



# BEZPEČNOST DĚTSKÝCH CHODCŮ PŘI STŘETU S MOTOROVÝM VOZIDLEM



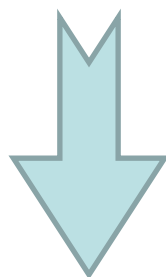
Ing. Zuzana Schejbalová, Ph.D.  
Ing. Alžběta Kvášová



# Specifika chodce v provozu na pozemních komunikacích

- **Chodcem může být každý** bez ohledu na úroveň povědomí o pravidlech provozu na pozemních komunikacích.
- Spolu s cyklisty patří do skupiny tzv. „zranitelných účastníků“ provozu (**v případě kolize jsou nejméně chráněni**)

interakce s vozidly s vysokou rychlostí a hmotností



nekompatibilita účastníků kolize



# Statistické ukazatele – EU vs. ČR

## EU

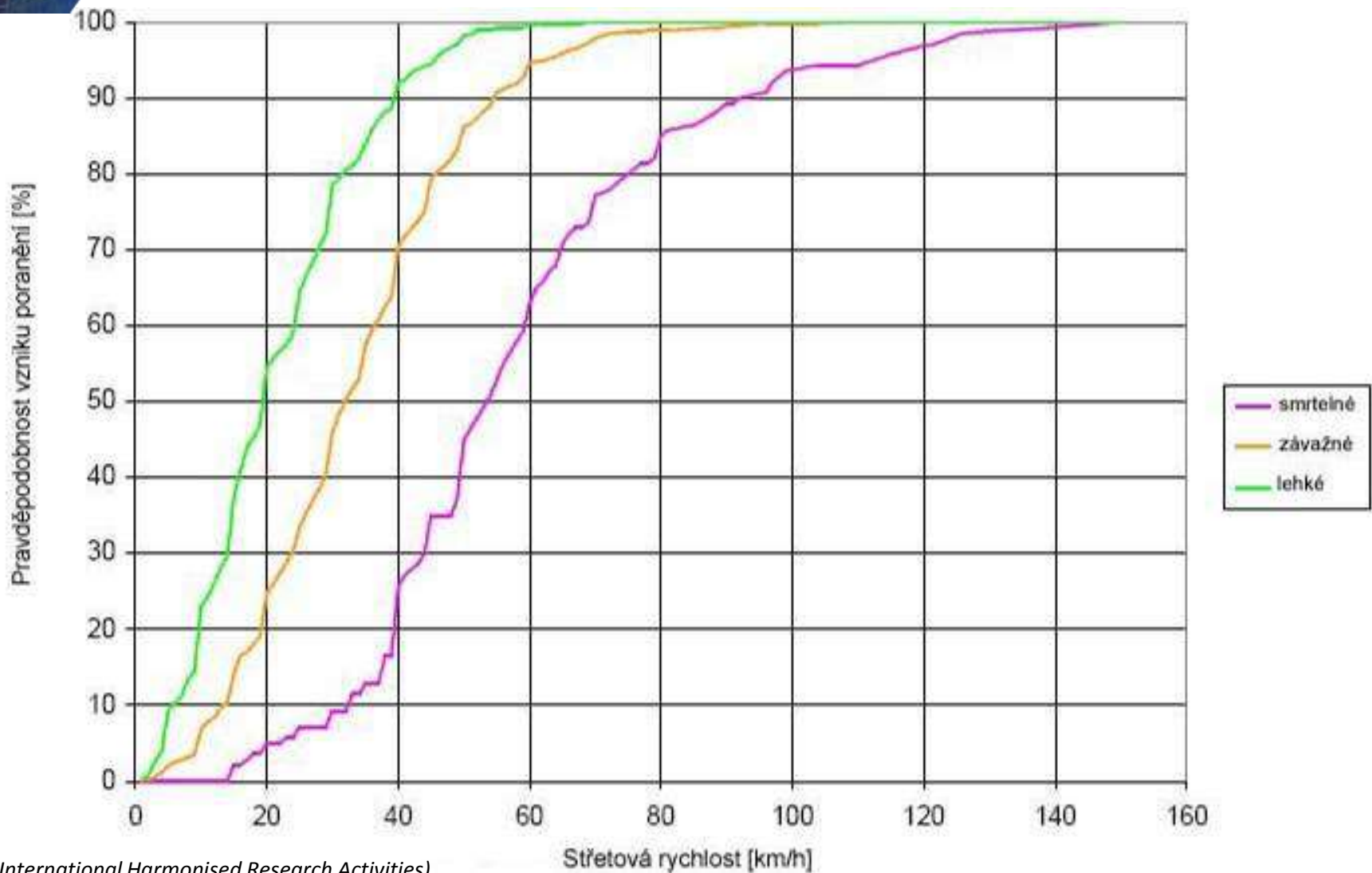
- 6 000 chodců zemře každoročně následkem DN
- 150 000 chodců je zraněno

## ČR

- 150 – 200 chodců každoročně zemře
- 4000 chodců je zraněno (z toho cca 800 dětí)



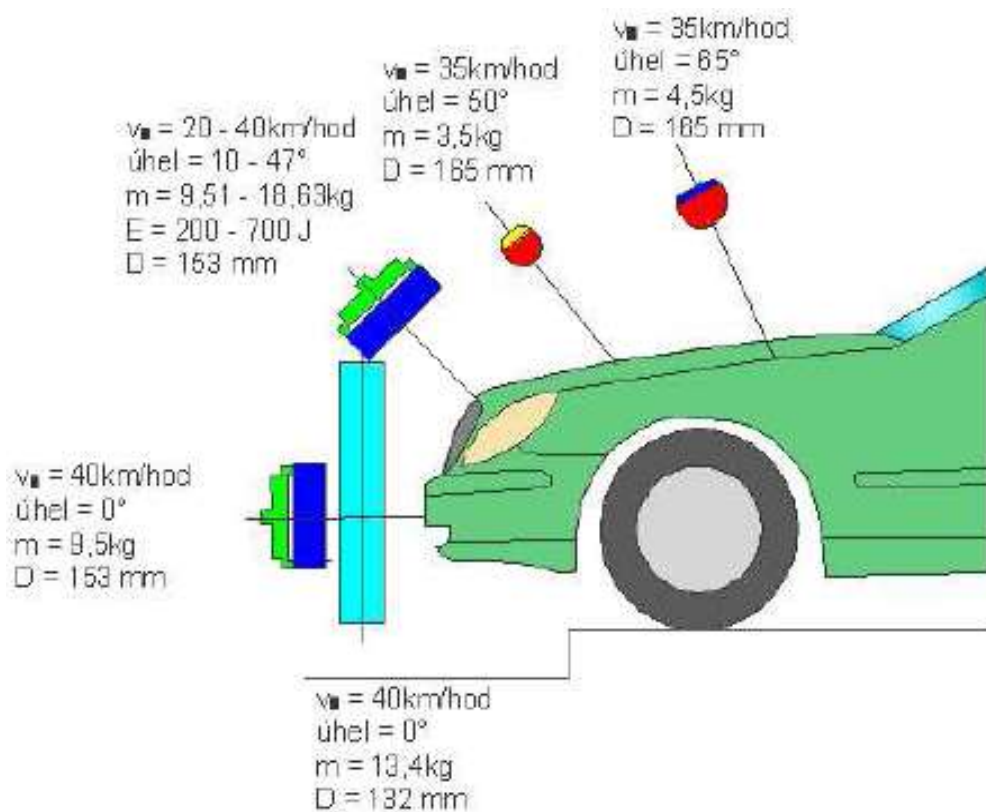
# Vliv střetové rychlosti



Zdroj: IHRA (International Harmonised Research Activities)  
Pedestrian accident dataset 2001



# Homologace dle Nařízení 78/2009/ES - testy impaktní



- přední povrchy vozidel kategorie M1 a N1 z nich odvozených  
s hmotností do 2500kg



# Specifika dětského chodce

## ● **Prevence**

Odlišná úroveň povědomí o zásadách chování v dopravním provozu

Snížená schopnost komplexního vjemu a vyhodnocení nastalé dopravní situace

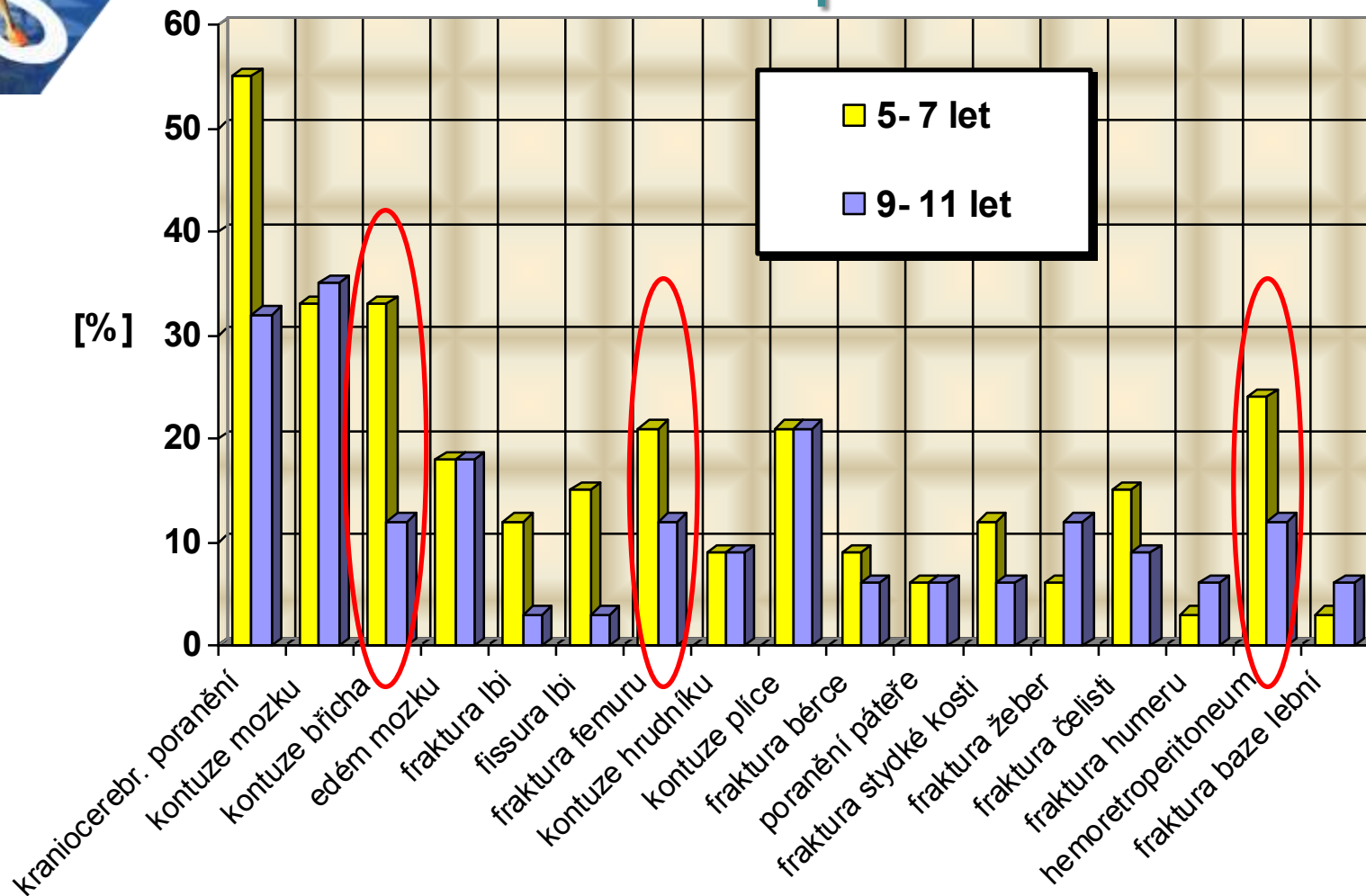
## ● **Pasivní bezpečnost**

Fyzické parametry (výška, hmotnost, proporce, rozložení hmotnosti, poloha těžiště, pružnost tkání...)

Nárazová kinematika (trajektorie, vyšší riziko přejetí v závislosti na tvaru přídě vozidla)



# Věková skupina 5-7 let



Zdroj: Klinická studie provedená autorkou, pacienti ARK FN Motol 1996 – 2007, rozsah výběru dětských pacientů N = 146, celkem 479 poranění



# Série dynamických zkoušek

- střet osobního automobilu kategorie M1 s dětským chodcem – figurína P6 (reprezentující šestileté dítě, 117 cm, 22 kg)

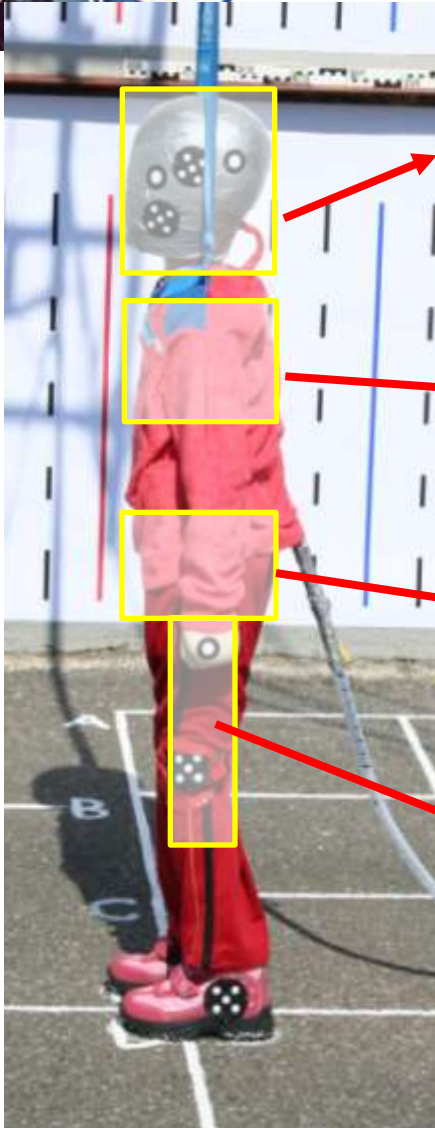
## Počáteční podmínky

- pro všechny zkoušky shodné:
  - figurína čelem ke kolidujícímu vozidlu, stoj spatný, v ose vozidla,
  - počátek brzdění v okamžiku nárazu,
  - předpokládané rychlosti nárazu: 10 km/h, 20 km/h a 30 km/h.





# Figurína P6 - instrumentace



**Hlava** – 3osý akcelerometr, 1000 g



**Hrudník** – 3osý akcelerometr, 1000 g



**Pánevní oblast**  
– 3osý akcelerometr,  
500 g



**Dolní končetina (levá)**

- 1osý akcelerometr v oblasti kolena, 500 g
- tenzometrické měření na stehenní kosti





# Kolizní partneři

**Rok 2009**

## Škoda Roomster

- pohotovostní hmotnost: 1200 kg

**Reálné nárazové rychlosti:**

rok	2009	2010
č. zkoušky	Škoda Roomster	Škoda Octavia II
101	10,6 km/h	12,2 km/h
201	17,3 km/h	22,4 km/h
301	28,7 km/h	30,6 km/h
302	31,9 km/h	-

**Rok 2010**

## Škoda Octavia II

- pohotovostní hmotnost: 1250 kg





# Střet a postřetová kinematika

## Škoda Roomster:

- kontakt v nadkolenní oblasti vs. nárazník v místě registrační značky,
- koleno vs. spodní mřížka chladiče resp. její horní hrana,
- pánevní oblast vs. maska s mřížkou chladiče, lišta.

## Škoda Octavia II:

- kontakt v oblasti pánve vs. maska automobilu s mřížkou chladiče,
- stehno vs. nárazník v místě registrační značky,
- koleno vs. spodní mřížka chladiče v nárazníku.





# Střet a postřetová kinematika

Sekundární náraz, záznam z vysokorychlostní kamery

09\_301, 28,7 km/h



09\_302, 31,9 km/h



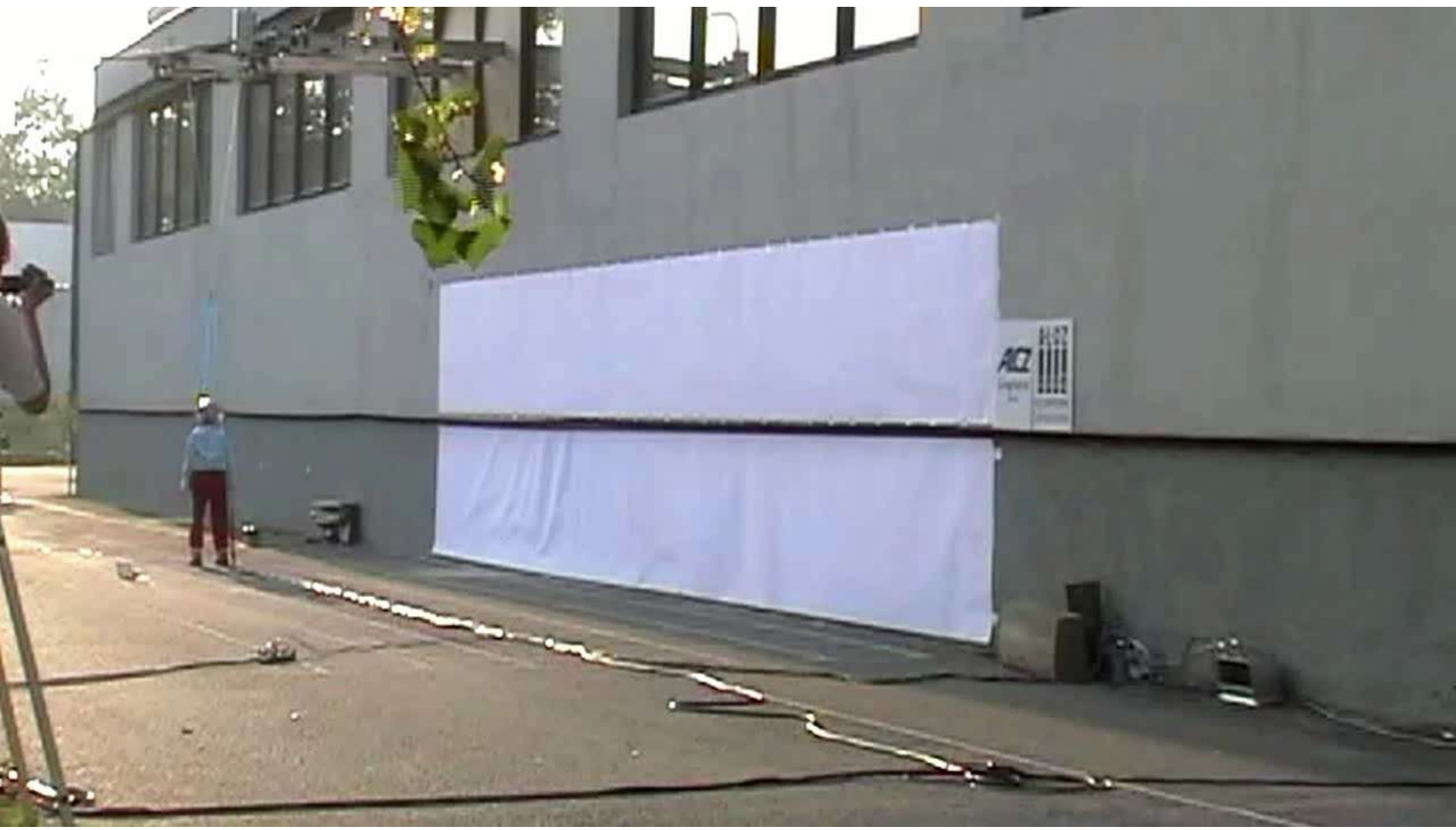
10\_301, 30,6 km/h





# Střet a postřetová kinematika

Záznam z vysokorychlostní kamery, 09\_302, 31,9 km/h





# Střet a postřetová kinematika

Záznam z vysokorychlostní kamery, 10\_301, 30,6 km/h

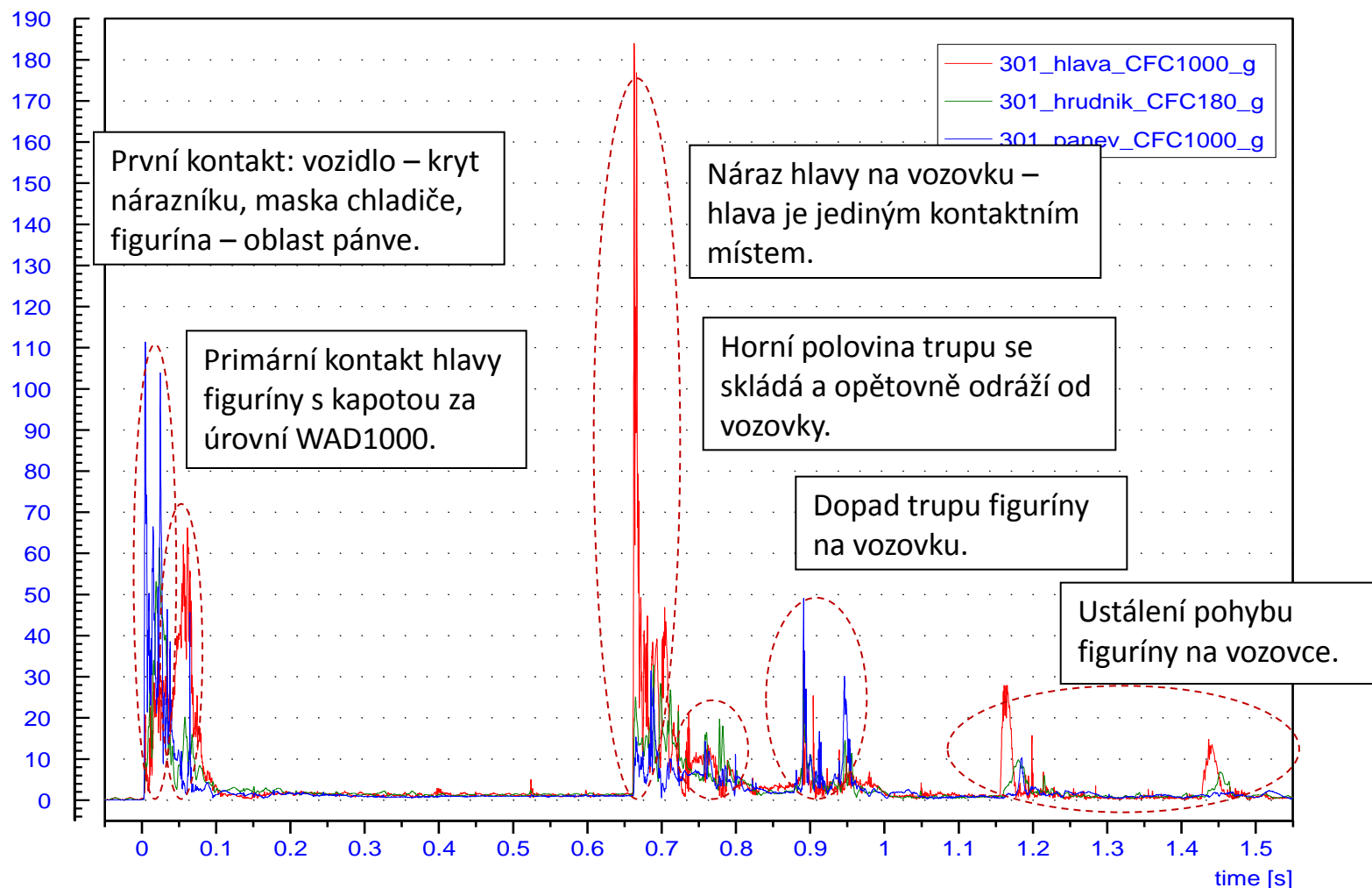






# Naměřené hodnoty zrychlení na figuríně

## Graf výslednic působícího zrychlení na jednotlivé části figuríny – č. 10\_301

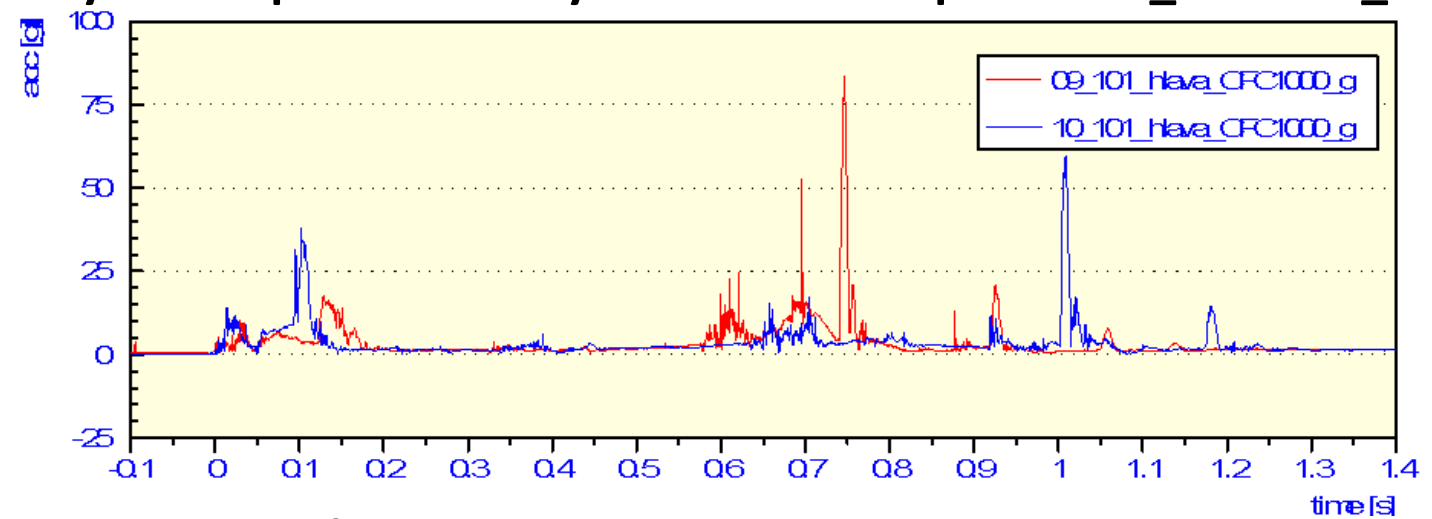




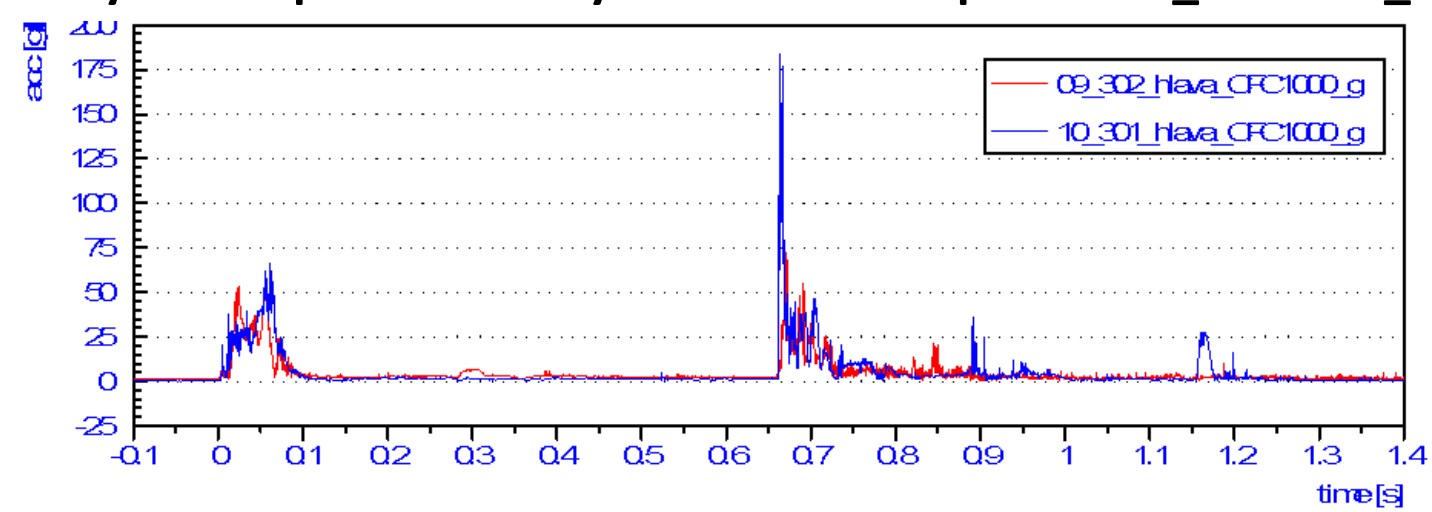


# Naměřené hodnoty zrychlení na figuríně

Graf výslednic působícího zrychlení na hlavu pro zk. 09\_101 a 10\_101



Graf výslednic působícího zrychlení na hlavu pro zk. 09\_302 a 10\_301





# Srovnání biomechanických kritérií, pravděpodobnost poranění

- limitní hodnoty kritérií poranění pro hlavu, hrudník a pánev nebyly pro **primární náraz** při žádné ze zkoušek překročeny,
- **hlava**: obecně hladší průběh zrychlení primárního nárazu u vozidla **Škoda Roomster** – **mírně nižší** hodnoty kriteria  $HPC_{15}$  i  $a3ms$ , zejména pro nižší kolizní rychlosti,
- **hrudník**: pro nižší kolizní rychlosti mírně příznivější průběh u střetu s vozidlem **Škoda Roomster** – zejména pro nižší kolizní rychlosti, pro rychlosti kolem 30 km/h srovnatelné,
- **pánev**: vzhledem ke konfiguraci střetu více exponována u vozidla **Škoda Octavia II**, zejména pro vyšší kolizní rychlosti,
- **koleno a stehenní oblast**: pro rychlosti okolo 30 km/h byly **u obou vozidel** překročeny příslušné biomechanické limity, lze předpokládat poranění měkkého kolene, popř. zlomenina bérce, roste možnost fraktury femuru.
- vyšší hodnoty působící síly na stehenní kost byly naměřeny převážně pro sérii zkoušek s vozidlem **Škoda Roomster** – dáno konfigurací střetu.



# Srovnání biomechanických kritérií, pravděpodobnost poranění

- **obecně:** nejvyšší pravděpodobnost poranění šestiletého dítěte při primárním nárazu nesou oblasti pánve, kolenního kloubu a stehenní oblast,
- při **sekundárním nárazu** byly pro oblast hlavy několikanásobně překročeny hodnoty naměřené při nárazu primárním,
- kritéria poranění hlavy však v tomto případě nevystihují zcela přesně závažnost poranění - důvodem je převažující **flexně extenční mechanismus pohybu krční páteře** a smýkání hlavy po vozovce – lze usuzovat na vznik závažného poranění krční páteře.



# Poškození automobilů

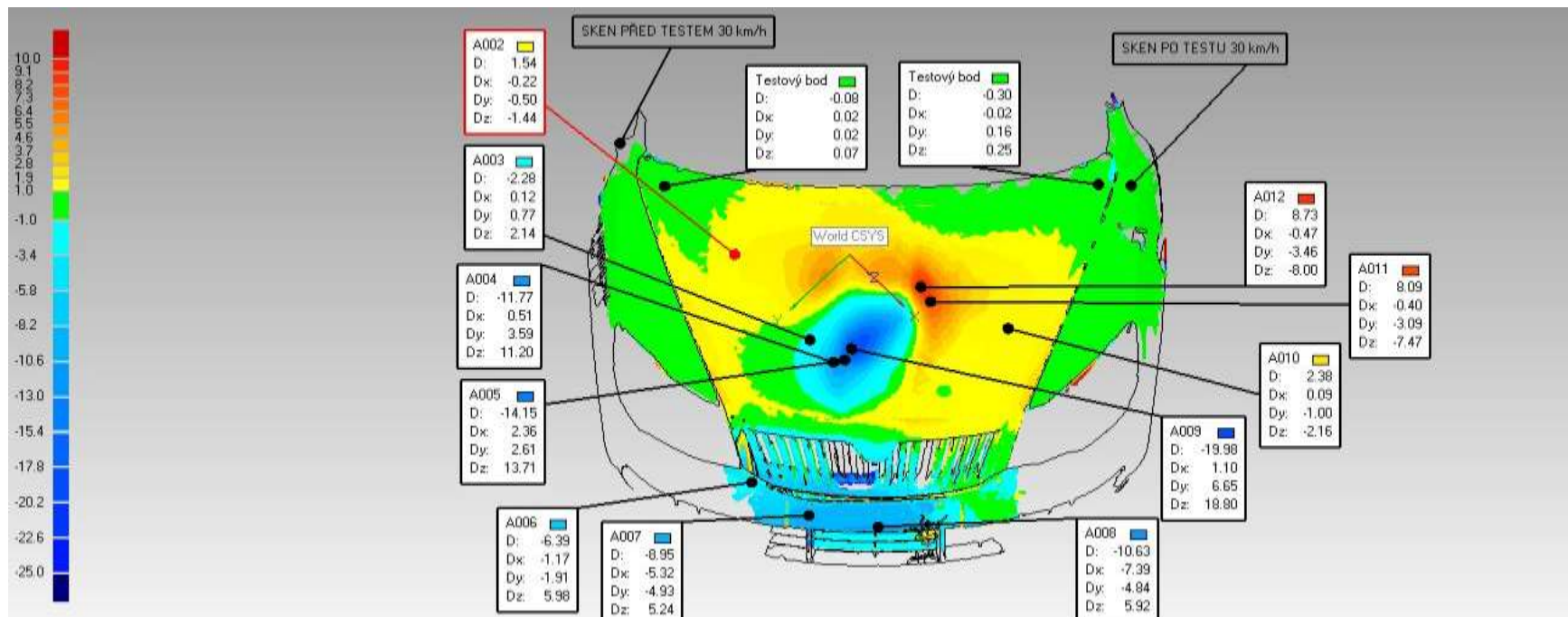
Škoda Roomster, nárazová rychlost 31,9 km/h





# Poškození automobilů

Škoda Octavia II, nárazová rychlost 30,6 km/h





# Závěr I.

- Omezená platnost nařízení 78/2009/ES (typ vozidla, konfigurace střetu, dětský chodec zohledněn realizací impaktor testu maketou hlavy...)
- Zabýváme-li se faktorem chodce (dítěte), je nutno sledovat nejen HPC, ale jak vyplývá ze statistik, i kritéria poranění pánve, dolních končetin a břicha
- Reálná série testů ukázala že:
  1. při rychlostech nižších než 30km/h jsou následky dopadu na vozovku závažnější než samotný kontakt s vozidlem
  2. při nárazové rychlosti nad 30km/h je pravděpodobný výskyt závažného poranění v oblasti pánve/břišní dutiny, kontuze hrudníku a zlomeniny stehenní kosti
  3. poranění hlavy je obtížně predikovatelné pouhým kritériem HPC z naměřených osových zrychlení



# Závěr II.

## Cíle a další vývoj projektu

- poukázat na metodikou nepodchycená místa ve **zkoušení osobních automobilů** – zohlednění střetu s dětským chodcem,
- nutnost zaměření se na **silové působení na dolní končetiny** dětských chodců,
- zejména pro analýzu závažnosti sekundárního nárazu – nutnost sledovat **silové momenty a zrychlení působící na krční páteř**,
- zdokonalování **simulačních modelů**,
- popis možných odlišností kontaktu s různými osobními automobily.

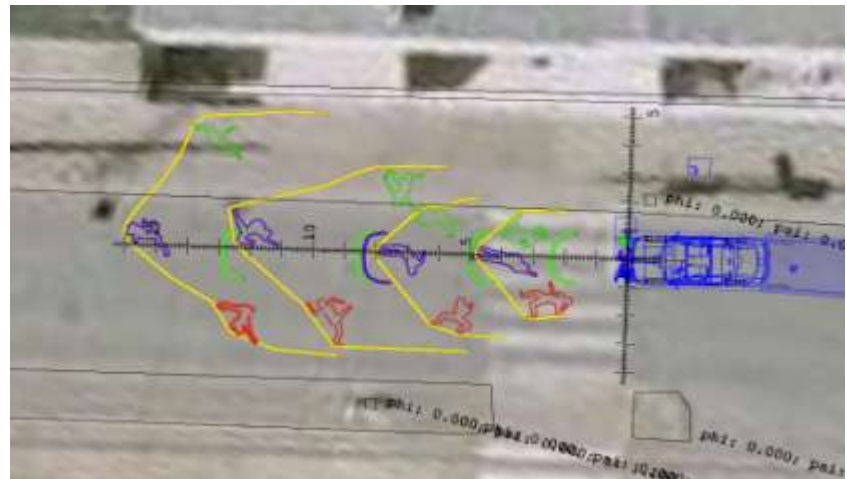


# Zvýšení bezpečnosti na místních komunikacích

- ❑ Aktivní bezpečnost pozemních komunikací
- ❑ Pasivní bezpečnost pozemních komunikací

SW Virtual crash – lze demonstrovat konkrétní nehodu v mapovém podkladu (dopadové zóny pro různé kolizní rychlosti)

- Opatření v okolí přechodů pro chodce zmírňující následky sekundární kolize do 30km/h
  - nebezpečí obrubníkových hran
  - city bloky - náhrada ochrannými plastovými prvky
  - povrchy v blízkosti přechodů





# Děkuji za pozornost...

Fotodokumentace, videozáznamy a závěrečné zprávy jsou volně ke stažení na internetových stránkách Ústavu soudního znaleství v dopravě FD ČVUT v sekci **Aktuálně**:

[K622.fd.cvut.cz](http://K622.fd.cvut.cz)



**ÚSTAV SOUDNÍHO ZNALECTVÍ  
V DOPRAVĚ K622**  
a  
**ANALÝZA DOPRAVNÍCH NEHOD**  
(výukový projekt ústavu)



ČVUT v Praze  
Fakulta Dopravní

ÚVOD

**AKTUÁLNĚ**

O PROJEKTU

ČINNOST

PRÁCE STUDENTŮ

PŘEDMĚTY ÚSTAVU

FOTOGALERIE

KONTAKTY

**SÉRIE DYNAMICKÝCH ZKOUŠEK**  
střetu osobního automobilu s dětským chodcem

Bezpečnost chodců je v současné době jedním z významných kritérií pro hodnocení bezpečnosti vozidel. Homologační předpisy jsou založeny na testování předí těchto vozidel nárazovými maketami, které reprezentují části těla dospělého chodce, riziko pro dětského chodce je vyjádřeno testem impaktorem dětské hlavy.

Ústav soudního znaleství v dopravě K622 ve spolupráci s Ústavem mechaniky a materiálů K618, Ústavem dopravní techniky K616 (2009) FD ČVUT v Praze a za podpory uvedených partnerů provedl v rámci základního výzkumu **sérii dynamických zkoušek pasivní bezpečnosti dětského chodce při střetu s osobním vozidlem kategorie M1 při různých kolizních rychlostech (10, 20, 30 km/h)**. Během testů byly sledovány kontaktní zóny na předí vozidla včetně poškození a na upravené dětské

