



Popis obsahu balíčku **WP11:**Návrh a optimalizace provozu inovačních motorů na alternativní paliva

WP11:Návrh a optimalizace provozu inovačních motorů na alternativní paliva: EV/AV pro SVA prioritu [A]

Vedoucí konsorcia podílející se na pracovním balíčku

AICTA Design Work, s.r.o. – Ing. Jindřich Hořenín

Členové konsorcia podílející se na pracovním balíčku

České vysoké učení technické v Praze – Ph.D. Marcel Škarohlíd

Hlavní cíl balíčku

Návrh motoru na plynná paliva a pyrolýzní plyny

Dílčí cíle balíčku pro nejbližší období

Optimalizovaný systém přepínání pro konstrukci plynového motoru s volitelně samostatným vstupem plynu do válce a stlačením nízkovýhřevného plynu pomocí turbodmychadla.

WP11A01 Porovnání různých plnicích systémů pro dané palivo a výkon motoru. Ukončeno: 1.6.2013

WP11A02 Konstrukce motoru. 1.6.2012 – 1.12.2014

WP11A03 Termodynamická optimalizace a základní konstrukce nízkotlaké části cyklu. 1.6.2013 – 1.12.2015



Popis plnění balíčku **WP11**: Návrh a optimalizace provozu inovačních motorů na alternativní paliva

Balíček řeší dopady použití obnovitelných plyných paliv na spalovací motory. Obnovitelnými plynými palivy rozumíme plyny vzniklé z využití biomasy, plynů při zpracování odpadu nebo odpadních plynů z různých výrobních procesů, čímž se sníží spotřeba fosilních paliv o 50%.

Cílem balíčku je přizpůsobení přípravy směsi a spalovacích systémů vozidlových nebo zdrojových spalovacích motorů různým plyným palivům z biomasy a zpracování odpadů nebo odpadních plynů z různých výrobních procesů bez větší ztráty účinnosti motoru. Toto je dosaženo minimalizováním doby hoření a zabráněním vzniku klepání pro motory s vysokou hustotou výkonu (úroveň přeplňování) při splnění regulovaného znečištění oxidy dusíku.

Konstrukce motoru je také zaměřena na zjednodušení sacího traktu motoru, který je při spalování těchto plynů vystaven usazováním různých dehtových frakcí.



Popis plnění balíčku **WP11**: Návrh a optimalizace provozu inovačních motorů na alternativní paliva

Popis výstupů a výsledků

Obsah prezentace

Přehled prací za období 2013 - 2014

Pokračování v konstrukčním návrhu motoru

- návrh reálného sacího a výfukového potrubí (+varianty)

Experiment na motoru 12V 1350

- Kalibrace modelu hoření

Určení základních parametrů ORC systému

Plánované činnosti:

Implementace zákona hoření přizpůsobující se složení plynného paliva

Optimalizace plnicí a výfukové skupiny

Návrh turbodmychadel (a jejich zapojení)

Návrh a optimalizace výměníků pro ORC systém



Popis plnění balíčku **WP11**: Návrh a optimalizace provozu inovačních motorů na alternativní paliva

WP11A02 Konstrukce motoru

Pokračování v konstrukčním návrhu motoru.

Základní parametry motoru:

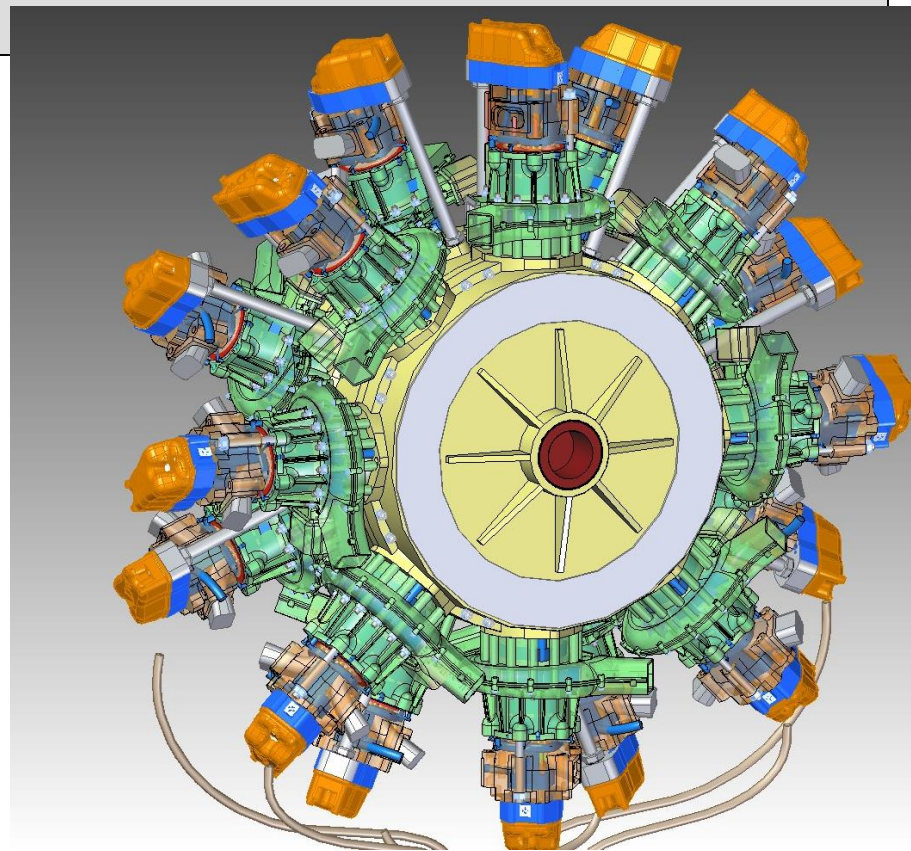
- Radiální dvoudobý motor se souproudým vyplachováním
- Zážeh plynu přímým vstřikem nafty
- Účel použití – elektrický generátor

Zkoušená plynná paliva:

- Zemní plyn
- Plyn s nízkou výhřevností (L-grade)

Hlavní motivace:

- konstrukční výhody – absence sacích ventilů (pohyblivých částí)
- provoz na chudou směs - dosažení co nejnižší produkce emisí NO_x, bez nutnosti použití dalších systému pro jejich „likvidaci“ (např: systém DeNO_x)



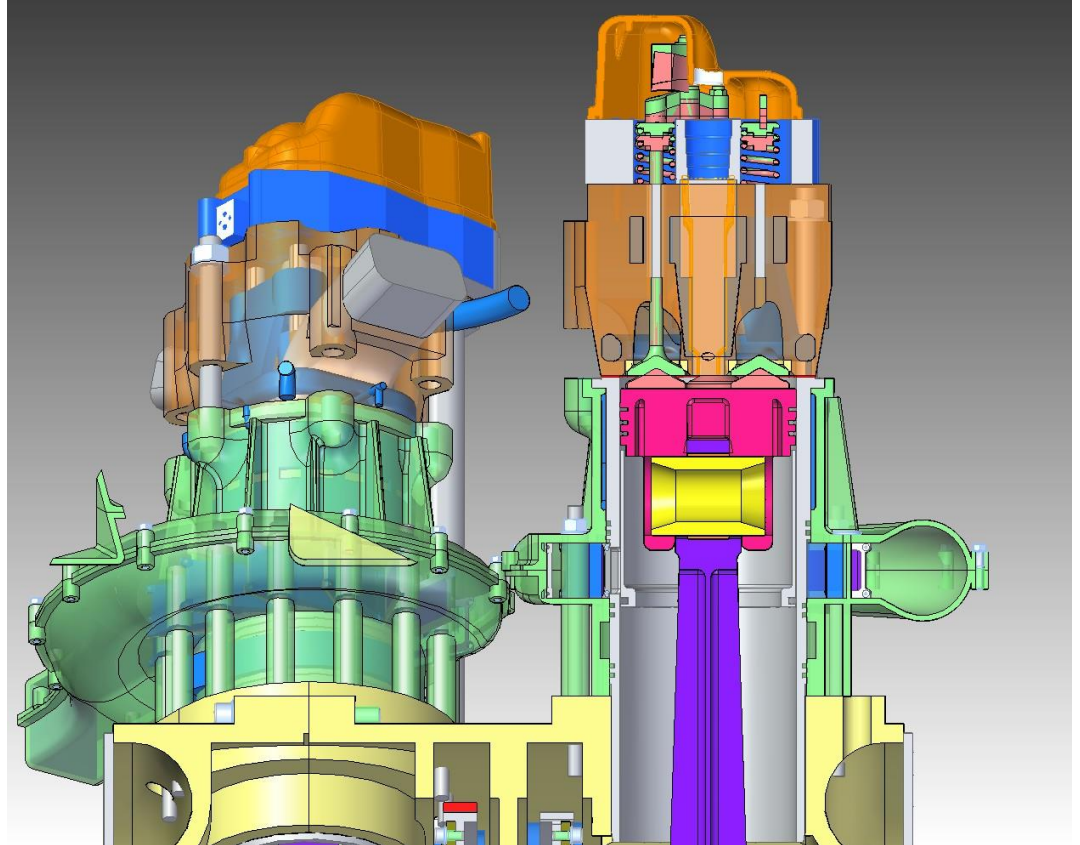
Vrtání (mm)	190
Zdvih (mm)	230
Kompresní poměr	14.73



Popis plnění balíčku **WP11**: Návrh a optimalizace provozu inovačních motorů na alternativní paliva

Konstrukce motoru

Konstrukce pístové skupiny a válce motoru:



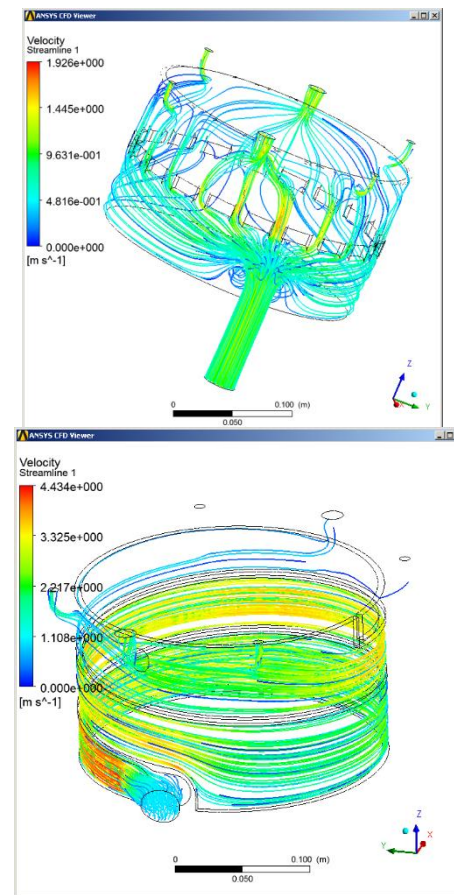
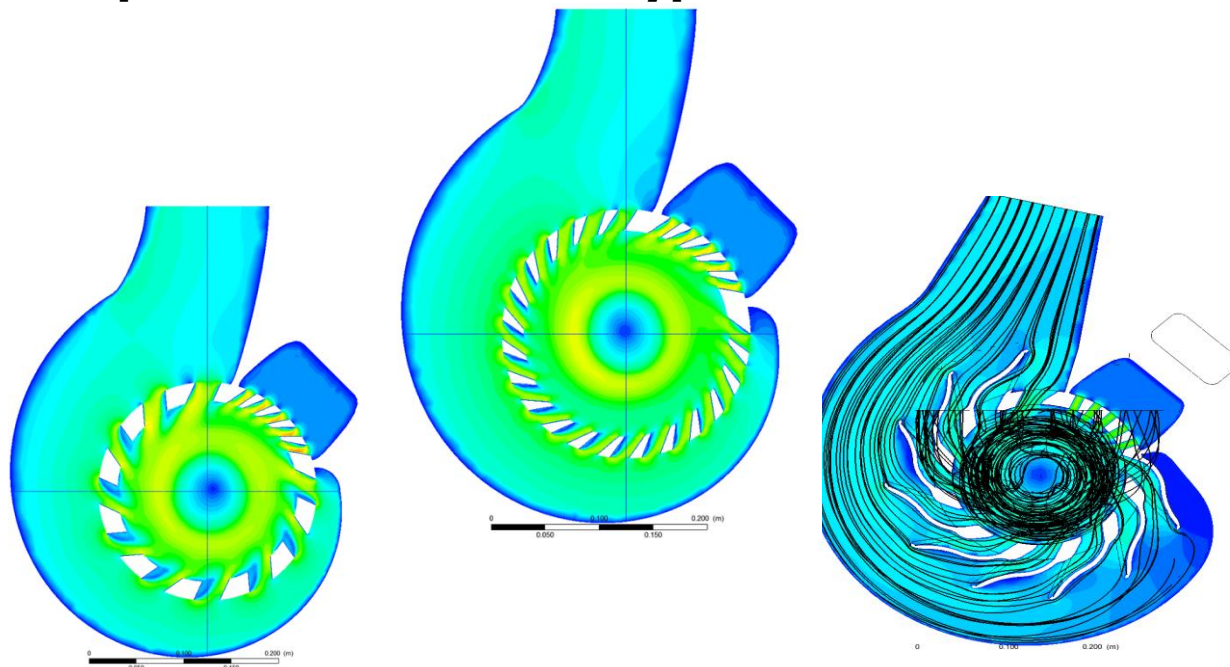


Popis plnění balíčku **WP11**: Návrh a optimalizace provozu inovačních motorů na alternativní paliva

Optimalizace výměny

náplně válce orientací vyplachovacích kanálů

optimalizace chlazení válce



Výstupy: výkresová dokumentace pro prototyp motoru

Další postup: práce na stavbě prototypu



Popis plnění balíčku **WP11**: Návrh a optimalizace provozu inovačních motorů na alternativní paliva

Experiment na motoru **12V 1350**

Optimalizace návrhu je úzce propojena se simulacemi v programu GT-Power.

Doposud používaný model hoření byl kalibrován na plynovém motoru s homogenní směsí zapalovaný svíčkou.

Hlavní motivace: Získání dat pro kalibraci modelu na motoru obdobných parametrů.

Parametry motoru **ADW**:

Konverze turbodieslového generátoru na zemní plyn.

Počet válců	12	[-]
Vrtání	190	[mm]
Zdvih	215	[mm]
Kompresní poměr	14.5	[-]
Mechanický výkon	1350	[kW]
Elektrický výkon	1280	[kW]
Palivový systém	Common rail Vefuk plynu – Sogav ventil	
Turbodmychadla	2x PBS turbo TCR14	



Požadavek na splnění normy TA-Luft.

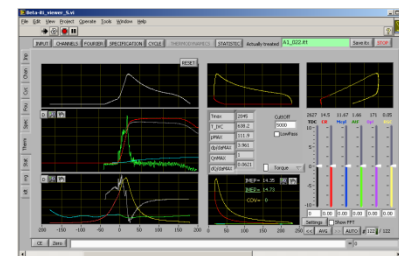
Kogenerační jednotka ADW – 12V 1350



Popis plnění balíčku **WP11**: Návrh a optimalizace provozu inovačních motorů na alternativní paliva

Měření na motoru 12V 1350 - Výsledky

- indikace spalovacího tlaku ve válci
- emise výfukových plynů (CO, CO₂, NO_x, THC)
- provozní parametry motoru (tlaky, teploty, atd.)



Získaný objem dat:

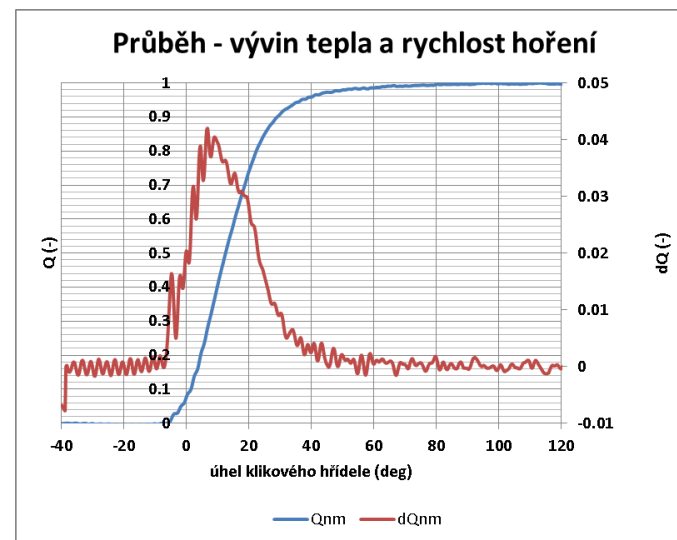
- 71 ustálených bodů – provozních režimů, včetně několika záznamů klepání
- vyhodnoceno v programu INTEC, autor: Prof. Takáts.

Výstupy – využití naměřených dat:

- kalibraci modelu hoření
- vstupní parametry pro návrh ORC systému

Další postup:

- návrh turbodmychadla
- optimalizace plnicí a výfukové skupiny





Popis plnění balíčku **WP11**: Návrh a optimalizace provozu inovačních motorů na alternativní paliva

WP11A03 Termodynamická optimalizace a základní konstrukce nízkotlaké části cyklu.

Návrh a optimalizace ORC (Organic Rankine Cycle) systému pro kogenerační jednotku.

Varianty uspořádání:

- ORC bez regenerátoru
- ORC s regenerátorem
- Využití topné vody pro zvýšení účinnosti

Typy expandérů: turbína, pístový stroj

Vstupní parametry – Určení pracovního bodu

- Využitelný tepelný výkon při ustáleném stavu:

Motor 12V 1350	Výkon [KW]	Teplota média [°C]
Chlazení motoru	946	70 ÷ 90
Výfukové plyny	655	485

- Chlazení kondenzační výměníku: Teplota chladicí vody 30°C
- Volba chladicího média: R124, určeno z provozních teplot

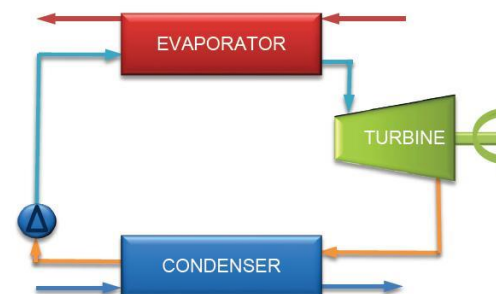


Figure 1: Scheme of Organic Rankine cycle.

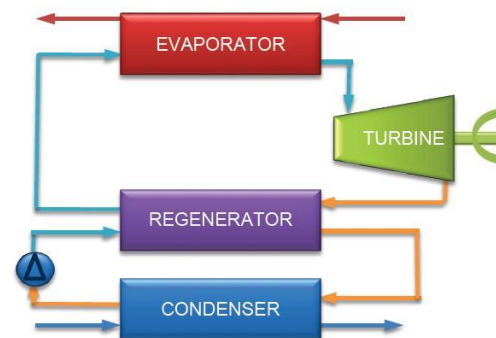


Figure 2: Scheme of Organic Rankine cycle with regenerator.



Centrum kompetence automobilového průmyslu Josefa Božka

- AutoSympo a Kolokvium Božek 2014, Roztoky -

Popis plnění balíčku **WP11**: Návrh a optimalizace provozu inovačních motorů na alternativní paliva

Pracovní oběh

Určení parametrů jednotlivých komponent:

Tepelné výměníky

- provozní tlak: 20 bar

Čerpadlo

- průtok organického chladiva pro požadovaný výkon: 7,69 kg/s

Předpokládané parametry ORC systému:

Tepelný výkon - Výparník	1600	kW
Tepelný výkon - Kondenzátor	1436	kW
Příkon čerpadla	10.6	kW

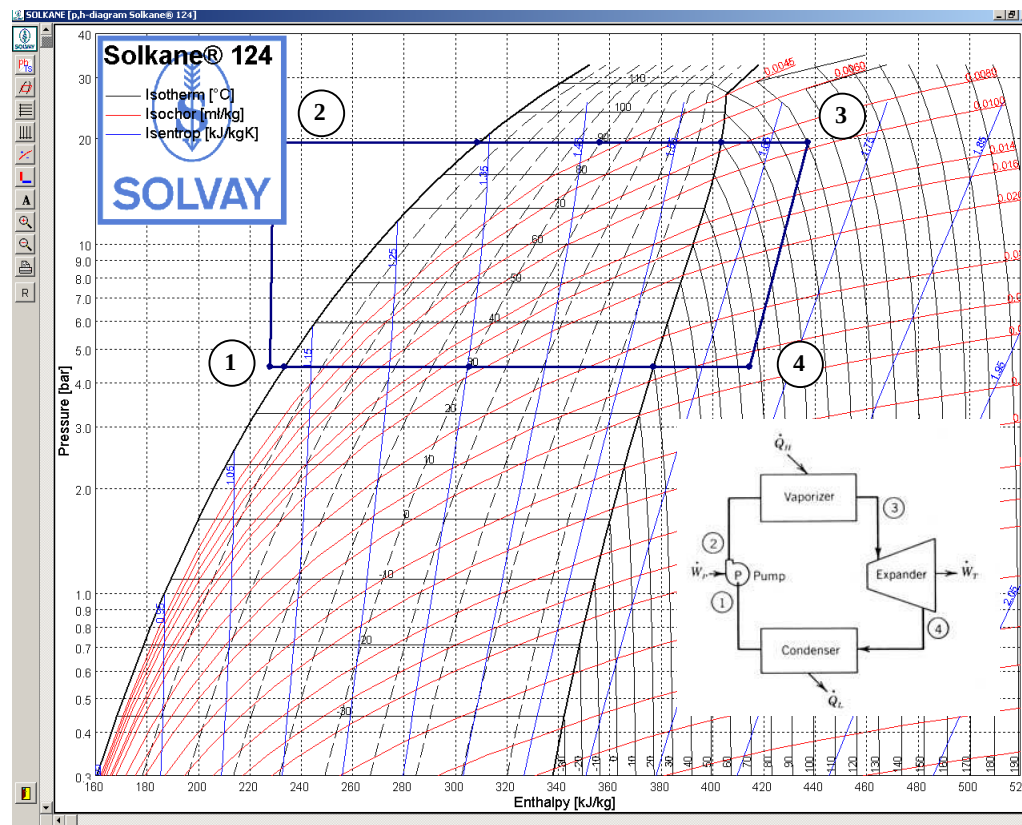
Výsledná účinnost přeměny je 10,8%.

Celkové zvýšení účinnosti o 5,9%.

Další postup:

Návrh a optimalizace výměníků pro ORC systém

Simulace oběhu v programu GT-Power



Program SOLCANE – návrh pracovního oběhu, p-h diagram

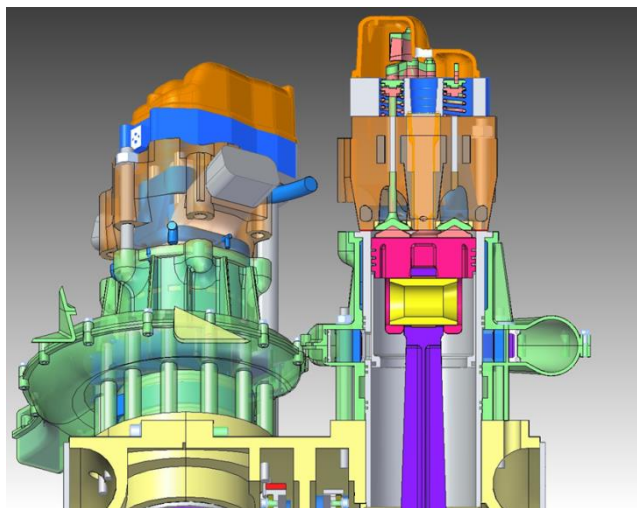


Výtah z provedených prací na **WP11**: Návrh a optimalizace provozu inovačních motorů na alternativní paliva

ČVUT + AICTA

Motory na L-grade a pyrolyzní plyny

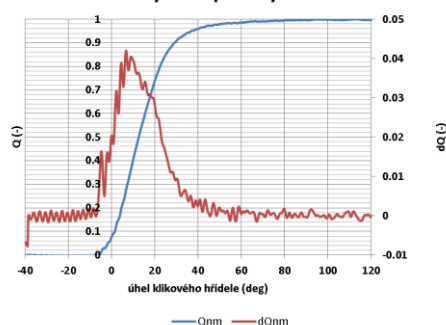
Pro/ENGINEER



Experiment + GT-power



Průběh - vývin tepla a rychlost hoření



ORC systém

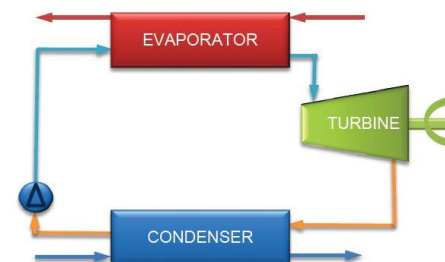


Figure 1: Scheme of Organic Rankine cycle.

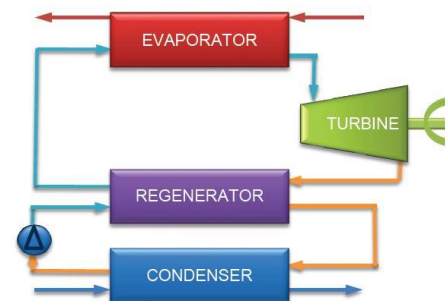


Figure 2: Scheme of Organic Rankine cycle with regenerator.



Centrum kompetence automobilového průmyslu Josefa Božka

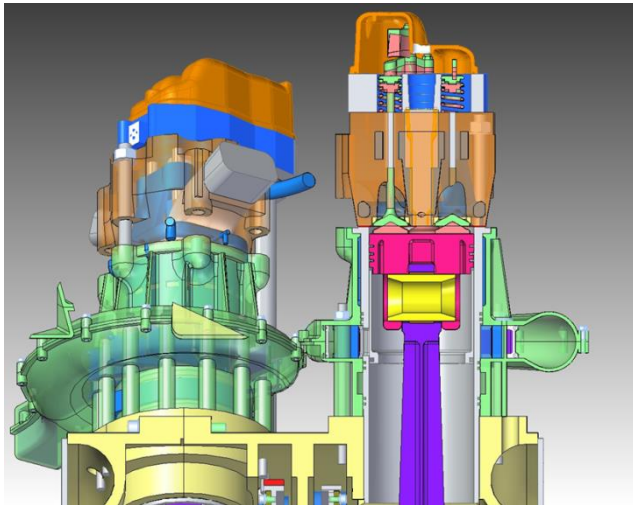
- AutoSympo a Kolokvium Božek 2014, Roztoky -

Abstract from the performed works on **WP11**: Design and optimization of operation of innovative engines on alternative fuels.

ČVUT + AICTA

Engines on L-grade and pyrolysis gases

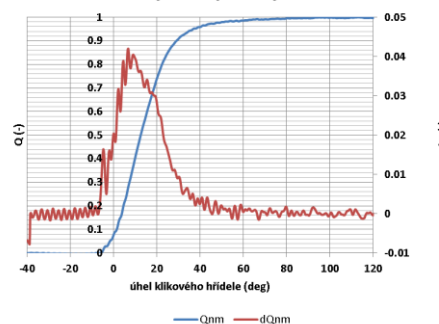
Pro/ENGINEER



Experiment + GT-power



Průběh - vývin tepla a rychlost hoření



ORC systém

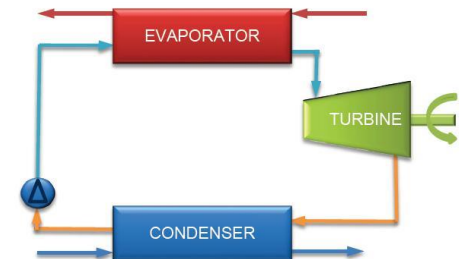


Figure 1: Scheme of Organic Rankine cycle.

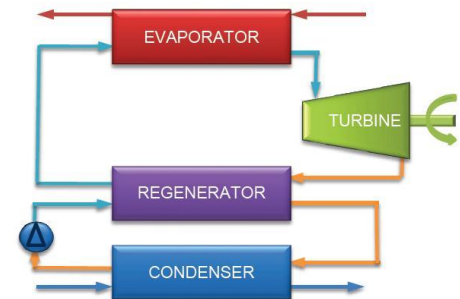
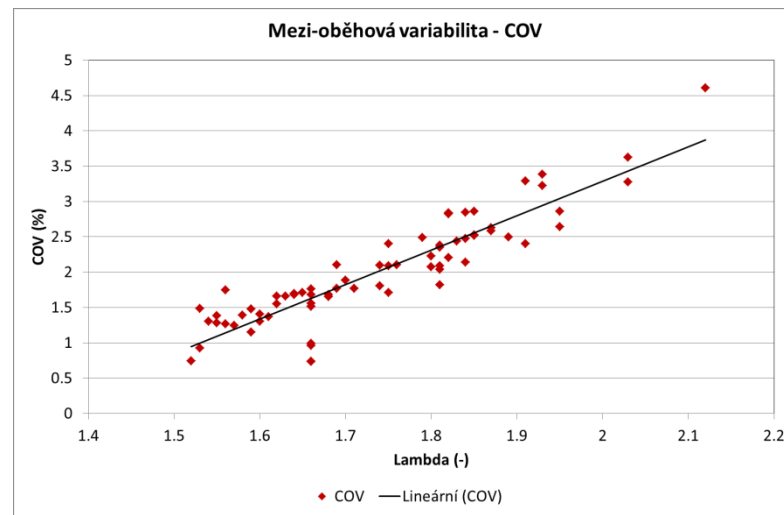
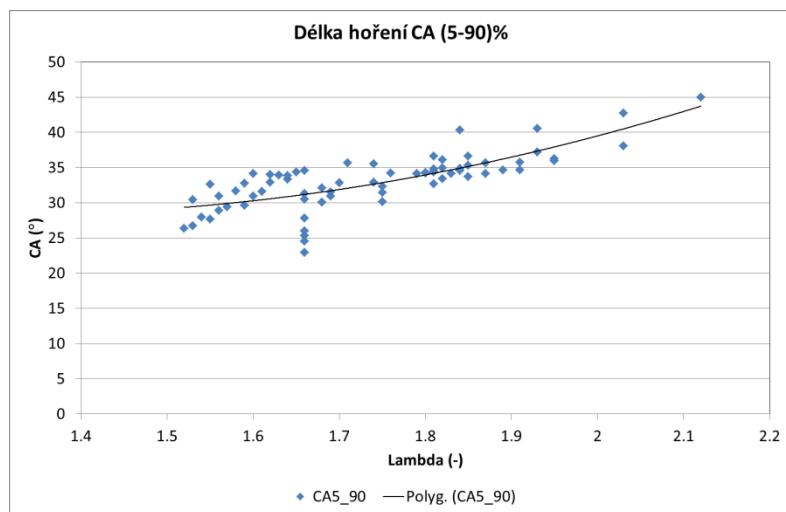


Figure 2: Scheme of Organic Rankine cycle with regenerator.



Popis plnění balíčku **WP11**: Návrh a optimalizace provozu inovačních motorů na alternativní paliva

Příloha 1: Měření na motoru 12V 1350 - Výsledky



- se zvyšujícím se přebytkem vzduchu dochází k prodlužování celkové délky hoření
- spolu s tím roste i mezi-oběhová variabilita

Stabilizace - pomocí zvýšení hodnoty předstihu

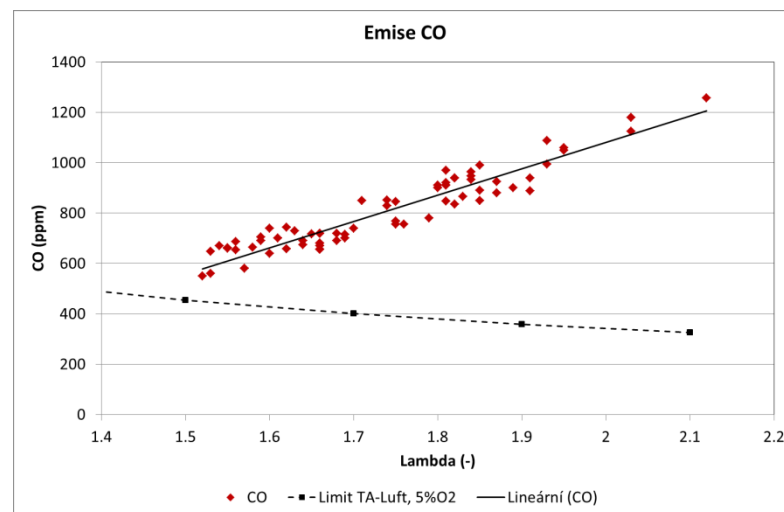
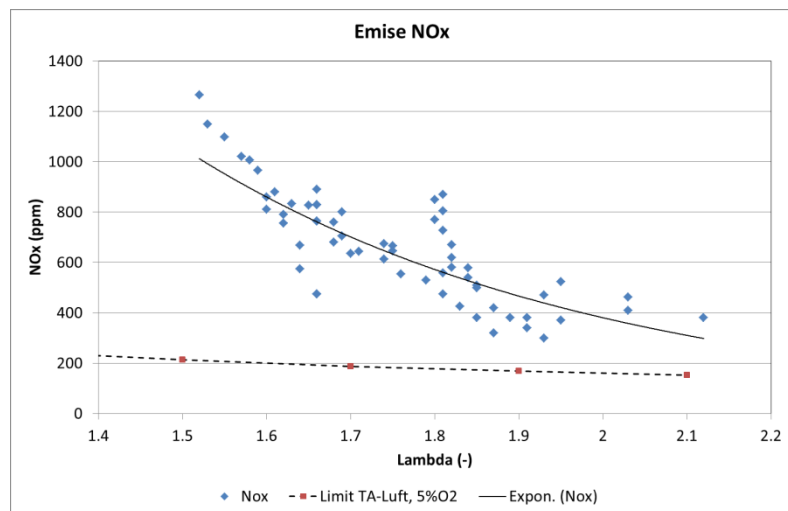
Omezení - hranice klepání

- požadavek na splnění emisního limitu NO_x, dojde k nárůstu teploty spalování



Popis plnění balíčku **WP11**: Návrh a optimalizace provozu inovačních motorů na alternativní paliva

Příloha 2: Experimentální měření na motoru 12V 1350 - Výsledky



Hlavní omezení při požadavku minimální produkce NOx:

- zápalnost, stabilita spalování

Hlavní omezení při požadavku minimální produkce CO:

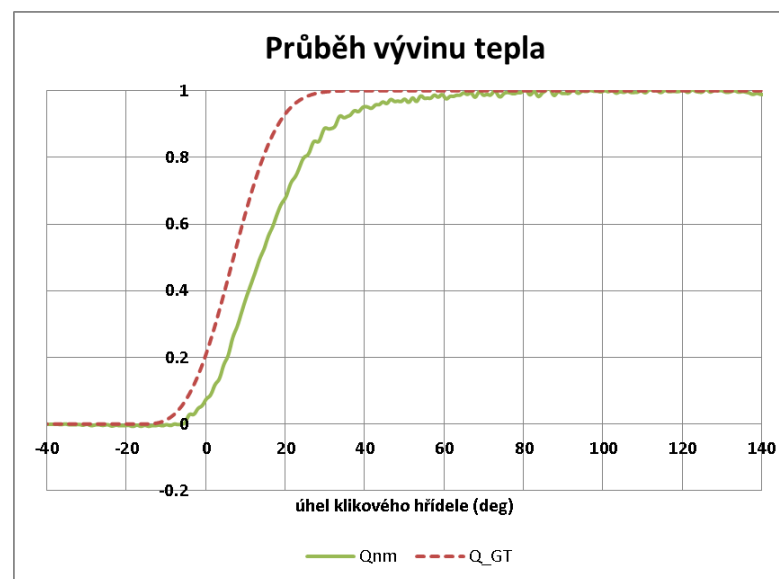
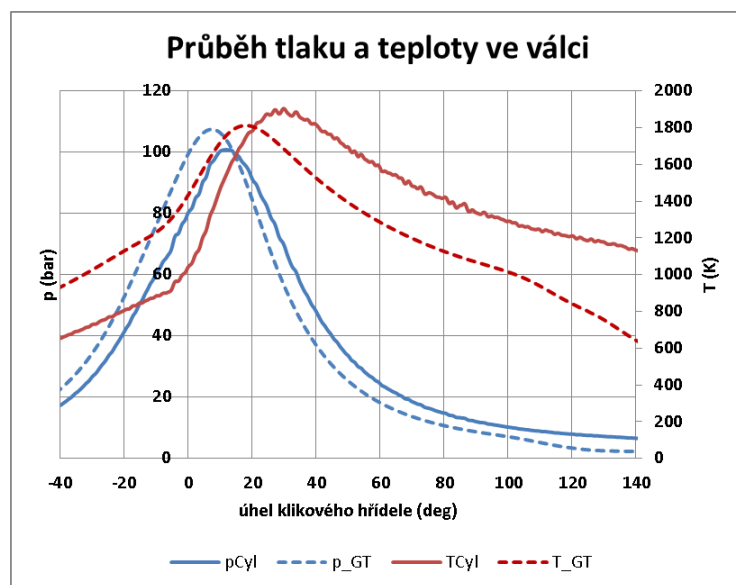
- maximální teplota výfukových plynů - turbodmychadlo, klepání

Pro dosažení limitu TA-Luft je nutná optimalizace spalovacího prostoru a chladicího systému (mezichladič – plnicí vzduch)



Popis plnění balíčku **WP11**: Návrh a optimalizace provozu inovačních motorů na alternativní paliva

Příloha 3: Experimentální měření na motoru 12V 1350 - Výsledky



Porovnání původního modelu hoření (kalibrovaný na plynovém motoru s homogenní směsí zapalovaný svíčkou) a dat naměřených na 4-dobém plynovém motoru zapalovaným vstřikem nafty.

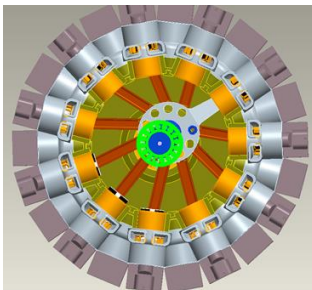


Centrum kompetence automobilového průmyslu Josefa Božka

- AutoSympo a Kolokvium Božek 2014, Roztoky -

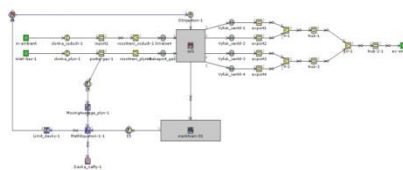
Výťah z provedených prací 2012 – 2014 na **WP11**: Návrh a optimalizace provozu inovačních motorů na alternativní paliva

Pro/ENGINEER



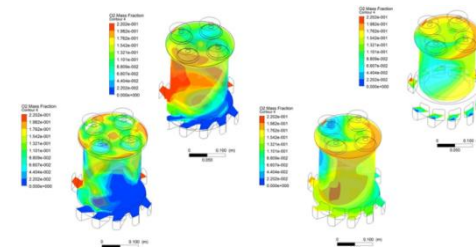
Studie motoru - 2012

GT-power

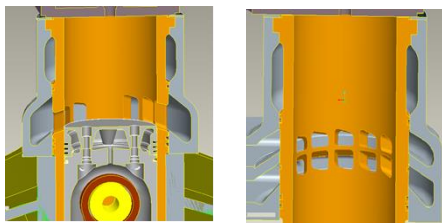


Model 1-válce - 2013

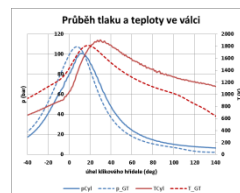
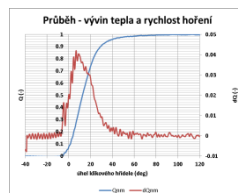
FLUENT



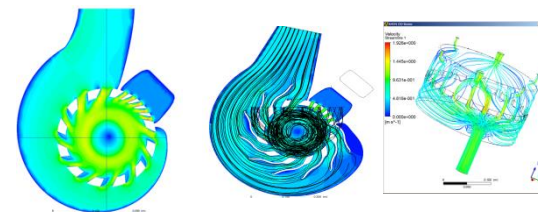
Výpočty proudění - 2013



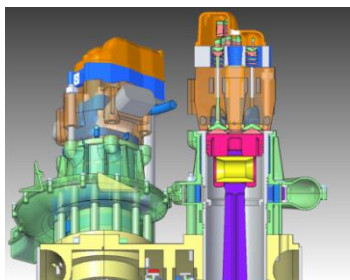
Návrh přepouštěcích kanálů - 2013



Model hoření - 2014



Optimalizace - 2014



Konstrukce motoru - 2014



Experiment - 2014

ORC systém

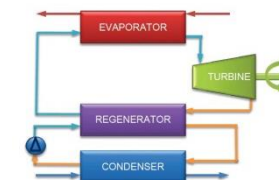


Figure 2: Scheme of Organic Rankine cycle with regenerator.

Návrh ORC - 2014

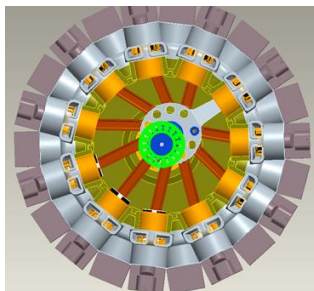


Centrum kompetence automobilového průmyslu Josefa Božka

- AutoSympo a Kolokvium Božek 2014, Roztoky -

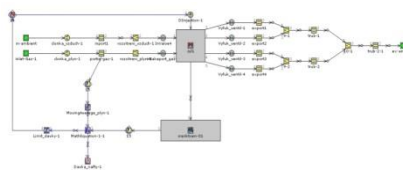
Abstract from the performed works 2012 – 2014 on **WP11**: Design and optimalization of operation of innovative engines on alternative fuels.

Pro/ENGINEER



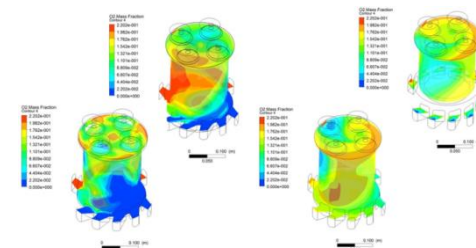
Engine design - 2012

GT-power

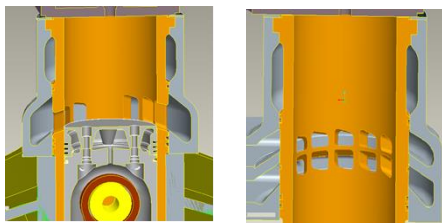


Simulation model - 2013

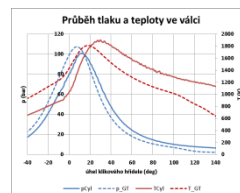
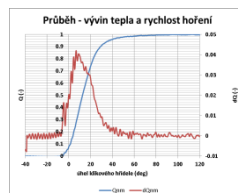
FLUENT



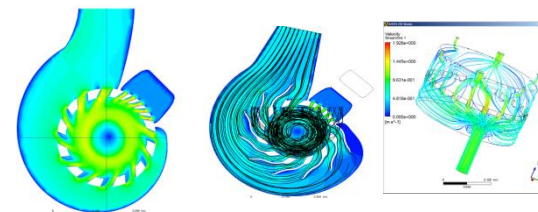
Flow simulation - 2013



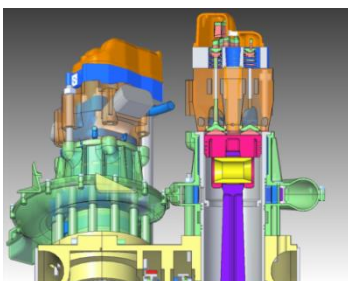
Design of inlet ports - 2013



Combustion model - 2014



Scavenging Optimization - 2014



Engine design - 2014



Experiment - 2014

ORC system

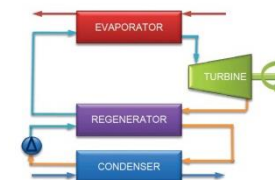


Figure 2: Scheme of Organic Rankine cycle with regenerator.

ORC design - 2014