

Popis obsahu balíčku WP09VaV Vstřikovací zařízení pro spalovací motory s vyššími technicko-ekonomickými parametry a nízkými emisemi

Vedoucí konsorcia podílející se na pracovním balíčku

České vysoké učení technické v Praze, zodpov. osoba Ing. Marcel Diviš, Ph.D.

Členové konsorcia podílející se na pracovním balíčku

Vysoké učení technické v Brně Prof. Ing. V. Píštěk, DrSc., Technická univerzita v Liberci Prof. Ing. C. Scholz, Ph.D. (Motorpal, a. s. Ing. Karel Báča)

Hlavní cíl balíčku

Za pomoci cenově výhodných vstřikovacích zařízení typu Common Rail zvýšit dosažitelné vstřikovací tlaky až ke hranici 200 MPa a zároveň umožnit tvarování průběhu zákona vstřiku výhodné z hlediska zlepšení průběhu spalování a minimalizace tvorby škodlivin – zde ve vztahu k pracovnímu balíčku WP20.

Dílčí cíle balíčku pro nejbližší období

Cíle nejsou definovány, probíhající aktivity:

WP09A07: Zkoušky a optimalizace vstřikovače CR se zvýšenou účinností. Výroba funkčních vzorků.
01/2015 - 12/2017

WP09A08: Rozšířený model systému CR pro simulace průtoku netěsnostmi. Optimalizace účinnosti systému
01/2016 - 12/2017

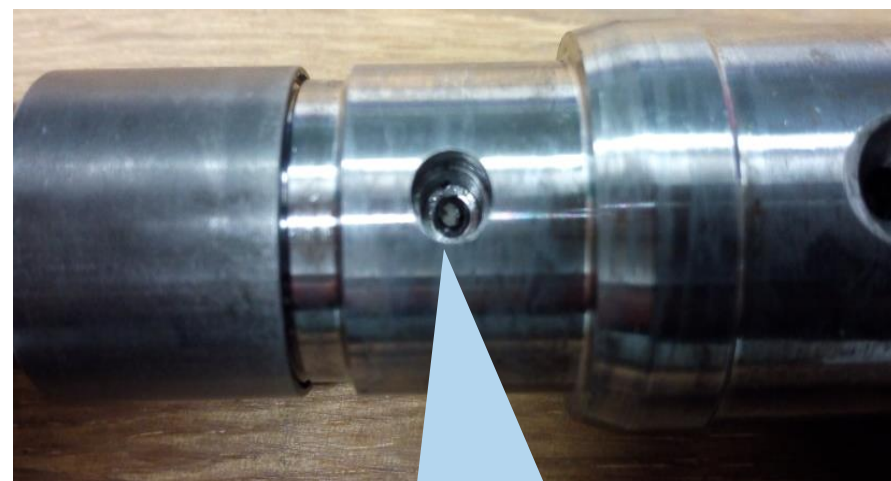
Popis plnění balíčku WP09VaV Vstřikovací zařízení pro spalovací motory s vyššími technicko-ekonomickými parametry a nízkými emisemi

Zobecněné směrnice pro zvyšování účinnosti vstřikovacích zařízení (TUL)

Průběžné testování vlastností vstřikovačů

Common Rail na zkušební stanici,
identifikace výrobních a funkčních závad:

- Realizace měření průběhu zdvihu jehly na vstřikovači Motorpal neúspěšná (již zvládnuto na vstřikovačích Bosch)
- Vstřikovač Motorpal má odlišnou koncepci vedení jehly (dřík jehly vystaven plnému pracovnímu tlaku)
- U snímače Micro Epsilon LS04(04) nastávají při zatížení tlakem paliva opakované defekty z hlediska těsnosti a celistvosti. Reklamace je řešena s dodavatelem a zahraničním výrobcem snímače

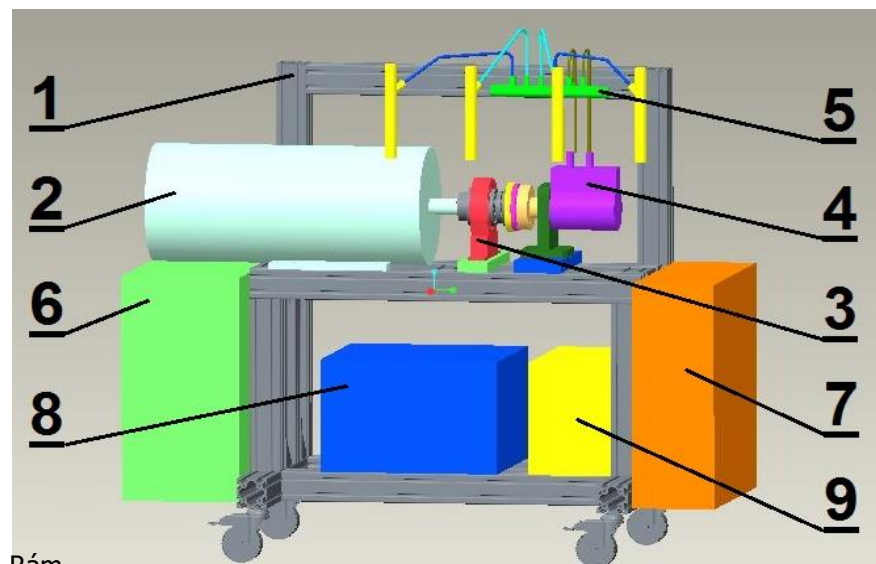


Vývrt v tělese
vstřikovače pro umístění
snímače zdvihu jehly

Popis plnění balíčku WP09VaV Vstřikovací zařízení pro spalovací motory s vyššími technicko-ekonomickými parametry a nízkými emisemi

Nové zkušební zařízení pro vstřikovače pro systémy Common Rail (TUL)

- Nové zkušební zařízení pro testování kompletní palivové soustavy Common Rail pro 4-válcové motory je ve stavu montáže rámu a projektu rozmístění jednotlivých částí
- Firmou Motorpal byla dodána kompletní sestava palivové soustavy pro 4-válcový motor (vysokotlaké čerpadlo s upevňovací přírubou, rail s potrubím, vstřikovače a řídicí jednotka ECU)
- Byl proveden nákup elektromotoru s měničem a snímače kroutícího momentu



- 1 Rám
- 2 Asynchronní střídavý elektromotor Siemens 97 Nm/1475 rpm (75 Nm/1800 rpm)
- 3 Snímač kroutícího momentu Hottinger (HBM), Mt ±200 Nm (1024 dílků)
- 4 Vysokotlaké čerpadlo Motorpal vč. držáku
- 5 Rail včetně injektorů a potrubí Motorpal
- 6 Měnič frekvence Siemens 15 kW (0-550Hz) včetně rozvaděče
- 7 Rozvodná skříň včetně řízení ECU Motorpal
- 8 Nádrž na palivo
- 9 Olejový okruh pro mazání vysokotlakého čerpadla

Popis plnění balíčku WP09VaV Vstřikovací zařízení pro spalovací motory s vyššími technicko-ekonomickými parametry a nízkými emisemi

Software pro rozšířené vyhodnocení obrazového záznamu průběhu výstřiku paliva (Motorpal, VUT)

- V roce 2016 byl aktualizován software Evalin. Základní vlastnosti jsou:
 - kalibrace snímaného prostoru,
 - hodnocení a vizualizace symetrie výstřiku,
 - hodnocení rychlosti a penetrace výtoku z trysky,
 - posouzení výstupního úhlu výstřiku.
- Software vyhodnocuje data získaná z proprietárního software Olympus iSPEED 2.
- Nyní se připravuje další vylepšení tohoto software (vylepšený modul vyhodnocení).

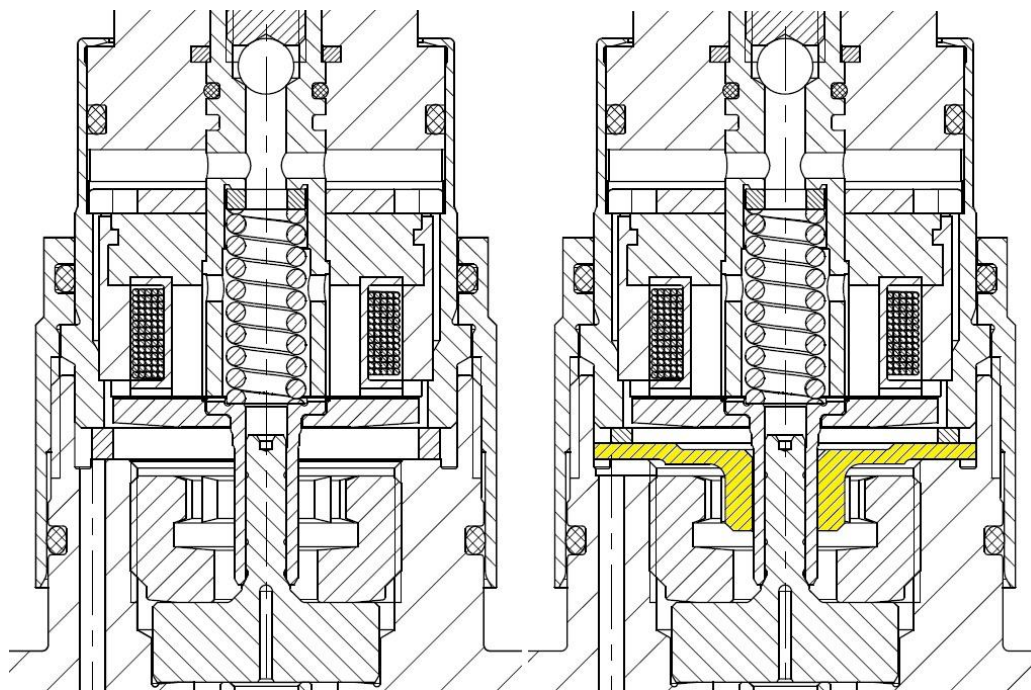


Popis plnění balíčku WP09VaV Vstřikovací zařízení pro spalovací motory s vyššími technicko-ekonomickými parametry a nízkými emisemi

Zkoušky a optimalizace vstřikovače CR se zvýšenou účinností. Výroba funkčních vzorků (Motorpal)

- Dokončena výroba funkčních vzorků s novým řešením tlakově vyváženého ventilu
- Zahájeny zkoušky s těmito funkčními vzorky vstřikovačů.
- Na základě výsledků zkoušek navrženy a realizovány úpravy funkčních vzorků.
- Probíhají dlouhodobé zkoušky vstřikovačů na stanici (proběhlo vyhodnocení změn parametrů po 1000 hodinách, připravováno vyhodnocení po 2000 hodinách)

Výchozí a jedna z upravených verzí řešení tlakově vyváženého ventilu

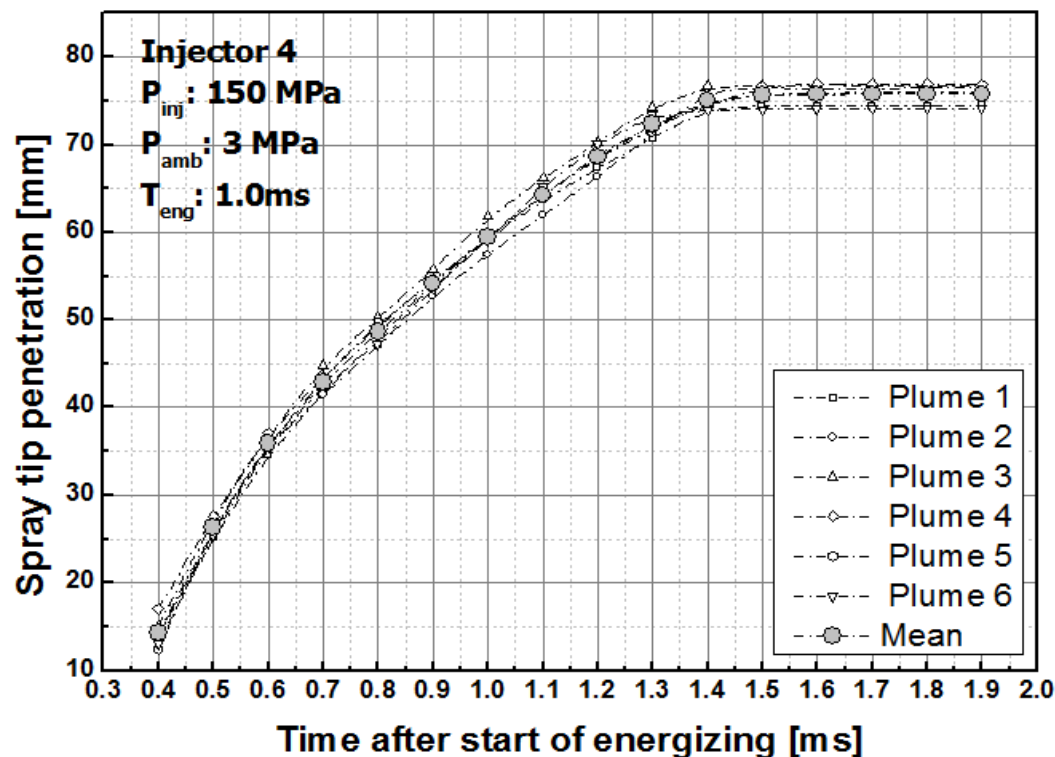
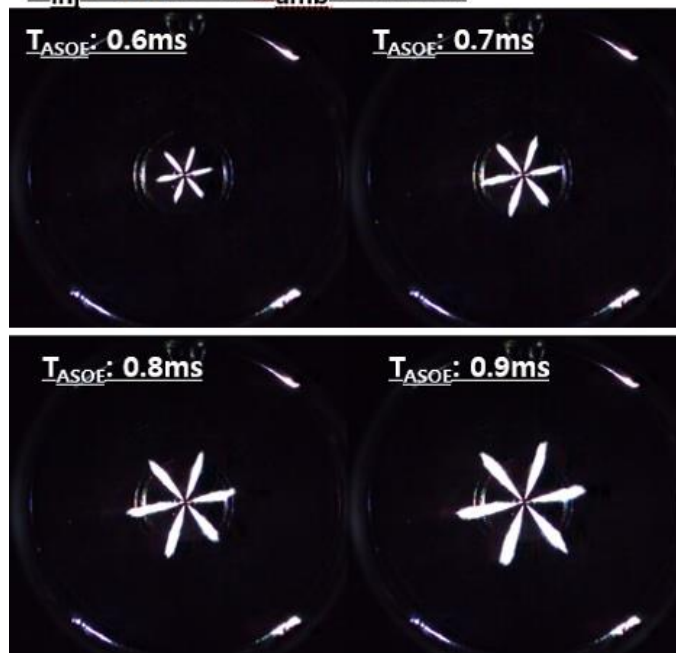


Popis plnění balíčku WP09VaV Vstřikovací zařízení pro spalovací motory s vyššími technicko-ekonomickými parametry a nízkými emisemi

Zkoušky a optimalizace vstřikovače CR se zvýšenou účinností. Výroba funkčních vzorků (Motorpal)

- Probíhají zkoušky vstřikovačů u zákazníka na stanici a na motorech

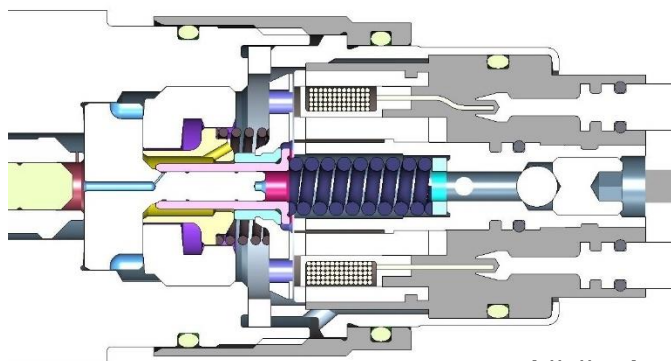
P_{inj} : 150 MPa P_{amb} : 3 MPa



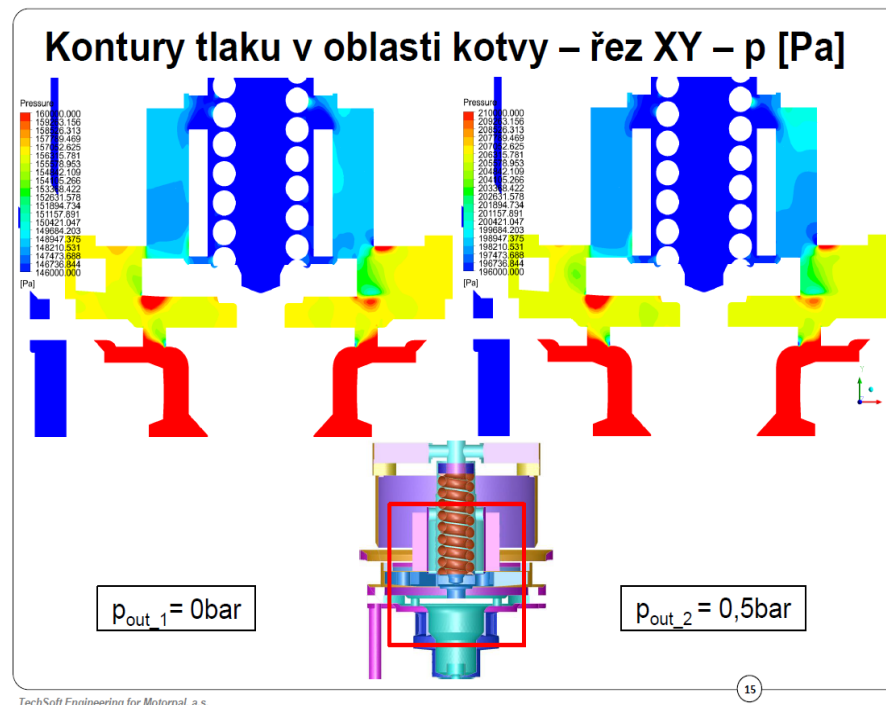
Popis plnění balíčku WP09VaV Vstřikovací zařízení pro spalovací motory s vyššími technicko-ekonomickými parametry a nízkými emisemi

Zkoušky a optimalizace vstřikovače CR se zvýšenou účinností. Výroba funkčních vzorků (Motorpal)

- Aktuálně řešena nestabilita v závislosti na konfiguraci odvodu paliva ze vstřikovačů (protitlak v přepadu) – teoretické simulace proudění, návrhy a zkoušky úprav v oblasti kotvy elektromagnetu.
- Navrženo nové řešení kotvy tlakově vyváženého ventilu s tlumením. Aktuálně probíhá výroba funkčních vzorků.



CFD simulace proudění v oblasti kotvy



Nové řešení tlakově vyváženého ventilu s tlumením kotvy

Popis plnění balíčku WP09VaV Vstřikovací zařízení pro spalovací motory s vyššími technicko-ekonomickými parametry a nízkými emisemi

Rozšířený model systému CR pro simulace průtoku netěsnostmi. Optimalizace účinnosti systému (ČVUT)

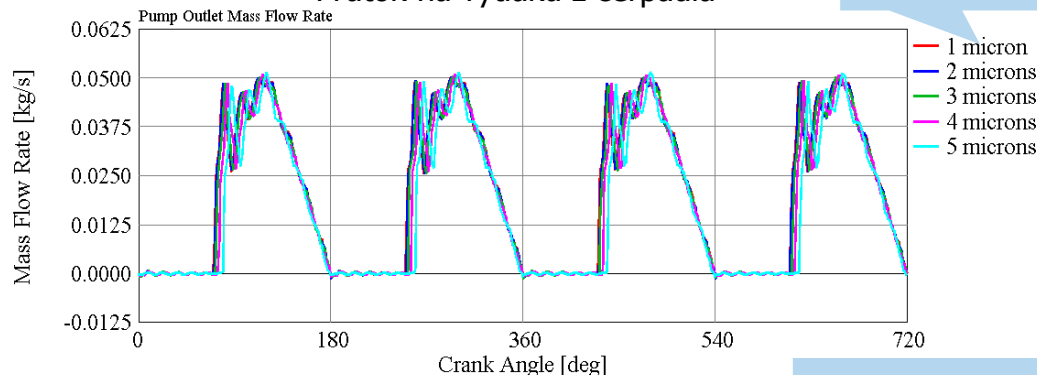
Pump Flow Rates (plunger clearance influence)

Radiální vůle
pístku čerpadla

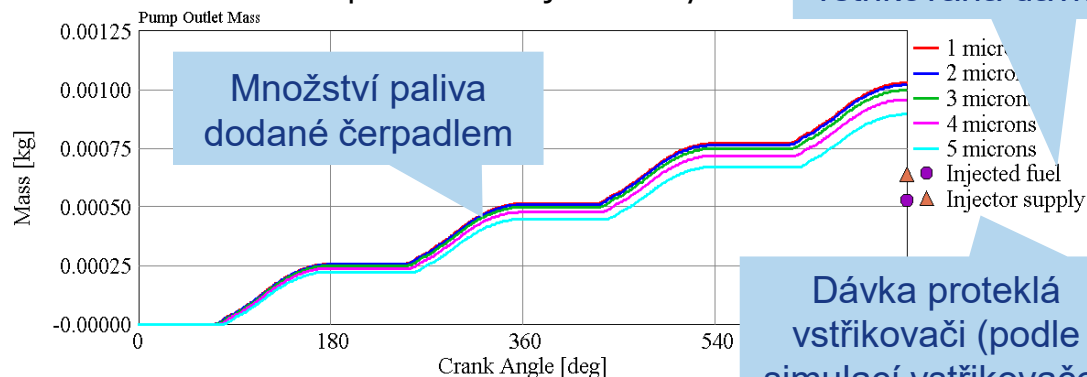
- Na základě odhadů deformací válce čerpadla byly provedeny simulace pro radiální vůle pístku čerpadla od 1 do 5 μm
- Dodávané množství paliva čerpadlem bylo srovnáno s:

- požadovaným vstřikovaným množstvím paliva pro jeden cyklus motoru, tj. $4 \times 0,16 \text{ cm}^3$
- množstvím paliva proteklým vstřikovači během jednoho cyklu motoru určeným na základě simulací vstřikovače (tj. včetně netěsností ve vstřikovači, množství paliva nutného pro řízení zdvihu jehly, apod.)

Průtok na výtlaku z čerpadla



Proteklé množství paliva během jednoho cyklu



Požadovaná
vstřikovaná dávka

Dávka proteklá
vstřikovači (podle
simulací vstřikovače)

Plnění cílů, milníků a výstupů, splněné výsledky balíčku WP09VaV Vstřikovací zařízení pro spalovací motory s vyššími technicko-ekonomickými parametry

Plnění dílčích cílů, milníků a výstupů

WP09V009: Zobecněné směrnice pro zvyšování účinnosti vstřikovacích zařízení

- Průběžné testování vlastností injektorů na zkušební stanici, identifikace výrobních a funkčních závad (TUL)
- Dokončena výroba funkčních vzorků vstřikovačů s novým řešením tlakově vyváženého ventilu, zahájeny zkoušky, úpravy funkčních vzorků na základě zkoušek (Motorpal)
- Simulace vysokotlakého čerpadla s uvažováním netěsností (ČVUT)

WP09V010: Nové zkušební zařízení pro vstřikovače pro systémy Common Rail

- Zkušební zařízení pro testování kompletní soustavy CR pro 4-válcové motory ve stavu montáže rámu a projektu rozmístění jednotlivých částí (TUL)

WP09V011: Software pro rozšířené vyhodnocení obrazového záznamu průběhu výstřiku paliva

- Aktualizace software Evalin, simulace výstřiku v systémech DEM/CFD a Palabos (VUT)

Přehled splatných výsledků a jejich plnění

Výše zmíněné výstupy plánovány na konec roku 2017.

Návrh dalšího postupu v balíčku WP09VaV Vstřikovací zařízení pro spalovací motory s vyššími technicko-ekonomickými parametry

Návrh dalšího postupu včetně návrhů na spolupráci a realizaci výstupů

WP09V009: Zobecněné směrnice pro zvyšování účinnosti vstřikovacích zařízení

- Další testování vlastností injektorů na zkušební stanici (TUL)
- Úpravy funkčních vzorků vstřikovačů na základě zkoušek (Motorpal)
- Simulace vstřikovačů CR s uvažováním netěsností (ČVUT)

WP09V010: Nové zkušební zařízení pro vstřikovače pro systémy Common Rail

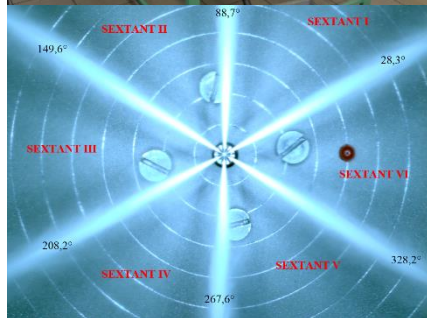
- Dokončení zkušební zařízení pro testování soustavy CR (TUL)

WP09V011: Software pro rozšířené vyhodnocení obrazového záznamu průběhu výstřiku paliva

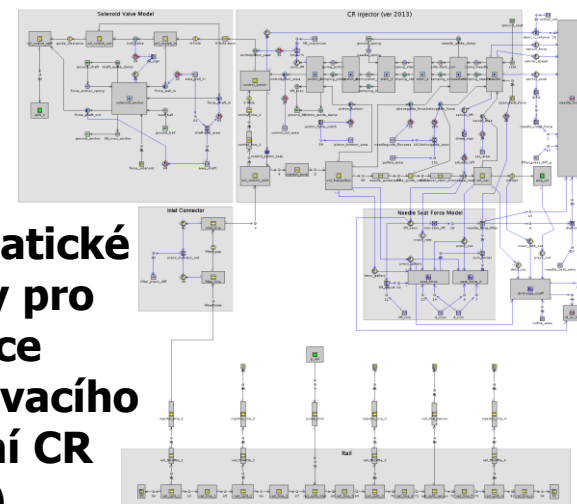
- Další vývoj software Evalin - vylepšený modul vyhodnocení (VUT)

Výťah z prací 2012-2016 na WP09VaV Vstřikovací zařízení pro spalovací motory s vyššími technicko-ekonomickými parametry a nízkými emisemi

Zkušební zařízení a software pro vizualizaci vstřiku (VUT)



Zkušební zařízení pro vstřikovače CR (TUL)
Vývoj součástí vstřikovacího zařízení CR (Motorpal)

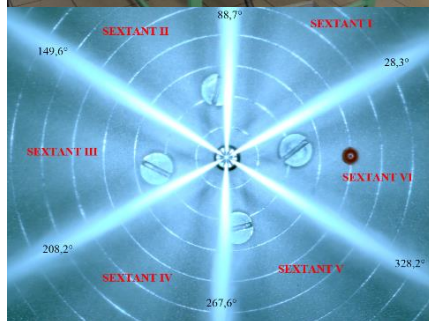


Matematické modely pro simulace vstřikovacího zařízení CR (ČVUT)

Marcel Diviš, marcel.divis@fs.cvut.cz

Results of WP09VaV Flexible fuel injection systems tailored to high-efficient low-polluting ICE – Achieved in 2012 – 2016

Fuel spray visualization system (VUT)



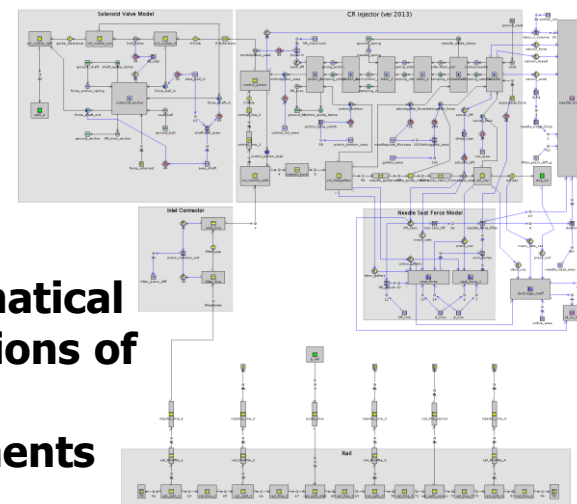
CR injector test bench (TUL)



Design of CR FIE components (Motorpal)

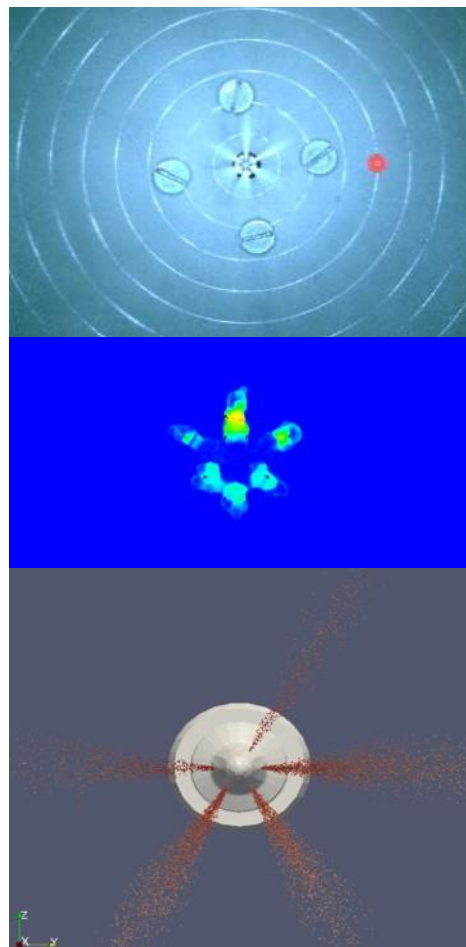


Mathematical simulations of CR FIE components (ČVUT)

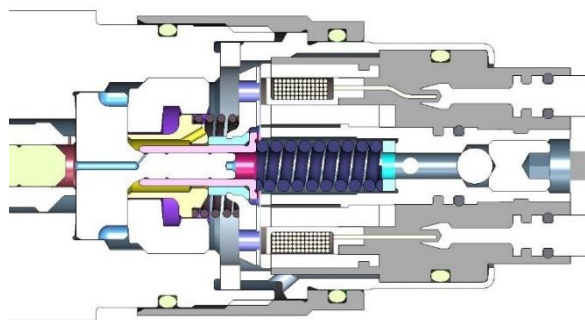


Marcel Diviš, marcel.divis@fs.cvut.cz

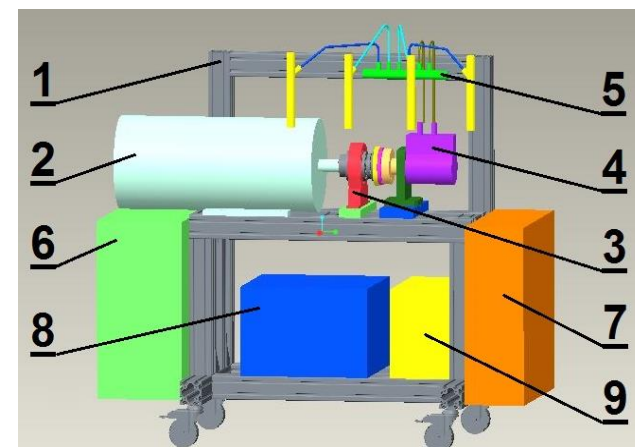
Výtah za r. 2016 z prací na WP09VaV Vstřikovací zařízení pro spalovací motory s vyššími technicko-ekonomickými parametry a nízkými emisemi



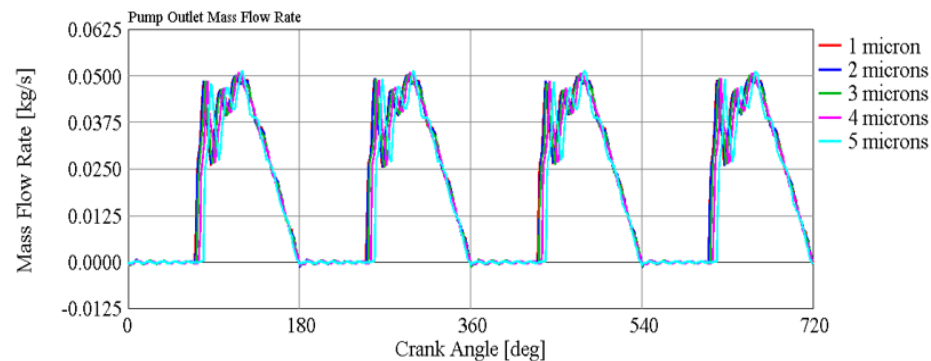
**Návrh zkušebního
zařízení pro CR
(TUL)**
**Měření,
vyhodnocení a
simulace vstřiku
(VUT)**



**Optimalizace
návrhu TV ventilu
vstřikovače CR
(Motorpal)**



**Matematické simulace
netěsností v CR (ČVUT)**

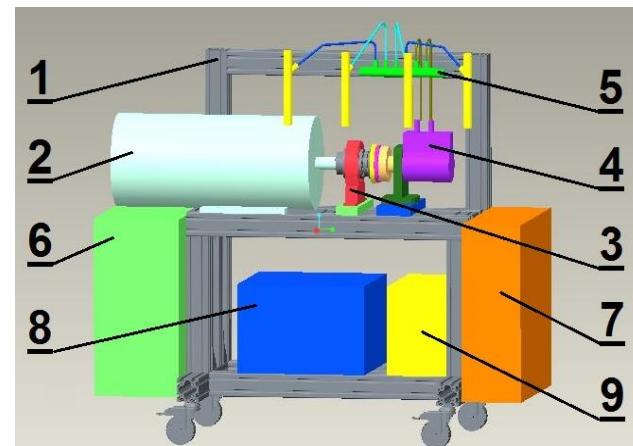


Marcel Diviš, marcel.divis@fs.cvut.cz

Abstract 2016 of WP09VaV Flexible fuel injection systems tailored to high-efficient low-polluting ICE

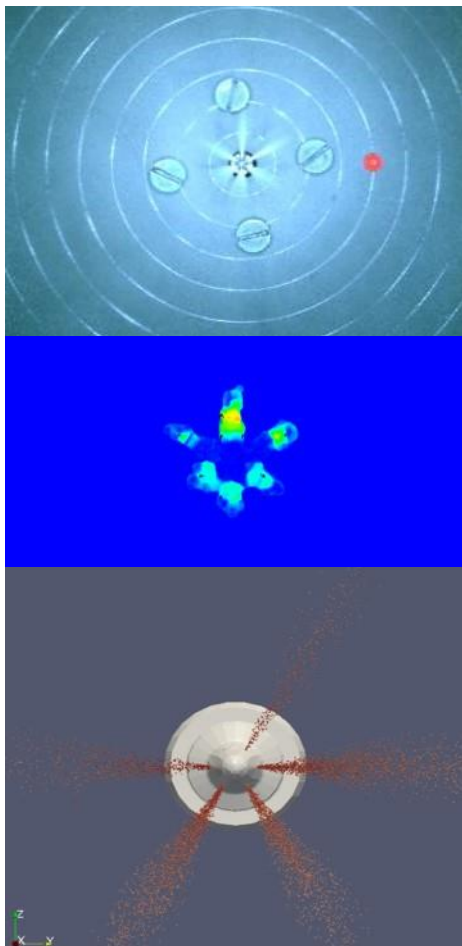
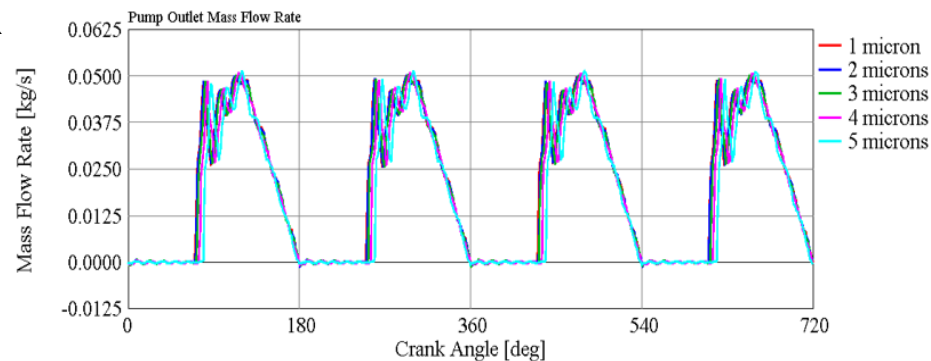
Design of CR test bench (TUL)

Measurements, evaluation and simulations of injection (VUT)



Mathematical simulations of leakage in CR systems (ČVUT)

Optimization of CR injector control valve (Motorpal)



Marcel Diviš, marcel.divis@fs.cvut.cz