

Popis obsahu balíčku WP23 Metodiky návrhu karoserie moderního vozidla z hlediska snižování hmotnosti a zvyšování pasivní bezpečnosti

WP23: Metodiky návrhu karoserie moderního vozidla z hlediska snižování hmotnosti a zvyšování pasivní bezpečnosti

Vedoucí konsorcia podílející se na pracovním balíčku

TÜV SÜD Czech s.r.o., Ing. Jakub Jelínek.

Členové konsorcia podílející se na pracovním balíčku

České vysoké učení technické v Praze Ing. Michal Vašíček, doc. Ing. Miroslav Španiel, CSc.

Hlavní cíl balíčku

-WP23A: Lehká konstrukce vozidla. Metodika pro testování návrhů lehké konstrukce nákl. vozidel a autobusů s ohledem na snižování jejich hmotnosti a současně zvyšování pasivní bezpečnosti.

-WP23 B: Výzkum kompozitového absorbéru energie nárazu jako jednoho z prvků moderní konstrukce vozidel.

Dílčí cíle balíčku pro nejbližší období

- WP 23 A: Metodika pro ověřování MKP modelů z pohledu homologačního procesu
- WP 23 B: Makromodel absorbéru energie

Popis plnění balíčku WP23 Metodiky návrhu karoserie moderního vozidla z hlediska snižování hmotnosti a zvyšování pasivní bezpečnosti

WP23A:

- Metodika pro ověřování MKP modelů z pohledu homologačního procesu (TÜV-Jelínek)

Vývoj a ověření metodiky pro sestavení typických fyzických validačních zkoušek. Tyto zkoušky slouží k prokázání dostatečné shody mezi reálnými testy a výstupy MKP analýzy (nelineární dynamické MKP analýzy s využitím komplexních modelů vozidel popř. jejich částí). Hlavním cílem je vyvinout jednoduchou metodiku použitelnou nejen při přípravě ověřovacích testů, ale také pro nestandardní případy a další simulace podle předpisů EHK.

WP23B:

- Makromodel absorbéru energie (ČVUT- Španiel)
- Základní návrh metodiky modelování kompozitových absorbérů energie rázu (ČVUT- Španiel)

Plnění cílů, milníků a výstupů, splněné výsledky balíčku WP23 Metodiky návrhu karoserie moderního vozidla

Plnění dílčích cílů, milníků a výstupů

WP23V08: Publikace v odborném časopise

- MECCA, Dynamics testing of busses and their components, článek k odeslání

WP23V09: Příspěvek na odborné konferenci

- DEVELOPMENT OF THE ADAPTABLE ENERGY ABSORBERS FOR CAR CRASHES
34th International Danubia Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics, Poster ID 8027

WP23V10: Metodika pro ověřování MKP modelů z pohledu homologačního procesu

- Metodika sestavena, dokončovací činnosti, implementace do interního systému kvality TSCZ

WP23V11: Metodika návrhu kompozitových absorbérů energie rázu

- Výzkumná zpráva bude dokončena v nejbližší době

Přehled splatných výsledků a jejich plnění

WP23V7: Modelování kompozitových absorbérů energie rázu („Automatický generátor MKP modelu absorbéru nárazu“ je uložen ve v3s pro odeslání do RIV)

Plnění cílů, milníků a výstupů, splněné výsledky balíčku WP23 Metodiky návrhu karoserie moderního vozidla

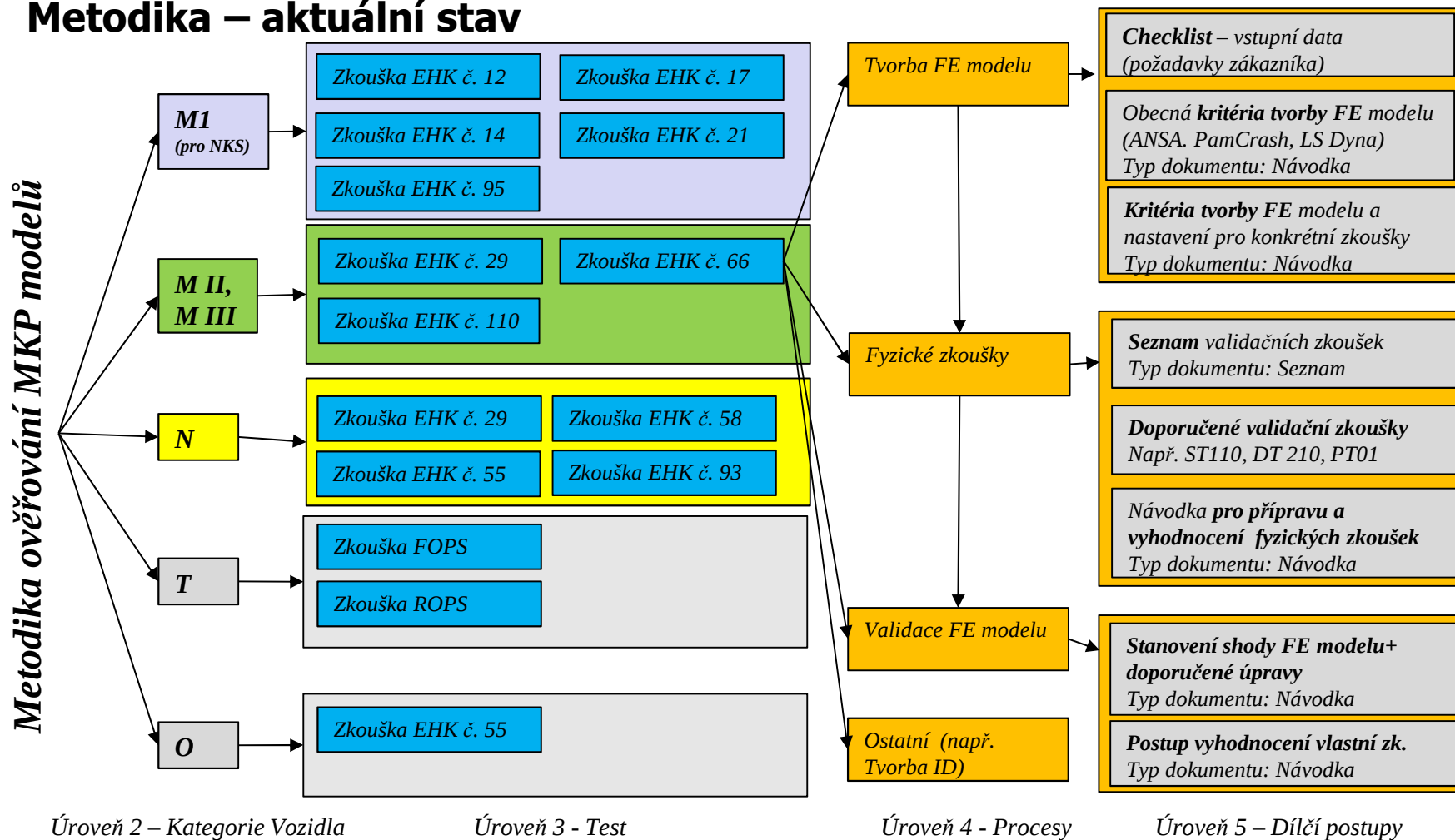
Metodika pro ověřování MKP modelů z pohledu homologačního procesu

- Metodika je důležitou součástí systému kvality z pohledu akreditace zkušební laboratoře dle ČSN EN 17025
- Dokumentovány procesní postupy
- Dokumenty jsou součástí interního systému kvality (ESE) TÜV SÜD Czech
- Jednoznačnost a dostupnost informací pro každého zaměstnance
- Stanoven správce dokumentu -> pravidelné aktualizace

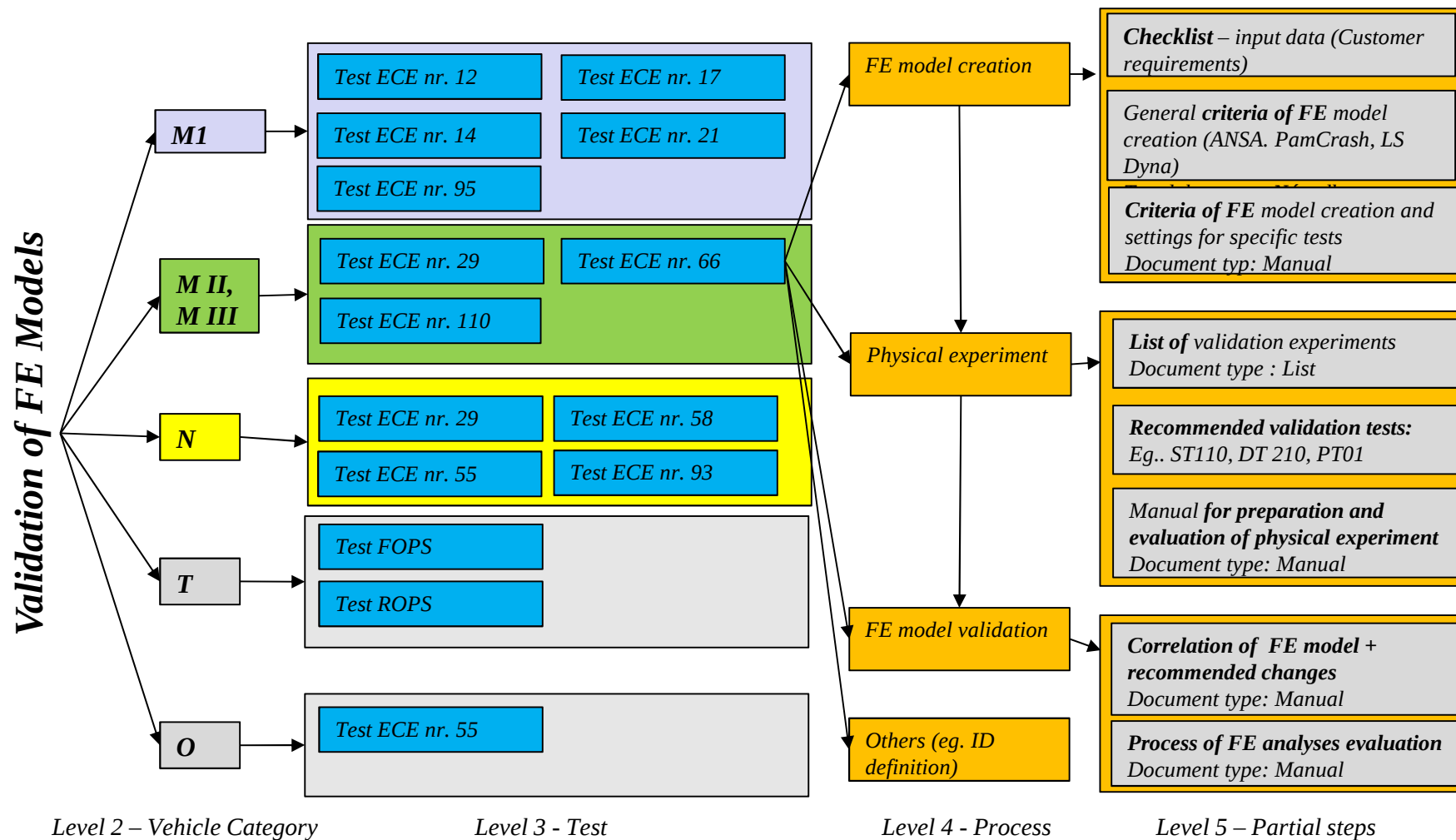


Plnění cílů, milníků a výstupů, splněné výsledky balíčku WP23 Metodiky návrhu karoserie moderního vozidla

Metodika – aktuální stav



Plnění cílů, milníků a výstupů, splněné výsledky balíčku WP23 Metodiky návrhu karoserie moderního vozidla



Plnění cílů, milníků a výstupů, splněné výsledky balíčku WP23 Metodiky návrhu karoserie moderního vozidla

Příklad využití metodiky pro případ zkoušky převrácení autobusu dle R66

Úroveň 2: Vozidlo kategorie M2

Úroveň 3: Zkouška dle ECE R66

Výběr verze předpisu R66.01,02 popř.03 + popis základních odlišností

Odkaz na aktuální platnou verzi předpisu

Stanovení velikosti chyby zkušební metody

Úroveň 4: *Seznam minimálních vstupních dat pro zákazníka (Výstup CKJB 2014)*

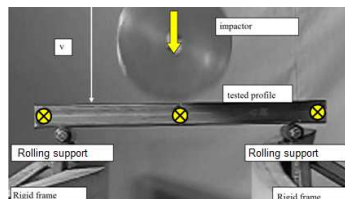
Návodka pro tvorbu FE modelu (Quality criteria atp.)

Návodka pro nastavení konkrétní zkoušky (BC, hmotnosti, COG, materiály atp.)

Návodka pro sestavení modelů pro validační zkoušky

Formulář přejímky vzorků, Záznam ze zkoušky atd.

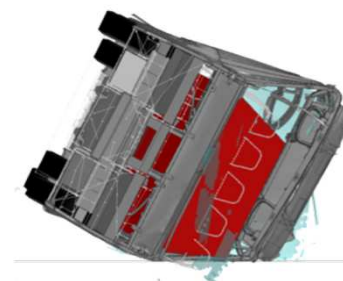
Ze seznamu validačních zkoušek je pro konkrétní případ nového zákazníka třeba provést:



zkoušku ST 110 (Klasická trhačka – min. 10 vzorků)

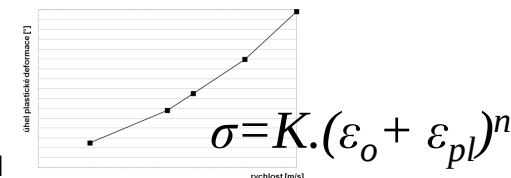
zkoušku DT 210 (Pádová zkouška okenních profilů – min. 20 ks)

zkoušku PT 01 (Převrácení segmentu karoserie)



Vyhodnocení validačních zkoušek

Návodka pro ladění materiálových parametrů FE modelu



Plnění cílů, milníků a výstupů, splněné výsledky balíčku WP23 Metodiky návrhu karoserie moderního vozidla

Příklad využití metodiky pro případ zkoušky převrácení autobusu dle R66

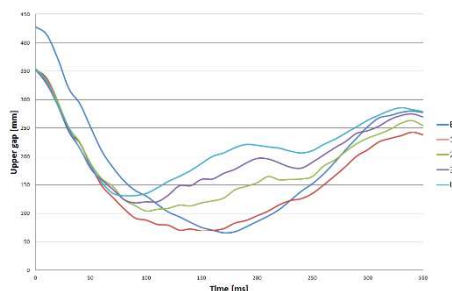
Úroveň 4: Validace FE modelu

Definice porovnávacích kritérií pro shodu simulace s validační zkouškou (deformační kritéria v průběhu a po zkoušce)

Checklist pro vlastní výpočet (před spuštěním finálního výpočtu)

Návodka pro vyhodnocení konkrétní FE zkoušky v souladu s předpisem

Vzor technického protokolu – aktuální šablona



Ostatní

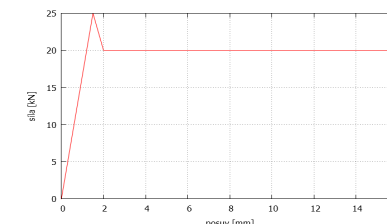
Podklady pro vyplnění informačního dokumentu

Technical Report No.: S1003 - 16 - TAC	TÜV SÜD Czech s.r.o.	
Regulation: ECE No. 29.03		
Manufacturer: SOLARIS Bus & Coach S.A., Poland		
Type: URBINO		
5.1. Schematic diagram(s) of the steering control(s):	see Fig. 5	
5.2. Range and method of adjustment (if any) of the steering control:	Method - adjust the length and tilt angle by lever Range (length) - stroke: +4/55 mm Range (angle) - tilt: +4/5°	
II. Test report		
1. Test conditions		
1.1. Test vehicle	URBINO 12.01	
1.2. Test procedures used:	Selected according to the worst case approach According to procedure of check of the cab deformation by computation ECCE R29, item 5, Annexes 3.4.5 (Test A and B).	
1.3. Measuring and test equipment:		
1.3.1. Preprocessor:	ANSYS v. 16.0.1	
1.3.2. FEM analysis:	Non-linear dynamic software PAM-CRASH suitable for computation of large plastic deformations step-by-step beyond the yield strength of the material.	
1.3.3. Version:	2014.05	
1.3.4. Developer:	ESR Group 100-102 Avenue de Suffren 75015 Paris, France	
1.4. Simulation conditions:		
1.4.1. Vehicle model mass:	12 660 kg	
1.4.2. Position of center of gravity		
Origin of coordinate system as intersection of:	Vertical plane of axle 1, midplane of the vehicle, horizontal plane 20mm above main vehicle frame	
1.4.3. X coordinate	-473 mm rearwards	
1.4.4. Z coordinate	1135 mm	
1.4.5. Y coordinate	27 mm to the left	
1.4.6. Moment of inertia in computation:		
Ixx	1,602e+9 kg·mm ²	
Iyy	2,801e+9 kg·mm ²	
Izz	2,798e+9 kg·mm ²	
TÜV SÜD Czech s.r.o., Testing Laboratory, Novosibirská 156/158, 142 21 Prague 4, Czech Republic Phone: +420 220 940 800, Fax: +420 220 940 810, info@tud.cz, www.tuv-sud.cz F: 845 075-120 (2014-2015) 01001_16_TAC_R29_R29A_R29B		TÜV®

Plnění cílů, milníků a výstupů, splněné výsledky balíčku WP23 Metodiky návrhu karoserie moderního vozidla

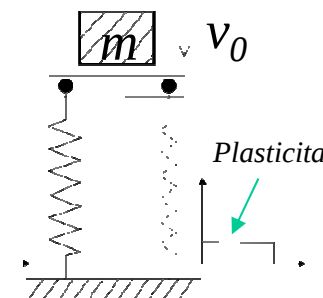
- **Metodika návrhu kompozitových absorbérů energie rázu – automatický generátor modelu absorbérů přímo použitelného pro simulace MKP**

- zadáním požadovaného profilu a rozměrů absorbérů společně s předpisem silového chování získáme kompletní MKP model absorbérů
- rozměry 2280 x 480 mm a 45 trubek o délce 100 až 200 mm
- trubky jsou modelovány jako dvojice prvků typu connector
- energie vzniklá drcením trubek cca 200 kJ
- Špičková síla při drcení jedné trubky 25kN a stabilní hodnota 20kN



Popis absorbérů: 1 – přední plech, 2 – deformační elementy,
3 – zadní plech, 4 – opěrná konstrukce

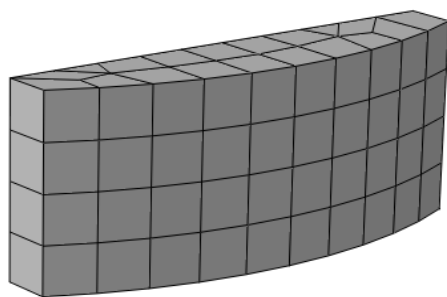
Plasticita +
poškození

Plnění cílů, milníků a výstupů, splněné výsledky balíčku WP23 Metodiky návrhu karoserie moderního vozidla

- ***Simulace čelního nárazu automobilu do autobusu***

- *Tuhý model automobilu s hmotností (1 444 kg) a předepsanou růunou počáteční rychlostí (20, 30 a 40 km/h)*
- *Model poloviny autobusu vetknut v místě řezu*
- *Simulovány dvě varianty modelu autobusu – s absorbérem X bez absorbéru*



Absolutně tuhý model automobilu s přiřazenou hmotností

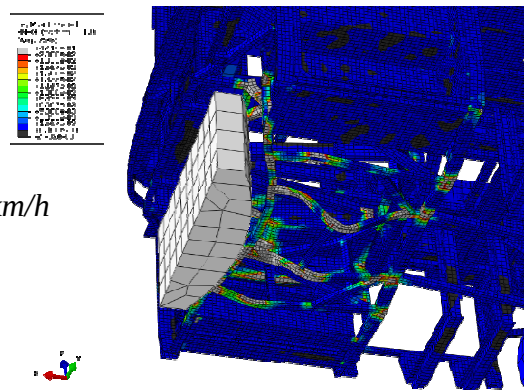


*Popis situace nárazu: 1 – automobil,
2 – absorbér, 3 – autobus*

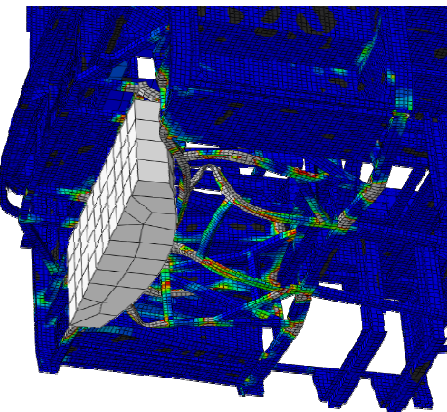
Plnění cílů, milníků a výstupů, splněné výsledky balíčku WP23 Metodiky návrhu karoserie moderního vozidla

Porovnání variant s absorbérem a bez absorbéru

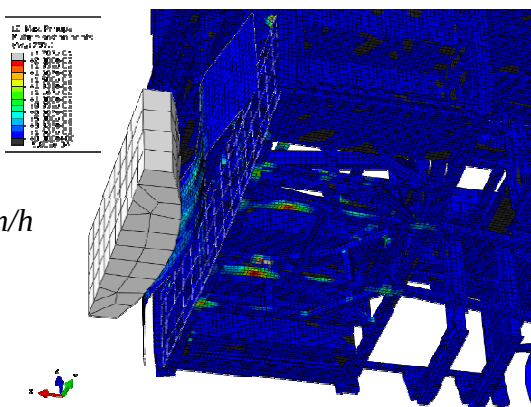
Bez absorbéru 30 km/h



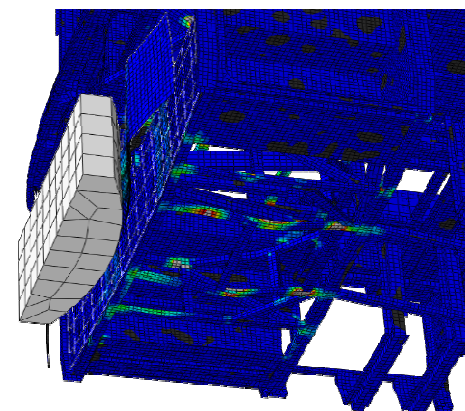
Bez absorbéru 40 km/h



S absorbérem 30 km/h



S absorbérem 40 km/h

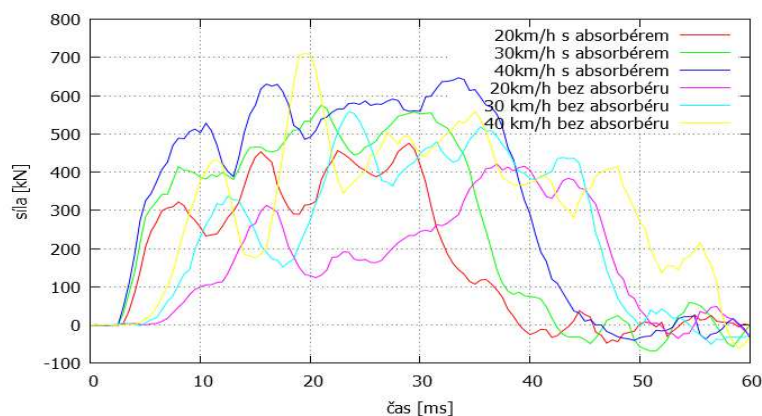


Logaritmická deformace - stejné měřítko pro všechny případy

Plnění cílů, milníků a výstupů, splněné výsledky balíčku WP23 Metodiky návrhu karoserie moderního vozidla

Závislost rychlosti a reakčních sil na čase při nárazu

- U všech variant je rychlost automobilu výrazněji snižována v případech s použitím absorbéru. Proto taktéž dojde k dosažení nulové rychlosti automobilu dříve při všech možnostech počátečních rychlostí s absorbérem, než u variant kdy absorbér není použit.
- Při použití absorbéru je vyrovnanější průběh toku sil konstrukcí autobusu.
- Ze získaných výsledků je patrné, že tato přední část autobusu je momentálně navržena jako deformační zóna a nikoli jako tuhá část konstrukce, jejímž úkolem je přenos a rozdělení sil vzniklých nárazem do zbytku konstrukce.
- Implementace makromodelu absorbéru do prostředí nelineárních dynamických simulací ověřena



Graf závislosti reakční síly ve vetknutí autobusu na čase



Centrum kompetence automobilového průmyslu Josefa Božka - AutoSympo a Kolokvium Božek 31. 10. až 2. 11. 2017, Roztoky



Poděkování za podporu balíčku WP23 Metodiky návrhu karoserie moderního vozidla z hlediska snižování hmotnosti a zvyšování pasivní bezpečnosti

Děkuji za pozornost

Výtah z prací 2012-2016 na WP23 Metodiky návrhu karoserie moderního vozidla z hlediska snižování hmotnosti a zvyšování pasivní bezpečnosti

2012:

- Rešerše předpisů EHK, pro výpočtové analýzy pro homologační účely- TÜV Kalinský
- Série experimentů – ČVUT Španiel
- Výpočtový model komp. trubičky (ABAQUS) – ČVUT Španiel

2013:

- MKP modely vozidel pro hromadnou přepravu osob - TÜV Kalinský
- Metodika testování kabin nákl. vozů pomocí výpočtu
- Seznam validačních zkoušek pro ověření MKP modelu
- Odladění MKP model 1 trubičky s porušením – ČVUT Španiel

2014:

- Validace MKP modelů experimentem - TÜV Kalinský
- Analýza snížení hmotnosti vozidel
- Fyzické experimenty s vybranými vzorky – ČVUT Vašíček
- Makromodel kompozitové trubičky

2015:

- MKP modely vozidel pro hromadnou přepravu osob (lehké varianty) - TÜV Kalinský
- Ověření metodiky pro testování prvotních návrhů lehké konstrukce vozidel – ČVUT Vašíček
- Implementace makromodelu kompozitového absorberu nárazu – ČVUT Španiel

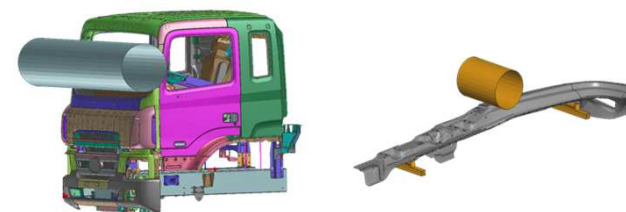
2016:

- Metodika pro ověřování MKP modelů z pohledu homologačního procesu- TÜV Kalinský
- Makromodel absorberu energie– ČVUT Španiel

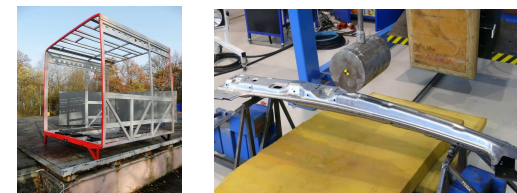


Experiment – komp. trubky

MKP model - detailní



Testování kabin dle ECE R29 vč. valid. experimentů



Zkouška převrácení segmentu karoserie vozidla

Results of Light-weight car body design and Validation methods for development of passive safety systems –Achieved 2012-2016

2012:

- Background research, ECE regulations allows to use computational analysis - TÜV Kalinský
- Physical experiments – ČVUT Španiel
- Computational model of the composite tube (ABAQUS) – ČVUT Španiel

2013:

- FE model of the buses and trucks - TÜV Kalinský
- Methodology of the cab testing via computer simulation
- List of the tests for the FE model validation
- FE model of the composite tube incl. failure model – ČVUT Španiel

2014:

- FE model validation using a physical test - TÜV Kalinský
- Mass decrease potential – overview and analysis
- Physical experiments – ČVUT Vašíček
- Macromodel of the composite tubes

2015:

- FE model of the buses and trucks (light version) - TÜV Kalinský
- Verification of the methodology for the vehicles lightweight design testing – ČVUT Vašíček
- Composite impact energy absorber implementation – ČVUT Španiel

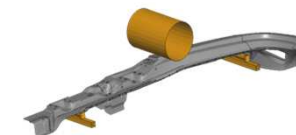
2016:

- FE model validation methodology for homologation process - TÜV Kalinský
- Macromodel of the energy absorber– ČVUT Španiel



Experiment – composite tubes

FE model - detailed



Cab test acc. to ECE R29 incl. validation test

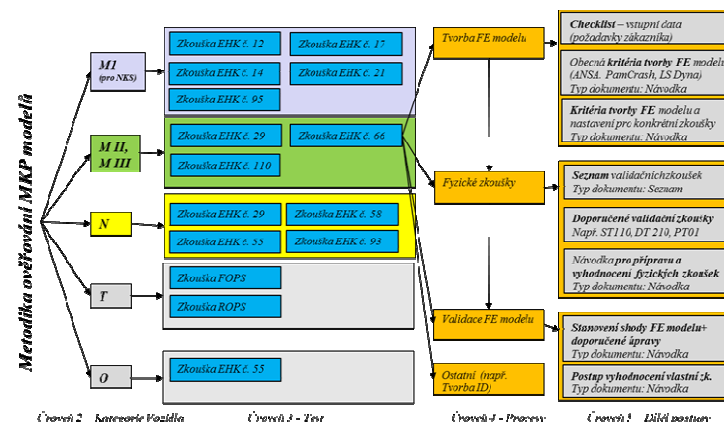


Rollover test - chassis part

Výtah za r. 2017 z provedených prací na WP23 Metodiky návrhu karoserie moderního vozidla z hlediska snižování hmotnosti a zvyšování pasivní bezpečnosti

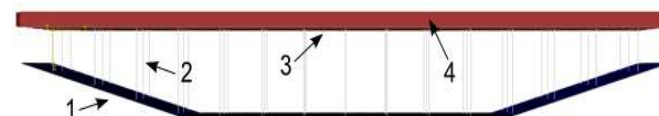
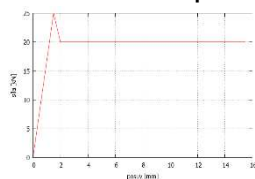
Metodika pro ověřování MKP modelů z pohledu homologačního procesu (Kalinský, Jelínek TUV)

- Metodika jako soubor dílčích, vzájemně odkazujících se dokumentů
- Využívá prostředí ANSA DM (Data management)
 - Vstupy (využití výsledků WP23 2012-2015):
 - 1/Ověřovací zkoušky
 - 2/Harmonogramy homologačních zkoušek
 - 3/Metodika pro ověřování konstrukcí autobusů a kamionu
 - 4/Checklisty jednotlivých zkoušek -> v systému kvality TCZ



Makromodel absorbéru energie (ČVUT, Španiel)

- Aplikace na modelu autobusu – náraz do os. vozidla (1400kg)
- Celkem z 45 trubek, modelovaných jako connector (rozměry 2280 x 480 mm)
- Energie drcení cca 200 kJ (Fmax při drcení jedné trubky 25kN a Fstabil 20kN)
- **Implementace makromodelu ověřena**
- Výzkumná zpráva je vytvořena
- Vytvořena metodika návrhu kompozitových absorbérů energie rázu

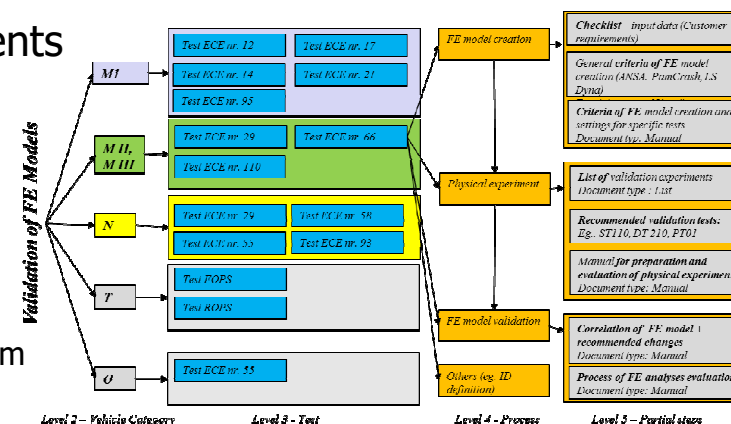


Popis absorbéru: 1 – přední plech, 2 – deformační elementy, 3 – zadní plech, 4 – opěrná konstrukce

Abstract 2017 of WP23 Light-weight car body design and Validation methods for development of passive safety systems

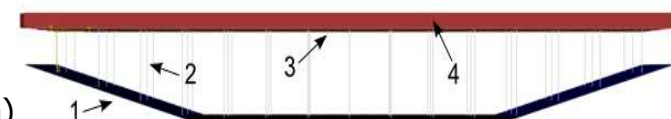
FE model validation methodology for homologation process (Kalinský, Jelínek TÜV)

- Methodology as a sub-set of mutually referred documents
- Using ANSA DM environment (Data management)
 - Inputs (results of WP23 2012-2015):
 - 1/Verification tests
 - 2/Homologation tests time schedule
 - 3/Methodology for lightweight structure verification
 - 4/Physical test checklists – implemented in TCZ quality system



Macromodel of the energy absorber (ČVUT, Španiel)

- Applied on the bus FE model – Bus – vehicle crash (1400kg)
- Total of 45 tubes, modelled by connector (dimensions 2280 x 480 mm)
- Crush energy app. 200 kJ (Fmax per one tube 25kN a Fstabil 20kN)
- **Implementation of the macromodel accomplished**
- Research report has been created
- Methodology of design of composite impact absorber of energy has been created



Description: 1 – frontal sheet, 2 – def. elements, 3 – Rear sheet, 4 – support structure

