

Popis obsahu balíčku WP02 Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

Vedoucí konsorcia podílející se na pracovním balíčku

České vysoké učení technické v Praze, zodpov. osoba Ing. Jiří Vávra, Ph.D.

Členové konsorcia podílející se na pracovním balíčku

od 2015 pouze ČVUT v Praze

Hlavní cíl balíčku

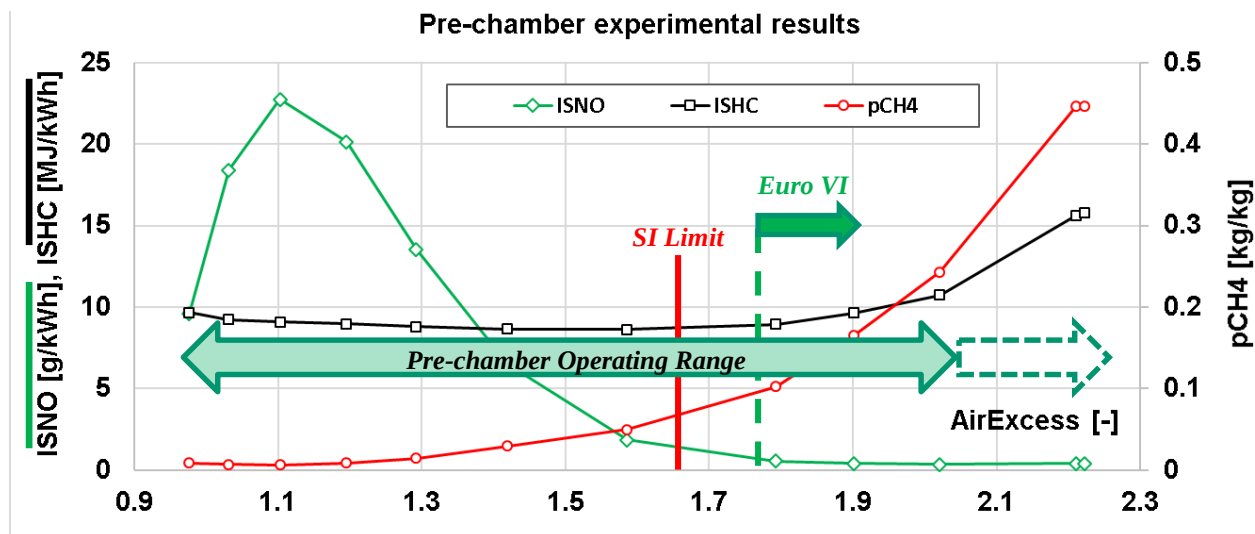
Balíček je součástí strategického aplikovaného výzkumu pokročilých spalovacích systémů pro efektivní spalování extrémně zředěné směsi. Extrémní zředění směsi povede na nízkou teplotu pracovní látky s výrazně sníženou emisí oxidů dusíku. Loni bylo demonstrováno 13% snížení spotřeby paliva v nízkém zatížení oproti konvenčnímu zážehovému motoru při emisích NOx umožňující výrazné zjednodušení zařízení pro dodatečnou úpravu spalin. Využití výsledků při experimentálním vývoji ve WP 10 a WP 11.

Dílčí cíle balíčku pro nejbližší období

WP02C03: Obecné směrnice pro konstrukci a seřízení motoru spalujícího extrémně chudou směs s vysokou účinností a minimální produkcí oxidů dusíku.

Popis plnění balíčku Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování
připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

Optimalizace plynem vyplachované komůrky na experimentálním motoru



Výsledek jednoválec
G432 $\phi 102/120$ mm

Zážehový motor:

$\Lambda \leq 1.65$

Min IS NOx = 0.815 g/kWh

Euro VI limit:

IS NO ≈ 0.5 g/kWh

Optimalizace

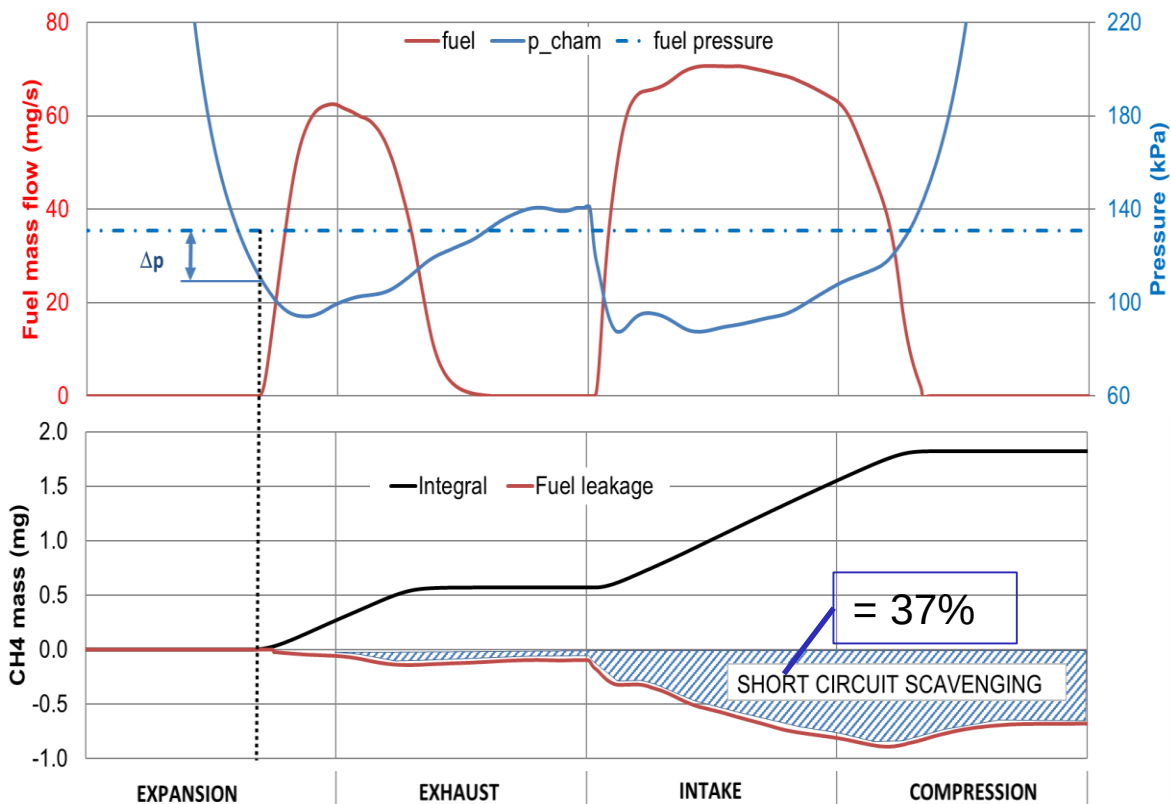
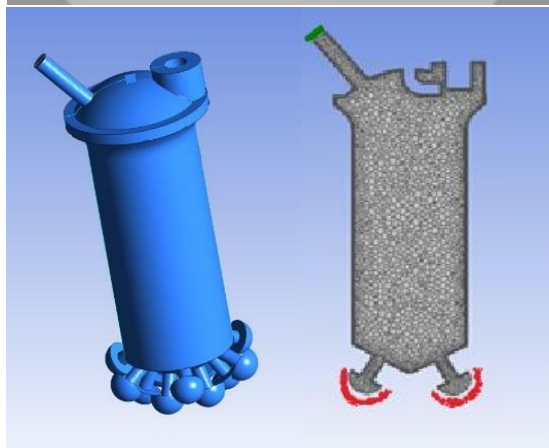
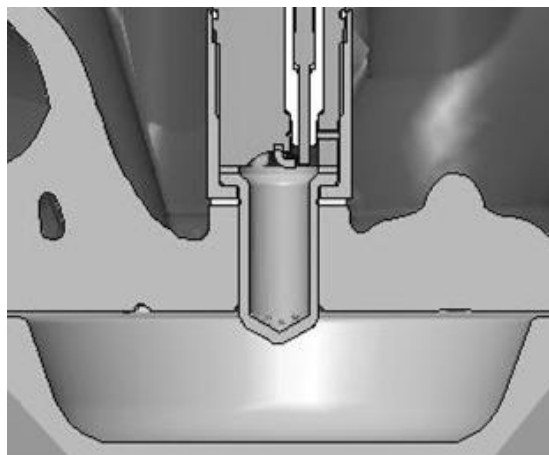
Zlepšení chemické účinnosti hoření v oblasti extrémně chudé směsi

Zlepšení mezicyklové variability

Popis dějů v komůrce pomocí CFD – obecné směrnice

Popis plnění balíčku Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování
připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

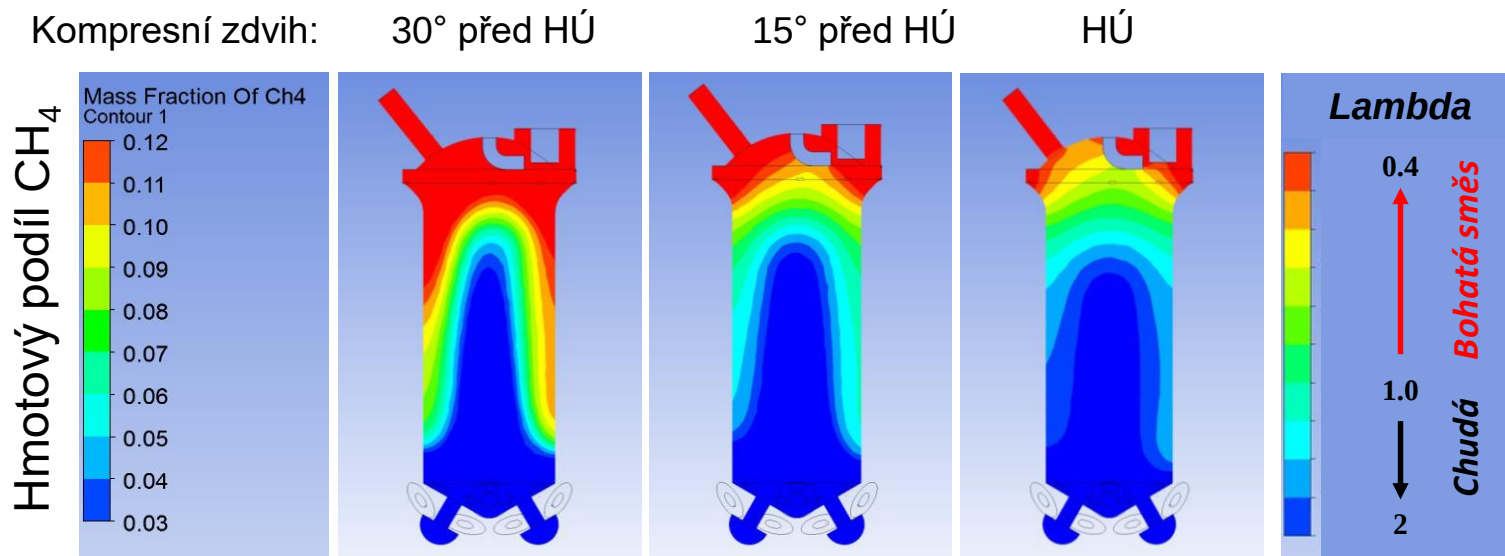
CFD Simulace pro popis dějů v předkomůrce - aktivity ve spolupráci s WP05



CFD Simulace - zhodnocení výtoku paliva do válce – směrnice pro nastavení
přetlaku přívodu paliva nad zpětným ventilem

Popis plnění balíčku Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování
připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

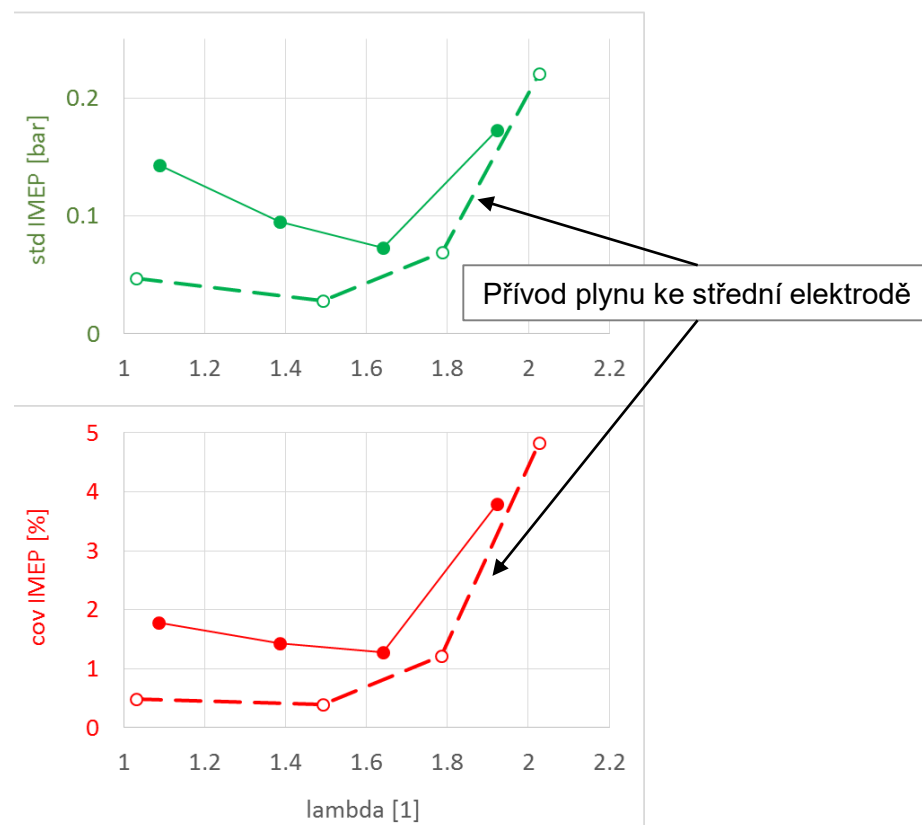
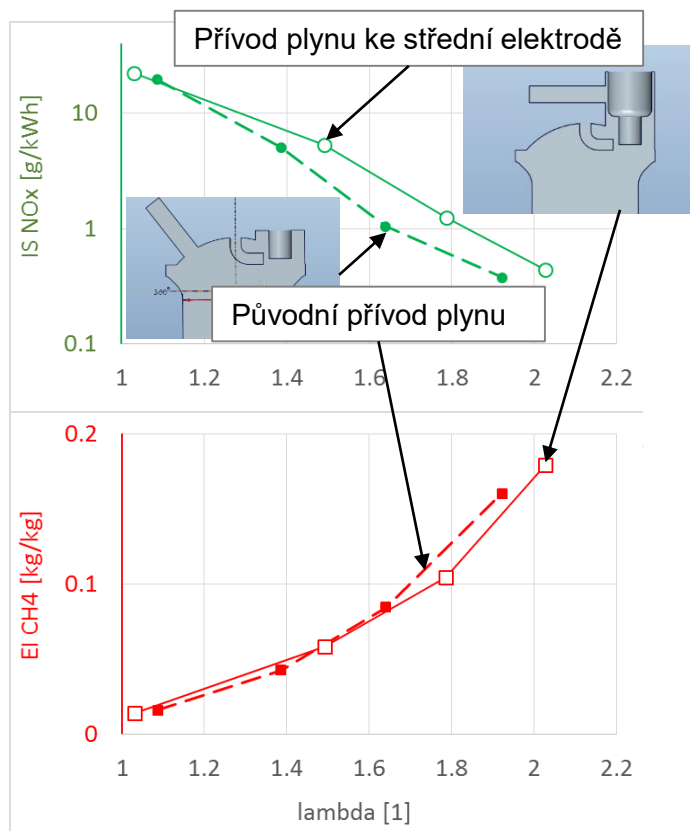
CFD Simulace – modelování bez spalování, přívod plynu jen do komůrky



- Patrné značné rozvrstvení směsi

Popis plnění balíčku Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

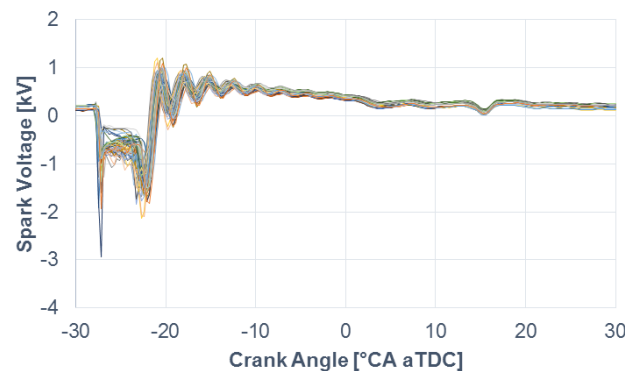
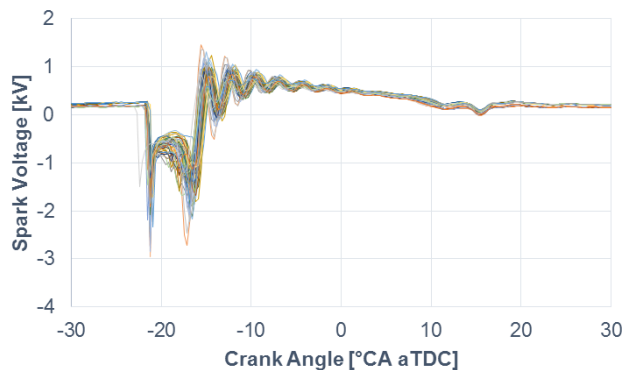
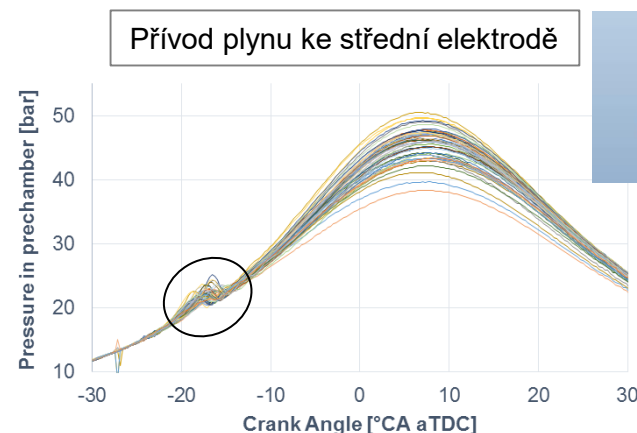
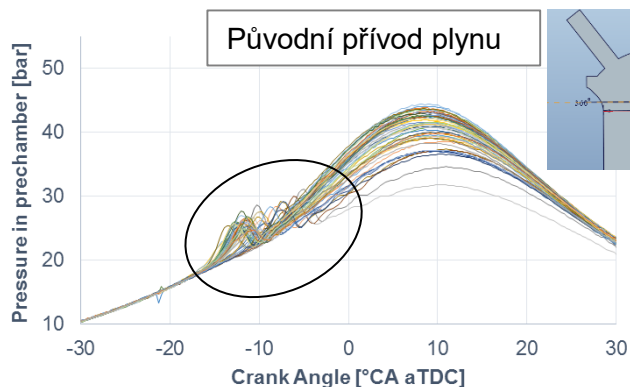
Optimalizace vyplachované předkomůrky – přívod plynu ke střední elektrodě
předstih optimalizován pro nejvyšší účinnost



Přívod plynu ke střední elektrodě – mírné zlepšení kvality spalování, zlepšení variability

Popis plnění balíčku Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

Optimalizace vyplachované předkomůrky – přívod plynu ke střední elektrodě



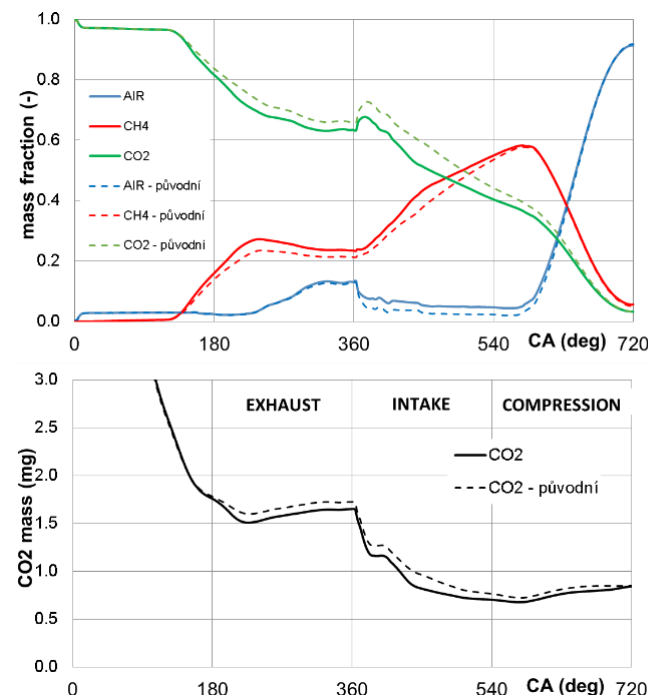
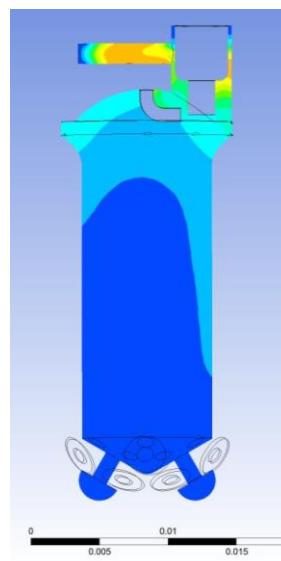
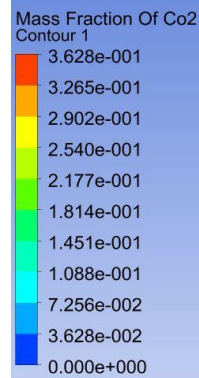
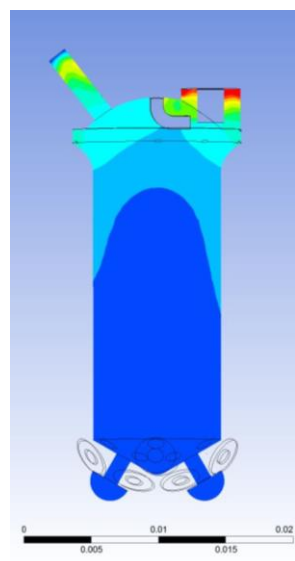
Zlepšení mezicyklové variability tlaku v komůrce - přívodem plynu ke střední elektrodě

Popis plnění balíčku Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování
připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

CFD Simulace - Komůrka s přívodem zemního plynu ke střední elektrodě

Komůrka 12otv. – původní vs.

Komůrka s přívodem plynu ke střední elektrodě



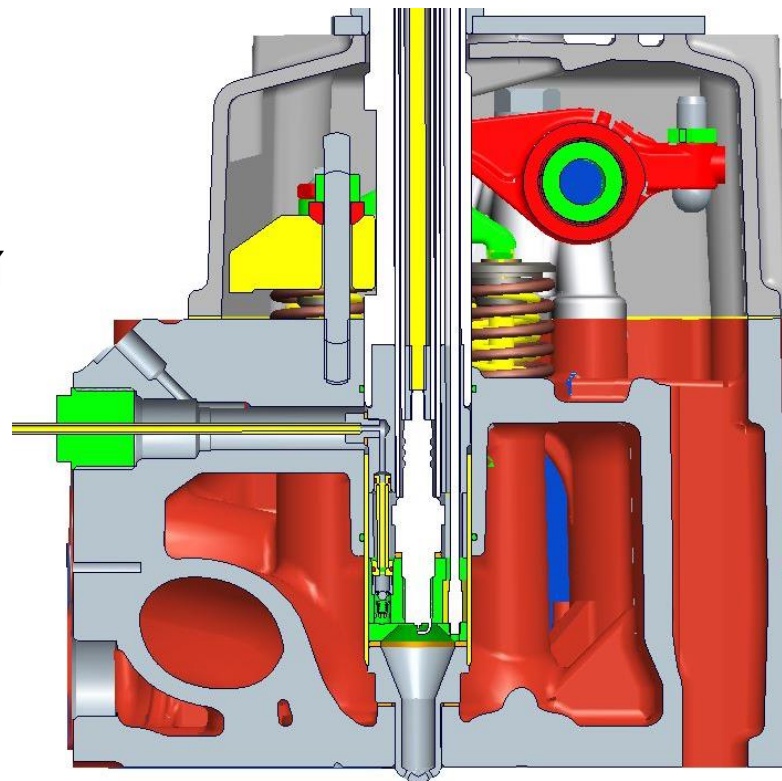
Závěry Lokálně zlepšené vyplachování v okolí elektrody, porovnání průběhů hmotnostních podílů jednotlivých složek- nevýrazný rozdíl

Popis plnění balíčku Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování
připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

Konstrukce komůrky s přívodem plynu se zlepšenou technologičností

Aplikace na víceválcový motor

- Zvětšený objem komůrky pro zvýšení zapalovací energie
- Centrálně umístěná sériová zapalovací svíčka
- Tlakový snímač v komůrce pro výzkum spalování
- Hotová výrobní výkresová dokumentace



Plnění cílů, milníků a výstupů, splněné výsledky balíčku Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

Plnění dílčích cílů, milníků a výstupů

WP02M04: Zobecněné směrnice pro vývoj, řízení a optimalizaci zážehových motorů s komůrkovým zážehem.

Přehled splatných výsledků a jejich plnění

WP02V005: 1 * G - technicky realizované výsledky - funkční vzorek, 1 * X – jiné

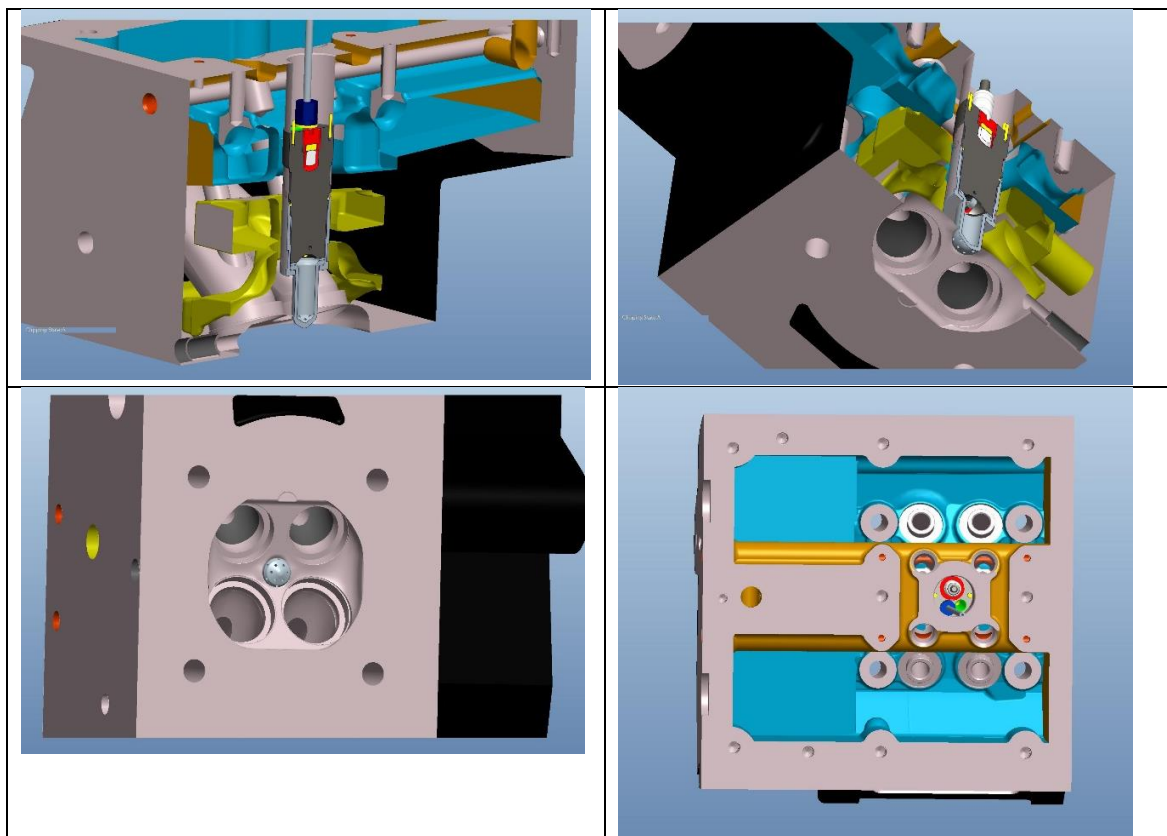
Vávra J., Takáts M., Syrovátka Z., Barrientos E., SCAVENGED PRE-CHAMBER ON A GAS ENGINE FOR LIGHT DUTY TRUCK, ICEF 2016-9423, ASME 2016 Internal Combustion Fall Technical Conference, ICEF2016, Oct 9-12, 2016, Greenville, SC, USA

WP02V006: 1 * X – jiné

Syrovátka Z., Takáts M., Vávra J., CFD SIMULATION OF SCAVENGED PRE-CHAMBER, KOKA 2016 Conference Proceedings, VUT Brno 2016, ISBN 978-80-214-5379-1

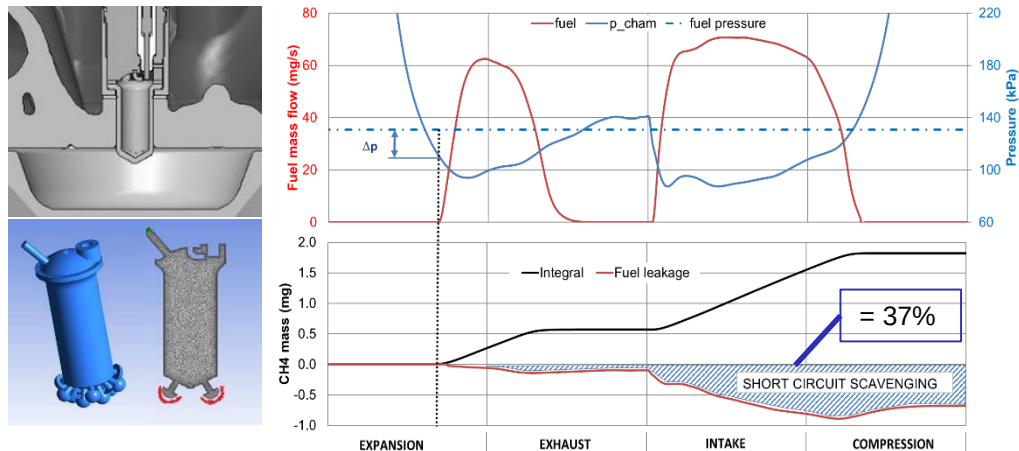
Návrh dalšího postupu v balíčku Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

Studie proveditelnosti implementace vyplachované předkomůrky na automobilovém motoru ŠKODA s vrtáním válce 74.5 mm

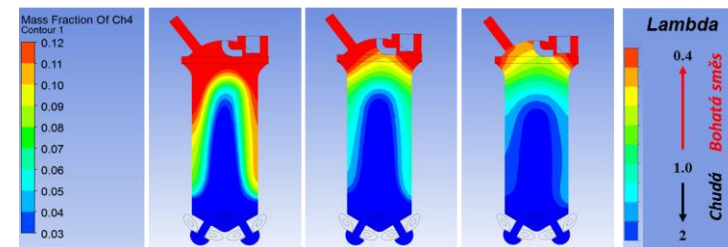


Výtah z provedených prací 2016 na WP02 Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

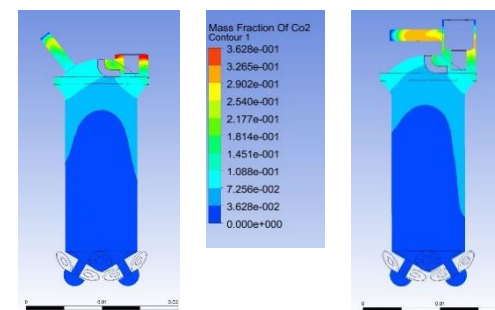
CFD Simulace pro popis dějů v předkomůrce - aktivity ve spolupráci s WP05 Zhodnocení výtoku paliva do válce – směrnice pro nastavení přetlaku přívodu paliva nad zpětným ventilem



Zhodnocení rozvrstvení směsi



CFD Simulace - Komůrka s přívodem zemního plynu ke střední elektrodě



původní řešení

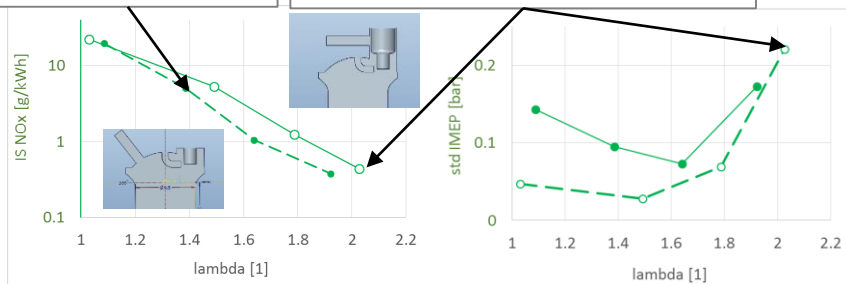
Komůrka s přívodem plynu ke střední elektrodě

Závěry Lokálně zlepšené vyplachování v okolí elektrody

Optimalizace vyplachované předkomůrky – přívod plynu ke střední elektrodě - předstih optimalizován pro nejvyšší účinnost

Původní přívod plynu

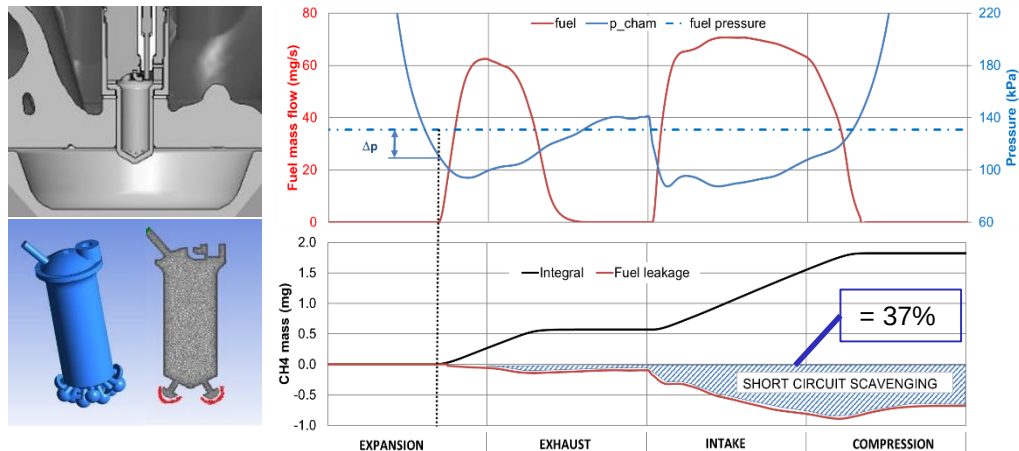
Přívod plynu ke střední elektrodě



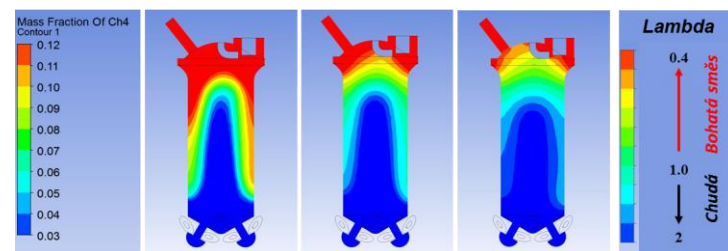
Přívod plynu ke střední elektrodě – mírné zlepšení kvality spalování, zlepšení variability

Abstract of 2016 of WP02 Advanced Systems Mixture Preparation and Premixed Combustion for High Efficiency and Favorable Emissions of Pollutants

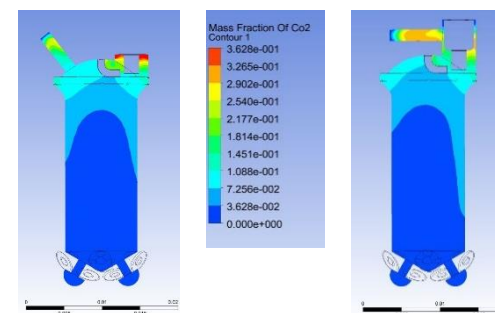
CFD Simulations for description of flow in the pre-chamber – cooperation with WP05, assessment of fuel flow to the cylinder – guidelines for the fuel pressure adjustment



Assessment of gas stratification



CFD Simulation - gas supply close to central electrode



original gas supply

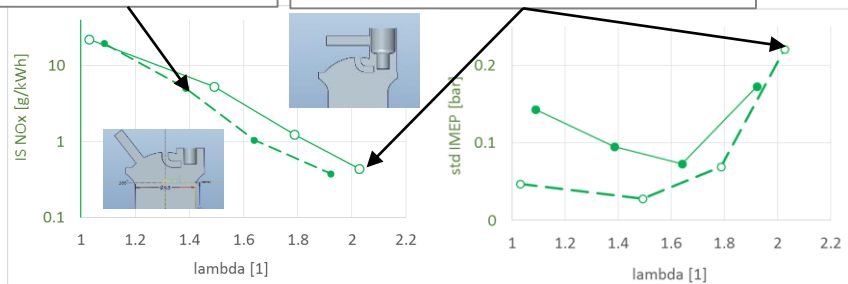
central electrode gas supply

Conclusions Locally improved scavenging in the vicinity of spark electrodes

Optimization of scavenged pre-chamber – gas supply close to central electrode – spark advance optimized for best efficiency

original gas supply

central electrode gas supply

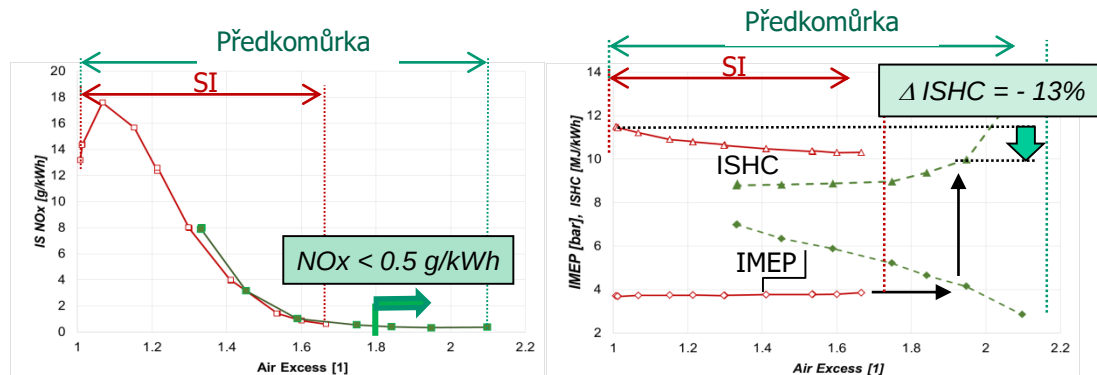


Gas supply to the central electrode – slight improvement of combustion quality

Výtah z provedených prací 2012 - 2016 na WP02 Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

Plynový motor G432 s vyplachovanou zapalovací předkomůrkou (4 x $\phi 102/120$ mm, CNG, KP = 12:1)

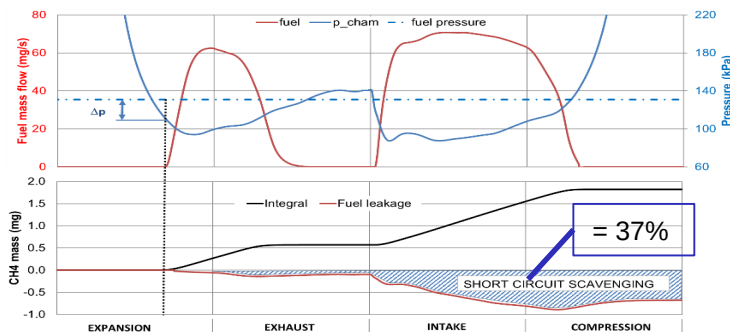
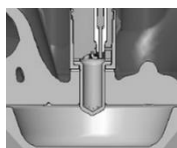
Předkomůrka s přívodem paliva, zapalovací svíčkou a snímačem tlaku



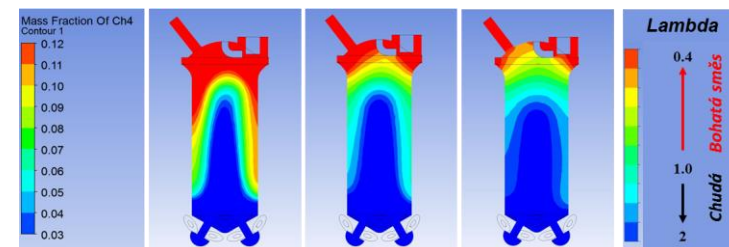
Vyplachovaná komůrka přináší:

- nízké emise NOx v surových spalínách v nízkém zatížení, široký rozsah přebytku vzduchu ($1 \leq \lambda \leq 2.2$), netřeba škrtící klapky
- spalování extrémně chudé směsi vede až k **13% snížení spotřeby paliva** v porovnání s konvenčním spalování stechiometrické směsi

CFD Simulace pro popis dějů v předkomůrce - aktivity ve spolupráci s WP05 - zhodnocení výtoku paliva do válce – směrnice pro nastavení přetlaku přívodu paliva nad zpětným ventilem

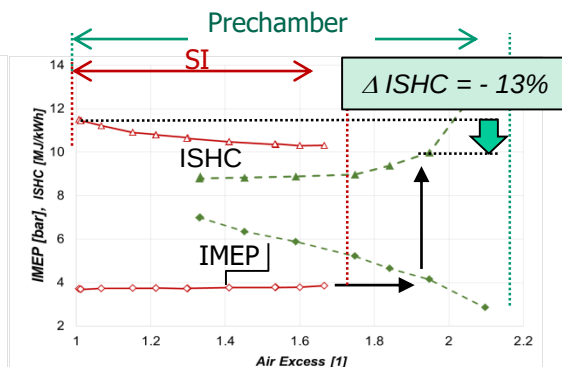
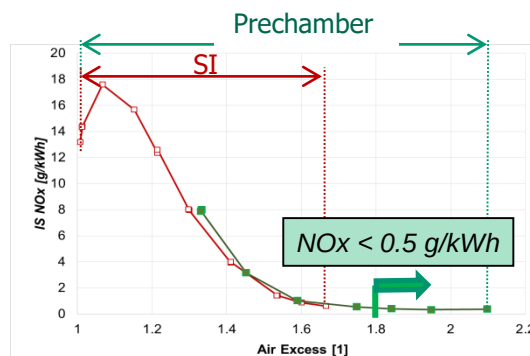


Zhodnocení rozvrstvení směsi



Abstract of 2012 - 2016 of WP02 Advanced Systems Mixture Preparation and Premixed Combustion for High Efficiency and Favorable Emissions of Pollutants

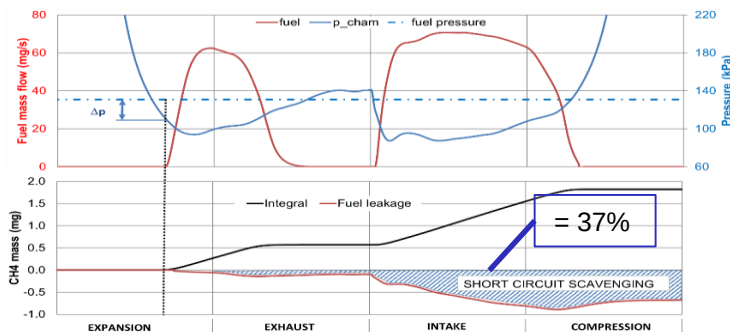
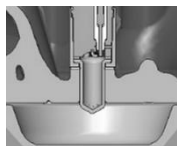
G432 engine (4 x $\phi 102/120$ mm, CNG, CR=12:1) with a scavenged pre-chamber with:
gaseous fuel delivery, spark plug and piezoelectric pressure sensor



Scavenged pre-chamber features:

- low NOx in raw exhaust gas in a low load operation, throttle-less engine control with a wide range of air excess ratio ($1 \leq \lambda \leq 2.2$)
- extremely lean combustion in low load results in 13% fuel consumption reduction compared to the conventional SI stoichiometric homogeneous mixture combustion

CFD Simulations for description of flow in the pre-chamber – cooperation with WP05, assessment of fuel flow to the cylinder – guidelines for fuel pressure control



Assessment of gas stratification

