

KOLIZE OSOBNÍHO AUTOMOBILU A MOTOCYKLU

Příspěvek z mezinárodní konference absolventů studia technického zručnosti, odborná sekce Analýza dopravních nehod, oceňování vozidel, strojů a zařízení. Kongresové centrum Brno, leden 2004.

Motocykl (jednostopé motorové vozidlo – JMV) je dopravní prostředek se specifickými vlastnostmi, odlišnými od ostatních dopravních prostředků. Z hlediska pasivní bezpečnosti jeho uživatelů je pro něj typické, že nelze jeho uživatele ochránit uvnitř vozidla, tak jako u většiny ostatních. Skutečnost potvrzují statistiky, dle kterých jsou následky dopravních nehod pro uživatele JMV těžší než pro ostatní účastníky (s výjimkou chodců). Některé konstrukční řešení JMV, které tuto nevýhodu eliminují, jako jsou kabinové motocykly nebo zastřešené skútry, natolik mění charakter vozidla, že je většina uživatelů JMV odmítá. Pasivní bezpečnost uživatelů JMV se tak stává věcí i jiných objektů. Těmi mohou být např. ochranné přílby a oděvy, ostatní vozidla, vozovka a její okolí a jiné.

Aby mohly být podány seriózní návrhy k zlepšení dosud neuspokojivé pasivní bezpečnosti, je třeba vytvořit bázi dat vypovídajících o chování objektů při dopravních nehodách. Na základě těchto bude možné vytvořit simulaci děje např. v programu MADYMO, PC Crash, apod.

Chování objektů dopravních nehod a jejich následky v reálu jsou možné zjistit pokusem kolize JMV. Protože existuje více typů kolizí s rozdílnými následky (viz dále), očekává se značný rozptyl dat. K vytvoření modelového chování bude třeba uskutečnit několik pokusů.

FD ČVUT uskutečnila první pokus čelní kolize motocykl – automobil. Jeho popis a výsledky jsou předmětem tohoto článku.

STATISTIKY DOPRAVNÍCH NEHOD A JEJICH NÁSLEDKŮ

K dispozici je několik souborů. Pozornost této zprávy je zaměřena na ty části statistik, které uvádějí následky dopravních nehod pro uživatele JMV. Rovněž je uvedeno porovnání s jinými vozidly.

Počty usmrcených uživatelů JMV

Pozn.: pramen Statistika Ministerstva vnitra ČR – www.mvcr.cz
Hodnocen je počet usmrcených na 1000 nehod pro různé druhy vozidel. Přehled je za roky 2001 a 2002.

Druh vozidla	2001	2002
Malý motocykl	26,0	34,4
Motocykl	38,9	45,3
Automobil osobní	6,5	6,9
Automobil užitkový	5,0	5,6
Autobus	8,3	6,7
Traktor	8,5	16,2
Jiné	3,2	5,1
Nezjištěno	1,5	1,5

Možná interpretace statistiky: Stane-li se účastníkem dopravní nehody posádka JMV, má 96,38% naději na přežití, zatímco pro posádky automobilů je naděje 99,35%.

Objekty kolizí s JMV

Pozn.: pramen Statistisches Bundesamt a DEKRA Automobil GmbH Unfallforschung Crashzentrum Stuttgart. Zpráva ze 4. mezinárodní Motorrad konference 16. 9. 2002, Mnichov.

Údaje jsou za rok 2000 v Německu. Statistika udává procentuelní podíl objektů (protivníků) kolizí (Kollisionsgegner) s JMV. Týká se kolizí při kterých byl uživatel JMV usmrcen.

Objekt kolize	% intravilán	% extravilán
Automobil osobní	38	43
Automobil užitkový	19	15
Chodec	9	1
JMV	4	5
Neurčeno nebo jiný objekt	1	2
Vozovka nebo okolí	29	34

Možná interpretace statistiky: Nejčastějšími objekty kolizí s JMV jsou osobní automobily. Na druhém místě jsou kolize s vozovkou nebo s okolím. Tento údaj nerozlišuje objekty a je veden jako nehoda samotného vozidla. Třetí jsou užitková vozidla. Výrazný je rozdíl v kolizích s chodci. V městských aglomeracích představuje 9%, mimo jen 1%. Ostatní objekty kolizí nejsou určeny.

KOLIZE JMV

V reálu dochází k mnoha typům kolizí jejichž následky jsou značně rozdílné. Popis celé množiny typů, jejich modelování a příp. simulace je z časových a ekonomických důvodů nemožná. Bude proto nutné provést výběr, který by s určitou pravděpodobností charakterizoval celou množinu.

Pozn.: pro potřeby vývoje airbagu pro motocykly bylo stanoveno 7 typů kolizí JMV s osobním automobilem. Výběr zohledňuje jak směr kolize, tak dynamiku objektů. Nevztahuje se však na jiné objekty, ani si nevšímá sekundárních kolizí. Je uveden v normě ISO 13232.

Na typy kolizí je možno pohlížet z více hledisek. Pro výběr postačí následující:

- hledisko objektů, při kterém jsou rozlišeny objekty (živé i neživé) se kterými ke kolizím dochází,

- hledisko směru, při kterém je rozlišen směr, ve kterém se objekt nebo objekty pohybovaly při kolizi,
- hledisko dynamiky, při kterém je rozlišeno zda se objekty při kolizi pohybovaly, nebo jeden stál.

Objekty kolizí

1. Vozidla

- Automobil osobní (kategorie M) jsou nejčastějšími partnery kolizí s JMV. Z hlediska bezpečnosti chodců, ale rovněž cyklistů a motocyklistů jsou konstruovány a schvalovány. Pozornost je soustředěna na:
 - vnější výčnělky a ostré hrany karoserií,
 - deformační plochy a zóny,
 - bezpečnostní skla a netříštivé materiály.
- Automobil užitkový (kategorie N a O) druhý nejčastější partner kolizí s JMV. Pozornost konstrukcí je soustředěna na:
 - vnější výčnělky a ostré hrany,
 - zařízení proti podjetí (vklínění) vozidel,
 - kryty kol,
 - bezpečnostní skla a netříštivé materiály.
- JMV a jízdní kola (kategorie L) vzájemné kolize JMV nebo JMV s bicyklem představují 4 až 5 % případů smrtelných nehod. Konstrukční pozornost je soustředěna na:
 - vnější výčnělky a ostré hrany,
 - netříštivé materiály.
- Traktory, stavební stroje, přívěsy, vozíky a jiné. Částečně platí konstrukční požadavky jako u předchozích, v některých případech není pasivní bezpečnost řešena vůbec.

2. Chodci

Kolize JMV s chodci je výrazně vyšší v intravilánu než v extravilánu. Má těžší následky pro chodce (statistika není uvedena). Smrtelné následky pro posádku JMV má v 9% (intravilán) nebo 1% (extravilán) případu z celkového počtu usmrcení. Konstrukce JMV uvažuje více s ochranou chodců než s ochranou vlastní posádky. Pozornost je soustředěna na:

- vnější výčnělky a ostré hrany,
- bezpečnostní skla a netříštivé materiály.

3. Předměty

- Vozovka.
Kolize posádky JMV s vozovkou může být buďto primární, nejčastěji po ztrátě stability (smyk) a pádu na vozovku, nebo sekundární po kolizi s jinými objekty a následném pádu na vozovku. Stavební legislativa, která zohledňuje bezpečnost při stavbě vozovek (ploty proti zvěři, tvar a výška svodidel, vzdálenost sloupů a stěn, ochrana proti padajícímu kamení apod.) nezohledňuje speciálně JMV, ale vztahuje se na všechna vozidla.
- Překážky.
Překážky, se kterými dochází ke kolizím můžeme dále dělit na přírodní (stromy, zvěř, stěny, kameny, ...) nebo umělé (sloupy, svodidla, obrubníky, stěny, ...).

Směry kolizí

1. Čelní kolize

Při čelních kolizích JMV bývá posádka vymrštna proti druhému objektu kolize. Z hlediska energií není rozhodující, zda se objekty kolizí pohybovaly, nebo jeden stál. Podle konstrukce JMV jsou následky poranění rozdílné. Deformační zóna (přední kolo a vidlice) působí jako tlumič.

2. Boční kolize

Přichází v úvahu při nárazu ostatních vozidel do boku JMV a jen výjimečně při smyku a následném pádu JMV na vozovku.

3. Zadní kolize

Přichází v úvahu při nárazech ostatních vozidel do JMV zezadu.

4. Smyk (ztráta stability)

Smyk je jen prostředkem ke kolizi. V jeho důsledku dochází k pádu JMV a následným kolizím posádky s vozovkou nebo jinými objekty. Nejtěžší následky mají pády, kdy se posádka neodpoutá od vozidla a je jím zasažena (i opakovaně, panna – orel).

5. Jiné

Kombinace předchozích.

Dynamika objektů

Rozhodující vliv na následek kolize má tento faktor v případech, kdy JMV narazí do boku ostatních vozidel. Pokud se tato pohybují, dochází k vychýlení řízení a JMV je tak zbaveno tlumícího vlivu z deformace přední vidlice.

KOLIZE MOTOCYKL – OSOBNÍ AUTOMOBIL

Příprava experimentu

1. Stanovení podmínek

Motocykl obsazen jednou zkušební figurínou na místě řidiče. Soustava zajištěna ve stabilní jízdní poloze, nebržděna, bez zařazeného převodového stupně.

Automobil střední třídy neobsazen posádkou, motor v chodu, ke střetu roztlačen jiným vozidlem.

Kolize čelní pro oba objekty.

Rychlost střetu 35 km/h.

Rovná, suchá vozovka.

Atmosférické podmínky nestanoveny.

Snímané veličiny: rychlost, zrychlení, obrazová dokumentace.

2. Příprava objektu

- Motocykl Jawa 350/634.
 - zbaven kapalin (benzín, olej),
 - tříštivé materiály (skla světel a zrcátek) přelepeny tlumící páskou,
 - reflexní plochy opatřeny matným černým nátěrem,
 - ostatní dle technických podmínek výrobce.
- Osobní automobil Škoda Fabia Sedan 1,4 – dle technických podmínek výrobce.

- Zkušební figurína ÚSMD Manikin.
Z dostupné legislativy a jiné dokumentace není známa žádná norma, určující parametry figuríny pro zkoušky motocyklů. Pro experiment byla upravena figurína ÚSMD Manikin, která před úpravou odpovídala standardu ECE Regulation No.16. Úprava spočívala v:

- odstranění váhových korekcí z torso (torso correction weights),
- odstranění nižší nohy (lower leg) a jejích váhových korekcí,
- doplnění paží, včetně ramenního, loketního a zápěstního kloubu,
- doplnění lýtek a chodidel včetně kolenního a hlezenního kloubu,
- vybavení oděvem a ochrannými pomůckami:
 - ochranná integrální přilba Boeri,
 - ochranná lýtčková obuv pro motocyklisty,
 - ochranné rukavice,
 - ochranný oděv.

Pozn.1: Doplněné části byly zhotoveny z ocelové kostry, měkké tkáně nahrazeny vícevrstvou textilií.

Pozn. 2: Prsty rukou zhotoveny z plechu 1 mm. Síla sevření rukojetí nezjišťována.

Pozn. 3: Ochranná integrální přilba odpovídá homologaci, ostatní ochranné pomůcky homologacím nepodléhají.

Přístrojové vybavení

- Váhy:
Plošinová váha zn. TONAVA, výr. č. 91-23545, typ osvědčení A. Rozsah 0–5000kg, min. 250 kg. Zapůjčena v areálu SZZPLS, Praha 6 – Řepy.
- Měřič zrychlení.
- Měřič rychlosti: Correvit EET – 2.
- Rychlokamera: reálná rychlost snímání 500 obr/s.

Vlastní experiment

1. Reálné podmínky

Experiment byl uskutečněn 10. 10. 2003 na zkušební dráze v areálu SZZPLS, Praha 6 – Řepy, Tránovského 622.

Atmosférické podmínky:

- teplota 11 °C,
- vítr 0–3 m/s,
- sucho (relativní vlhkost nezjištěna).

2. Bezpečnostní opatření

- bezpečnostní zóna nejméně 20 m,
- zdravotnický dozor,
- policejní dozor,
- požární dozor. Po vlastním experimentu přítomní hasiči provedli na vozidle Škoda Fabia cvičení záchrany posádky.

3. Reálné parametry

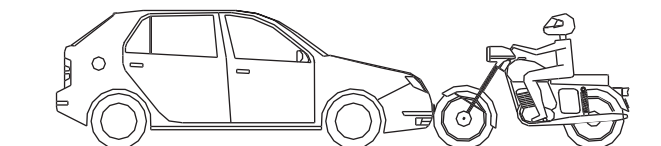
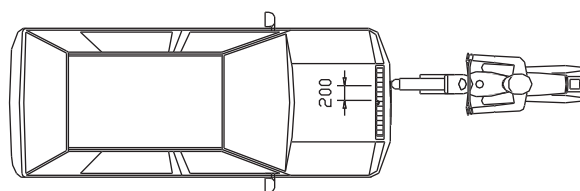
- Objekt motocykl s figurínou (soustava) stabilizován v jízdní poloze:
 - hmotnost figuríny 81 kg,

- hmotnost motocyklu 137 kg,
- hmotnost soustavy 218 kg,
- výška těžiště 0,72 m,
- rychlost v okamžiku kolize 0 m/s.
- Objekt automobil kolizní i tlačný (soustava)
 - hmotnost 2680 kg,
 - rychlost v okamžiku střetu 35 km/h.

Průběh experimentu (popis kamerového záznamu) viz tab. 1

Výsledek experimentu

- Zrychlení na hlavě: vypočtená hodnota HIC (Head Injury Criterion).
Maximální HIC < 920, vyhovuje požadavku na bezpečnost ($HIC_{MAX} = 1000$).
Pozn.: K maximálnímu zrychlení došlo při terciální kolizi hlavy s vozovkou.
- Zrychlení na hrudníku: hodnota nezjištěna (překročen rozsah nastavení přístroje).
- Místa kolizí figuríny a karosářských částí automobilu:
 - kontakt motocyklu s automobilem viz (obr.):
Ke kontaktu motocyklu s automobilem došlo 200 mm vpravo od podélné osy automobilu, předním kolem motocyklu a předním nárazníkem automobilu.

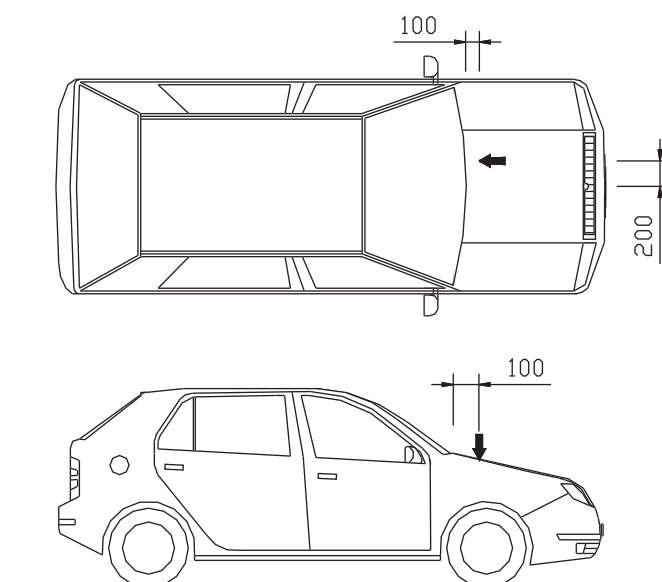


- Primární střet figuríny s karosérií automobilu:
Primární střet figuríny s karosérií automobilu proběhl 250 mm vpravo od podélné osy automobilu (50 mm od osy nárazu) a 100 mm od horního okraje přední masky automobilu. Došlo ke kontaktu přední části přilby jezdce (figuríny) s přední kapotou automobilu.
- Sekundární střet figuríny s karosérií automobilu:
Sekundární střet figuríny proběhl v ose nárazu (200mm vpravo od podélné osy automobilu), 100mm od čelního skla, kdy došlo ke kontaktu přední části helmy jezdce (figuríny) s přední kapotou automobilu (viz obr.):

Analýza silničních nehod

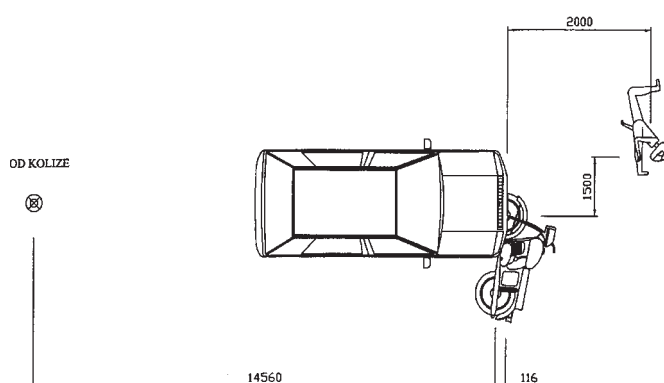
Tab. 1 Průběh experimentu (popis kamerového záznamu)

Čas [ms]	Děj	Zrychlení na hlavě [m/s ²]			Zrychlení na hrudníku [m/s ²]
		z	x	y	
0	První kontakt nárazníku automobilu a předního kola motocyklu	0	0	0	0
0–72	Deformace pneumatiky motocyklu, deformace přední vidlice	0	0	0	0
73–110	Dopředný pohyb figuríny	do 20	0	0	500
111–174	Kruhový pohyb hlavy kolem těžiště soustavy	do 160	do 200	do 100	do 50
175	Primární kolize hlavy figuríny s kapotou automobilu	270	250	do 100	do 50
176–350	Hlava i tělo figuríny se po nárazu zvedá, celá soustava je tlačena automobilem	100	do 50	do 50	1900
351–563	Hlava figuríny směřuje k sekundárnímu nárazu do kapoty, nohy s tělem se zvedají do vodorovné polohy. Soustava je nadále tlačena automobilem	do 30	do 30	do 30	1750
564	Sekundární kolize hlavy figuríny s kapotou automobilu	130	do 100	do 80	1000
565–1279	Figurína se na kapotě automobilu otáčí na pravý bok, rukou naráží do kapoty a je odražena na levou stranu ve směru jízdy automobilu. Motocykl se naklání ze stabilní jízdní polohy na pravý bok a padá na vozovku, zaklíněn pod nárazník automobilu.	do 60	do 50	do 30	300
1240–1280	Terciální kolize těla a hlavy figuríny s vozovkou	1300	1600	1420	1250
1281–3120	Figurína roluje po vozovce bez kontaktu s automobilem a motocyklem až do konečné polohy (viz obr.)	bodově 400 ostatní do 50	do 200	do 150	až 1250



Je třeba zmínit, že případná posádka osobního automobilu by byla v průběhu děje dostatečně chráněna a nehrozilo by jí žádné poranění. Na vozidle nebyly aktivovány zádržné systémy, t.j. předepínače pasů a airbagy.

Výsledná pozice po zkoušce



- Místa terciálních a dalších kolizí figuríny:
Terciální kolize byl náraz na vozovku, zejména týlní částí hlavy v přílbě.
- Poškození automobilu:
Nárazník plastový bez trvalé deformace, výztuha nárazníku a rám chladiče deformován, deformován chladič, poškozena kapota v místě kolize. Škoda odhadnuta na 40 000 Kč.

- Poškození motocyklu:
Přední vidlice ohnuta, přední kolo deformováno, deformován rám, spodní trubka vylomena z krku řízení, deformovány karosářské části a příslušenství. Neschopen provozu, škoda totální.

ZÁVĚREČNÁ ÚVAHA

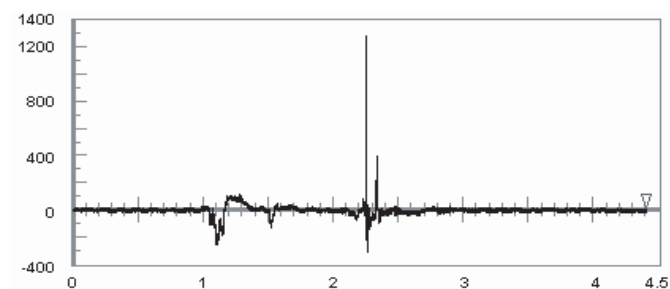
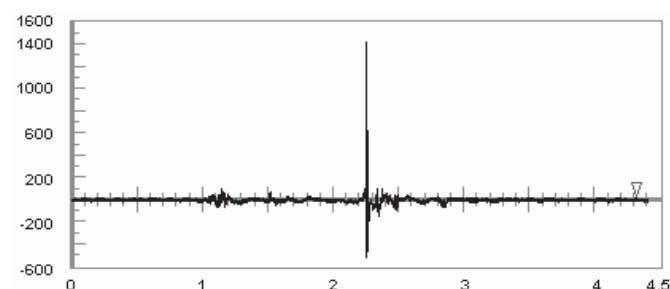
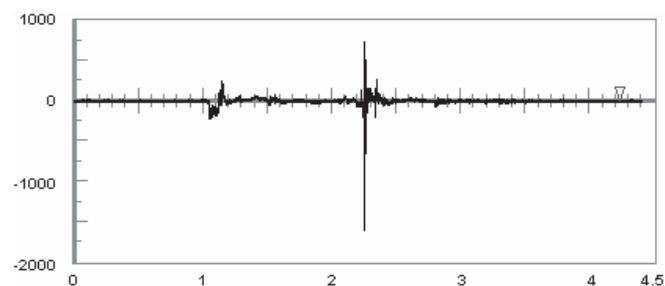
Popsaný pokus prokázal možnosti ochrany jezdce na motocyklu a posádky vozidla při kolizi automobil – motocykl. Osobní

automobil vykázal dobrou ochranu pro posádku, zranění jezdce na motocyklu by byla i přes užití ochranné prostředky (přilba, speciální oděv) závažná, nicméně v mezích přežití. Poškození motocyklu by vedlo k totální škodě, poškození vozidla nebylo zásadní. Naměřené hodnoty ukazují na biomechanické zátěže a jsou dobrým zdrojem informací pro tvorbu validovaného matematického modelu.

Pokračováním tohoto projektu budou další pokusy podle metodiky ISO a bude řešena otázka stabilizace pohybujícího se motocyklu.

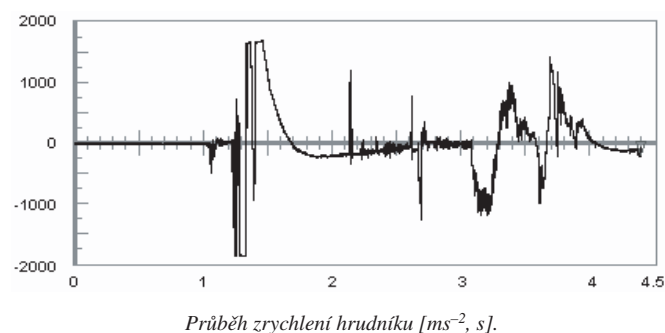
Příloha 1 – Grafický záznam zrychlení hlavy figuríny během crash testu automobil-motocykl

- x směr podélné osy těla,
y vodorovný směr (doleva) kolmý na směr pohybu automobilu,
z vodorovný směr ve směru pohybu automobilu.
Všechny uvedené orientace kladných os snímačů platí pro počáteční postavení figury a automobilu.



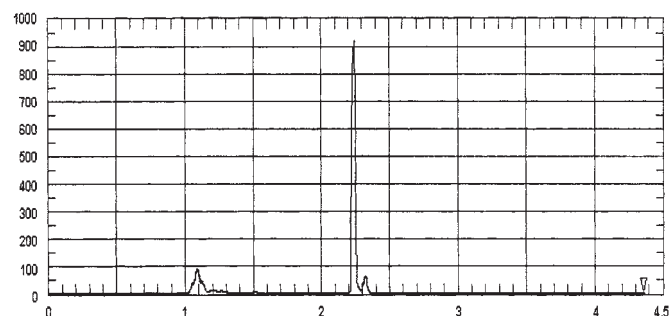
Příloha 2 – Grafický záznam zrychlení hrudníku figuríny během crash testu automobil-motocykl

Vodorovný směr ve směru pohybu automobilu



Příloha 3 – Grafický záznam průběhu HIC

Průběh kritéria HIC (Head Injury Criterion) na hlavě jezdce na motocyklu.



Příloha 4 – Obrazový záznam průběhu kolize



Barevné ilustrace ke článku jsou na čtvrté straně obálky.