

MEGRA 2023

GORNJA RADGONA
9. MAREC 2023

USTREZNA
INFRASTRUKTURA -
POGOJ ZA VEČJO
PROMETNO
VARNOST



Pomen eksperimentov in simulacij za varnost in učinkovitost prometne infrastrukture

doc. dr. MIHA AMBROŽ

raziskovalec, Katedra za modeliranje v tehniki in medicini

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO

Pridobivanje podatkov za varno in učinkovito gospodarjenje s prometno infrastrukturo

- Podatki o "črnih točkah" in preteklih prometnih nezgodah niso več dovolj.
- Preprečevanje nezgod in blaženje njihovih posledic zahteva podrobno poznavanje lastnosti in obnašanja vseh elementov sistema človek - vozilo - vozišče.

- Podatki morajo biti **na voljo vsem**, ki se ukvarjajo s prometno varnostjo.
- Zato morajo biti **ustrezno shranjeni** in **dostopni**.

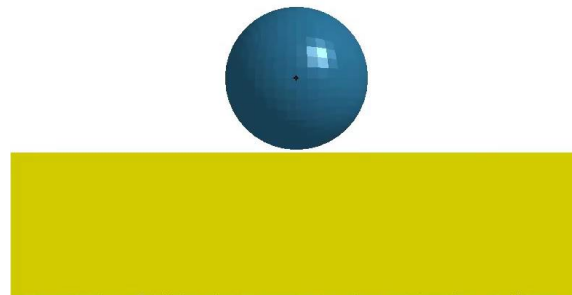
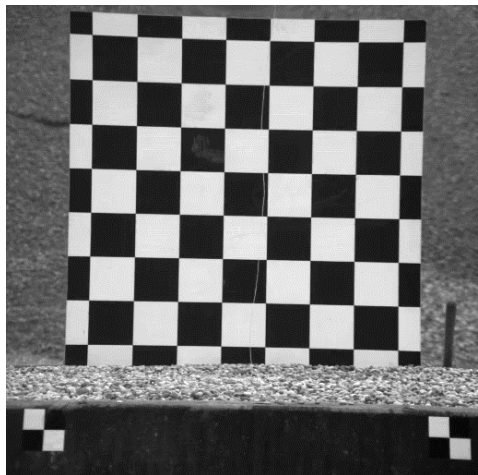


projekt "MVCP"

- Najuporabnejše podatke pridobimo z **eksperimenti in simulacijami**.

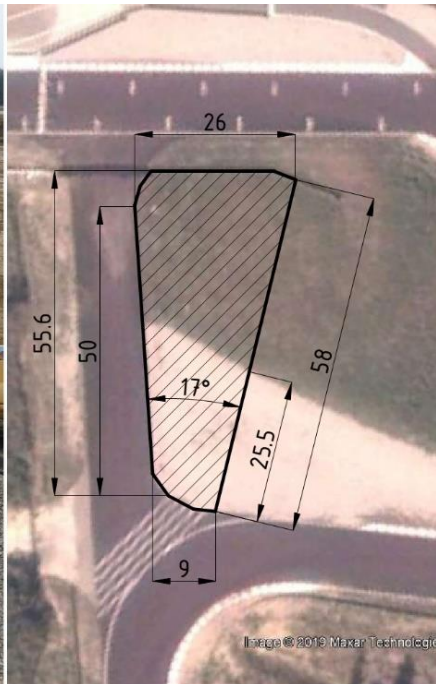
Eksperimenti in simulacije

- Izvajanje za preverjanje lastnosti podsistemov v sistemu človek - vozilo - vozišče
- Merjenje parametrov in odzivov novih in obstoječih tehničnih rešitev
- Razvoj simulacijskih modelov na podlagi rezultatov meritev
- Uporaba simulacijskih modelov za preverjanje možnih scenarijev v kritičnih situacijah



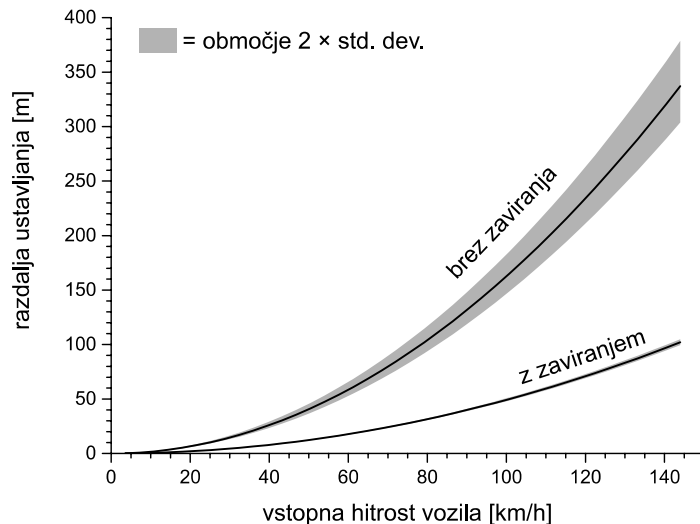
Eksperimentalno preverjanje prodnatih izletnih con

- Izgradnja prodnate izletne cone za izvajanje preizkusov ustavljanja vozil



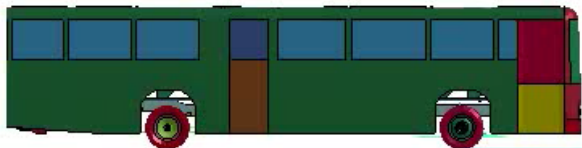
Eksperimentalno preverjanje prodnatih izletnih con

- Izvedba eksperimentov z osebnimi avtomobili v polni velikosti
- Meritve odziva vozila in potnikov ter preverjanje poškodbenih kriterijev
- Določitev optimalnih parametrov sistema za varno ustavljanje



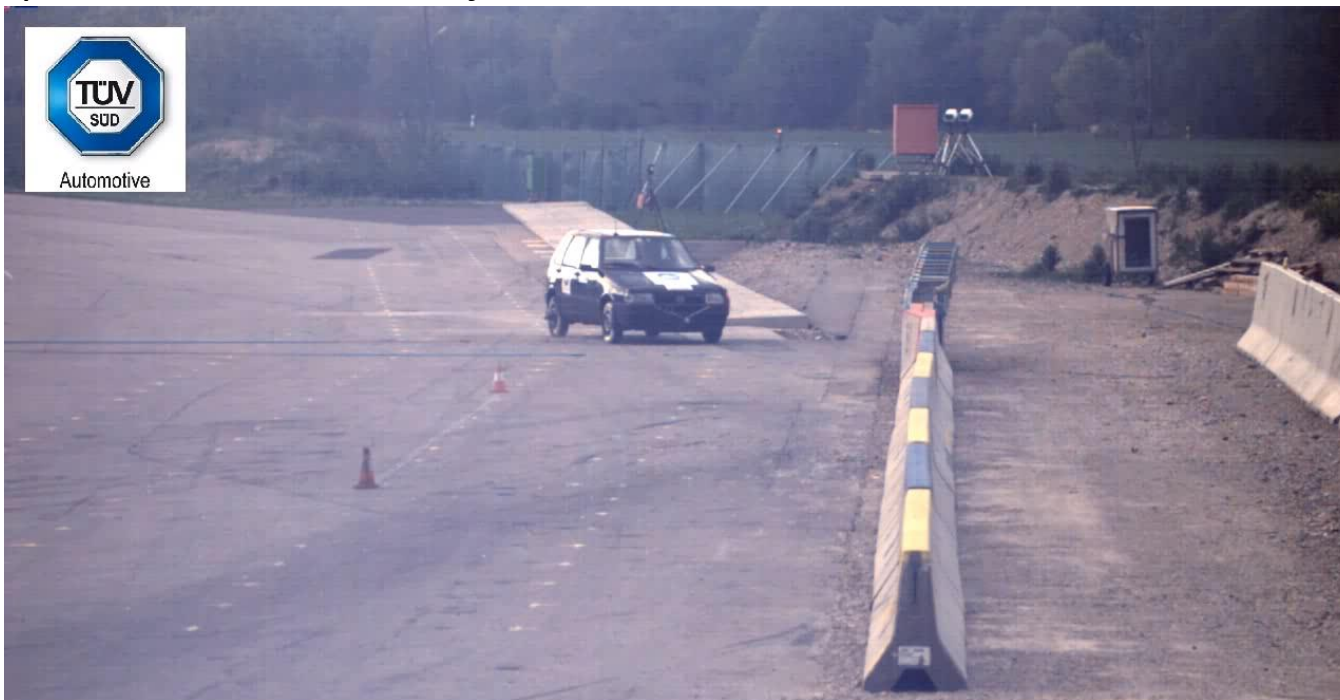
Simulacije ustavljanja na prodnatih izletnih conah

- Razvoj različnih mehanskih modelov
- Uporaba izmerjenih parametrov
- Razširitev rezultatov na težja vozila



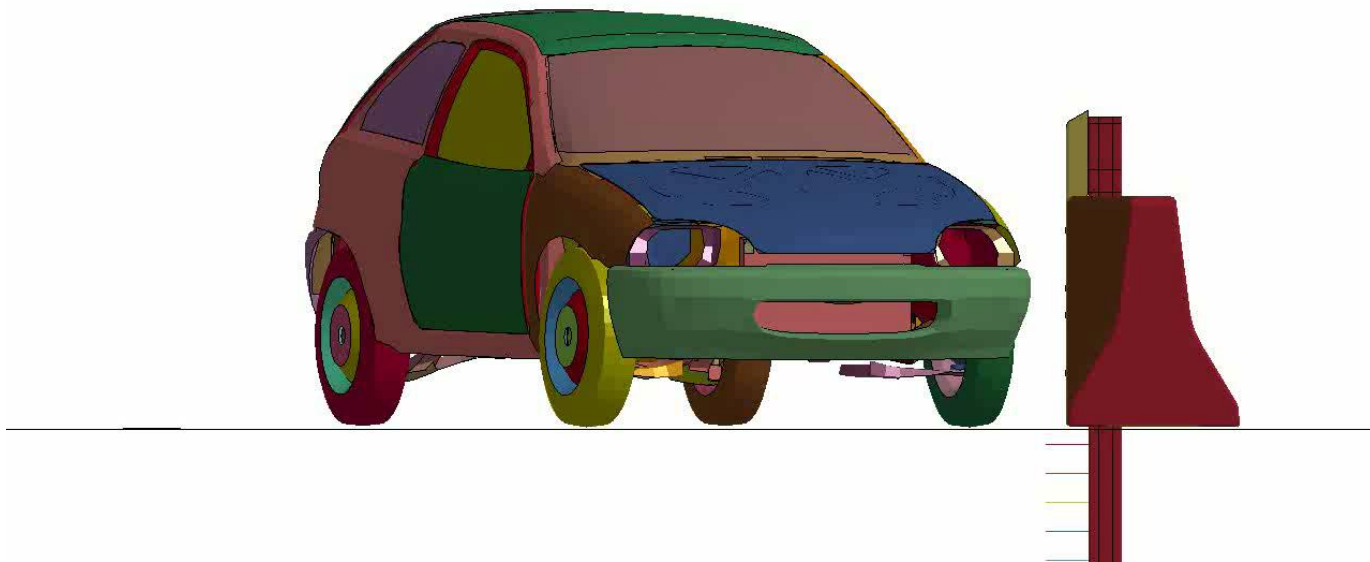
Eksperimentalno preverjanje trkov v varnostne ograje

- Izvedba preizkusov po EN 1317 pri partnerju (osebni avtomobil)
- Pridobitev parametrov za simulacije



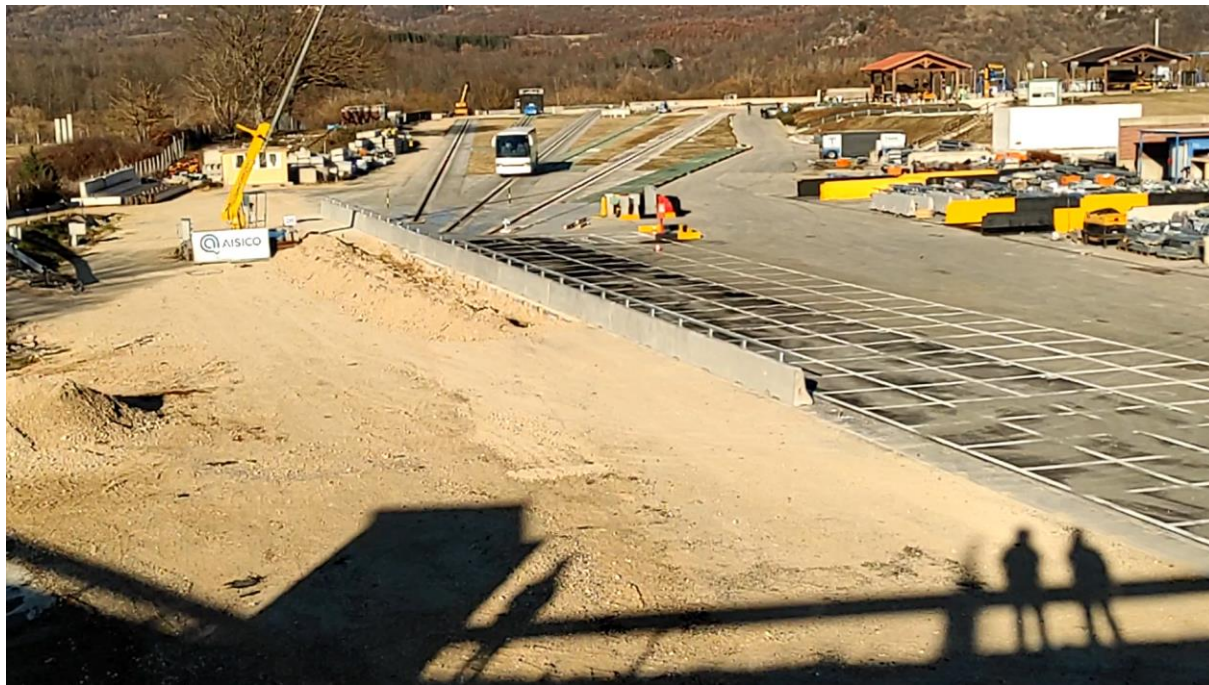
Simulacije trkov v varnostne ograje

- Določitev obremenitev na prehodu JVO v BVO
- Določitev in optimizacija potrebnih konstrukcijskih in materialnih delov prehoda



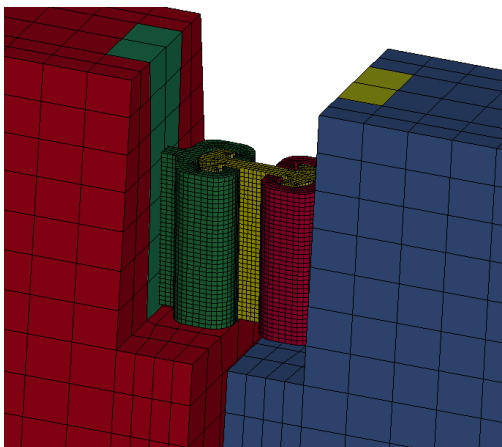
Eksperimentalno preverjanje trkov v varnostne ograje

- Izvedba preizkusov po EN 1317 pri partnerju (avtobus)
- Pridobitev parametrov za simulacije



Simulacije trkov v varnostne ograje

- Določitev obremenitev ograje, vozil in potnikov pri trkih z različnimi hitrostmi in koti
- Določitev in optimizacija potrebnih konstrukcijskih in materialnih parametrov delov ograje



Simulacije na brežinah ob avtocesti

- Določitev parametrov brežine za preprečitev prevračanja vozil (900 kg vozilo s 100 km/h)



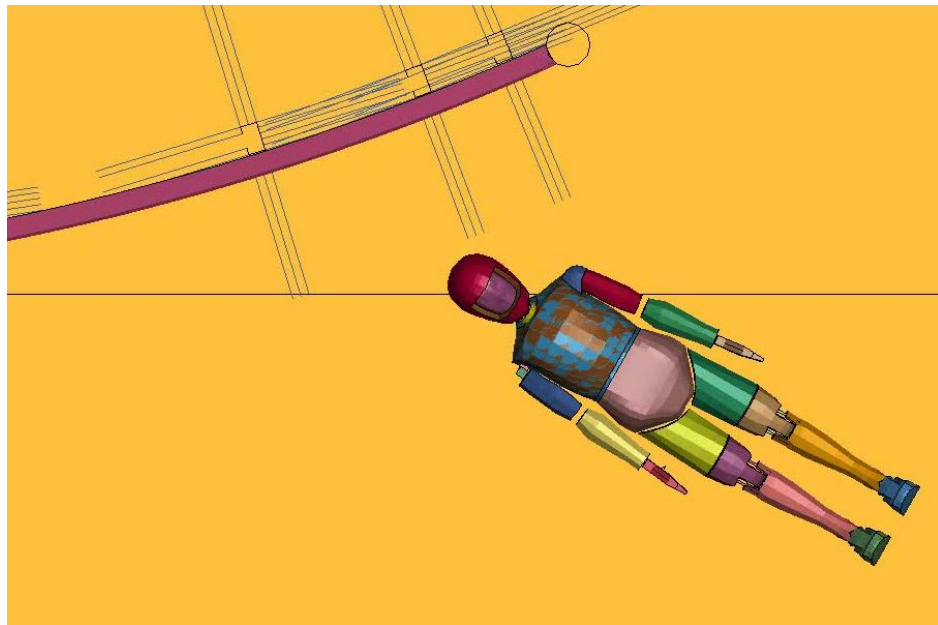
$\mu = 0,8$ (tlakovana brežina)



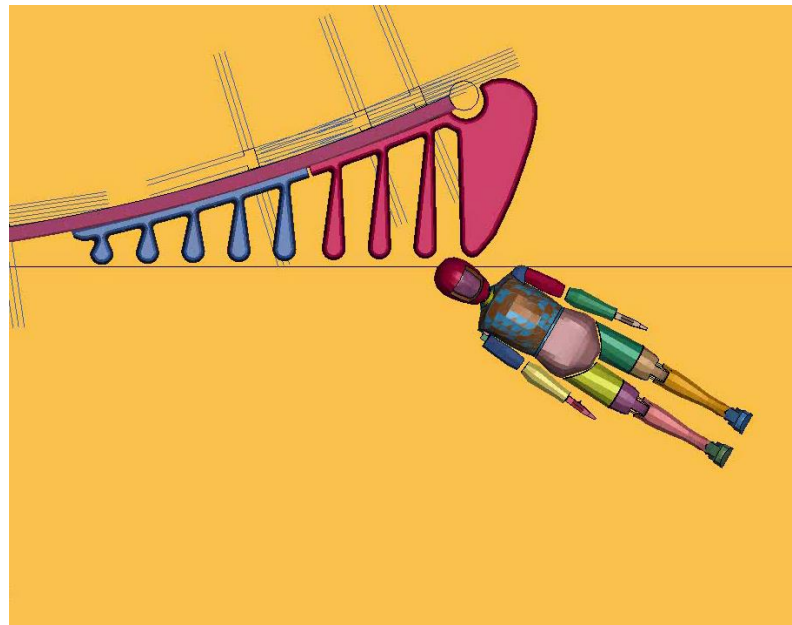
$\mu = 0,6$ (travnata brežina)

Simulacije na ostalih infrastrukturnih rešitvah

- Konstrukcija zaščite motoristov pri trku v varnostno ograjo ($v = 60 \text{ km/h}$)



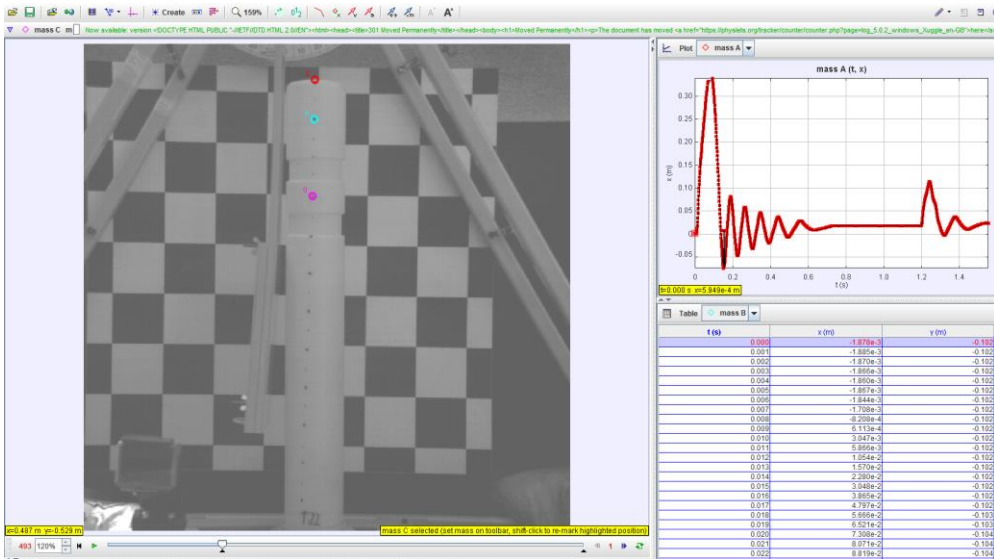
HIC = 9984; $F = 13,8 \text{ kN}$



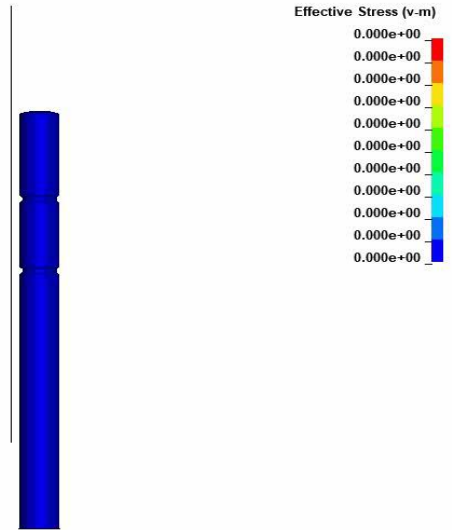
HIC = 141; $F = 2,8 \text{ kN}$

Eksperimenti na ostalih infrastrukturnih rešitvah

- Določitev odziva HDPE obcestnih stebričkov pri udarni obremenitvi
- Verifikacija simulacijskega modela



LS-DYNA keyword deck by LS-PrePost
Time = 0
Contours of Effective Stress (v-m)
max IP. value
min=0, at elem# 100000
max=0, at elem# 100000



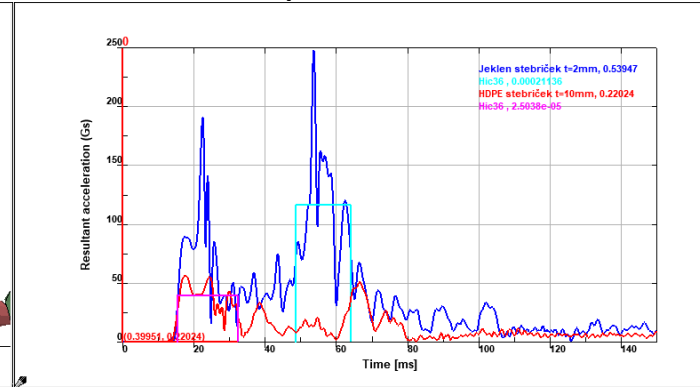
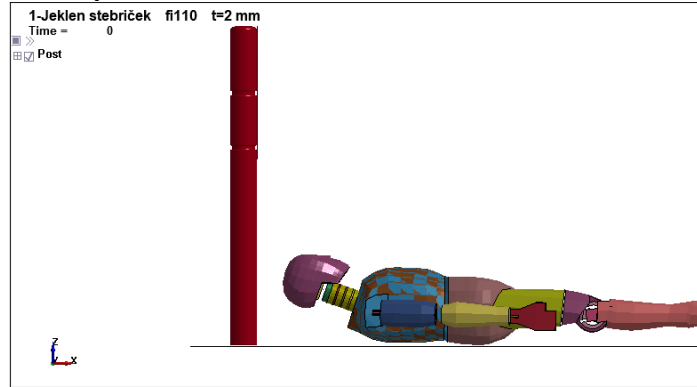
Simulacije na ostalih infrastrukturnih rešitvah

- Določitev konstrukcijskih parametrov obcestnih stebričkov za ublažitev posledic trkov

jeklen stebriček

$$a_{\text{peak}} = 248 \text{ g}$$

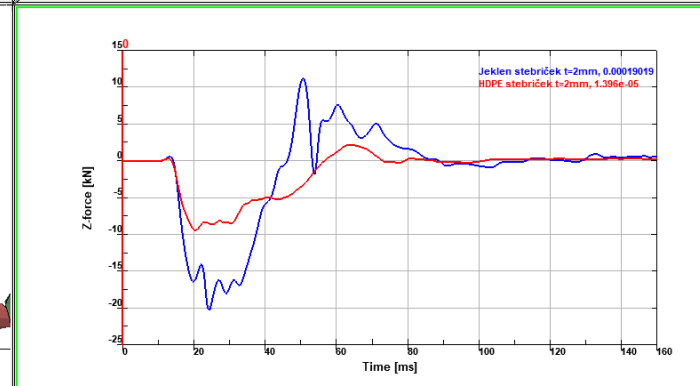
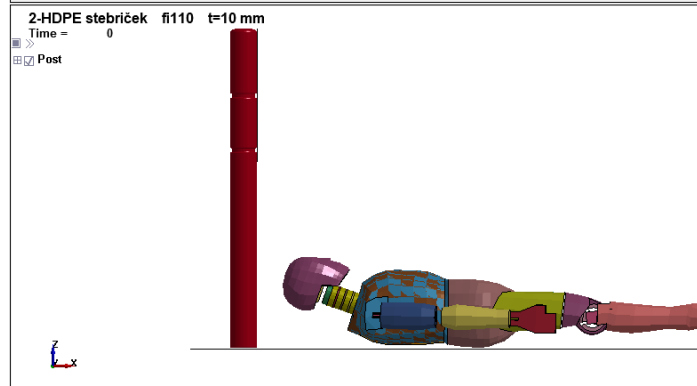
$$F_{\text{max}} = 20 \text{ kN}$$



HDPE stebriček

$$a_{\text{peak}} = 52 \text{ g}$$

$$F_{\text{max}} = 9,8 \text{ kN}$$



Izdelava pasivno varnih HDPE obcestnih stebričkov

- Sodelovanje z izdelovalcem, upravljavcem infrastrukture in namestitvev na cestnem odseku



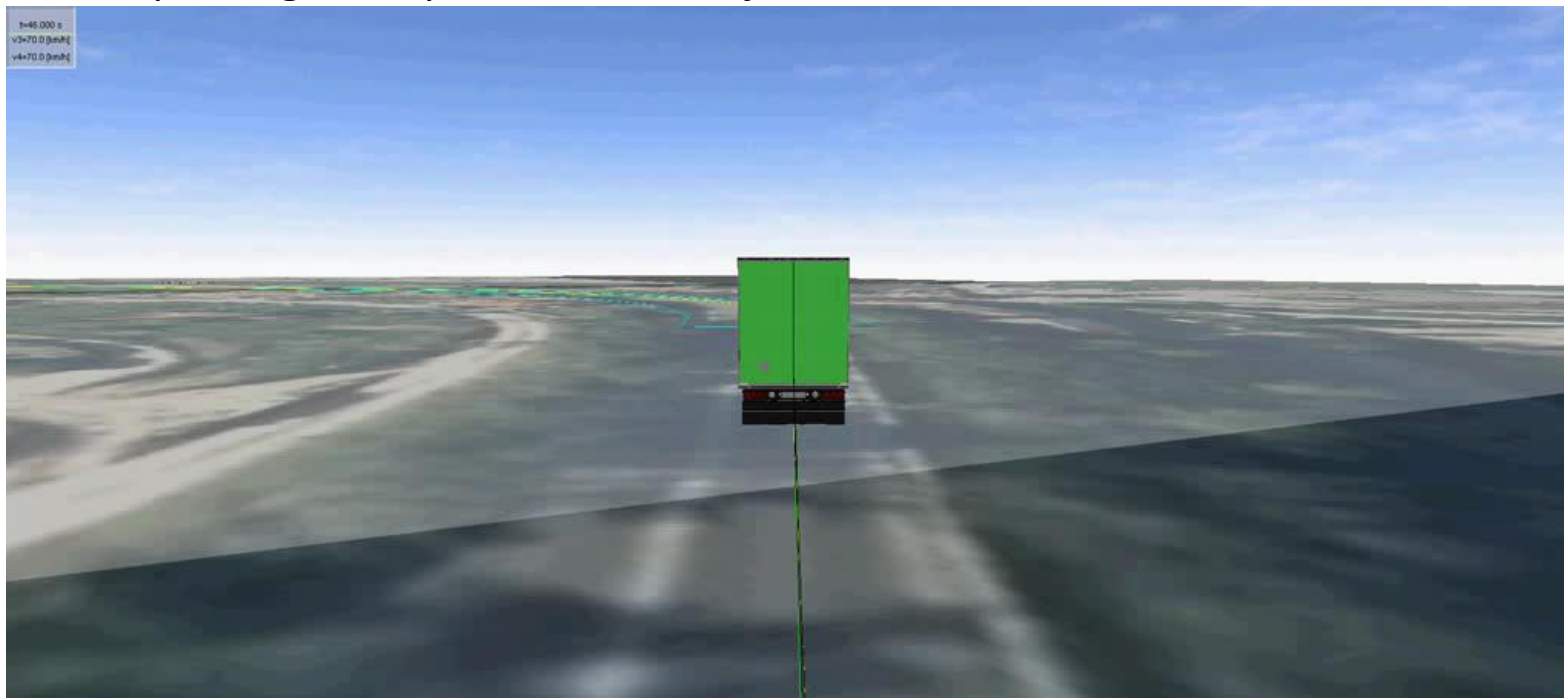
Eksperimentalno ugotavljanje tornih lastnosti vozišč

- Merjenje pojemkov pri zaviranju ustrezno opremljenega vozila
- Pridobitev tornih količnikov v različnih razmerah za simulacije



Simulacije vožnje na obstoječih cestnih odsekih

- Ugotavljanje varnih hitrosti za različne vrste vozil pri izmerjenih vrednostih parametrov
- Osnova za predloge ukrepov rekonstrukcije



Sklep

- Eksperimenti in simulacije so dober vir podatkov in se med sabo dopolnjujejo.
- Mnogokrat je izvedba eksperimenta edina možnost za določitev parametrov za simulacijo.
- Eksperimenti so potrebni za validacijo simulacijskih modelov.
- Simulacije scenarijev, ki so za izvedbo eksperimenta predragi ali prenevarni:
 - primer: 2.000 € za simulacijo je ceneje kot 50.000 € za eksperiment,
 - simulacijo lahko izvedemo večkrat, ne da bi pri tem uničili predmet preizkusa.
- Pri modeliranju in simuliranju situacij v prometu na osnovi eksperimentov velja:
 - Kar smo naredili, nas je veliko stalo...
 - ... tisto, česar nismo, nas je stalo še mnogo več.

Pri gospodarjenju z infrastrukturo pravilna izvedba znanstvenega in inženirskega pristopa poveča varnost in učinkovitost rešitev ter prihrani čas in denar.

Sklep

- Eksperimenti in simulacije so dober vir podatkov in se med sabo dopolnjujejo.
- Mnogokrat je izvedba eksperimenta edina možnost za določitev parametrov za simulacijo.

Hvala za pozornost!

- Eksperimenti so potrebni za validacijo simulacijskih modelov
- Simulacije scenarijev, ki so za izvedbo eksperimenta predrag
 - primer: 2.000 € za simulacijo je ceneje kot 50.000 € za €
 - simulacijo lahko izvedemo večkrat, ne da bi pri tem unič
- Pri modeliranju in simulaciji situacij v prometu na osnovi e
 - Kar smo naredili, nas je veliko stalo...
 - ... tisto, česar nismo, nas je stalo še mnogo več.



<https://kmtm.fs.uni-lj.si>

Pri gospodarjenju z infrastrukturo pravilna izvedba znanstvenega in inženirskega pristopa poveča varnost in učinkovitost rešitev ter prihrani čas in denar.