

Popis obsahu balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

WP03: Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

Vedoucí konsorcia podílející se na pracovním balíčku

České vysoké učení technické v Praze, zodpovědná osoba Ing. Marcel Škarohlíd, Ph.D.

Členové konsorcia podílející se na pracovním balíčku

Technická univerzita v Liberci – S. Beroun; BRANO a.s. - M. Havrda; AICTA Design Work, s.r.o. – J. Hořenín

Hlavní cíl balíčku

WP03A - Přizpůsobení přípravy směsi a spalovacích systémů vozidlových nebo zdrojových spalovacích motorů různým plynným palivům z biomasy, zpracování odpadů nebo odpadních plynů z různých výrobních procesů bez větší ztráty účinnosti motoru na úrovni regulovaného znečištění oxidy dusíku. (ČVUT, AICTA)

WP03B - Optimalizace konstrukce palivového systému se vstřikováním kapalného LPG do sacího (plnicího) traktu motoru, výroba funkčních vzorků vstřikovačů LPG, ověřovací laboratorní zkoušky vozidlových motorů při provozu na LPG. (TUL)

WP03C - Zlepšení nezávislých vozidlových topení použitím hořáků s nulovými emisemi CO₂. (BRANO, ČVUT)

Popis obsahu balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

WP03: Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

Vedoucí konsorcia podílející se na pracovním balíčku

České vysoké učení technické v Praze, zodpovědná osoba Ing. Marcel Škarohlíd, Ph.D.

Členové konsorcia podílející se na pracovním balíčku

Technická univerzita v Liberci – S. Beroun; BRANO a.s. - M. Havrda; AICTA Design Work, s.r.o. – J. Hořenín

Dílčí cíle balíčku pro nejbližší období

WP03A - Úprava metodiky a směrnic zahrnující rozšířený rozsah podílu vodíku v palivu. (12/2014, ČVUT Škarohlíd)

WP03B - Konstrukce a výroba vstřikovačů LPG s potlačeným icingem, ověřovací zkoušky vstřikovačů LPG s finální optimalizací na zkušebním motoru a funkční vzorek (prototyp) vozidlového zážehového motoru se vstřikováním kapalného LPG s vysokou provozní spolehlivostí motoru. (12/2015, TUL Beroun)

WP03C - Prototyp čerpadla pro dodávku bionafty a ethanolu, prototyp hořáku a spalovací komory pro nezávislé topení na paliva z obnovitelných zdrojů (6/2014, Brano Havrda), patenty (12/2014, Škarohlíd ČVUT)

Popis obsahu balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

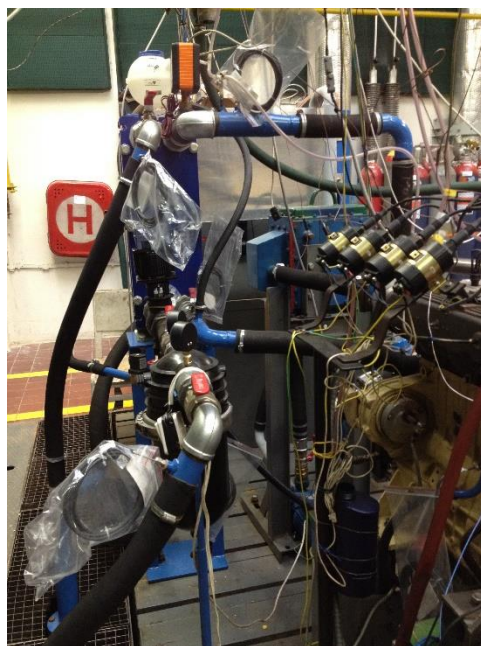
WP03A - Popis výstupů a výsledků

WP03C02: Úprava metodiky a směrnic zahrnující rozšířený rozsah podílu vodíku v palivu. (12/2014, ČVUT Škarohlíd)

Dokončena úprava chladicího systému motoru na testovacím stanovišti. Původní chladicí systém eliminuje výskyt lokálních varů, které mohou být z hlediska odolnosti motoru vůči klepání zásadní.

Původní chladicí systém:

otevřený
nízká teplota (70 °C)
neupravená voda



Upravený chladicí systém:

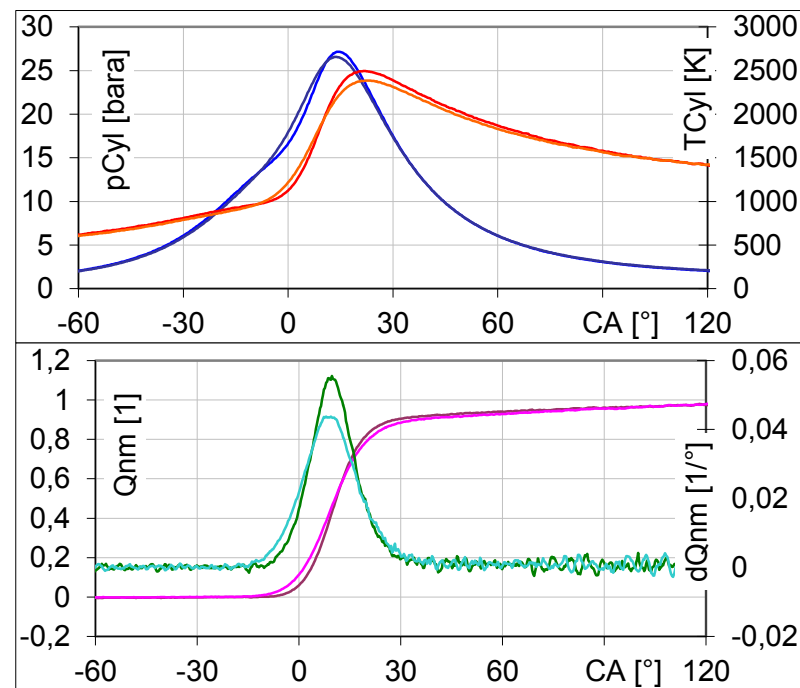
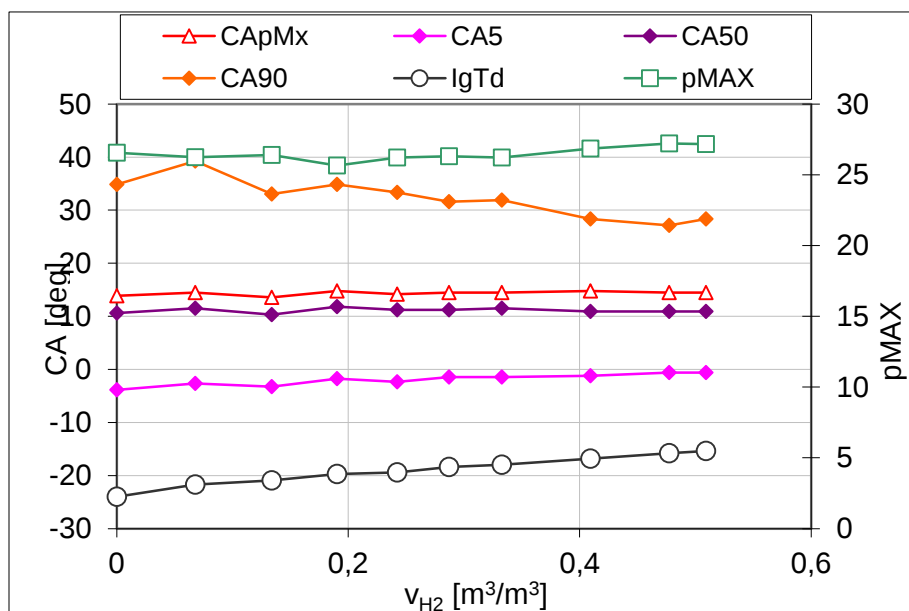
uzavřený tlakový
standardní teplota (95 °C)
upravená voda (přísady, destilovaná voda)

Popis obsahu balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

WP03A - Popis výstupů a výsledků

WP03C02: Úprava metodiky a směrnic zahrnující rozšířený rozsah podílu vodíku v palivu. (12/2014, ČVUT Škarohlíd)

Provedena měření s postupným zvyšováním podílu H_2 z 0 na cca 50% obj. (původní model hoření do 25%) pro stechiometrickou směs při BMEP = 300 kPa a při CA50 = 10° aTDC. Dobrá zpráva je že vodík nic nepokazí, špatná je (zejména pro milovníky Brownova plynu), že nic nezlepší.



Popis obsahu balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

WP03A - Popis výstupů a výsledků

Transfer výsledků WP11 → WP03 → WP11 : Úprava modelu vývinu tepla hořením

Původní model:

Lambda ≤ 1,77
Zapalovací svíčka
Homogenní směs
4 dobý



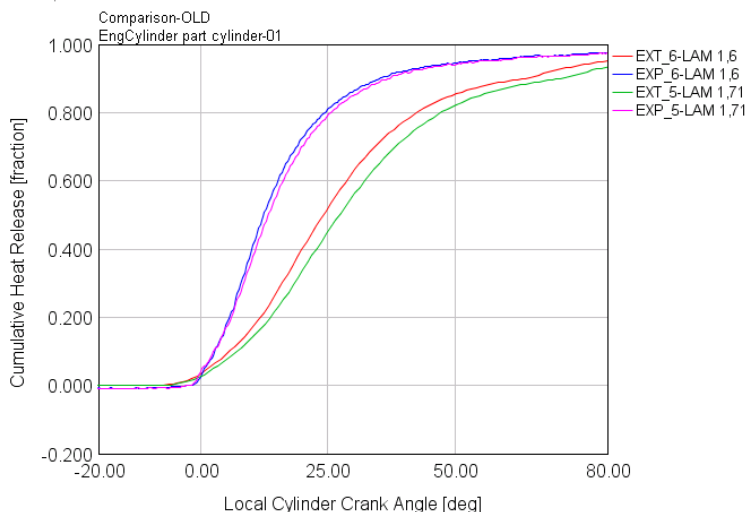
kalibrace polynomických koeficientů
kalibrace referenčního průběhu
(podkladem měření z WP11)



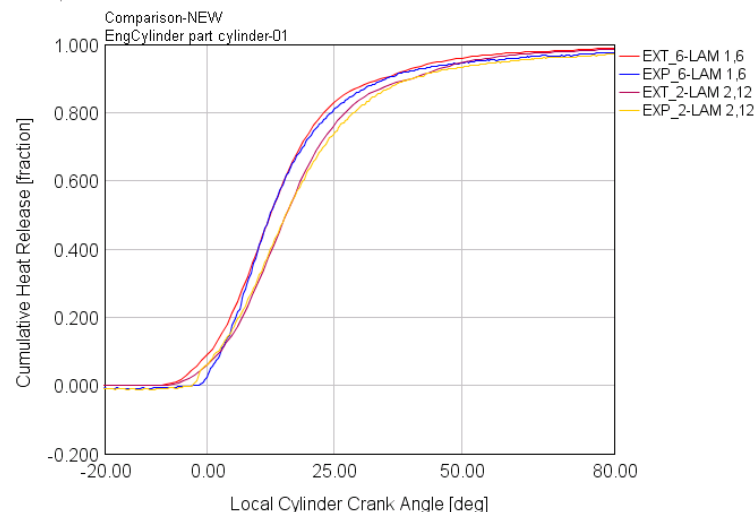
Upravený model:

Lambda ≤ 2,12
Vstřik kapalného paliva
Heterogenní směs
2 dobý

D:\GT-COMP\AICTA\Dual_fuel_2012\NEW_TOTAL_STATIC\12V-1350kW\leas-model\Kalibrace\Indikace_ACO\porovnani_GT_exp.gu
New Group5 1.10.2014 10:43:30



D:\GT-COMP\AICTA\Dual_fuel_2012\NEW_TOTAL_STATIC\12V-1350kW\leas-model\Kalibrace\Indikace_ACO\porovnani_GT_exp.gu
New Group5 1.10.2014 10:59:50

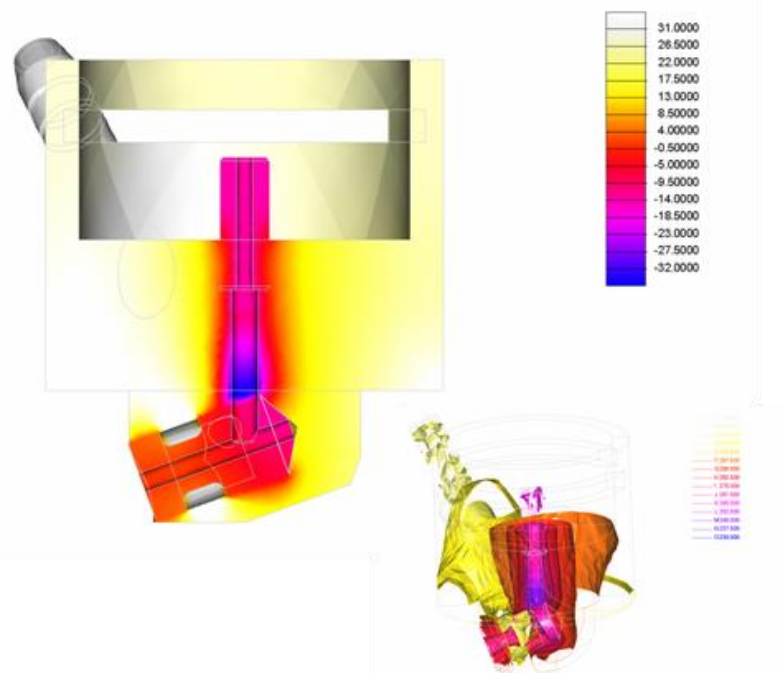
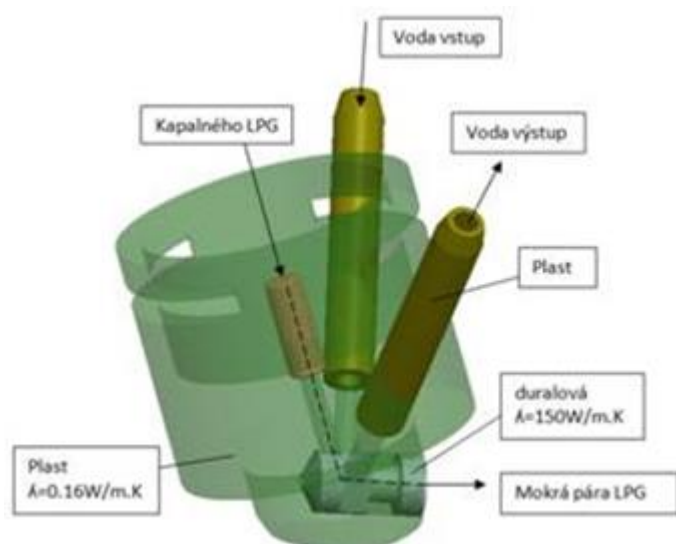


Popis obsahu balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

WP03B - Popis výstupů a výsledků

WP03C03: Funkční vzorek vozidlového zážehového motoru se vstřikováním kapalného LPG s vysokou provozní spolehlivostí. (12/2015, TUL Beroun)

Návrh konstrukčního uspořádání koncové části vstřikovače kapalného LPG s ohřevem výtokové trysky, odhad účinku ohřevu výtokové trysky výpočtovým modelováním, optimalizace provedení (varianty ohřevu průtokem vody nebo elektricky).



Popis obsahu balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

WP03B - Popis výstupů a výsledků

WP03C03: Funkční vzorek vozidlového zážehového motoru se vstřikováním kapalného LPG s vysokou provozní spolehlivostí. (12/2015, TUL Beroun)

Zpracování návrhu a podání přihlášky UV (registrace UV hrazena z jiných zdrojů).

Příprava dokumentace pro výrobu koncových částí vstřikovače.

Výroba koncových částí vstřikovače s ohřevem výtokové trysky průtokem vody.



Popis obsahu balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

WP03C - Popis výstupů a výsledků

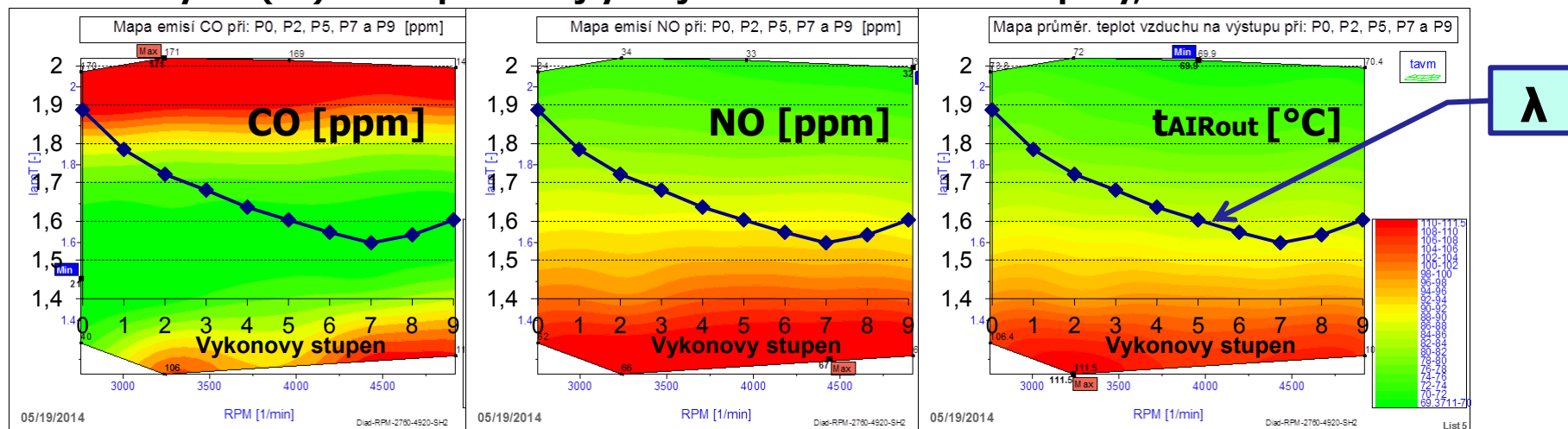
TE01020020V039 - Prototyp hořáku a spalovací komory pro nezávislé topení (NT) na paliva z obnovitelných zdrojů.

Úprava testovacího stanoviště NT pro měření celého pracovního pole (nezávislá změna otáček ventilátoru a dávkování paliva) – sériový stav.



Prověření sériového stavu: volba λ (součinitel přebytku vzduchu)

- **Minimální výkon (P0):** režim pro udržování nastavené teploty, (malé ohřátí vzduchu), omezení CO.
- **Maximální výkon (P9):** režim pro co nejrychlejší dosažení nastavené teploty, omezení NO.

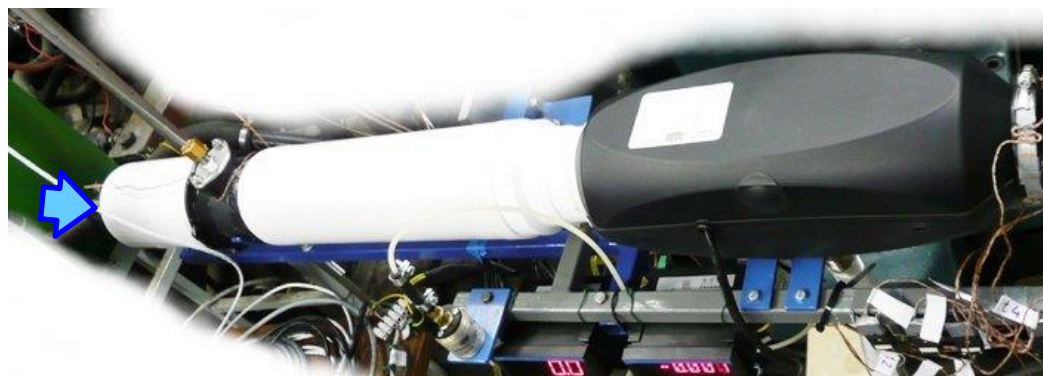
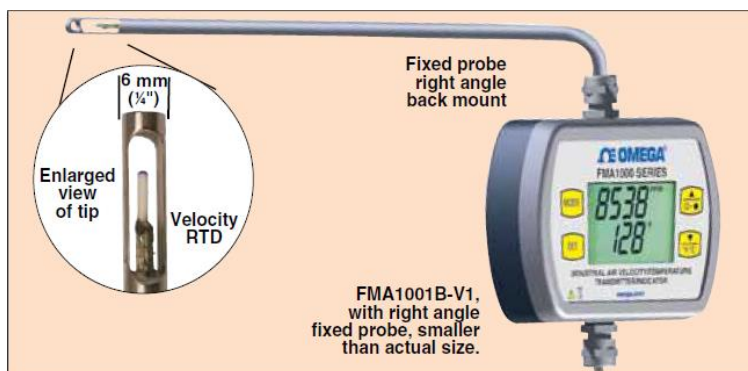


Popis obsahu balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

WP03C - Popis výstupů a výsledků

TE01020020V039 - Prototyp hořáku a spalovací komory pro nezávislé topení (NT) na paliva z obnovitelných zdrojů.

Měření průtoku ohřívaného vzduchu pomocí in-house vyvinutého hmotnostního průtokoměru:



Průtokoměr tvoří:

- sonda pro měření rychlosti proudění vzduchu se žhaveným drátkem.

Lze použít i pro nefiltrovaný vzduch.

Vlastnosti průtokoměru:

- rychlostní sonda vložena do uklidňovací trubice s redukcí pro upevnění na vstup do topení,
- kalibrován na Profukovací stoličce, přesnost: 1,5 % HMR (tj. 133 kg/h), využití až 80% rozsahu, (u průtokoměru výrobce jenom cca. 10%).

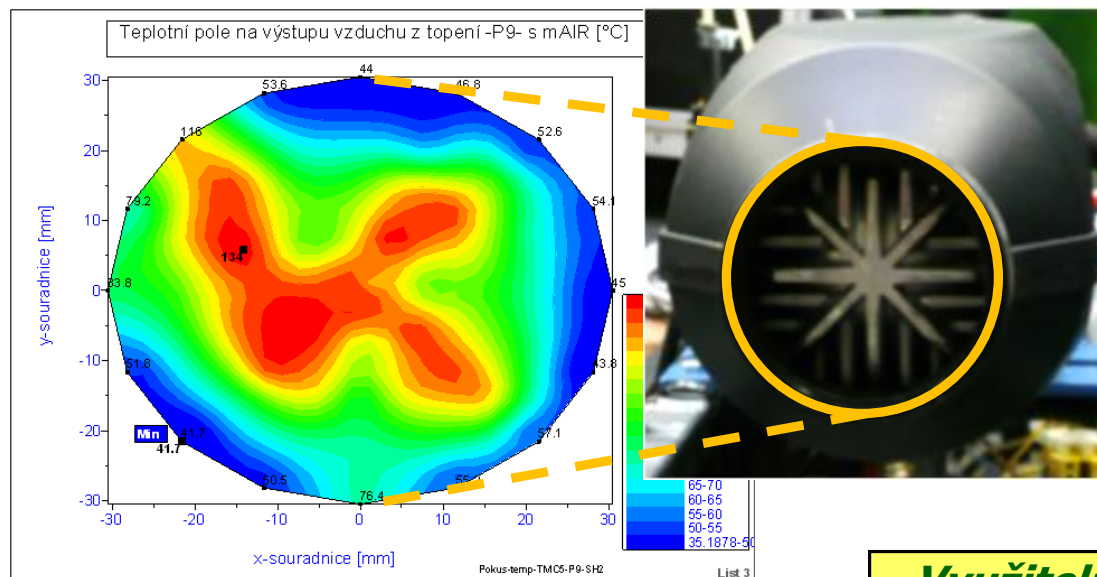
Popis obsahu balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

WP03C - Popis výstupů a výsledků

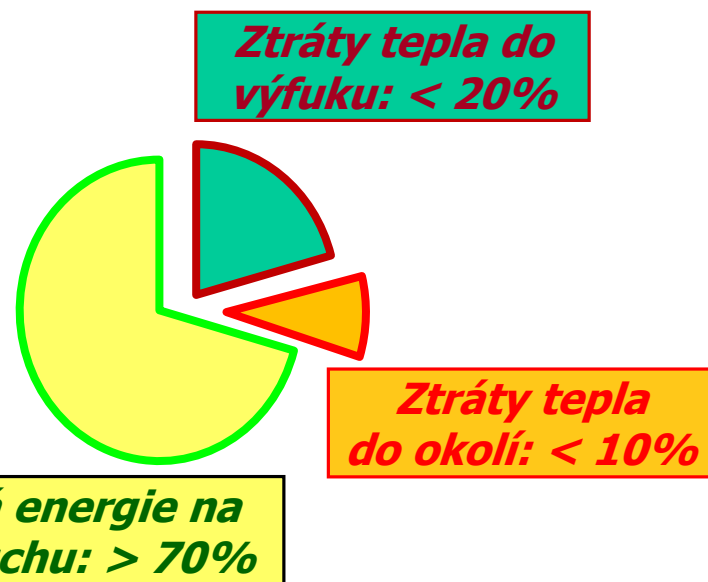
TE01020020V039 - Prototyp hořáku a spalovací komory pro nezávislé topení (NT) na paliva z obnovitelných zdrojů.

Měření teplotního pole ohřátého vzduchu na výstupu, předběžné výsledky tepelné bilance:

Měření teplotního pole ohřátého vzduchu na výstupu topení (80 měřicích míst)



Předběžná tepelná bilance naftového topení (sériový stav)



Popis obsahu balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

WP03C - Popis výstupů a výsledků

TE01020020V039 - Prototyp hořáku a spalovací komory pro nezávislé topení (NT) na paliva z obnovitelných zdrojů.

- 1/ Realizován přípravek pro měření spotřeby alternativních paliv dodávaných do hořáku
- 2/ Realizován prototyp hořáku nezávislého topení a provedeno základní měření parametrů s alternativními palivy a jejich porovnání se základním palivem při konstantním nastavení frekvence palivového čerpadla a konstantní dodávce množství spalovacího vzduchu:

- základní palivo: nafta
- alternativní paliva: 1. bionafta B100, 2. ethanol E100

Měření:	1	2	3	4	5	6
Palivo:	nafta	nafta	BIONAFTA	BIONAFTA	ethanol	ethanol
Nastavení výkonu:	0	9	0	9	0	9
Otáčky	2760	4920	2760	4920		4920
Frekvence čerpadla(Hz):	1,41	2,97	1,41	2,97		2,97
Spotřeba 100ml za čas (s):	3549	1694	3506	1666		1676
Spotřeba (l/h):	0,1014	0,2125	0,1027	0,216		0,2147
Teplota vst.měř:	30	28,8	27	26		24,7
Teplota spaliny měř:	220	333	196	317		208
TESTO						
Teplota vst.:	27	27,2	22,9	26		24,7
Teplota spaliny:	197	308	218	317		213
O ₂ (%):	8,92	7,21	10,3	8,5		13,25
CO (ppm):	32	35	50	35		580
CO ₂ (%):	8,75	9,07	7,9	9,1		5,45
Účinnost (%):	89,2	83,8	86	82,2		81,3
qA (%):	18,7	15,9	13,9	17,8		19
Lambda:	1,74	1,52	1,97	1,71		2,89
Výsledky						
P (W):	889,24	1750,74	857,31	1723,44		1157,17
Kouřivost:	1	2	1	1-2		2
Kouřivost při ideálním poměru:						
Průtok spal. vzduchu (l/m):	32,17	58,90	36,89	67,35		113,14



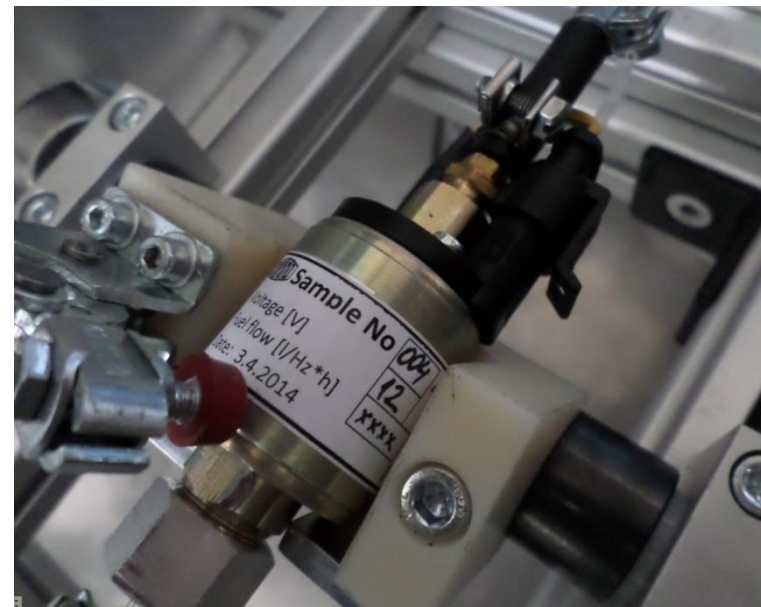
Popis obsahu balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

WP03C - Popis výstupů a výsledků

TE01020020V040 - Prototyp čerpadla pro dodávku bionafty a ethanolu pro nezávislé topení.

- 1/ Realizován prototyp čerpadla pro dodávku alternativních paliv
- 2/ Provedeno měření dodávky prototypu čerpadla a porovnání s palivy:

- nafta
- bionafta B100
- ethanol E100



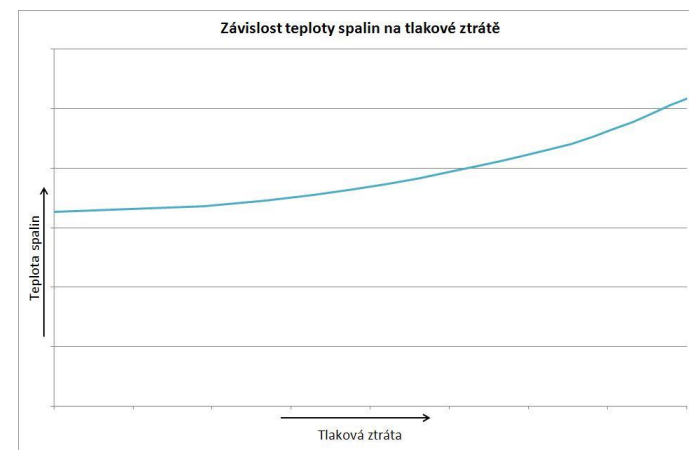
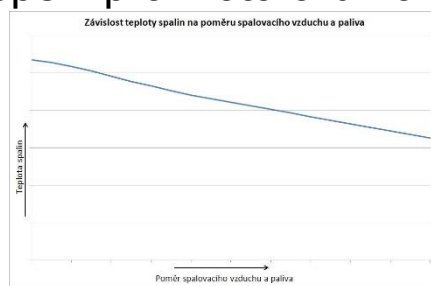
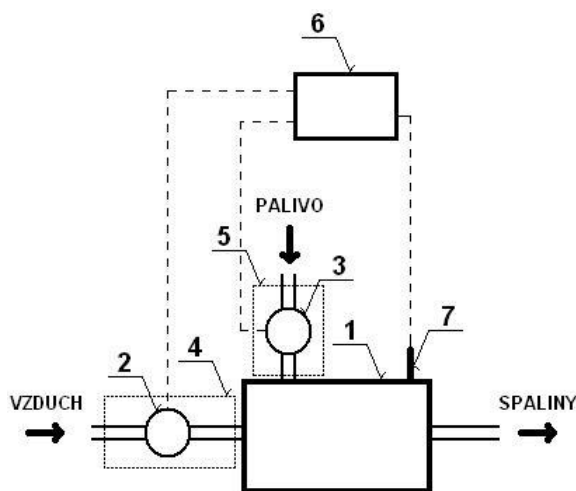
Popis obsahu balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

WP03C - Popis výstupů a výsledků

TE01020020V057 - Patent hořáku a spalovací komory pro nezávislé topení (NT) na paliva z obnovitelných zdrojů.

Podány přihlášky 2 patentů a 2 užitných vzorů, prozatím získány 2 užitné vzory:

- Užitný vzor č.26866 - Zařízení pro diagnostiku tlakové ztráty ústrojí pro přívod spalovacího vzduchu do spalovací komory topení pro motorová vozidla.
- Užitný vzor č.26867 - Zařízení pro diagnostiku znečištění ústrojí pro přívod spalovacího vzduchu, spalovací komory a hořáku topení pro motorová vozidla.



Plnění cílů, milníků a výstupů balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

Plnění dílčích cílů, milníků a výstupů

WP03A

WP03C02: Úprava metodiky a směrnic zahrnující rozšířený rozsah podílu vodíku v palivu. - Provedeno formou výzkumné zprávy č. Z14-15. (12/2014, ČVUT Škarohlíd)

WP03B

Nejsou plánované, dále uváděny související, nedeklarované:

Beroun, S., Brabec, P., Dittrich, A., Nguyen, T.T.: Injector of liquid LPG. 20th International Conference Engineering Mechanics 2014. Svratka, Czech Republic.

Beroun, S., Brabec, P., Dittrich A.: The new design of the end part of injector of liquid LPG. XLV. International scientific conference of the Czech and Slovak university departments and institutions dealing with the research of internal combustion engines.

Beroun, S., Brabec, P., Dittrich A., Dráb, O.: Zařízení ke vstřikování zkapalněného plynu do sacího potrubí zážehového spalovacího motoru s elektrickým odporovým ohřevem. Užitečný vzor, č. přihlášky 2014-29390, č. zápisu 27068. TU v Liberci, 2014.

WP03C – viz. výsledky

Splnění výsledky balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

Přehled splatných výsledků a jejich plnění

WP03A a WP03B – nejsou plánované

WP03C

TE01020020V039 - WP03M02: Prototyp hořáku a spalovací komory pro nezávislé topení na paliva z obnovitelných zdrojů. Termín 6/2014, prototyp realizován, splněno.

TE01020020V040 - WP03M07: Prototyp čerpadla pro dodávku bionafty a ethanolu pro nezávislé topení. Termín 6/2014, prototyp realizován, splněno.

TE01020020V057 - WP03V002: Patent hořáku a spalovací komory pro nezávislé topení na paliva z obnovitelných zdrojů. Původní termín 12/2014.

!!! Termín pro výsledek V057 (spolu s V033) posunut dle dohody s TAČR (Dodatek ke smlouvě a Rozhodnutí o schválení ze dne 3.7.2014) na 12/2016. !!!

Splnění výsledky balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

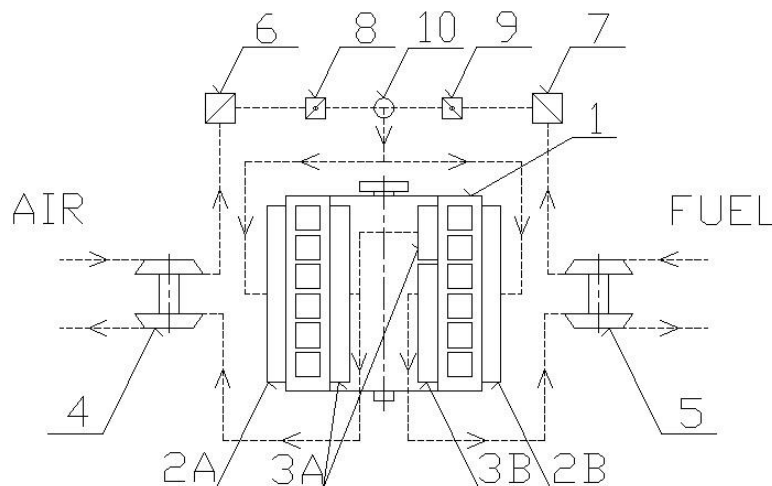
Přehled splatných výsledků a jejich plnění

WP03A

!!! Splněn výsledek TE01020020V033 – Patent pro plynové motory využívající nekvalitní L-grade plyny různého složení !!!

Kladně ukončen průzkum, vydán patent č. 304888 „Zapojení sacího, výfukového a palivového systému přeplňovaných spalovacích motorů s požadavkem na vyšší provozní tlak plynného paliva“. K tomuto řešení získán v roce 2013 užitný vzor č.25786. Předpoklad praktického využití tohoto technického řešení ve WP11.

PATENT 304888



Návrh dalšího postupu v balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

Návrh dalšího postupu včetně návrhů na spolupráci a realizaci výstupů

WP03A

Příprava a výroba testovacích paliv. Úprava palivového systému testovacího stanoviště (termín 1. polovina 2015).

Měření bioplynů a pyrolýzních plynů s různým obsahem vodíku v palivu na upraveném testovacím stanovišti (termín 2. polovina 2015).

Návrh dalšího postupu v balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

Návrh dalšího postupu včetně návrhů na spolupráci a realizaci výstupů

WP03B

Ověřovací zkoušky s měřením teplotních poměrů v partii výtokové trysky koncové části vstřikovače kapalného LPG (po uvolnění zkušebního stanoviště v laboratoři), předpokládaný termín listopad - prosinec 2014.

Příprava a realizace experimentů s finální optimalizací na zkušebním motoru a funkční vzorek vozidlového zážehového motoru se vstřikováním kapalného LPG (program na r. 2015).

Příprava materiálů (studie, možnosti realizace) dvojpalivového vozidlového motoru se vstřikováním kapalného LPG (program na r. 2015).

Návrh dalšího postupu v balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

Návrh dalšího postupu včetně návrhů na spolupráci a realizaci výstupů

WP03C

Úprava testovacího stanoviště NT – měření hlučnosti (program na rok 2015).

Měření emisí a účinnosti spalování nezávislého topení s prototypem nového hořáku a spalovací komory pro spalování alternativních paliv (program na rok 2015).

Měření emisí a účinnosti spalování nového prototypu nezávislého vozidlového topení na kapalná paliva z obnovitelných zdrojů (program na rok 2015-2016).

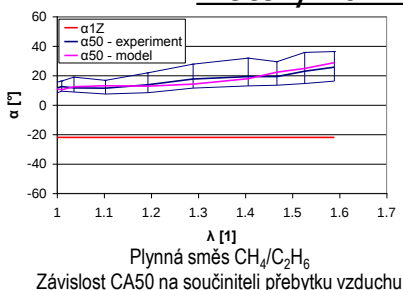
Návrh dalšího postupu v balíčku WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

Děkuji za pozornost.

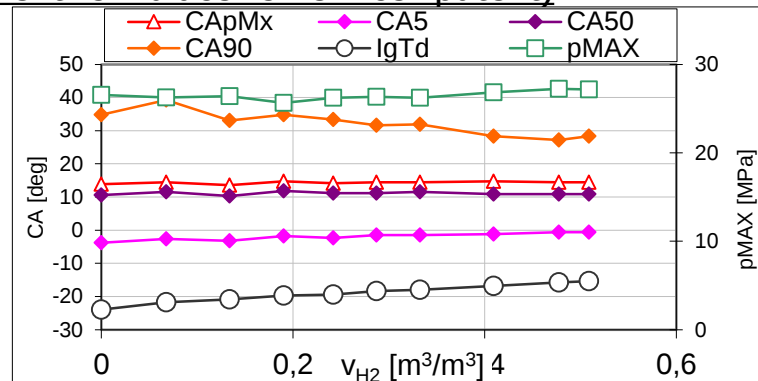
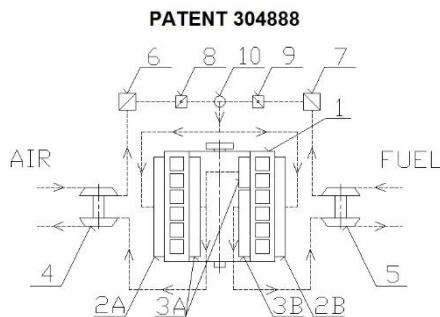
Výťah z prací 2012-2014 na WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

ČVUT + AICTA

Motory na L-grade a pyrolyzní plyny a plyny s H_2 (experiment+simulace+směrnice+patent)



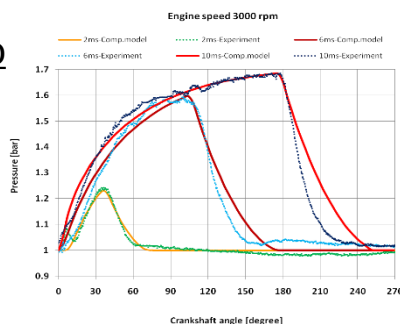
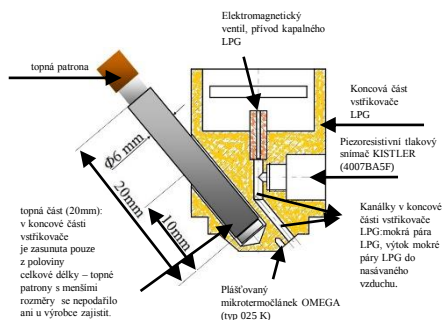
Testovací stanoviště ČVUT



Závislost vybraných fází průběhu uvolněného tepla hořením na podílu vodíku v palivu

TUL

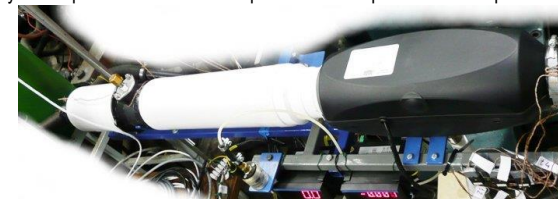
Vzorky vstřikovačů LPG do sacího potrubí (model + experiment)



Vzorek koncové části vstřikovače LPG

ČVUT + BRANO

Nezávislé
vozidlové
topení
(experiment
patent
prototyp)

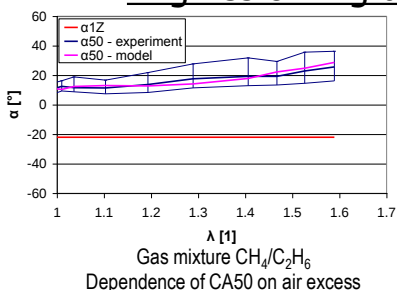


Prototyp čerpadla paliva, hořáku a spalovací komory

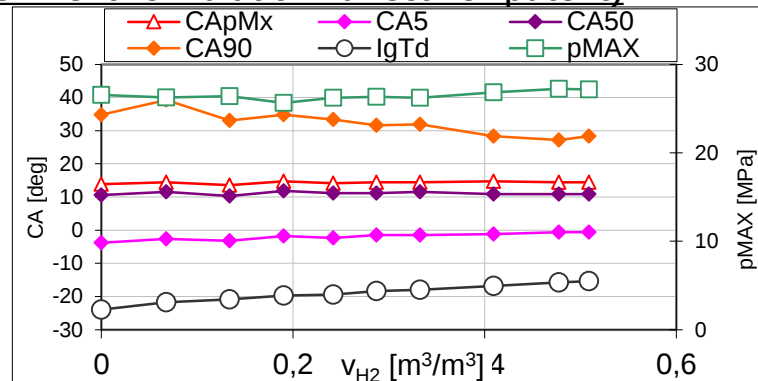
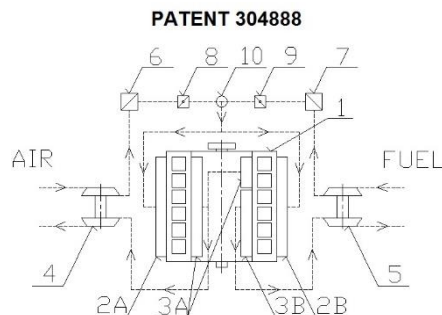
Results of WP03 Matching ICE to future alternative fuels and innovative systems to reduce pollution and emissions of GHG – Achieved 2012-2014

ČVUT + AICTA

Engines on L-grade and pyrolysis gases and gas with H_2 (experiment+simulation+directive+patent)



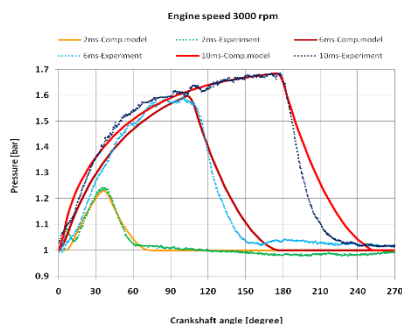
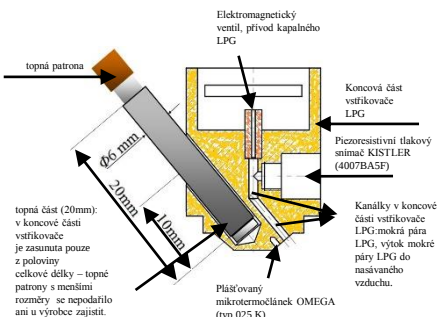
ČVUT test bed



Dependence of heat release phases on the proportion of hydrogen in the fuel

TUL

Samples of LPG injectors
into the intake manifold
(model + experiment)



Sample of the end part of LPG injector

ČVUT + BRANO

Independent
vehicle
heating
(experiment
patent
prototype)



Prototype of fuel pump, burner and combustion chamber

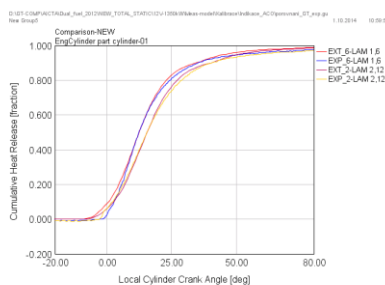
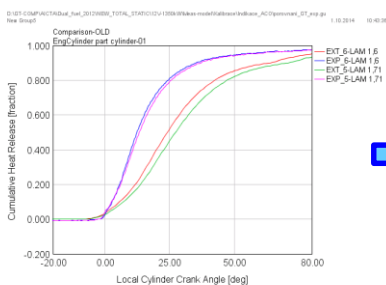
Výťah z provedených prací na WP03 Přizpůsobení motorů alternativním palivům a inovativní systémy pro snížení znečištění a emisí GHG

ČVUT + AICTA

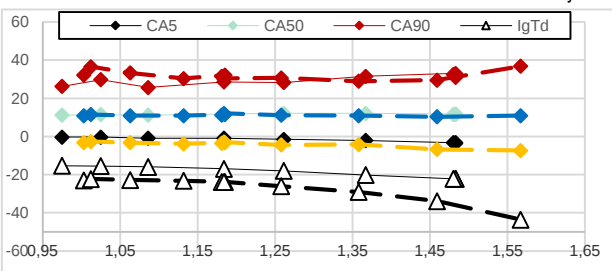
Motory na plyn s H_2 (měření+simulace+směrnice+transfer→WP11)



Testovací stanoviště ČVUT

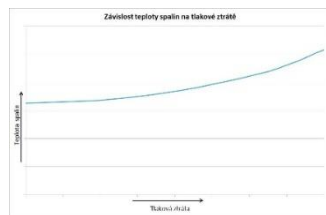
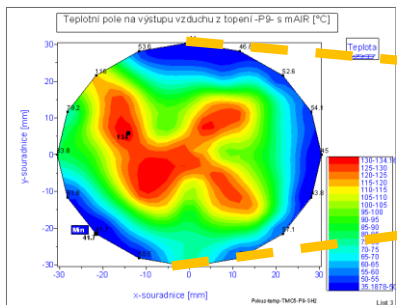


Transfer výsledků WP11 → WP03 → WP11



Závislost vybraných fází průběhu uvolněného tepla hořením na součiniteli přebytku vzduchu pro palivo ZP a HP/H_2 (50/50)

Nezávislé vozidlové topení (experiment+patent+prototyp)

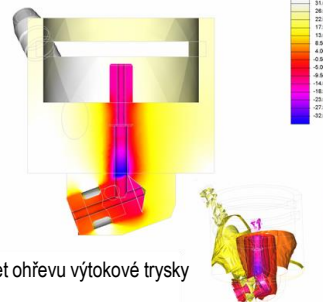


Závislost tlakové ztráty na teplotě spalin pro daný výkonový stupeň

Teplotní pole na výstupu nezávislého topení

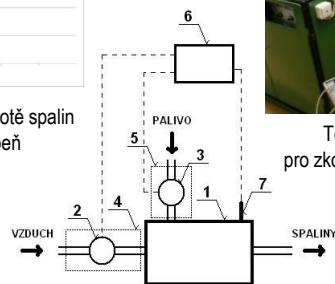
ČVUT + BRANO

Výpočet ohřevu výtokové trysky



Vzorek koncové části vstřikovače LPG

Technické řešení pro určení tlakové ztráty



Testovací stanoviště BRANO pro zkoušky hořáku a spalovací komory



Testovací stanoviště BRANO pro zkoušky čerpadla paliva

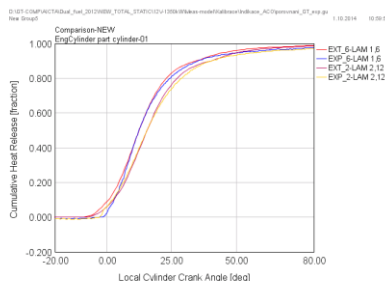
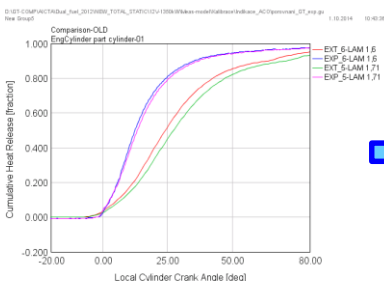
Abstract 2014 of WP03 Matching ICE to future alternative fuels and innovative systems to reduce pollution and emissions of GHG

ČVUT + AICTA

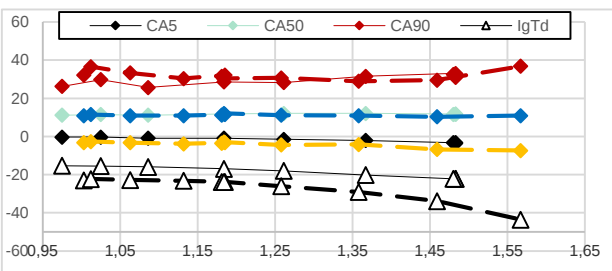
Engines with H_2 (experiment+simulation+directive+transfer→WP11)



Test bed ČVUT



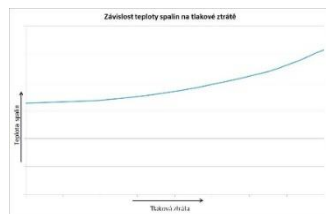
Transfer of results WP11 → WP03 → WP11



Dependence of heat release phases on the air excess for fuel NG and NG/ H_2 (50/50)

ČVUT + BRANO

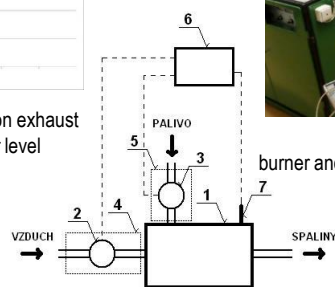
Independent vehicle heating (experiment+patent+prototype)



Dependence of pressure loss on exhaust temperature for the power level

Temperature distribution of independent heating outlet

Technical solution for the determination of pressure losses



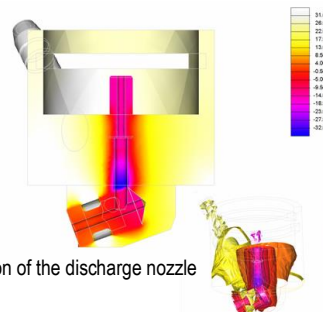
Test bed BRANO burner and combustion chamber experiment



Test bed BRANO for fuel pump experiment

TUL

Samples of LPG injectors (model+experiment)



Thermal calculation of the discharge nozzle



Sample of the end part of LPG injector

