



# Průběh a důsledky havarijního úniku CNG z osobních automobilů

Řešitelé: TÚPO, VŠCHT



VYSOKÁ ŠKOLA  
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ  
V PRAZE

Trvání: 1. 1. 2017 – 31. 12. 2019

Poskytovatel: MV ČR - Program bezpečnostního výzkumu České republiky 2015-2020

Celková podpora: 4,7 MKč, TÚPO 2,898 MKč

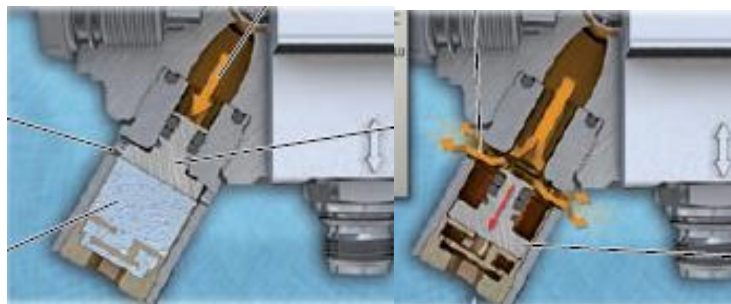
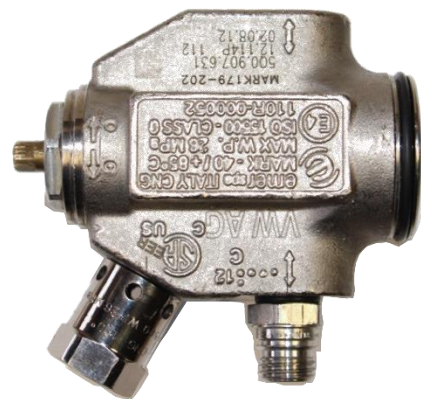
# Motivace/cíle projektu

- Ve vozidle jsou přítomny zásobníky se stlačeným zemním plynem až na 200 bar.
- Zemní plyn je hořlavý a výbušný.



Jak využít matematické modelování pro předpověď úniku plynu a z toho vyplývajících rizik?

Tepelná  
pojistka



Dílenská učební pomůcka - Systém CNG ve vozzech ŠKODA Auto

Tlaková  
nádoba

Palivový  
systém

## ŘÍZENÝ ÚNIK PLYNU v případě požáru

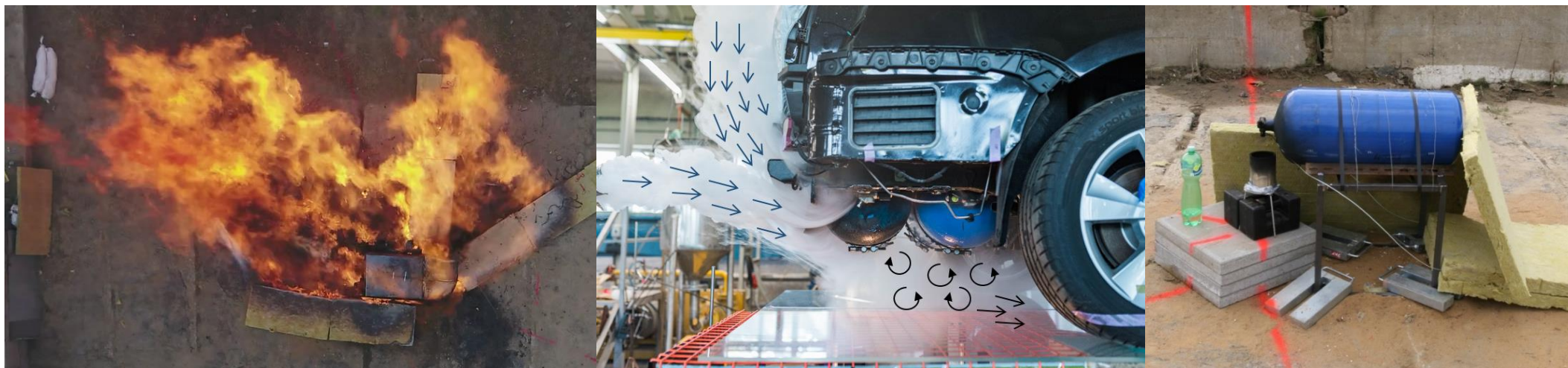
- Přetlakové zařízení spouštěné teplotou  $110 \pm 10 \text{ °C}$
- Povinný bezpečnostní prvek – chrání před roztržením nádoby vlivem nárůstu tlaku

## DŮSLEDKY

- Hořící zemní plyn výrazně přispívá k rozvoji požáru
- Možnost vzniku „jet fire“
- Pokud plyn nezahoří, hrozí, že se bude akumulovat v uzavřených prostorech a může dojít k výbuchu

# Experimenty

- Experimenty získáváme představu o chování systému, získáváme okrajové podmínky do modelu a potvrzujeme, že model počítá správně.
- Modelem vytváříme hypotézy.



- 1) Dynamika výtoku tavného kovu
- 2) Dynamika výtoku plynu – otevření pojistky mechanicky i tepelným zdrojem
- 3) Lokální ohřev zásobníku
- 4) Rychlost výtoku a dynamika proudění pod automobilem a v těsné blízkosti automobilu

# O experimentální data je velký zájem

## CNG Passenger Vehicles – Possible Threats to Intervening Personnel

Vaclav Vystřcil, Technical Institute of Fire Protection in Prague; Lucie Hasalová, Technical Institute of Fire Protection in Prague



European Conference on Fire Safety Engineering 2019

## Programme 5<sup>th</sup> International Conference on Fires in Vehicles - FIVE 2018

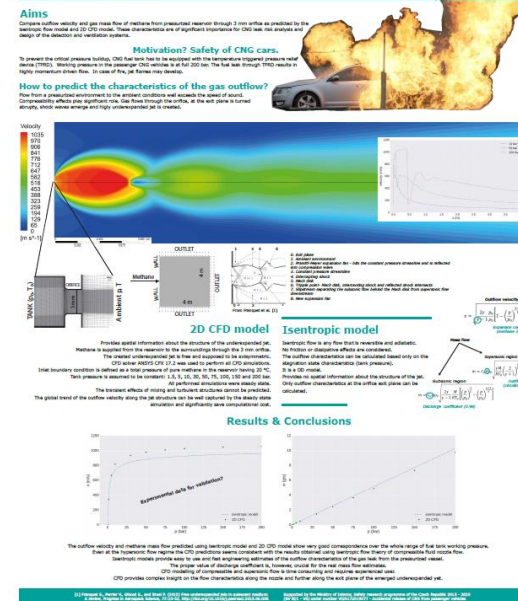
October 3-4, 2018 • Borås, Sweden  
www.firesinvehicles.com



Fires in Vehicles 2018

## CNG release from pressurized vessel through pressure relief safety device: Isentropic flow approach versus CFD model

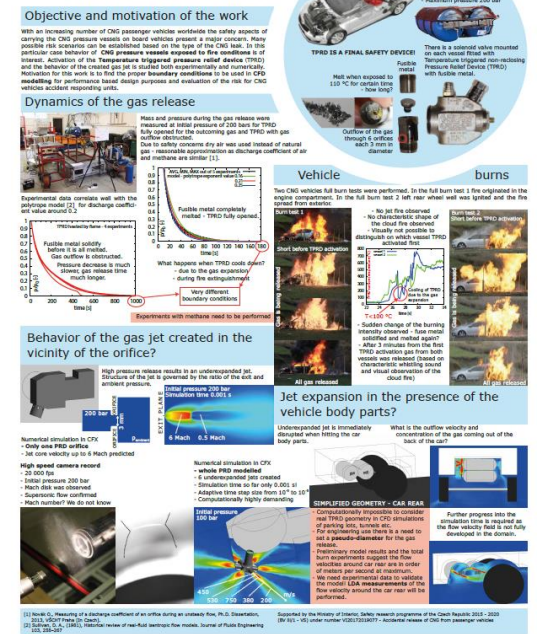
Lucie Hasalová<sup>1</sup>, Jiří Trnka<sup>1</sup>, Milan Jahoda<sup>1</sup>, Václav Vystřcil<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Technical Institute of Fire Protection in Prague, Czech republic  
<sup>2</sup>University of Chemistry and Technology, Prague, Czech republic



ESFSS Nancy 2018

## Accidental release of CNG from passenger vehicles

Lucie Hasalová<sup>1</sup>, Milan Jahoda<sup>1</sup>, Václav Vystřcil<sup>2</sup>, Jiří Trnka<sup>1</sup>, Nicola Susanne Kubečková<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Technical Institute of Fire Protection in Prague, CZ  
<sup>2</sup>University of Chemistry and Technology, Prague, CZ

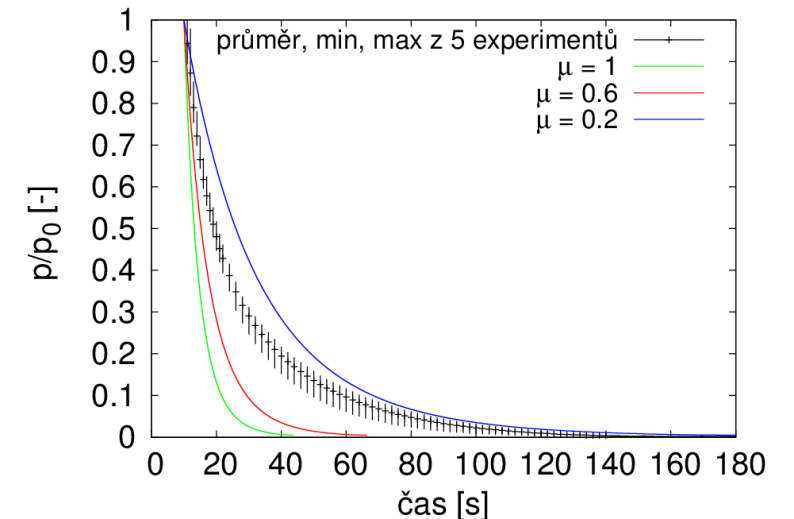
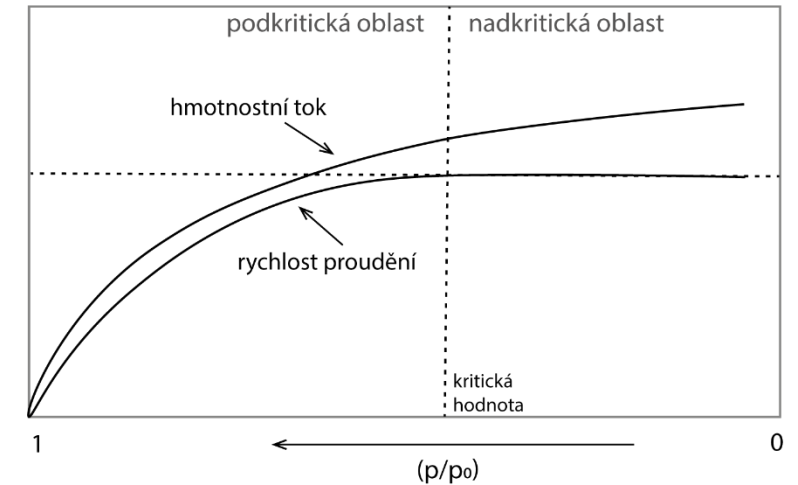


ISFSS Lund 2017

„Matematické modelování úniku CNG z tlakových zásobníků osobních automobilů přes přetlakové bezpečnostní zařízení.“

## ➤ Osnova

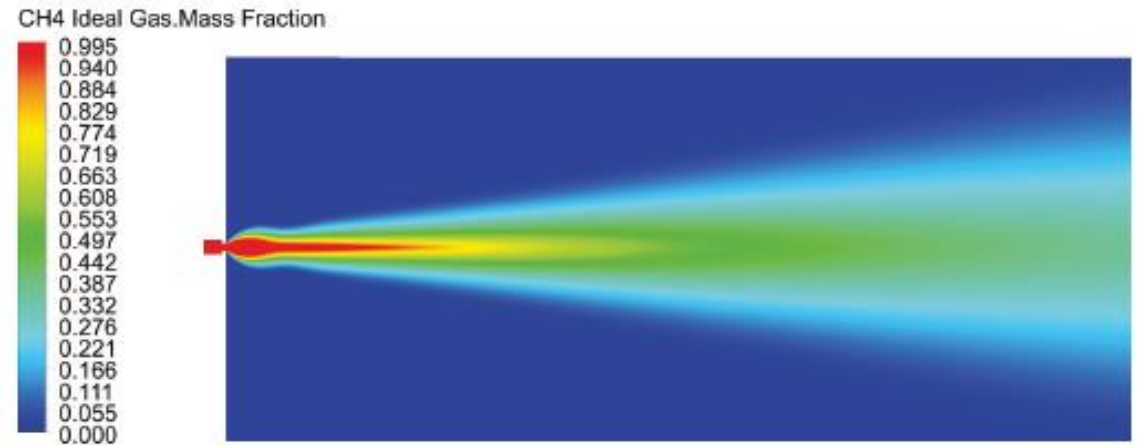
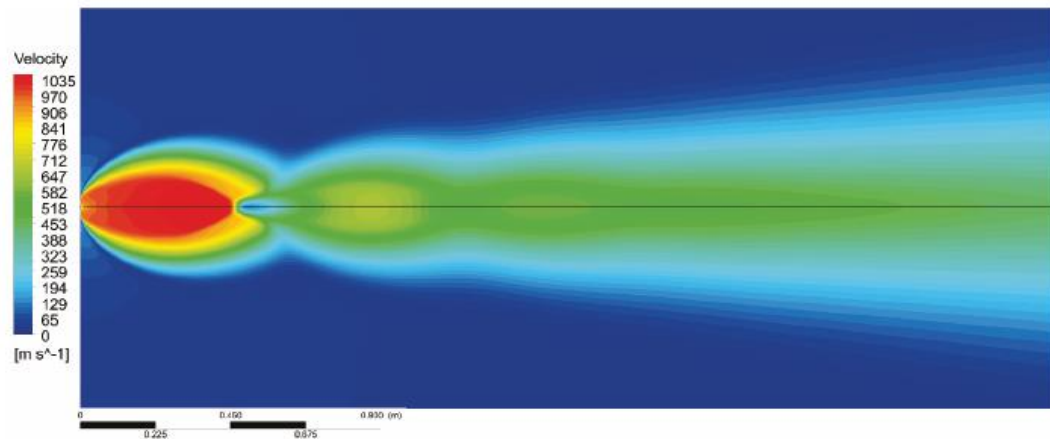
- 1) Obecná část
- 2) Teorie – problematika výtoku plynu malým otvorem z prostředí o vysokém tlaku
- 3) Matematické modelování výtoku plynu
  - Výtoková rychlost a hmotnostní tok plynu
  - Chování vzniklého proudění
- 4) Isoentropické modely
- 5) CFD modely obecně
  - Přípravná část
  - Výpočetní část
  - Analytická
- 6) CFD model výtoku plynu



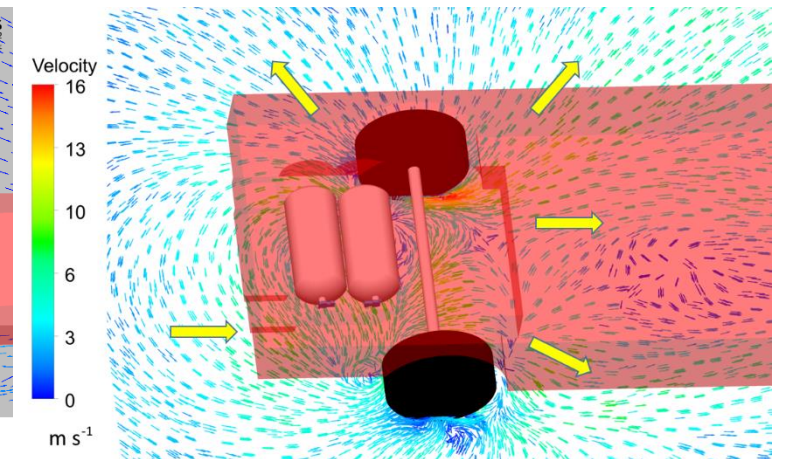
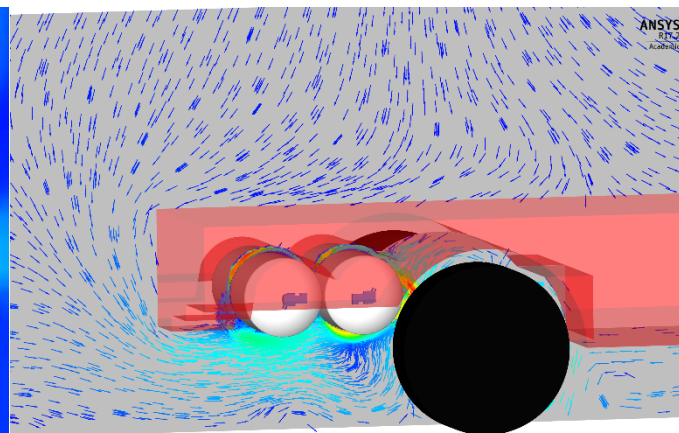
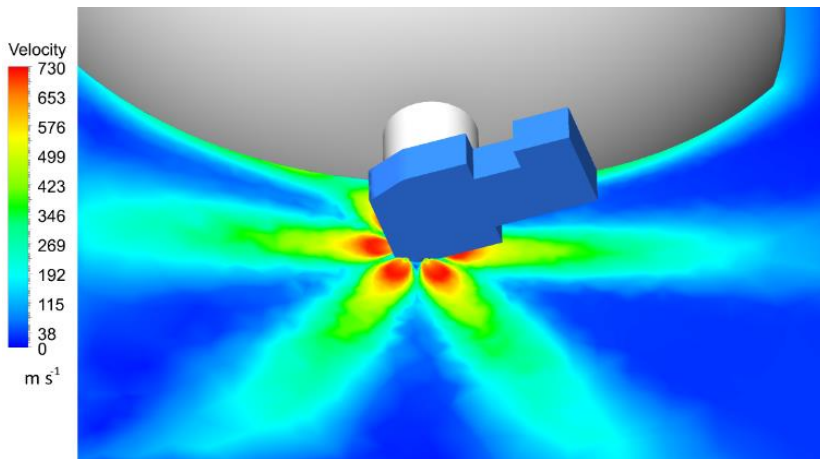
- Metodika klade důraz na numerickou stránku problému.
- Má vysoce technický charakter.
- Byly definovány čtyři scénáře, které se z pohledu CFD modelování a výstupů modelu liší.
  - Cíle výpočtu
  - Konkrétní doporučení nastavení zejména z tvorby geometrie a sítě a především z výpočetní části.
    - Ansys Fluent
    - Ansys CFX
    - Open Foam
    - FLACS

# Modelové situace

## 1) Proudění v bezprostřední blízkosti výtokového otvoru

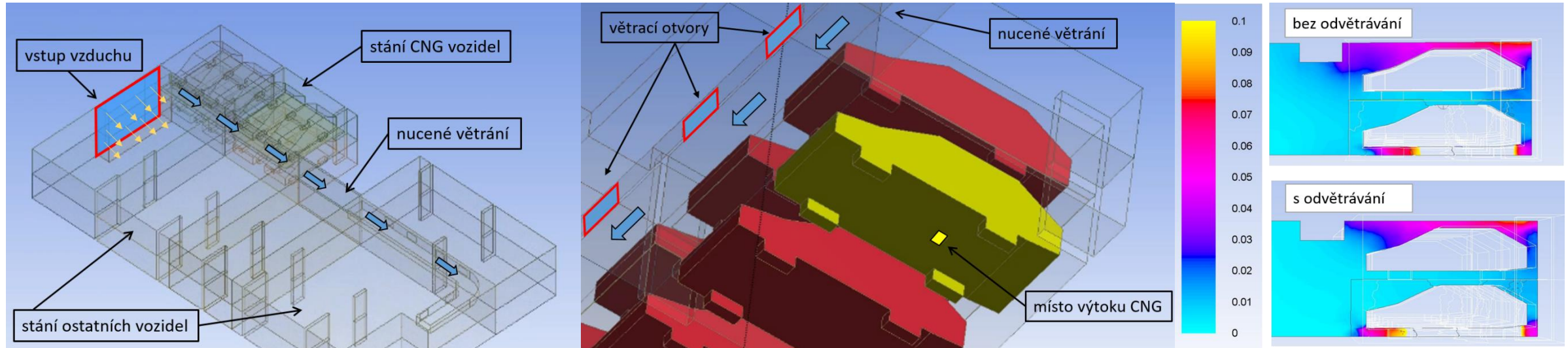


## 2) Nadkritické proudění pod vozidlem a v bezprostředním okolí





## 3) Disperze plynu do okolí v podkritickém režimu proudění



## 4) Zahoření plynu

- Pouze dílčí testovací geometrie
- Je třeba přidat transportní rovnice, model spalování a model radiace

- V rámci projektu
  - Výstup v podobě technické zprávy (anglická mutace?).
  - Materiály pro vzdělávání JPO?
- Další projekt? Převážně experimenty.
  - Jiné tepelné pojistky – jiný počet a jiná velikost otvorů.
  - Jiné konstrukční uspořádání – uložení lahví.
  - Únik netěsnostmi z palivové soustavy.
  - Autobusy.
- Nemáme prostory pro experimenty
  - Vnitřní s kontrolovanými podmínkami.
  - Venkovní pro experimenty s metanem.



**Děkujeme za pozornost**

kpt. Ing. Lucie Hasalová Ph.D.