



Fakulta dopravní
Ústav bezpečnostních technologií a inženýrství
Konviktská 20, 110 00 Praha 1

Výtisk č. 1.

Počet listů: **17**

2. návrh

realizace zkušebního požáru osobního automobilu Škoda – Fábia

Zpracovali: O. Dvořák, J.Gvuzd, M. Pokorný

Praha: červen 2014

Obsah

Úvod.....	3
1. Cíle zkušebního požáru osobního automobilu (ZP).....	3
2. Zkušební objekt.....	4
3. Místo ZP a jeho scénář.....	5
4. Měřené veličiny při ZP a systém měření.....	8
4.1 ČVUT, FD.....	8
4.2 MV – GŘ HZS ČR, Technický ústav PO (TÚPO).....	10
4.3 ČVUT, FSv a UCEEB:.....	13
4.4 Předpoklady technického a finančního zajištění ZP.....	13
5. Vyhodnocení výsledků měření při ZP.....	14
6. Požadavky na aktivní a pasivní PB v platných předpisech pro homologaci OsMoV.....	15
7. Závěr.....	15
Použitá literatura.....	15
Příloha č. 1 Technická specifikace ohnivzdorných vah, návrh.....	16
Příloha č. 2 Zápisy z jednání na FSv k zajištění ZP.....	18

Úvod

Požáry automobilů představují závažné nebezpečí jak pro jejich osádky, tak i pro životní prostředí, což lze dokladovat statistikami počtu usmrcených a zraněných osob a přímých škod od těchto požárů v ČR i ve světě. Přestože motorová vozidla prošla homologací (schválením techn. způsobilosti pro provoz na silničních komunikacích) jako typ a následně v provozu kontrolami STK, v důsledku nárazu při havárii, technických závad nebo selhání lidského činitele mohou začít hořet s následným rozšířením požáru na celé vozidlo tj. i do interiéru. Nejvyšší požární zatížení ve vozidle již nepředstavuje pouze palivo v palivové nádrži, ale i relativně velká hmotnost/podíl hořlavých plastů, materiálů čalounění a potahů v konstrukci vč. izolací el. kabeláže z nichž mnohé neprochází povinnými laboratorními zkuš. testy na hořlavost, zapalitelnost a rychlost povrchového šíření plamene. Parkování os. vozidel v blízkosti obytných budov a v kolonách představuje též potenciální nebezpečí.

Nejobektivnější hodnocením pož. nebezpečí daného typu motor. vozidla je jeho full-scale test simulující požár za definovaných podmínek, spojený s měřením rychlosti vývinu tepla, teplotního podle, hustoty toku tepla, množství uvolňovaného kouře a koncentrace v něm obsažených polutantů/toxikantů vč. rychlosti šíření požáru až do vzniku flash-overu.

1. Cíle zkušebního požáru osobního automobilu (ZP)

Hlavním cílem ZP je pomocí full-scale požární zkoušky s novým osobním automobilem **Škoda – Fábria**, realizované za definovaných podmínek na otevřeném prostranství, popsat a dokladovat měřením vybraných veličin ničivé účinky požárů os. automobilů na jejich osádky a okolí. Nezanedbatelné riziko představuje též parkování os. automobilů ve městech za sebou a ve vzdálenostech (2 – 5) m od obytných budov.

Dílčí cíle ZP:

1.1 V průběhu pož. zkoušky měřit v definovaných pozicích:

a/ **tepelné projevy požáru:** teplotní pole, hustotu toku tepla, rychlosti vývinu tepla (HRR), pikovou hodnotu HRR, dobu dosažení pikové hodnoty HRR a celkové množství uvolněného tepla,

b/ **tvorbu kouře:** konkrétně optickou hustotu kouře resp. opacitu,

c/ **vzorkovat a analyzovat emise požáru** na obsah toxikantů/polutantů: CO, CO₂, SO₂, NO_x, HCN, HX (halogenovodíky), příp. vybrané VOCs, PTBs, PCDDx a PCDFx ,

d/ **meteo-situaci** (rychlost a směr proudění, teplotu ovzduší a barometrický tlak) v blízkosti vozidla před a po ZP.

1.2 Dokumentovat průběh ZP fotograficky a video-záznamem.

1.3 Provést a vyhodnotit literární a patentovou rešerši v dané věci a dále statistiku požárů a nehod motor. vozidel v ČR.

1.4 Počítačově simulovat ZP a validovat výpočty na základě porovnání vypočtených a naměřených dat.

1.5 Vypracovat zprávu s podrobným vyhodnocením výsledků měření a počítačové simulace s návrhy opatření na:

- snížení nebezpečí požáru os. automobilů pro cestující a životní okolí na otevřeném prostranství a v silničním tunelu. Doporučení týkající se konstrukce vozidla projednat s výrobcem automobilu Škoda – Fábia,
- využití pro potřeby výuky na ČVUT – FD a FS..

1.5 Poznatky publikovat v odborném časopisu.

2. Zkušební objekt

Zkušebním objektem bude osobní motorové vozidlo **Škoda – Fábia** s rozměry dle obr. č. 1 a s techn. specifikací paliva, hořlavých materiálů v konstrukci a vnitřním vybavení vozidla a jejich PTCH dle tab. č. 1.

Tab. č. 1 Hořlavé materiály, jejich množství a PTCH v automobilu Škoda – Fábia

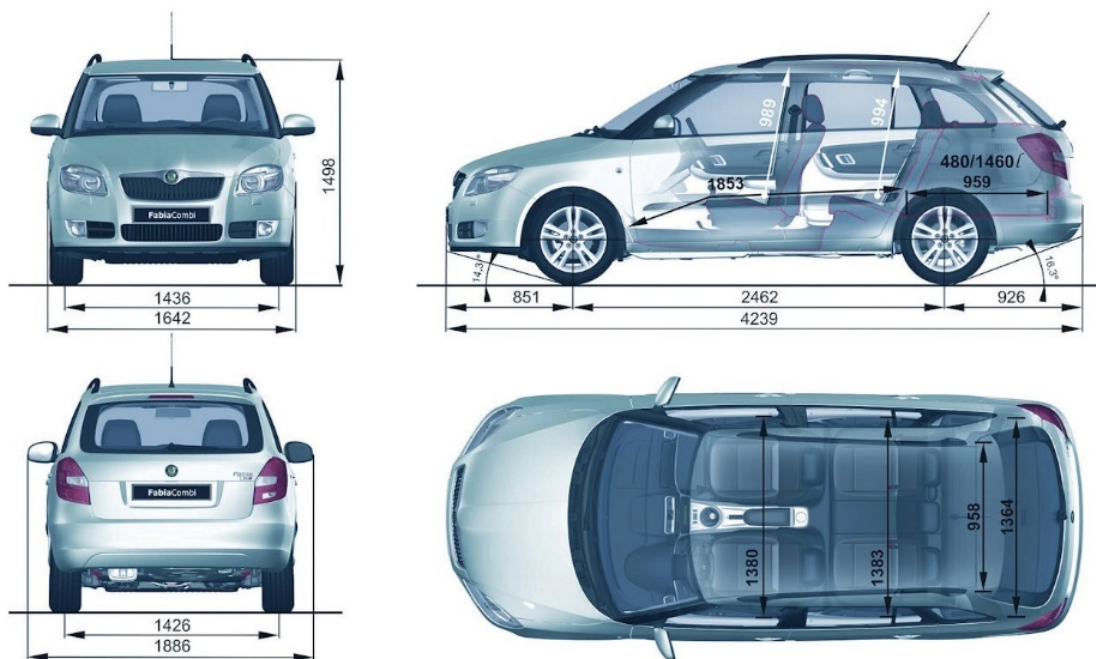
Výrobek	Chemické složení	Množství/hmotnost (kg)	Výhřevnost (MJ/kg)	Teplota vznícení (°C)
Pneumatiky / zástěrky kol	Přez (80 % hm.), saze (x%), hořlavá výztuž	5 ks/4 ks		
Plasty:				
Čalounění sedadel				
Auto-potahy sedadel				
Auto-koberečky				
Izolace elektr. kabeláže				
Palivo	BA/NM			
Převodový olej				
Nemrzoucí směs do ostřikovačů	Metanol/etylenglykol			

Předpoklad. Zajištění chybějících dat ve spolupráci s výrobcem vozidla.

3. Místo ZP a jeho scénář

ZP bude realizován 8.10. 2014 ve venkovním/otevřeném zkušebním prostoru UCEEB v Buštěhradě u Kladna s jímkou a sorbenty k zachytu případně uniklého paliva a znečištěné has. vody. Automobil bude postaven podélnou osou ve směru větru na ohnivzdorné váze s příslušenstvím k měření úbytku hmotnosti vozidla hořením a záznamem naměřených dat v čase. Jako příčina požáru bude simulováno proražení palivové nádrže s následným únikem paliva, které vytvoří pod vozidlem hořící kaluž (bude simulována tácem o rozměrech (1200x1200x100) mm s 15 l BA) zapálené chem. roznětkou. Při požáru budou měřeny v čase

veličiny relevantní pro hodnocení nebezpečných účinků požáru, viz kap. 4. Při ZP bude asistovat dobrovolná jednotka PO z Buštěhradu (pro dohašení ohnisek hoření po ukončení zkoušky). Vrak vozidla a zachycené ropné produkty vč. znečistěné hasební vody budou zlikvidovány jako odpad. Zkušební požár bude oznámen na územně příslušný odbor životního prostředí.



Obr. 1 Vnější rozměry os. automobilu Škoda - Fábía

4. Měřené veličiny při ZP a systém měření

Na měření a vyhodnocení naměřených dat se budou podílet kromě ČVUT- FD, FSv a UCEEB též MV – GŘ HZS ČR, Technický ústav PO.

4.1 ČVUT, FD

ČVUT, FD bude spoluorganizátorem/koordinátorem ZP, měření při zkoušce a vyhodnocení výsledků do závěrečné zprávy a realizace navržených opatření. Při zkušebním požáru bude realizovat následující měření:

a/ Měření teploty – teplota bude snímána jak v interiéru, tak i v exteriéru vozidla (viz obrázek č. 1) pomocí termočlánků typu **WTK-8-12** = typ K, na přišroubování M4, délky 30cm se skleněnou izolací. (viz obr. č. 2). Teplotní odolnost je výrobcem Omega Engineering garantována do 480°C. Napojení termočlánků k měřicímu zařízení bude zajištěno za pomoci tepelně odolných kabelů typu GG-K-24S, které odolávají stejným teplotám jako termočlánky.



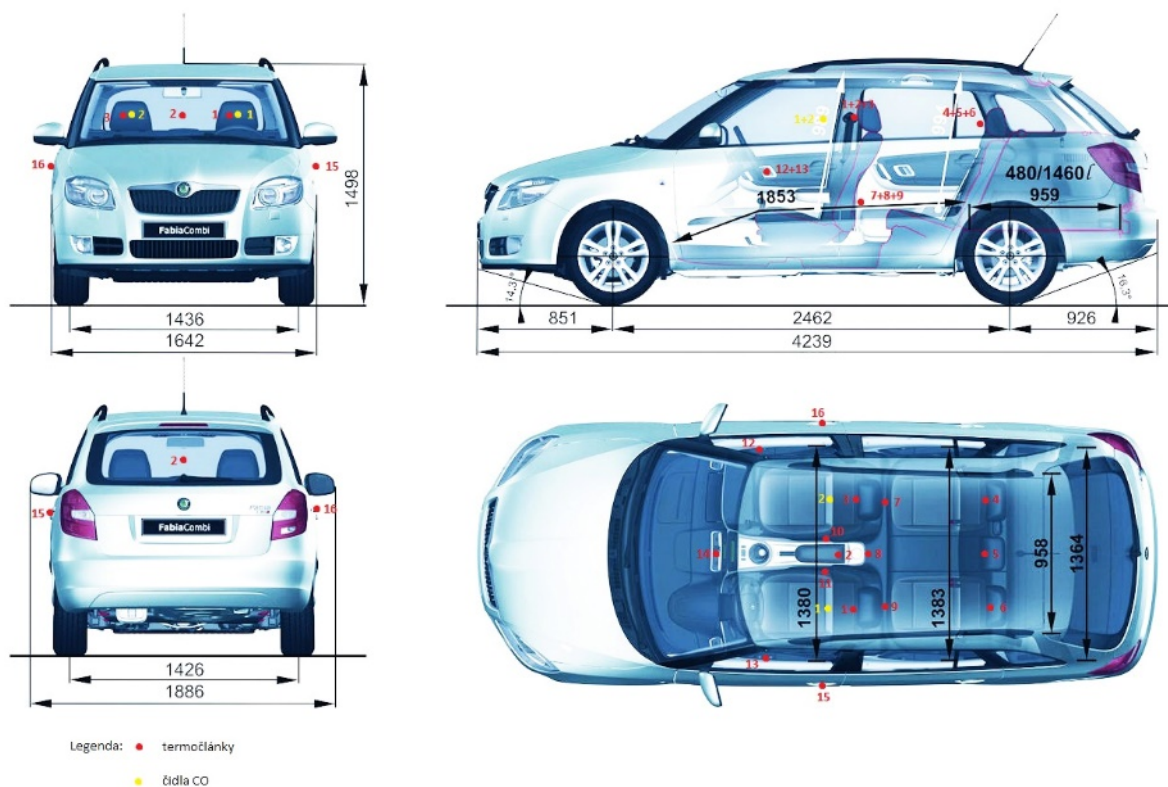
Obr. č. 2 Termočlánky

b/ Měření plynu CO – snímání plynu CO bude probíhat za pomoci senzoru od společnosti Figaro. Jedná se o typ TGS5042, který bude umístěn v úrovni hlavy řidiče (viz. Obr. č. 3). Teplotní odolnost je do 70°C.

c/ Způsob vyvedení kabeláže a měření – Kabely budou vyvedeny z vozu bočním trojúhelníkovým okénkem v zadních dveřích. Toto okénko bude nahrazeno nerezovým plechem, kterým bude prostrčena nerezová trubka o průměru 80mm a délce 500mm. Kabeláž

bude v této rouři obalena Sibralem. Sibal je speciální vata, která je schopna odolat teplotě 1200°C.

Kabely od čidel budou napojeny do sběrného modulu typu NI9213 umístěného do CompactRio od společnosti NI Instruments. Toto zařízení bude napojeno na notebook, jenž bude program Labview, který bude zaznamenávat teplotu a koncentraci CO v aktuálním čase.



Obr. č. 3 Rozmístění termočláneků

Čidla na snímání koncentrace plynu CO budou dvě a budou umístěna v úrovni hlavy řidiče a spolujezdce.

Termočláneků bude celkem 16 ks a jejich rozmístění bude následující (viz obrázek č. 3):

- 1+3 ks - v úrovni hlavy řidiče a spolujezdce
- 2 ks - mezi 1 a 3 čidlem ve stejné úrovni
- 4+5+6 ks - na zadních opěrkách hlavy

- 7+9 - zezadu předních sedadel ve spodní úrovni
- 8 - vzadu na tunelu
- 10+11 - na předních zacvakávacích mechanismech bezpečnostních pásů
- 12+13 - vnitřní kliky předních dveří
- 14 - centrální výdech topení
- 15+16 - vnější kliky předních dveří

4.2 MV – GŘ HZS ČR, Technický ústav PO (TÚPO)

TÚPO bude měřit:

a/ teplotní pole jako teplotu ovzduší v průběhu ZP v definovaných pozicích (x, y, z) pomocí 17 ks termočlánků (T1 až T17) typu K, termočlánekového vedení XS-K, autonomní měřicí ústředny MS 98CW a notebooku. Pozice termočlánků je vyznačena na obr. č. 4.

Teplotní pole bude dále snímat termovizní kamera FLIR S65.

b/ pole hustot toku tepla ve dvou pozicích R1 a R2 radiometry St- Boltz, 2 ks na železných stojanech s propojením na tlakové zásobníky s vodou ke chlazení,

c/ šíření horkého kouře: pomocí měřidla opt. hustoty kouře MIREX EC-911 napojeném na dataloger OM-CP-VOLT101 (sběr dat). Měřidlo bude umístěno na kovovém stojanu do kouřové vlečky před vozidlem (v podélné ose) ve směru větru.

Kouř bude též snímán videokamerou z vhodné pozice.

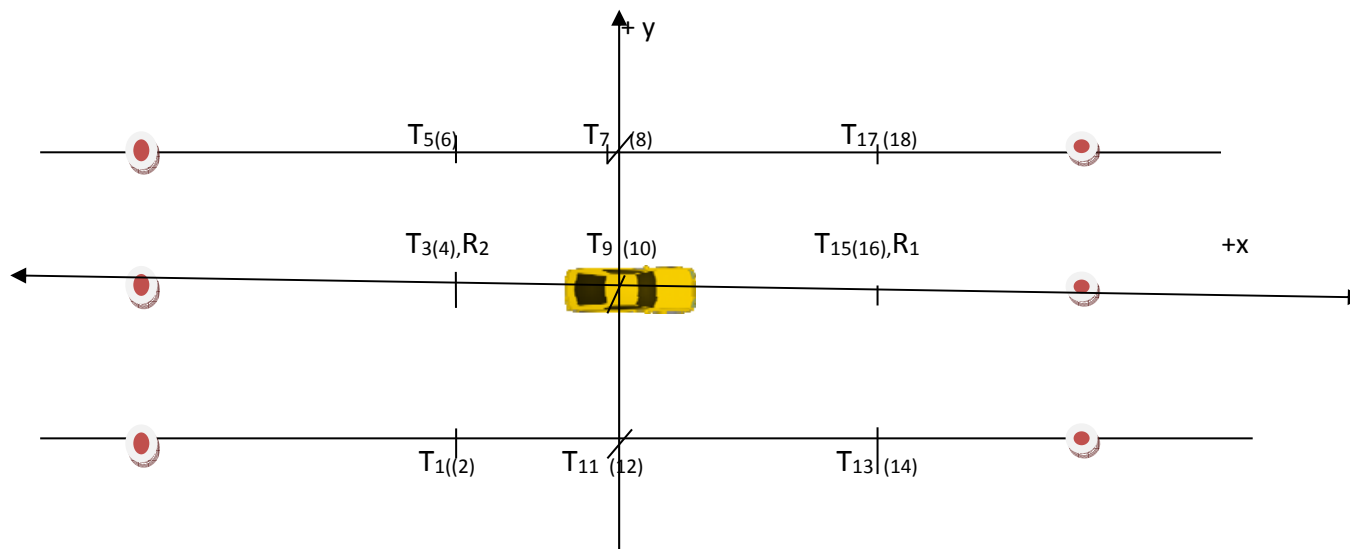
d/ koncentrace vybraných toxikantů ve vzorkovaném ovzduší kouřové vlečky v podélném směru (ve směru osy x) vzorkováním ve výšce buď 2 m, nebo 4 m odběrovou sondou s následnou analýzou plynů (CO, CO₂, O₂, SO₂, NO a NO₂) pomocí analyzátoru plynů TESTO 350XL.

V případě zájmu je možnost rozšířit vzorkování o aktivní sorpci na trubičky ORBO s následnou analýzou pomocí GCMS za účelem stanovení VOC.

e/ rychlosti proudění ovzduší v blízkosti ZP pomocí ultrazvukového anemometru.

f/TÚPO bude dále počítačově simulovat požár vozidla pomocí CFD SWs FDS a Smartfire

TÚPO bude dále počítačově simulovat požár vozidla pomocí CFD SW FDS a Smartfire a validovat výpočty porovnáním vypočtených a naměřených dat v definovaných pozicích a čase.



Obr. 4 Schema umístění termočlánků (T) a radiometrů (R) v pozicích $T(x,y,z)$ a $R(x,y,z)$

Legenda:

- pozice T a R jsou navrženy s ohledem na rozměry os. automobilu Škoda- Fábria, viz obr. 1
- osa x je orientována ve směru větru, - osa z je kolmá na osy x, y, - nulové souřadnice x, y, z jsou v geometr. středu automobilu

Specifikace pozic T a R:

T1 (-3, -2, 2), **T2** (-3,-2,3)

T3 (-3, 0, 2), **T4** (-3, 0, 3)

T5 (-3, 2, 2), **T6** (-3, 2, 3)

T7 (0, 2, 2), **T8** (0, 2, 3) **T13**(4, -2, 2), **T14** (4 -2 ,3)

T9 (0, 0, 2), **T10** (0, 0, 3) **T15** (4, 0, 2), **T16** (4, 0, 3)

T11(0, -2, 2), **T12** (0, -2 ,3) **T17** (4, 2, 2), **T18** (4, 2, 3), **R1** (4, 0 ,1.5), **R2** (-3,0, 1.5)

● železná trubka o výšce cca 4,5 m

4.3 ČVUT, FSv a UCEEB:

- *vážení auta* – úbytek hmotnosti v čase ZP
- *měření meteo*- situace

4.4 Předpoklady technického a finančního zajištění ZP

Předpokládají se následující úkoly, viz tab. č. 2, které nutno zajistit:

Tab. 2 Úkoly k zajištění ZP

Úkol	Zajistí	Termín
Zajištění zkuš. stanoviště (trubkové lešení jako závětrí, přívod 230V/50 Hz,...)	UCEEB+ FSv	7.10.2014
Příprava a instalace ohnivzd. vah k měření úbytku hmotnosti vozidla v čase ZP.	FSv	5-7/2014
Výroba tácu (1200x1200x100) mm	TÚPO	9/2014
Dopracování a schválení návrhu ZP.	účastníci	6/2014
Zajistit chybějící data v tab. č. 1 ve spolupráci s výrobcem a TÚPO.	FD a TÚPO	5-7/2014
Vypracování a rozeslání pozvánky na ZP.	FSv	8-9/2014
Příprava, organizace /koordinace ZP	UCEEB, FD, FSv, TÚPO	Průb.
Objednávka vybraných dat ze statistiky požárů HZS ČR a jejich následné vyhodnocení	FD	4-6/2014
Zajištění finančního krytí prací, rekapitulace	FSv, FD, sponzor	29.06.
Nahlášení ZP a vyžádání souhlasu územně příslušného odboru živ. prostředí s jeho realizací.	FSv	8-9/2014
Zajištění asistence jednotky PO při ZP.	FSv	8-9.2014
Příprava zkoušky		7.10.2014

Vlastní zk. požár + měření	UCEEB,FD, FSv, TÚPO	8.10.2014
Likvidace vraku vozidla a znečištěné has. vody a sorbentu jako odpad.	FD	9.10.2014
Projednání výsledků s výrobcem vozidla.	FD	10/2014

5. Vyhodnocení výsledků měření při ZP

Každý účastník měření dodá své výsledky a jejich vyhodnocení v dohodnuté formě k finalizaci zprávy, a to FD v termínu do 19.10.2014.

6. Požadavky na aktivní a pasivní PB v platných předpisech pro homologaci OsMoV

FD rekapituluje mj požadavky na množství a druhy hořlavých hmot a na jejich přípustnou hořlavost/zapalitelnost/povrch. šíření plamene a zkuš. metody jejich stanovení do 19.10.2014.

7. Závěr

Předpokládá se následující využití výsledků ZP:

- v rámci studentské práce a výuky na ČVUT, FD
- v rámci MV – GŘ HZS ČR
- v rámci ČVUT, FSv při budování výzkumného a zkušebního pracoviště,
- výrobcem motor. vozidla,
- k vypracování návrhu na upřesnění požadavků na PTCH materiálů užívaných v motor. vozidlech a zkuš. metod pro jejich stanovení a projednání tohoto návrhu s MD,
- k publikaci článku do odborného časopisu.

Použitá literatura

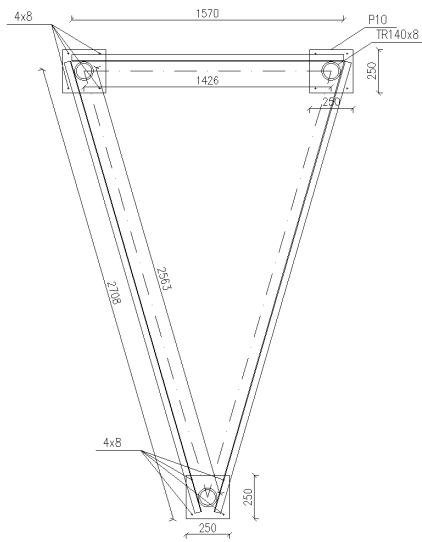
[1] ISO/TR 9121-3:1993. *Toxicity testing of fire effluents. Part 3: Methods for the analysis of gases and vapours in fire effluents.*

Příloha č. 1 Technická specifikace ohnivzdorných vah, návrh

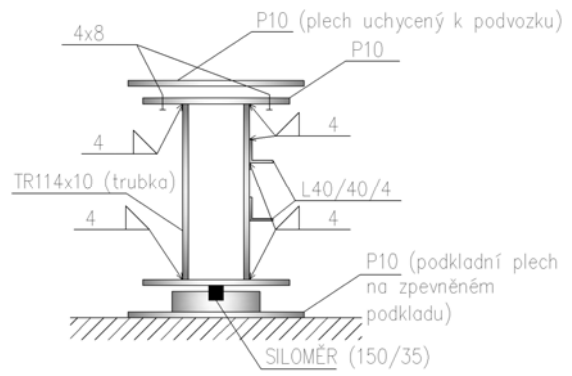
- vážení auta na 3 bodech – stojkách (tj. bez rámu); efektivnější vážení než na 4 bodech
- Experimentální centrum ČVUT nabízí 3 siloměry (viz obr. 4), včetně zapojení a sběru dat na vlastní ústřednu
- 1 siloměr max. 20 kN (tj. 2 000 kg)
- rozlišovací schopnost: cca 100 g
- ochranu proti vysokým teplotám musíme zajistit samy obkladem z minerální izolace
- auto se ustaví na 3 stojky (ocelová trubka) s oboustrannými čelními deskami (viz obr. 5); na zpevněný terén se vodorovně uloží ocelová deska a siloměr se vloží mezi tuto desku a stojku; na podvozek auta bude vodorovně uchycena další deska, na kterou dosedne stojka; stojky budou vzájemně propojeny ocelovými úhelníky



Obr. 4 – siloměr (horní a spodní pohled); průměr cca 150 mm, výška cca 35 mm



(a)



(b)

Obr. 5 – (a) půdorys ocelové konstrukce pod automobil; (b) detail ocelové stojky

Příloha č. 2 Zápisy z jednání na FSv k zajištění ZP