

Napětově-deformační analýza zadní nápravy automobilu při nárazu do překážky

Ondrej Bodo

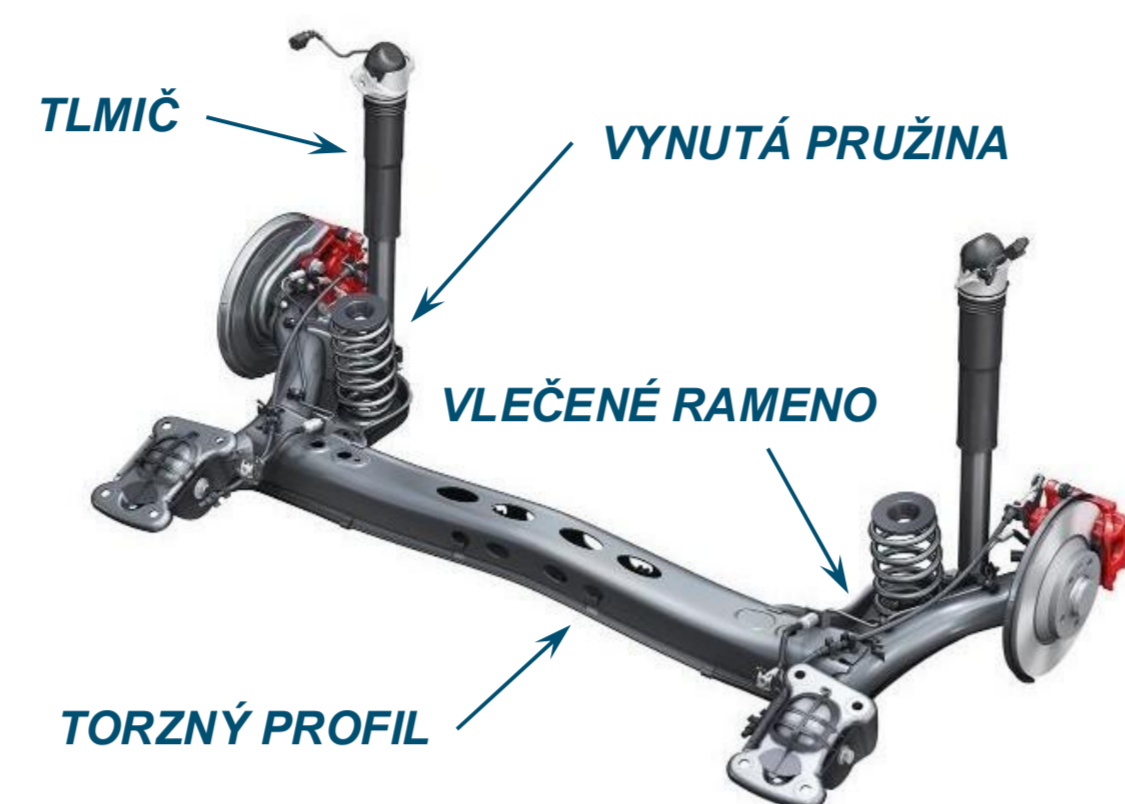
Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky



MOTIVÁCIA A FORMULÁCIA PROBLÉMU



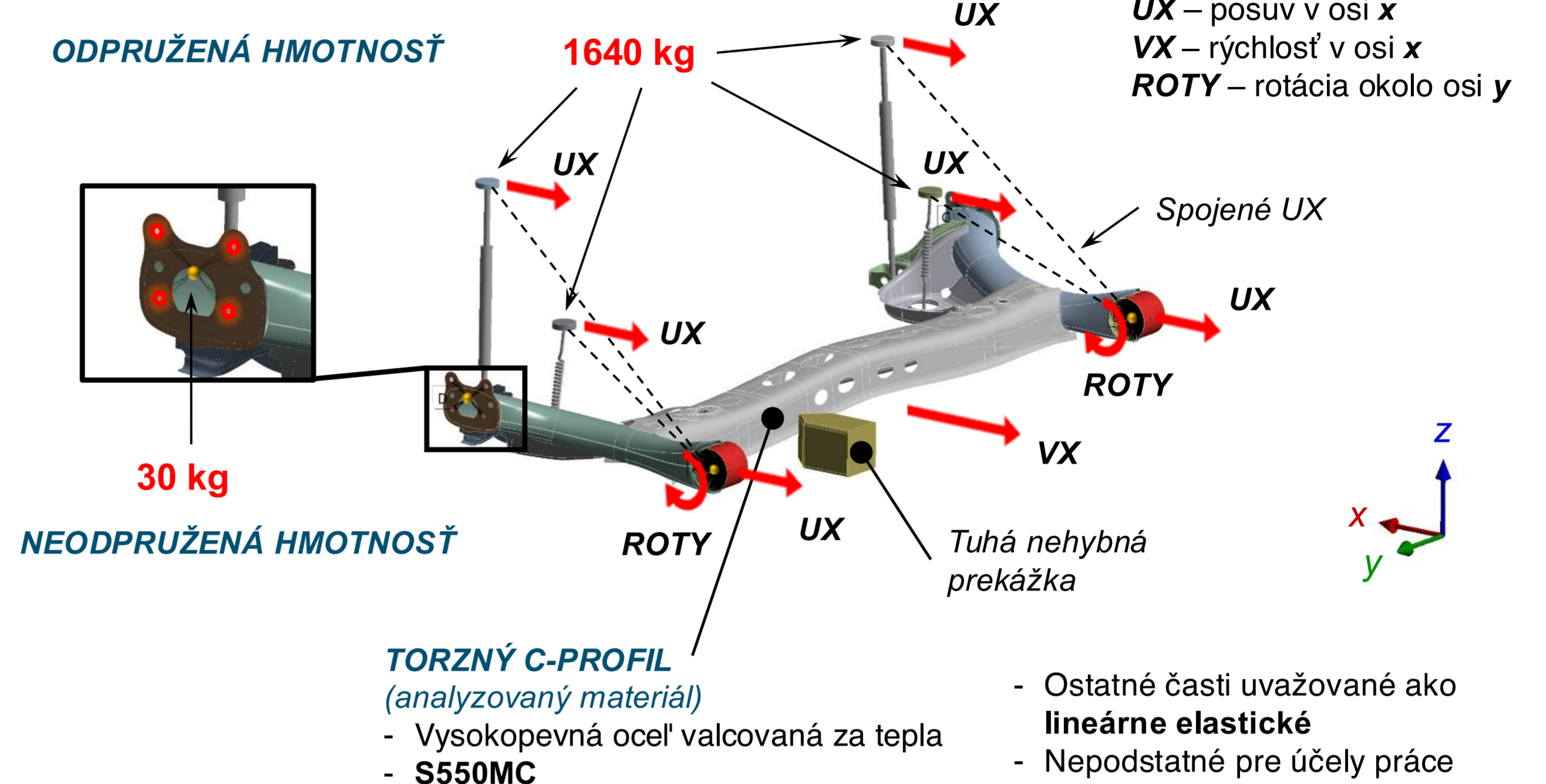
- Náprava ako dôležitý prvok spájajúci rám automobilu s rotujúcimi kolesami
- Torzna náprava predstavuje **efektívne riešenie** kombinujúce výkonnosť a ekonomické nároky
- Vibrácie od nerovností, únavové poškodenie alebo náraz do cudzieho objektu oslabujú integritu nápravy → **ohrozenie bezpečnosti posádky**



Blue Strada Tours. Car Suspension Kinematics Schemes. Online, 2025. Available from: <https://bluestradatours.com/car-suspension-kinematics-schemes/>. [Cited 27. April 2026]

Problémom bolo vykonať **numerickú napätovo-deformačnú analýzu zadnej torznej nápravy pri kontakte s cestnou prekážkou**, so zameraním na **posúdenie vplyvu rýchlosti vozidla, tvaru prekážky a miesta nárazu** na možné poškodenie konštrukcie.

OKRAJOVÉ PODMIENKY A ROZLOŽENIE HMOTNOSTI



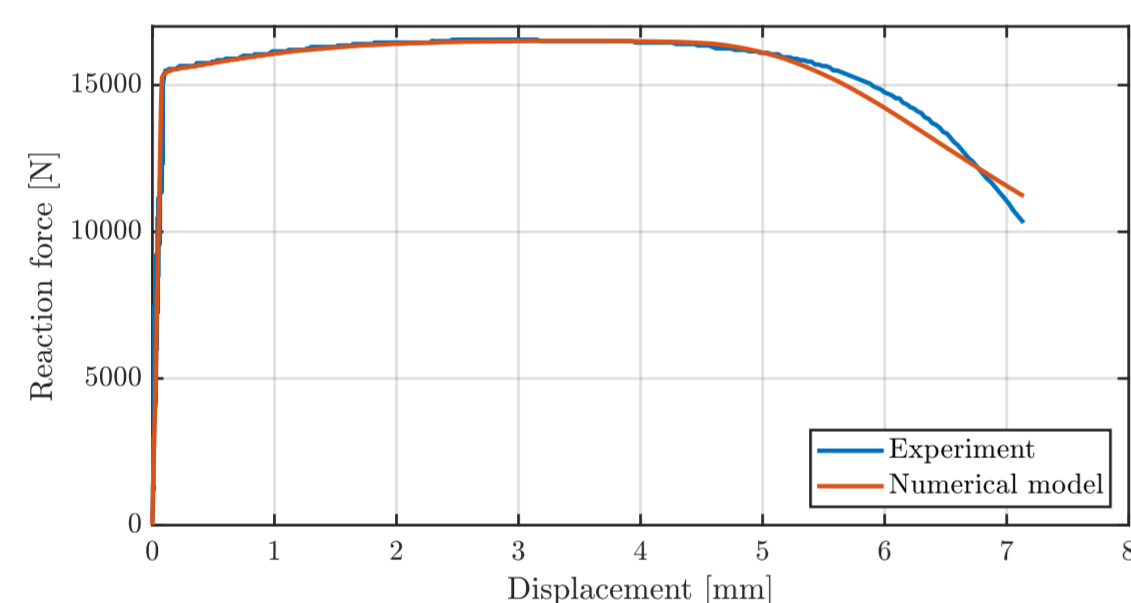
Simulované počiatočné rýchlosti VX	20 km/h	50 km/h	90 km/h
------------------------------------	---------	---------	---------

KALIBRÁCIA MODELOV PLASTICITY A PORUŠENIA

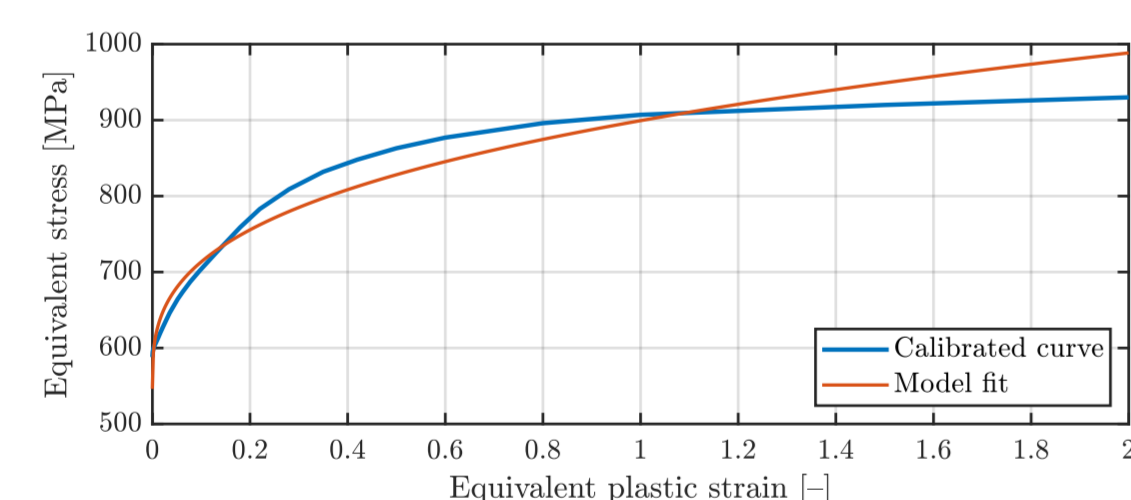


- Multilineárny model plasticity (presnejší popis spevnenia materiálu)
- Vplyv rýchlosti zaťažovania zahrnutý v modeli porušenia
- Využitý **tabuľovaný model Johnson-Cook (*MAT 224 LS-DYNA)** kombinujúci multilineárny model plasticity a nakalibrované koeficienty porušenia

Porovnanie závislosti reakčnej sily na posunutí pre ťahovú skúšku hladkej vzorky



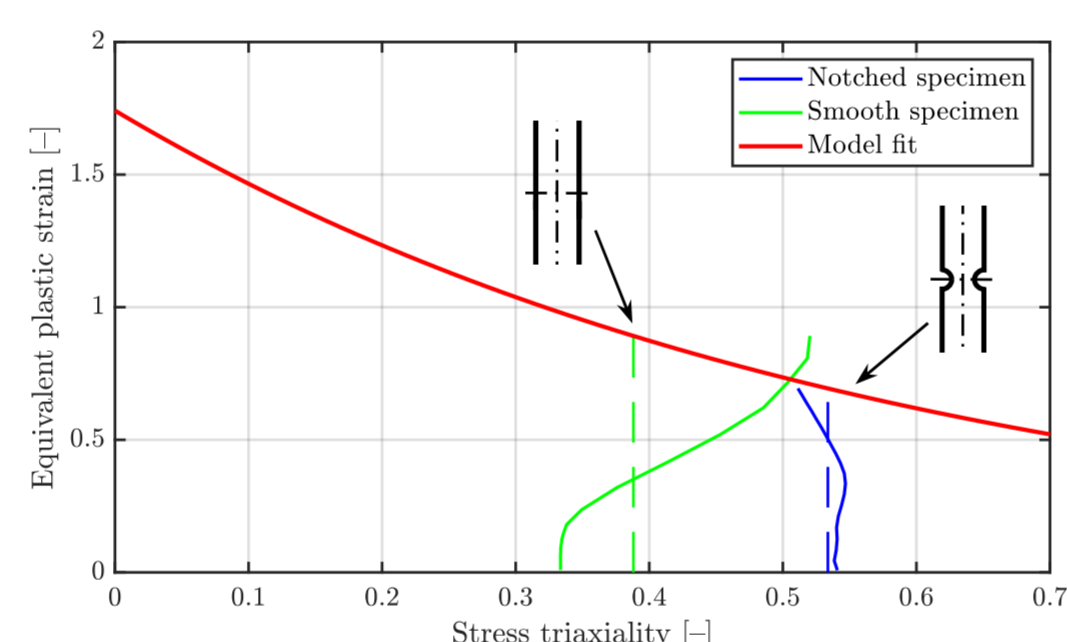
Nakalibrovaná multilineárna krivka spevnenia preložená mocninnou funkciou modelu Johnson-Cook



Model porušenia Johnson-Cook

$$\epsilon^f = [D_1 + D_2 \exp(D_3 \eta)] \left[1 + D_4 \ln \frac{\dot{\epsilon}_p}{\dot{\epsilon}_0} \right] \left[1 + D_5 \frac{T - T_0}{T_{melt} - T_0} \right]$$

Závislosť lomového pretvorenia na triaxialite napätia preložené Johnson-Cookovým modelom



Koeficienty porušenia

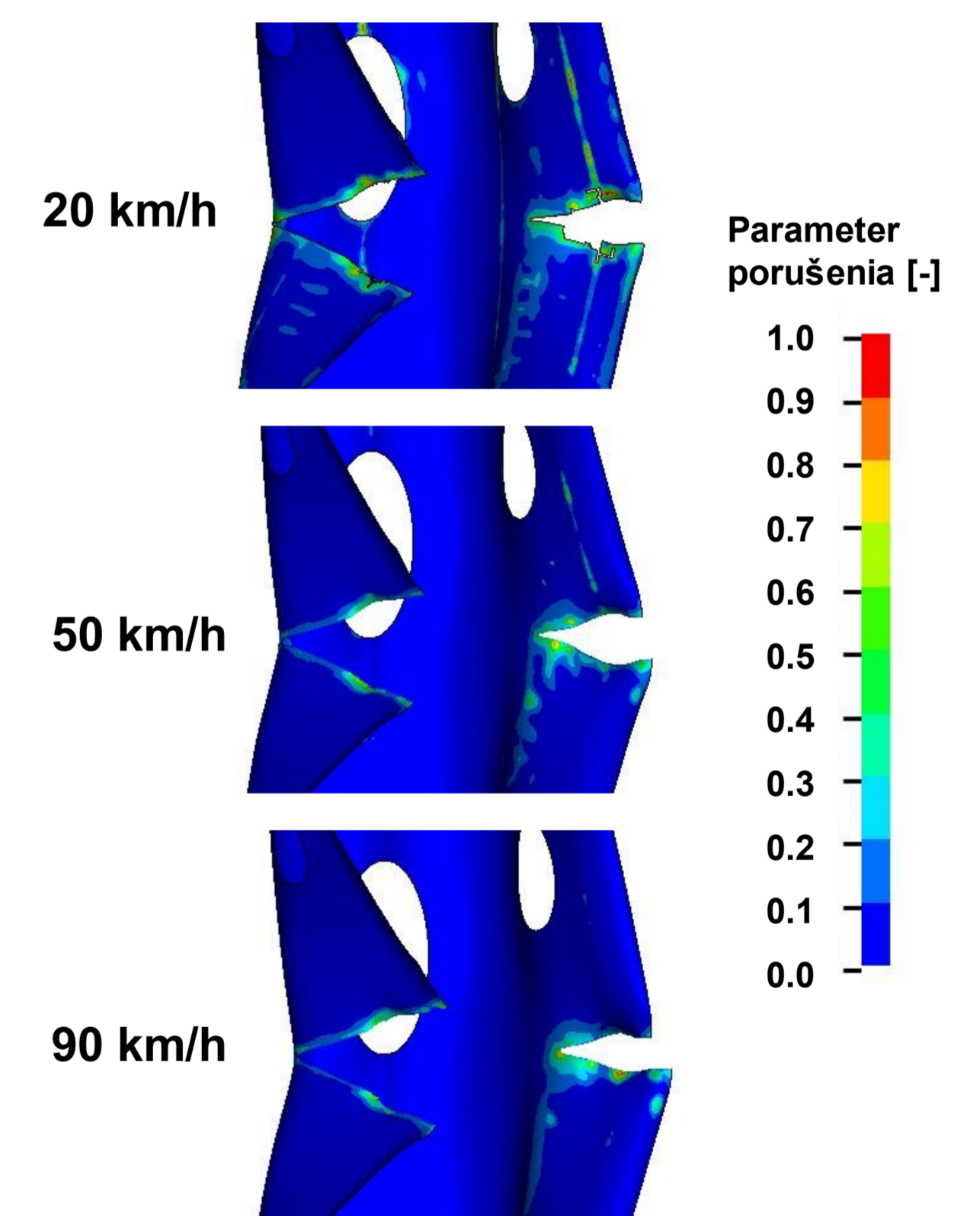
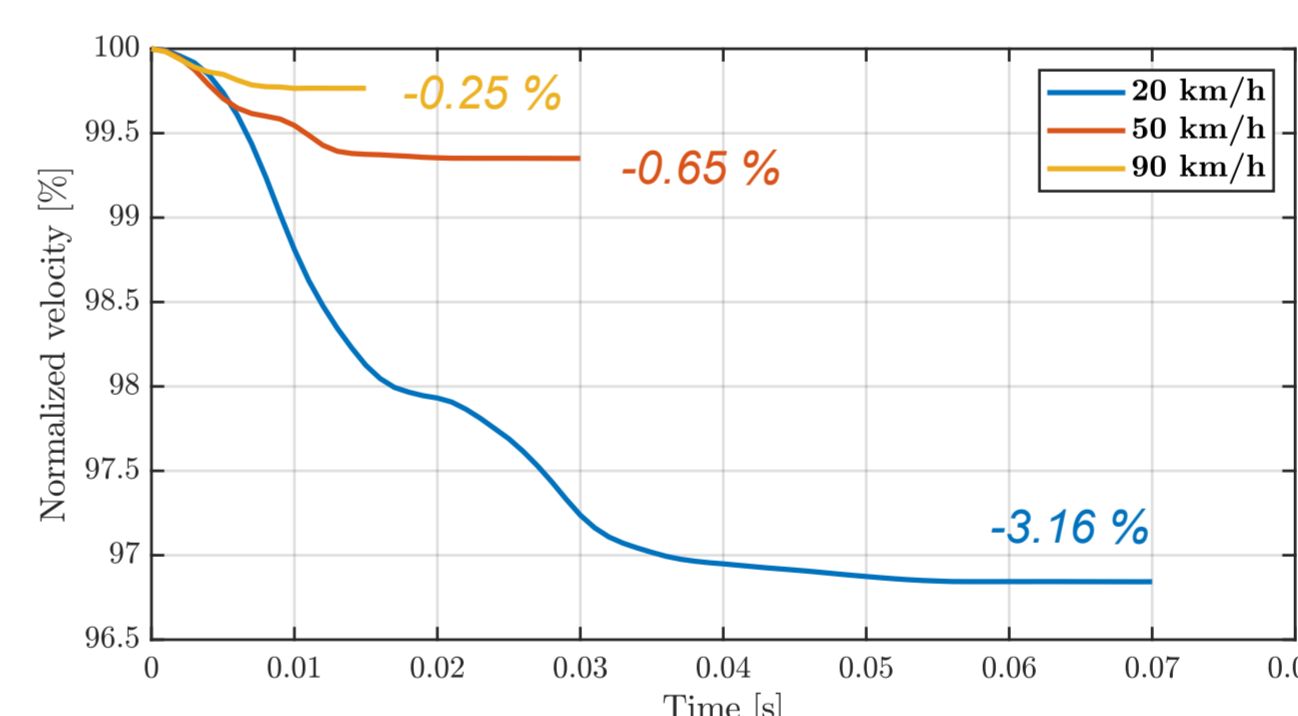
D_1 [-]	D_2 [-]	D_3 [-]	D_4 [-]	D_5 [-]
0	1.7414	-1.7245	0.0034	0

VPLYV RÝCHLOSTI PRI NÁRAZE



- Zvýšenie rýchlosti automobilu vedie ku **koncentrovanejšiemu porušeniu a zmenšeniu oblasti** plastických deformácií

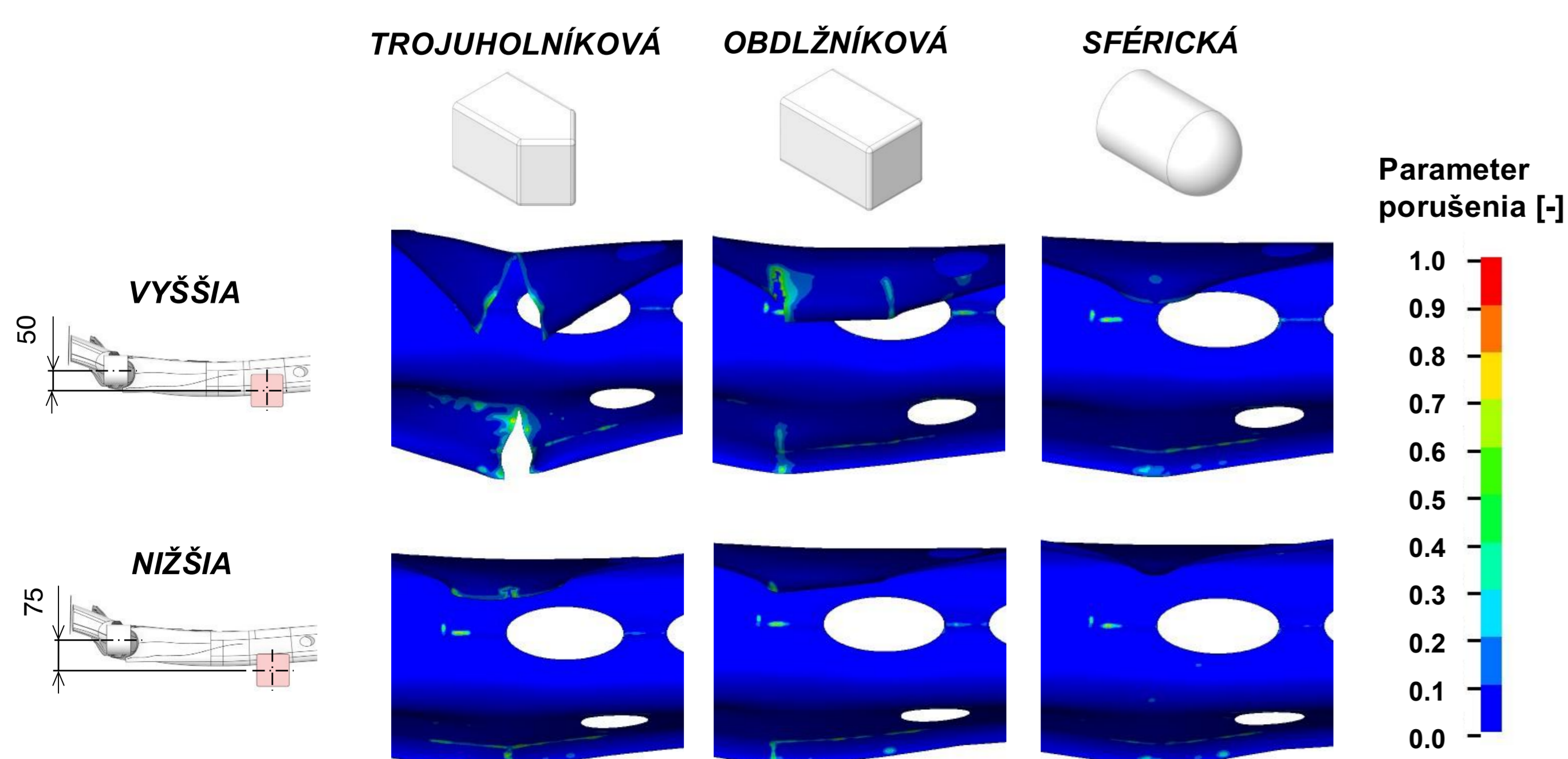
Porovnanie percentuálnej redukcie rýchlosti spriemerovanej zo všetkých simulovaných scenárov



VPLYV GEOMETRIE PREKÁŽKY A POZÍCIE NÁRAZU



- Tvar prekážky a miesto kontaktu majú **zásadnejší vplyv na vznik porušenia** než počiatočná rýchlosť
- Prekážky s ostrou hranou iniciujú trhliny aj pri nízkych rýchlostiach, zatiaľ čo sférická prekážka nespôsobila porušenie ani pri 90 km/h
- Znížením vertikálnej pozície sa **znižila veľkosť** kontaktnej sily o ~38 %



POROVNANIE S EXPERIMENTOM



- Riadený experiment realizovaný v spolupráci s **Katedrou častí a mechanizmu strojů, Fakulta strojní, Technická univerzita v Liberci**
- Rozdiely v časových závislostiach spôsobené **idealizovanými okrajovými podmienkami** → výpočtový model nezahrňuje pridanú flexibilitu experimentálneho rámu
- Minimálne rozdiely v deformovaných tvaroch (maximálny posuv v oboch prípadoch ~17.4 mm)



Porovnanie redukcie rýchlosti induktora a veľkosti reakčnej sily v čase s experimentom

