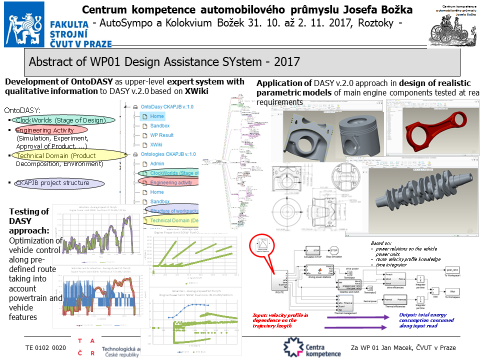
## Zpráva k WP01 VaV znalostní databáze projektu Design Assistance System DASY



Obrázek 1 Abstrakt prací na balíčku WP 01 v r. 2017

Design Assistance System DASY was amended by new expert system OntoDASY for qualitative information on the use of individual simulation tools, developed during project elaboration. DASY as computational system itself is included in it. Onto DASY is based on long-time experience with expert systems having been developed at CVUT and at CVUT partners (MES Solaris, Colin, Clockwork, Deasign assisatnce system KIS CKD PRAHA, etc.). User-friendly environment is based on freeware XWiki and make the description of ontologies (tgraphs of tree-structures for searching) easy. It makes it possible to respect different confidentiality levesl, to support team cooperation from different companies, to create individual expert systems for diffrent stages of product or tool development/design. W3C technology was used for exchange of data and documents, for remote access to computing tools and automatic data search at web.

The empty OntoDASY system has been tested using data and simulation tools from work-pacjages WP01, WP08, WP11, WP16, WP17, WP19, WP20, WP21 and WP25. Examples of ICE component design database and tools for ICE/e-motor/hybrid powertrains are avaible upon free license.

DASY byla rozšířena o nadstavbu – expertní systém OntoDASY o možnosti archivace kvalitativních znalostí méně strukturovaných, než jsou výpočty. Podařilo se to v návaznosti na dlouholetý výzkum v oblasti znalostního inženýrství na ČVUT i jinde (MES Solaris, Colin, Clockwork, Konstrukční informační systém KIS ČKD PRAHA…). Uživatelsky přívětivé prostředí, založené na freewaru XWiki s možností jednoduchého zápisu ontologií (vyhledávacích stromových struktur) umožňuje:

* Respektování různého stupně důvěrnosti ukládaných znalostí (a dokumentů).
* Podporu spolupráce v rámci libovolně složených pracovních týmů.
* Zvládnutí dynamické změny pracovních týmů v čase i prostoru s minimálními formálními nároky na užívání (v první řadě bez pevné, dopředu stanovené vnitřní struktury).
* Tvorbu znalostní bázi pro práci jednotlivce, tedy přirozeně podporovat práci ve všech fázích řešeného problému (různých „světech“ dle metodiky Clockwork dále ClockWorlds).

Vybrané výsledky projektu jsou tak presentovány pomocí technologie webu třetí generace (W3C), orientovaného na :

* Prezentaci a výměnu dat (nikoli jen dokumentů).
* Automatické využití poskytovaných dat vzdálenými službami (a naopak) - služby orientované na data.
* Automatické vyhledávání informací na webu na základě dat.

Uložení znalostí v čitelnější a pro hledání strukturované podobě (kvalitativní i kvantitativní). Z hlediska projektu samotného byly splněny následující požadavky:

* ontologie jsou definovány jako paralelní stromové struktury, pokud možno bez překryvů (tedy vzájemně nezávislé, „ortogonální“)
* horizontální vazby se nahrazují opakováním části stromu (v budoucnu klonem)
* přístupová práva lze udělovat dle potřeby
* klíčová slova se definují během zápisu entity (položky stromu na určité úrovni větvení) a na jejich základě se vytvářejí ontologie pro vyhledávání a přenos dat mezi entitami

OntoDASY byla vytvořena na ČVUT (Steinbauer, Baněček, Neusser, Hořenín, Macek) a doplněná přispěním účastníků projektu, zejména ČVUT FS (WP17 a 21), FEL (WP 19), Ricardo (WP 20), TÜV SÜD (WP 25), VŠB (WP16) a VUT (WP 08).

Jako důležitý vedlejší efekt je koncept OntoDASY doplňován o výsledky projektu CKAPJB, přičemž samotná struktur projektu Pracovní balíčky, a k nim přiřazené výsledky vytváří jednu z paralelních ontologií s možností rychlého vyhledávání vazeb mezi balíčky, tedy daleko přehledněji a pružněji než v Informačním systému TA ČR ISTA - Obrázek 2.

Koncept základní znalostní kostry projektu DASY byl dále testován na příkladech celostního přístupu ke hnacím jednotkám automobilů s hybridními pohony se zahrnutím dynamiky tepelných systémů (chlazení hnací jednotky, vytápění a klimatizace vozidla). Koncept řízení hnací jednotky pro optimalizaci tachogramu, umožňující pak prediktivní řízení vozidla na známé trase se známým provozem a jeho adaptivní změny v kratším časovém horizontu se ukázal jako velice efektivní. Byl proto rozšířen koncem roku 2016 i na jednotky se spalovacími motory s využitím obdobné datové struktury. Optimalizace hybridních vozidel byla dokončena v roce 2017 pro paralelní hybrid s jedním stupněm volnosti dělení výkonu.

Tím byla ověřena struktura, zastřešující vlastní vývoj spalovacího motoru (termodynamika, aerodynamika agregátů, mechanika a pevnostně-tepelný návrh, konstrukce dílů), elektromotoru/generátoru s akumulátorovou baterií (elektrický návrh, tepelný návrh a model ztrát), spojky, převodovky a diferenciálů (koncepce, mechanický návrh), navazujících agregátů pro chlazení a vytápění/klimatizaci (výměníky, tepelná čerpadla, detaily karoserie z hlediska HVAC) a konečně provozní prediktivní optimalizace a řídicího systému.



Obrázek 2 Ortogonální ontologie v OntoDASY. Nahoře grafická představa - vlevo projektová struktura, vpravo další ontologie s produktovou a činnostní strukturou rozvedené na dalších obrázcích. Dole struktura v prostředí XWiki při zápisu ontologií.

### Činnosti

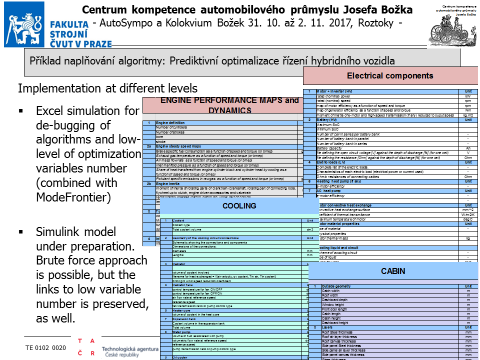
#### WP01A06: Experimenty s využitím DASY pro praktické úlohy a plnění databáze údaji u partnerů (1/2016-9/2017)

Proběhlo další zpracovávání příkladů ošetření konkrétních problémů projektu v DASY a zobecňování výsledků, zejména pro downsizing spalovacích motorů, optimalizaci dvoudobých motorů s dopady na konstrukci celé hnací jednotky a modelově založenou optimalizaci řízení spotřeby energie hybridních vozidel s ohledem zkrácení času mezi výzkumem koncepce a aplikací inovovaného výrobku na trhu (time-to-market, TTM) využitím shromážděných zkušeností z předešlých řešení a včasným vyloučením slepých uliček vývoje v jeho počáteční fázi.

Konkrétně šlo o tyto dílčí činnosti

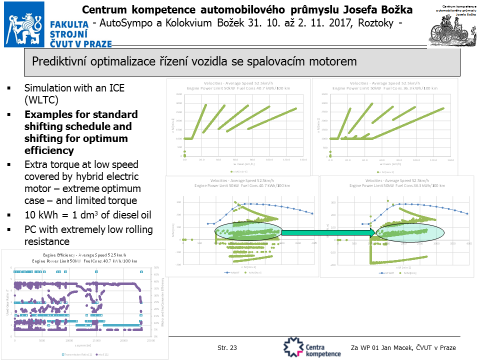
Doplnění testů DASY přístupů o optimalizaci a nové programy

* model dvoudobého motoru se souproudým vyplachováním a přizpůsobení vozidlové převodovky pro optimální spotřebu paliva v testu WLTC - Obrázek 4
* optimalizace spotřeby energie paralelního i sériového hybridního vozidla včetně pomocných zařízení, topení a klimatizace s tepelnými čerpadly a dynamikou systému HVAC kabiny i chlazení elektrické části - Obrázek 3

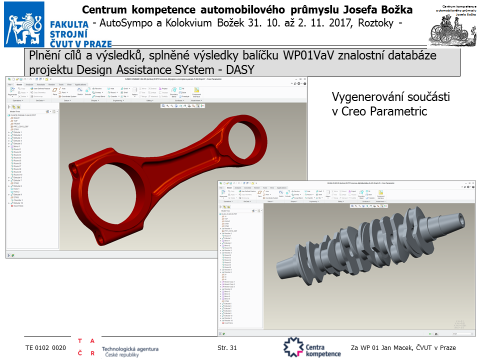
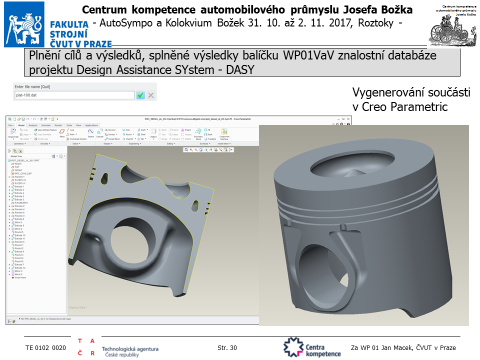


Obrázek 3 Příklad seznamů parametrů pro model hnací jednotky hybridního vozidla a optimalizaci jeho spotřeby energie.

* 1D model odstředivého kompresoru
* parametrické modely částí spalovacího motoru – příklad vznětového motoru kategorie vrtání 75-110 mm - Obrázek 5.



Obrázek 4 Příklad výsledků optimalizace převodovky hnací jednotky vozidla pro snížení spotřeby energie o 15%.





Obrázek 5 Příklady parametrických modelů dílů leteckého vznětového motoru.

Základním znakem vyvíjené verze a jejích modulů je propojení simulace, konstrukce a experimentů, a to především v opačném, dosud nepoužitém směru od výsledků simulačního výzkumu k automatizovaným parametrickým modelům konstrukce v CAD (běžný je automatizovaný postup od konstrukce k simulaci).

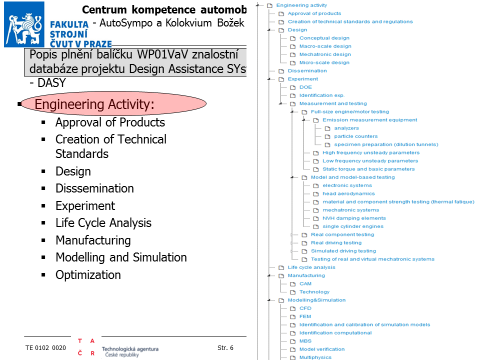
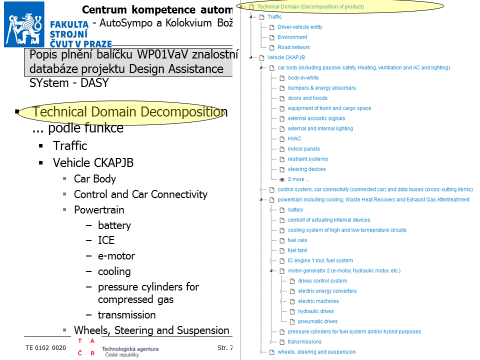
#### WP01A07: Úpravy prostředí DASY na základě zjištěných výsledků implementací (6/2016-11/2017)

Provedené práce vedly ke zjištění, že datová databáze funguje dle zadání, ale bylo by vhodné uložit v čitelnější podobě znalosti (kvalitativní i kvantitativní). Plánovaný cíl uložit metody s jejich parametry jako podklad kvantitativních znalostí by se tím podařilo rozšířit o lépe čitelné kvalitativní instrukce. Tento dodatečný požadavek lze splnit, pokud se podaří realizovat uživatelsky přívětivou cestu pro ukládání klíčových slov a jejich vazeb, tedy ontologií. Bez automatizace tohoto procesu je totiž zápis znalostí velmi nepohodlný a podle zkušeností z minulých pokusů o podobné expertní systémy vede k tomu, že znalosti nikdo z jejich autorů neukládá.

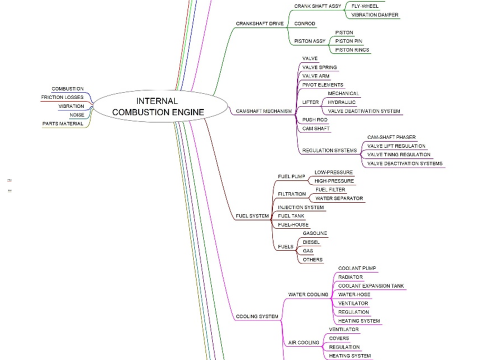
Požadavky lze shrnout do následujícího seznamu

* vytváření vazeb mezi paralelními stromovými strukturami (např. konstrukční rozpad výrobku na součásti a hierarchická struktura výpočetních metod výrobku)
* horizontální vazby mezi větvemi stromu
* definice a zabezpečení přístupových práv uživatelů
* definice a navázání vazeb klíčových slov – ontologie pro vyhledávání a přenos dat mezi entitami stromových struktur.

Testovací příklady z let 2016 a 2017 byly přeneseny do nového systému implementace datových struktur s podchycením vazeb (ontologie) mezi popisem výsledku a jeho realizací v podobě programu v expertním systému OntoDASY - Obrázek 2, Obrázek 6, Obrázek 7 a Obrázek 8.

Obrázek 6 Ortogonální ontologie: inženýrská činnost během vývoje výrobku a rozklad konstrukce výrobku na entity s hotovými stromovými strukturami v OntoDASY.

Obrázek 7 Ortogonální ontologie: rozklad konstrukce výrobku – spalovacího motoru a převodného ústrojí na entity.

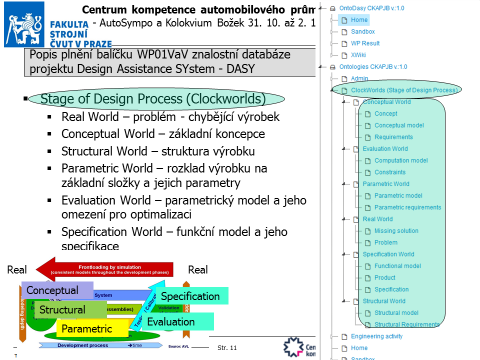
Na ČVUT jsou pro OntoDASY/DASY v. 2.0 k disposici modely virtuálních motorů (WP03-05 a WP11), turbodmychadel (WP06 a WP14), vstřikovacích zařízení (WP09 a WP12) i chladicích systémů motorů (WP13) spolu s převodovkami a elektrickými stroji (WP16, 17 a 18-19) i celých modelů hnacích ústrojí (WP25).

Pro verzi DASY v. 2 jsou na VUT připraveny moduly virtuálního mechanického motoru, zahrnující návrh klikového mechanismu na vyšší úrovni podrobností (WP07). Byly vyvinuty i moduly pro převodovku z hlediska dynamiky, zejména kmitání. Na ČVUT byl v této oblasti vyvinut model rozvodového mechanismu, založený na GT Valve train, již použitý v balíčcích WP 08 a WP 10.

V TÜV SÜD Czech byla provedena instalace DASY na místní počítače a provedeno testování DASY pro použití ke zpracování výstupů typických pro práce TÜV SÜD Czech.

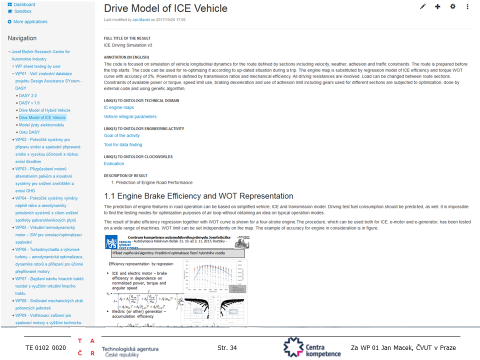
Ricardo interně testuje program DASY a byly vyvinuty první verze datových struktur: pro IGNITE modely – WP05, pro WAVE a WAVE-RT modely – WP20, pro definici základních parametrů pro rCube2 ECU – WP20, pro SUMO a agentní systémy – WP24.

Honeywell vyvinul modul pro výkonovou turbinu a poskytl popudy k integraci alternativních provedení turbodmychadel.

Obrázek 8 Příklady implementovaného rozkladu výrobků a ortogonální ontologie stavu výzkumu a vývoje výrobku





Obrázek 9 Příklady obrazovek na různé úrovni entit OntoDASY

### Kontrola plnění plánu pracovního balíčku

### Dílčí cíle

Hlavním cílem balíčku je zkrácení času mezi výzkumem koncepce a aplikací inovovaného výrobku na trhu (time-to-market, TTM) o cca 30% využitím shromážděných zkušeností z předešlých řešení a včasným vyloučením slepých uliček vývoje v jeho počáteční fázi. Tento cíl byl testován na praktických příkladech aplikací DASY v evropských projektech REWARD, IMPROVE a IMPERIUM. Vývoj převodovky pro nový dvoudobý motor zcela odlišných vlastností z projektu REWARD bylo možné provést během 6 měsíců díky nově vyvinutému softwaru a převzetí dosavadních zkušeností. Vývoj řídicího softwaru pro elektromobil IMPROVE a hybridní nákladní automobil IMPERIUM bylo možno provést v první polovině projektu namísto před jeho ukončením, čímž byl čas potřebný na vývoj zkrácen o 50%.

#### WP01C04: Vytvoření struktury databáze DASY a její naplnění příklady provedení hnacích jednotek i vozidel. (ČVUT a další, do 11/2017)

Po vyvinutí základní struktury DASY a vytvoření znalostního systému OntoDASY na ČVUT byl koncept předán k implementaci a doplňování konkrétního obsahu u partnerů. OntoDASY je funkční a její další naplňování leží již mimo rozsah projektu v jeho dotované části. Partneři implementují ve svých výpočetních prostředcích DASY tak, aby mohli ukládat konkrétní obsah vybraných modulů. Vyvinuté datové struktury vstupů a výstupů metod a parametrizace základních komponent jsou nyní vzájemně předávány a doplňovány.

### Výsledky dle kategorie RIV

#### WP01V004: Design Assistance System DASY pro virtuální vozidlo s implementací veřejně dostupných výsledků projektu (11/2017) – typ R

Byl dokončen vývoj DASY 2.0 a v návaznosti na ni i expertního systému OntoDASy, který byl naplněn příklady výsledků, metod a znalostí získaných během řešení projektu - Obrázek 9. Systém je dostupný po udělení bezplatné licence (požadavky na adresu řešitele projektu [jan.macek@fs.cvut.cz](mailto:jan.macek@fs.cvut.cz) ) na <http://147.32.171.109:8060/xwiki/bin/view/Main/>

#### WP01V005: Design Assistance System DASY pro virtuální vozidlo s implementací veřejně dostupných výsledků projektu (11/2017)

2 výsledky typu X -jiné byly již v současné době násobně překročeny:

Publikace k tématu holistické optimalizace hybridního vozidla na SAE CO2 Conference Torino:

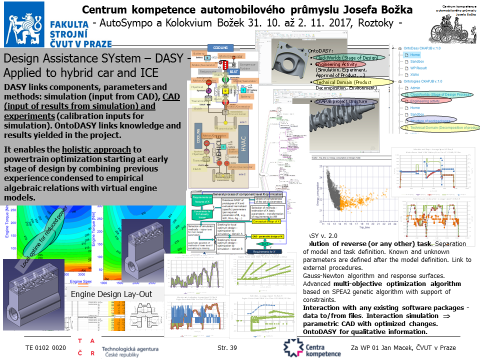
Macek J., Steinbauer P., Morkus J., Denk P., Sika Z.: Eco-driving Optimization Tool for Hybrid Vehicles with Low CO2 Emissions. SAE 18CO-0037

Macek J., Morkus J.: Optimum Limits of Motor Vehicle Driving. XLVIII. International Scientific Conference Of Combustion Engines. September 11.- 12., 2017, Technical University Of Liberec

Simulace jízdy vozidla s pohonem spalovacím motorem a/nebo elektro-motorgenerátorem jsou uplatněny i v navazujících projektech Horizon 2020 EU REWARD, IMPERIUM a ADVICE.

### Výhled

Po skončení dotované části projektu budou vybudovaný základ expertního systému OntoDASY i znalostní databáze DASY 2.0 nadále využívány účastníky projektu, zejména z akademických pracovišť a TÜV SÜD CZECH. Databáze je pasivně přístupná i dalším zájemcům pro informace i jako akvizice zájemců o programové prostředky, vyvinuté v rámci projektu. Lokální klony si provozuje s neveřejnými daty každý účastník sám.



Obrázek 10 Hlavní výsledky WP 01 od roku 2012