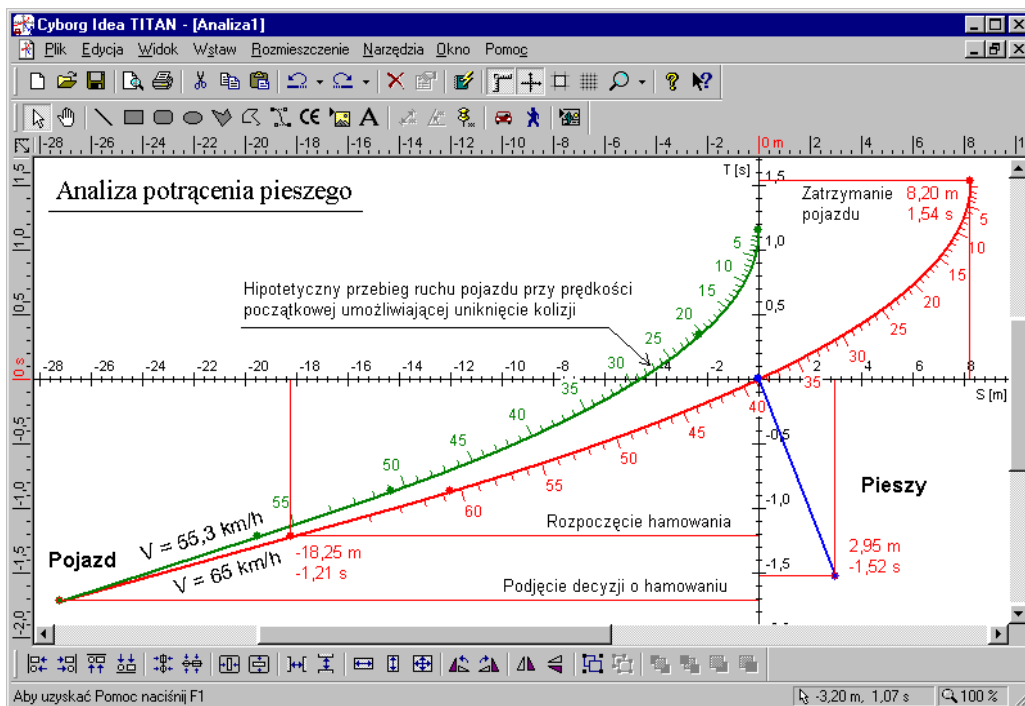
W modelu tym ruch pojazdów odbywa się w swobodny sposób (bez wzajemnych interakcji, tzw. ruch przedzderzeniowy) aż do pewnego, umownego momentu, w którym następuje wymiana impulsów siły pomiędzy uczestnikami zderzenia. Dalszy ruch odbywa się również w sposób swobodny (tzw. ruch pozderzeniowy). Dodatkowymi efektami zderzenia są zmiany (uszkodzenia) zachodzące we własnościach pojazdu. Ruch pozderzeniowy innych obiektów niż pojazdy samochodowe nie jest przez program analizowany.

Program **V-SIM** umożliwia analizę zderzeń w trzech trybach w zależności od stopnia udziału użytkownika:

- **Tryb manualny**, w którym użytkownik wybiera moment wymiany impulsów sił oraz ma możliwość wglądu i korekty parametrów zderzenia.
- **Tryb półautomatyczny**, w którym program wybiera moment wymiany impulsów sił, użytkownik zaś ma możliwość wglądu i korekty parametrów zderzenia.
- **Tryb automatyczny**, w którym program samodzielnie wybiera moment wymiany impulsów sił oraz parametry zderzenia.

13.1.3. Program TITAN

13.1.3.1. Ogólna charakterystyka programu TITAN



TITAN przeznaczony jest do czasowo-przestrzennej analizy ruchu zwanej także analizą czasowo-ruchową. Przy pomocy TITANA można analizować wzajemne położenia poruszających się obiektów w określonym czasie, co jest rutynowym postępowaniem w przypadkach:

- potrącenia pieszego przekraczającego jezdnię,
- kolizji przy wyprzedzaniu i skręcie pojazdu wyprzedzającego,
- kolizji pojazdów jadących krzyżującymi się drogami,
- innych, gdzie niezbędne jest wyznaczenie wzajemnych położen obiektów w określonym czasie.

Program pozwala na wykonanie analizy wielowariantowej. TITAN w błyskawiczny sposób pozwala odpowiedzieć na pytania typu:

- Jak wyglądałby przebieg zdarzenia, gdyby pojazd zamiast 75 km/h poruszał się przepisową prędkością 60 [km/h]-?;
- Z jaką prędkością zostałyby potrącone pieszcy, gdyby reakcja kierowcy wynosiła 0,5[s], a nie 1[s] - ?;
- Z jaką prędkością początkową musiałby poruszać się pojazd, aby uniknąć kolizji - ?

13.1.3.2. Zasada działania programu TITAN

Obiektami poddanymi analizie mogą być:

1. Obiekty o dużej bezwładności, których prędkość zmienia się w sposób ciągły w wyniku działającego na nie przyspieszenia - typ „pojazd”. Ruch takich obiektów może składać się z odcinków (sekwencji) które mogą być pokonywane:

- ruchem jednostajnym,
- ruchem jednostajnie przyspieszonym (opóźnionym),

- ruchem niejednostajnie przyspieszonym (np. liniowe narastanie opóźnienia).
2. Obiekty o niewielkiej bezwładności, których prędkość zmienia się w sposób skokowy - typ „pieszy”. Ruch takich obiektów może składać się z odcinków (sekwencji) pokonywanych ze stałą prędkością, która to może się zmieniać pomiędzy odcinkami.
- Możliwa jest analiza sekwencji ruchu obiektu „w przód, zgodnie z upływającym czasem zdarzenia, jak i „w tył” - przeciwnie do upływającego czasu. Przełączanie pomiędzy tymi trybami może odbywać się wielokrotnie w trakcie przeprowadzania analizy.

13.1.3.3. Ruch analizowanych obiektów

Ruch każdego z analizowanych obiektów składa się z odcinków (sekwencji), które charakteryzowane są przez następujące wartości:

- czas w chwili początkowej T_p ,
- droga w chwili początkowej S_p ,
- kąt odchylenia toru w chwili początkowej K_p ,
- promień łuku R , po jakim porusza się obiekt (można uwzględnić ruch w lewo lub w prawo, co pozwala na symulację np. manewru "S"),
- prędkość początkowa V_p ,
- czas trwania sekwencji T ,
- droga, która jest pokonywana w danej sekwencji – może być to:
 - S (droga wzdłuż toru poruszania się obiektu),
 - S_x (rzut drogi wzdłuż wybranego kierunku),
 - S_y (rzut drogi na kierunek poprzeczny do wybranego),
 - początkowa wartość opóźnienia A_p ,
 - końcowa wartość opóźnienia A_k . (gdy $A_p = A_k$ ruch jest jednostajnie zmienny, a przy $A_p = A_k = 0$ jednostajny),
 - prędkość końcowa V_k .

T_p s	S_p m	K_p rad	R m	V_p km/h	T s	S m	A_p m/ss	A_k m/ss	V_k km/h
-2,20	-52,25	0,00	prosta	90,0	1,00	25,00	0,0	0,0	90,0
-1,20	-27,25	0,00	prosta	90,0	0,50	12,25	0,0	-6,0	84,6
-0,70	-15,00	0,00	prosta	84,6	0,70	15,00	-6,0	-6,0	69,5
0,00	0,00	0,00	prosta	69,5	3,22	31,02	-6,0	-6,0	0,0
3,22	31,00	0,00	prosta	0,0					
Razem:					5,42	83,27			

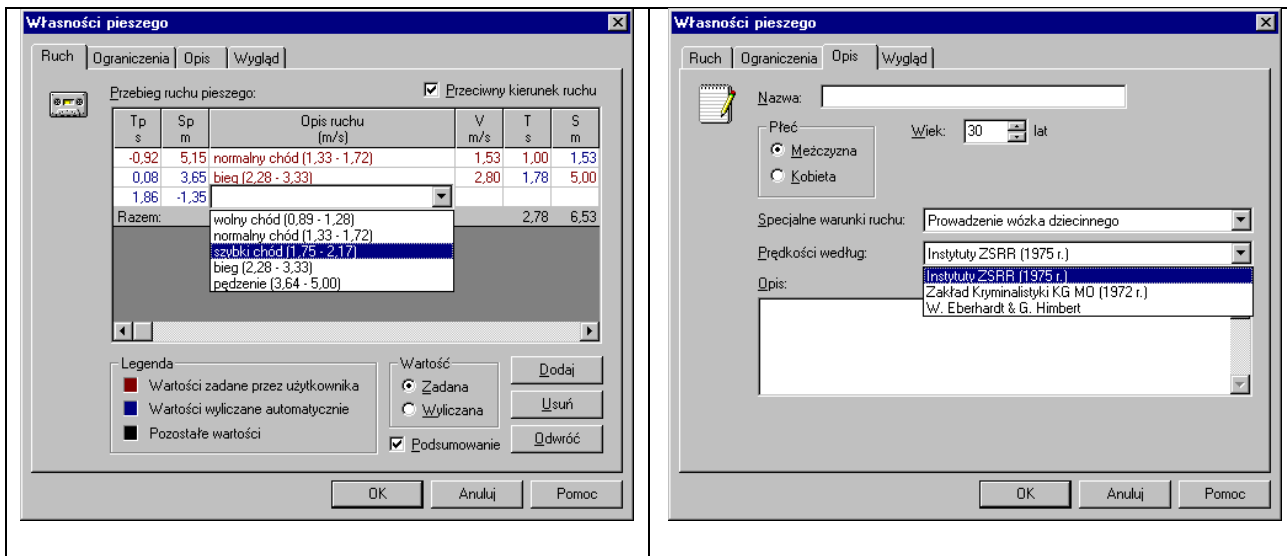
Użytkownik może z a d a ć dowolne spośród wymienionych wyżej parametrów, a pozostałe będą w y l i c z o n e przez program automatycznie. W przebiegu ruchu obiektu wyraźnie odróżnione są wielkości zadane przez Użytkownika od tych, które są wyliczane przez program. Jest to szczególnie ważne, jeżeli chce się poprawić jedną ze zmiennych, a pozostały cykl obliczeń ma pozostać niezmieniony. Modyfikować można parametry dowolnego z odcinków ruchu, niekoniecznie ostatniego w sekwencji. Program natychmiast automatycznie wyliczy brakujące wielkości, jeżeli tylko wartości wprowadzone przez Użytkownika nie prowadzą do sprzeczności lub przekroczenia zadanych ograniczeń nałożonych na ruch obiektu.

Istnieje możliwość dodawania nowych sekwencji (odcinków) ruchu przed, po a także pomiędzy już istniejące. Sekwencje można również usuwać.

Dodatkowo, na bieżąco wyliczane są i podawane łączne wartości czasu i drogi pokonane przez obiekt we wszystkich odcinkach ruchu. Wartości te można modyfikować i wówczas program wyliczy taką prędkość początkową obiektu, aby wszystkie odcinki mogły być pokonane w zadanym przez użytkownika czasie lub na zadanym odcinku drogi.

13.1.3.4. Tabele prędkości ruchu pieszych

Program posiada wbudowane tabele eksperymentalnie wyznaczonych prędkości ruchu pieszych, według różnych źródeł. Dane te uwzględniają wiek pieszego, jego płeć, a niejednokrotnie specjalne okoliczności towarzyszące ruchowi pieszego, takie jak np. prowadzenie lub niesienie na rękę dziecka, poruszanie się po spożyciu alkoholu, itp. Te wyznaczone eksperymentalnie prędkości ruchu pieszych mogą być wykorzystane przy wyznaczeniu prawdopodobnej prędkości pieszego w przeprowadzanej analizie.



13.1.3.5. Jednostki fizyczne

Program umożliwia pracę w jednostkach wygodnych dla Użytkownika. Prędkość może być wyrażana w [km/h] lub [m/s]. Przyspieszenie w [m/s²], lub wielokrotności [g]. Zmiana tych jednostek podczas analizy może odbywać się na bieżąco w trakcie edycji parametrów obiektu jednym kliknięciem myszą i jest niezależna dla poszczególnych obiektów. Na przykład prędkości pojazdu mogą być wyrażane w km/h przy jednoczesnym wyrażeniu prędkości pieszego w [m/s].

13.1.3.6. Edytor graficzny

Program posiada wbudowany edytor graficzny pozwalający rysować podstawowe figury geometryczne takie jak linie, prostokąty, elipsy. itp. Pozwala także zamieszczać teksty, które mogą być dowolnie obracane, a także specjalne znaki i symbole. Bardziej skomplikowane obiekty graficzne mogą być importowane z innych programów graficznych pracujących w środowisku WindowsTM za pomocą mechanizmu OLE.

Za pomocą tego edytora można łatwo skomentować przeprowadzoną analizę, zaznaczyć jej charakterystyczne punkty a także uwypuklić wzajemne korelacje czasowe i przestrzenne pomiędzy analizowanymi obiektami.

13.1.3.7. Wyniki przeprowadzonej analizy

Program umożliwia wydrukowanie sugestywnych, czytelnych i kolorowych wykresów przebiegu ruchu obiektu wraz z naniesionymi komentarzami. Wbudowano opcję podglądu wydruku przed jego fizycznym wydrukowaniem na drukarce. Dzięki udostępnionej opcji eksportu wyniki

analizy wykonanej przy użyciu TITAN-a mogą być wykorzystane w innych programach graficznych pracujących w środowisku Microsoft® Windows™.

13.1.3.7. Raporty (wydruki) z przeprowadzonej analizy

Po przeprowadzeniu wszystkich niezbędnych obliczeń program umożliwia automatyczne wygenerowanie raportu zawierającego wyniki przeprowadzonej analizy. Tak wygenerowany raport można wydrukować lub zapisać do pliku, który następnie może być poddany dalszej obróbce w programach biurowych pracujących w środowisku Microsoft® Windows™, takich jak Microsoft® Word™. Raport może być również bezpośrednio przeniesiony do tych programów za pomocą – „Schowka”

13.1.3.9. System interaktywnej pomocy

Program wyposażony jest w bardzo rozbudowany system interaktywnej pomocy („Help”). W dowolnym momencie pracy z programem, poprzez naciśnięcie klawisza F1, można uzyskać wyczerpujące informacje dotyczące aktualnie wykonywanej w programie czynności jak i możliwości dalszego postępowania.

13.2. Wykorzystanie programu AutoCAD do oceny możliwości powstawania uszkodzeń pojazdów w podanych okolicznościach

AutoCAD to program należący do grupy programów do komputerowego wspomaganie projektowania - CAD. Umożliwia tworzenie rysunku (projektu) przez użytkownika. Sam program nie dokonuje żadnych obliczeń konstrukcyjnych. AutoCAD to raczej środowisko graficzne oferujące obiekty geometryczne różnego rodzaju oraz komendy edycyjne. W środowisku tym osadzamy aplikacje, które są przeznaczone do wykonywania obliczeń w konkretnych dziedzinach zastosowań i zawierają ogromne biblioteki predefiniowanych bloków i symboli.

W praktyce rzeczoznawczej program ten może być wykorzystywany między innymi do rysowania planów miejsca wypadku drogowego, ilustrowania przebiegu wypadku drogowego oraz korelacji uszkodzeń pojazdów biorących udział w wypadku. To ostatnie zastosowanie ma miejsce głównie podczas opiniowania zdarzeń drogowych prowadzących do wyłudzenia nienależnego odszkodowania od firm ubezpieczeniowych.

Najczęściej spotykanymi wyłudzeniami z ubezpieczenia autocasco, są próby uzyskania odszkodowania za uszkodzenie pojazdu na skutek działania siły mechanicznej (rozbitcie).

Wyłudzeniem odszkodowania z ubezpieczenia autocasco jest też działanie sprawcy polegające na zwiększeniu rozmiarów faktycznie zaistniałej szkody. Polega to na tym, że posiadacz samochodu uszkodzonego w wyniku wypadku, dokonuje dalszych uszkodzeń w pojeździe w celu uzyskania większego odszkodowania, które pokryłoby koszt wymiany starych, zużytych podzespołów, nieuszkodzonych bezpośrednio w czasie zdarzenia ubezpieczeniowego. Jest to sposób na dokonanie remontu kapitalnego na koszt firmy ubezpieczeniowej.

Ciekawym typem wyłudzenia odszkodowania są próby uzyskania nienależnego świadczenia za szkodę powstałą w pojeździe, który nie był ubezpieczony w zakresie autocasco. Do dokonania takiego czynu konieczne jest bowiem zazwyczaj współdziałanie minimum dwóch osób. Sposób działania sprawcy w takim przypadku polega na przedstawieniu firmie ubezpieczeniowej oświadczenia osoby rzekomo odpowiedzialnej za spowodowanie kolizji, w której uległ uszkodzeniu pojazd nie ubezpieczony w zakresie AC. Czasami dla uprawdopodobnienia całej sytuacji na miejsce pozorowanego wypadku wzywania jest policja, a domniemany jej sprawca z pokorą przyjmuje mandat karny.

Z reguły zadaniem biegłego jest zweryfikowanie wersji przebiegu zdarzenia podawanej przez „pokrzywdzonego” i „sprawcę”.

Najczęściej podawaną przyczyną zdarzenia jest zajęcie drogi „pokrzywdzonemu” przez sprawcę. Zweryfikowanie takiej wersji zdarzenia jest bardzo trudne i tylko w niektórych przypadkach istnieje możliwość zaprzeczenia albo potwierdzenia tej wersji. Gdy nie ma możliwości zweryfikowania wersji o zajęciu drogi, wówczas biegłemu pozostaje stwierdzenie, czy uszkodzenia na samochodzie odpowiadają pod względem charakteru i wielkości uderzeniu w przeszkodę, która została wskazana przez uczestników zdarzenia.

Jako przeszkody, w które uderzył samochód „pokrzywdzonego” najczęściej podaje się:

- drzewa,
- słupy,
- pojazdy,
- inne przeszkody.

Przy weryfikacji szkód wynikłych ze zderzeń pojazdów, zasadnicze znaczenie ma korelacja uszkodzeń obu pojazdów. W takich przypadkach należy uwzględnić:

- występowanie na pojazdach takich elementów, które mogły spowodować powstanie zarejestrowanych uszkodzeń;
- wzajemne odpowiadanie sobie wielkości deformacji;
- indywidualne ślady dowodzące wzajemnego kontaktu pojazdów.

Przykład 1

Korelacja uszkodzeń zostanie wyjaśniona na przykładzie, w którym tył naczepy, podczas cofania pojazdu członowego, miał spowodować powstanie uszkodzeń przodu samochodu Mercedes - rys. 13.02. (szkodzenia lewego przedniego narożnika)



Rys 13.02. Uszkodzenie lewego przedniego narożnika samochodu Mercedes

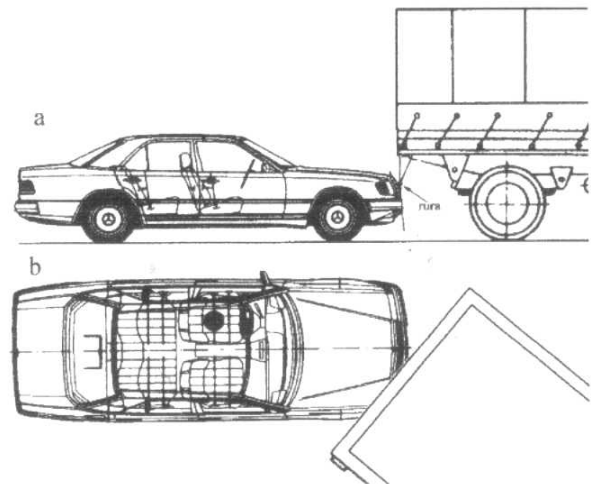
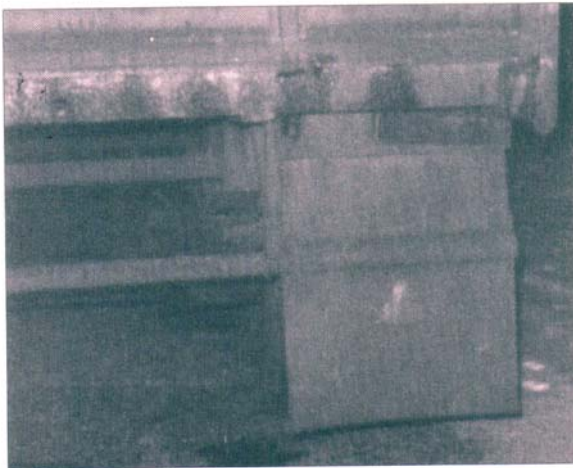


Rys 13.03. Uszkodzenie prawego przedniego narożnika samochodu Mercedes

Z tyłu naczepy najniżej zamocowanym elementem była rura, zabezpieczająca przed wjechaniem innego pojazdu (rys. 13.04.). Fartuch przeciwbłotny był wykonany z podatnej gumy. Gdy nie ma możliwości przystawienia do siebie obu pojazdów, wówczas analizę porównawczą należy prowadzić przy wykorzystaniu sylwetek obu pojazdów, wykonanych w tej samej skali. Sylwetki pojazdów wczytujemy do programu AutoCAD w formacie *.dwg, lub *.dxf (rys. 13.05.).

Z porównania sylwetek pojazdów wynika, że rura zabezpieczająca przed wjechaniem pod naczepę nie mogła spowodować zarejestrowanych uszkodzeń samochodu Mercedes. Rura ta znajduje się na wysokości 70-75 cm powyżej poziomu podłoża, a uszkodzenie samochodu Mercedes, które powstało od bezpośredniego kontaktu z przeszkodą znajduje się na wysokości nie

przekraczającej 55 cm.



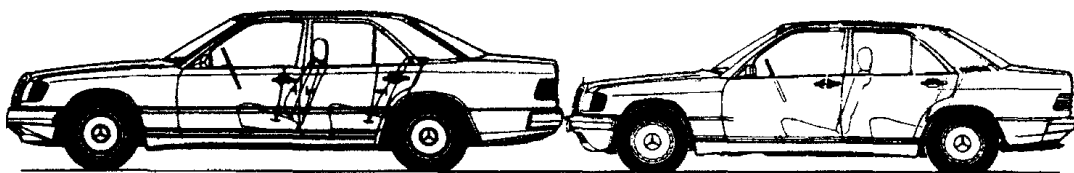
Rys. 13.04. Widok na tył naczepy, która miała spowodować uszkodzenia samochodu Mercedes widoczne na rys. 13.02 i 13.03.

Rys.13.05. Sprawdzenie przy pomocy sylwetek pojazdów, korelacji uszkodzeń samochodu Mercedes od uderzenia tyłu naczepy.

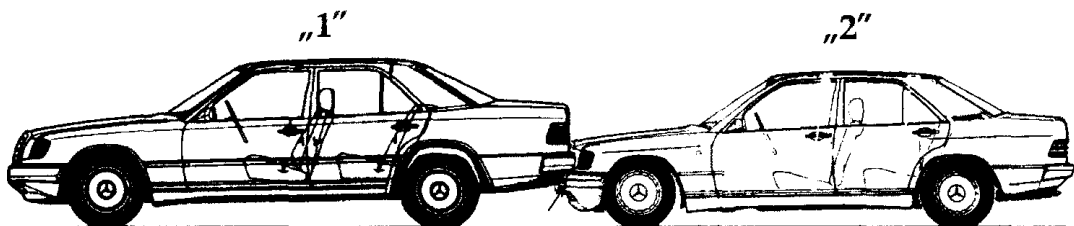
Z tyłu naczepy nie ma elementów, które mogłyby spowodować widoczne na zdjęciu uszkodzenia samochodu Mercedes. Zatem kategoriycznie można wykluczyć przedstawioną wersję zdarzenia, zwłaszcza biorąc pod uwagę położenie kolizyjne pojazdów - rys. 13.05.

PRZYKŁAD 2

Przy analizie korelacji uszkodzeń i śladów na obu pojazdach należy wziąć pod uwagę dynamikę ruchu samochodu, a w szczególności ruch nadwozia przy gwałtownym hamowaniu. W przypadku zderzenia pojazdów, które nie były hamowane - zwłaszcza przy niewielkich prędkościach - uszkodzenia pojazdów powinny korelować ze sobą (sylwetki pojazdów przy nominalnym ugięciu zawiesz - rys. 13.06.).



Rys. 13.06. Badanie korelacji uszkodzeń samochodów Mercedes dla sylwetek statycznych



Rys. 13.07. Badanie korelacji uszkodzeń samochodów Mercedes przy uwzględnieniu dynamicznej pracy zawiesz - widok z boku

Natomiast w przypadku gwałtownego hamowania przy badaniu korelacji uszkodzeń należy wziąć pod uwagę dynamiczne ugięcie zawieszenia samochodu (rys. 5).

W takim przypadku często zdarza się wsunięcie przedniego zderzaka samochodu „2” pod tylny zderzak samochodu „1”. Z reguły nasilenie uszkodzeń samochodu „2” wydaje się być nadmierne w stosunku do uszkodzeń tyłu samochodu „1”. Jednak stosunkowo sztywny element, jakim jest tylny zderzak we współczesnych samochodach osobowych, uderza bezpośrednio w podatne elementy ściany przedniej. Mogą zatem powstać znaczne odkształcenia przodu samochodu „2” przy niewielkich uszkodzeniach tyłu samochodu „1”.

Najlepsze efekty przynosi wzajemne przystawienie do siebie uszkodzonych pojazdów. Gdy to jest niemożliwe, wówczas pozostaje prowadzenie analizy przy wykorzystaniu rysunków sylwetek i modeli pojazdów wykonanych w tej samej skali (rys. 4 i 5).

W sytuacji widocznej na rys. 6 weryfikacja wzajemnego kontaktu samochodów została dokonana na podstawie śladów widocznych na fotografiach znajdujących się w aktach sprawy. Są to ślady w postaci:

- Dwóch obłych wgnieceń widocznych na pasie tylnym samochodu nr 1 podwójnej ury wydechowej samochodu nr 1;
- Obłe wgniecenia pasa tylnego samochodu nr 1 powstały od uderzenia narożnika prawego przedniego błotnika i prawego górnego narożnika pokrywy silnika samochodu nr 2.

Natomiast dwa wgniecenia z ubytkiem materiału w przednim zderzaku samochodu nr 2 powstały od uderzenia podwójnej rury wydechowej samochodu nr 1.

W podanym przykładzie oszustwo polegało na podaniu odmiennych okoliczności zdarzenia. Według kierowców obu pojazdów⁷ tył cofającego samochodu nr 1 miał uderzyć wprzód zaparkowanego samochodu nr 2. W takim przypadku ugięcie zawiesznień samochodu nr 2 w chwili zderzenia byłoby nominalne, a tył samochodu Mercedes mógł być nieco podwyższony w trakcie gwałtownego cofania. W takim jednak przypadku nie byłoby korelacji wysokościowej pomiędzy uszkodzeniami obu pojazdów. Korelacja uszkodzeń widoczna jest dopiero w momencie, gdy przód samochodu nr 2 jest obniżony, a tył samochodu nr 1 jest uniesiony. Taki przypadek mógł jednak nastąpić jedynie w sytuacji, gdyby obydwa samochody jechały w tym samym kierunku i obydwa kierowcy podjęliby intensywny manewr hamowania. Zatem faktycznym sprawcą uszkodzeń obu pojazdów był kierowca samochodu nr 2, a nie kierowca samochodu nr 1.