

ON-BOARD DIAGNOSTIC PARAMETERS AS THE INSTRUMENTS FOR IMPROVEMENT OF ENGINE PERFORMANCE ANALYSIS

PALUBNÍ DIAGNOSTIKA JAKO NÁSTROJ ZPŘESNĚNÍ MĚŘENÍ PARAMETRŮ MOTORU

Čupera J., Havlíček M.

Ústav základů techniky a automobilové dopravy, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika.

E-mail: xcupera@node.mendelu.cz

ABSTRACT

The paper deals with the possibilities of using diagnostic outputs of engine control unit. On-board diagnosis (the second level, known as OBD-2) has been mandated by government regulation because of advanced damage control systems in newer cars. However, its signals can be used for accurate analyses of power or torque measurement. On-board diagnostics offers many various parameters such a spark advance, intake air temperature, coolant temperature, throttle position, air flow mass and so on. Many of them have been unavailable without using sophisticated and expensive instrumentation. This article describes how to read diagnostic signals thanks to developed software and their processing into analysis.

Keywords: on-board diagnostics, OBD-2

ABSTRAKT

Príspevek ukazuje možnosti užití signálů palubní diagnostiky elektronické řídicí jednotky motoru. Palubní diagnostika ve vozidlech byla zavedena z důvodu sledování stavu komponent, které mohou mít negativní dopad na složení emisí výfukových plynů. Avšak její signály mohou být také zdrojem hodnotných informací při měření parametrů spalovacího motoru. Nabízí kupříkladu hodnotu předstihu zážehu, teplotu nasávaného vzduchu, teplotu chladicí kapaliny, polohy pedálu akcelérátoru, množství nasátého vzduchu a další. V článku je popsán způsob čtení parametrů palubní diagnostiky za použití vyvinutého software a možné aplikace takto získaných parametrů.

Klíčová slova: palubní diagnostika, OBD-2

ÚVOD

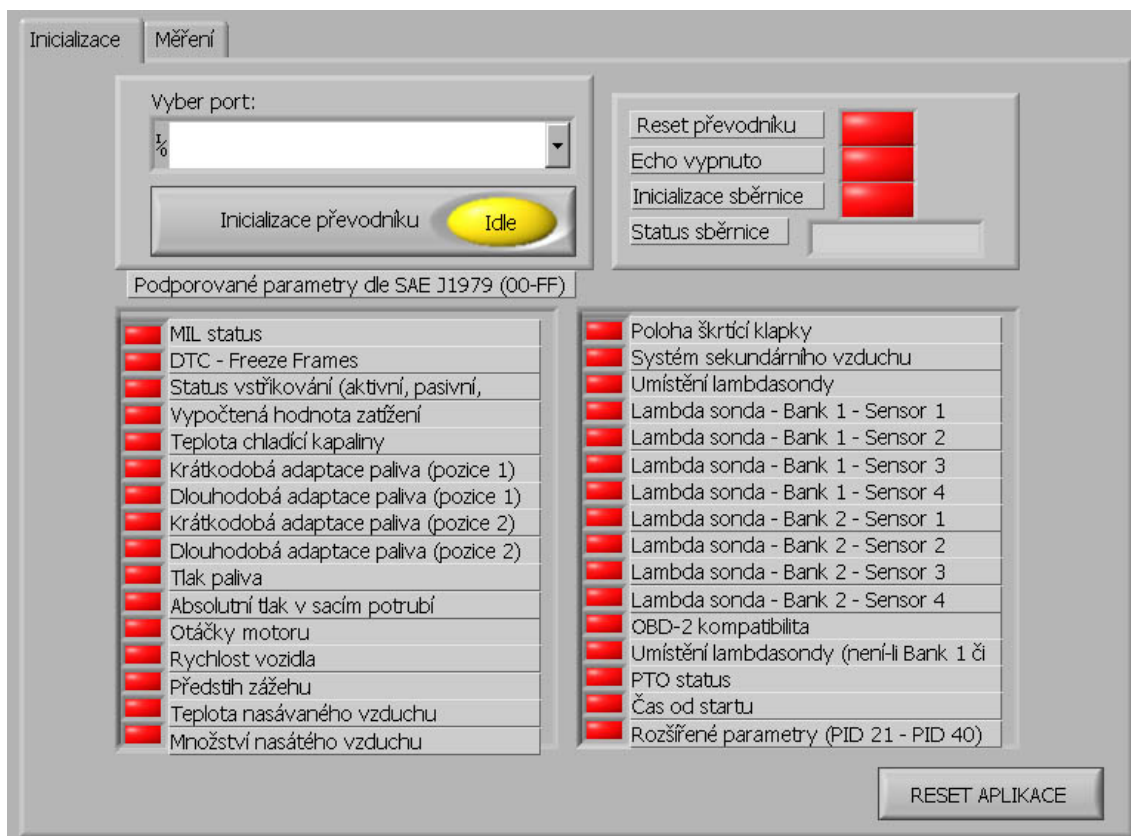
Zkoušení výkonových vlastností vozidel je přenesením teoretických poznatků vývoje do roviny praktické za účelem ověření se zpětnou vazbou k optimalizaci. Na současné vozidlo se lze dívat jako na výsledek technického rozvoje, kde jsou uplatněny poznatky z řady vědeckých disciplín. Bouřlivou revoluci v minulé dekádě prodělala mikroprocesorová elektronika a její vliv je znatelný v každé partii moderního automobilu. S tímto rozvojem však palubní diagnostika přinesla nejen možnost vyhodnocení stavů vlastních systémů za účelem zjištění závady či její příčiny, ale také možnost využití diagnostických signálů řídicí jednotky pro detailnější analýzu zkoušek, případně v pokročilejších systémech komunikace externě řídit požadované parametry.

Rozsah parametrů je dán implementací standardů a podporou výrobcem vozidla, což v praxi znamená, že je podporováno minimum, které je nezbytné pro uspokojení legislativních požadavků a ostatní snímané veličiny a stavy jsou přenášeny proprietárními protokoly výrobce. V dalším textu je uveden způsob, jakým lze získat data z palubní diagnostiky pod protokolem OBD-2 (SAE 1979).

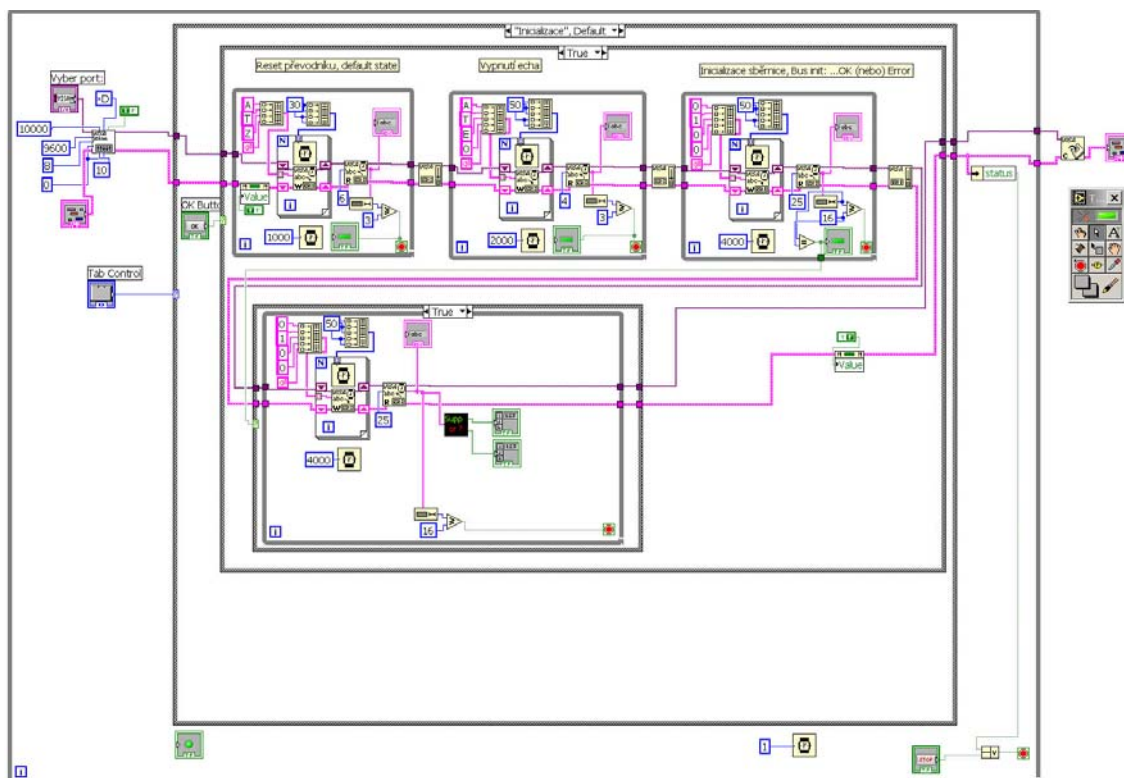
METODIKA

Celý projekt sběru dat z palubní diagnostiky vozidla je koncipován jako podpůrný subsystém měřicího software vozidlové zkušebny na MZLU (budova R). Protože tento je napsán ve vývojovém prostředí Labview, byla základním požadavkem slučitelnost mezi stávajícím software zkušebny a modulem čtení parametrů OBD-2. K dosažení cíle bylo nutno „bude“ použit některý ze systémů přenosu dat mezi aplikacemi (DDE apod.) při vývoji v „klasických“ vývojových nástrojích, nebo aplikaci vytvořit právě v systému Labview. Vzhledem k „čistotě“ provedení byla zvolena druhá cesta a aplikace OBD-2 je plně kompatibilní se softwarem zkušebny.

Čtení parametrů řídicí jednotky přes OBD-2 je realizováno ve dvou vrstvách. První z nich je na úrovni HW. Zjednodušeně se jedná o převodník dat mezi sítí vozidla a sběrnici počítače. V tomto případě je použit interpret založený na vlastnostech specifikovaných normou ISO 9141, resp. ISO 14 230 a na straně PC je využita sériová sběrnice s parametry 9.6 kbps 8N1. V převodníku je užit zákaznický obvod ELM 323 založený na procesoru PIC společnosti Microchip. Druhou vrstvu tvoří vlastní aplikace. Ta byla programována s důrazem na rychlost software, přičemž byla zachována uživatelská přívětivost prostředí. V logickém sledu operací nutných k vyčtení údaje z palubní diagnostiky je nutné nejprve konfigurovat sériový port, což se děje automaticky a uživatel zadává pouze číslo portu – obr.1.



Obr. 1: Úvodní okno konfigurace



Obr. 2: Zdrojový kód okna konfigurace

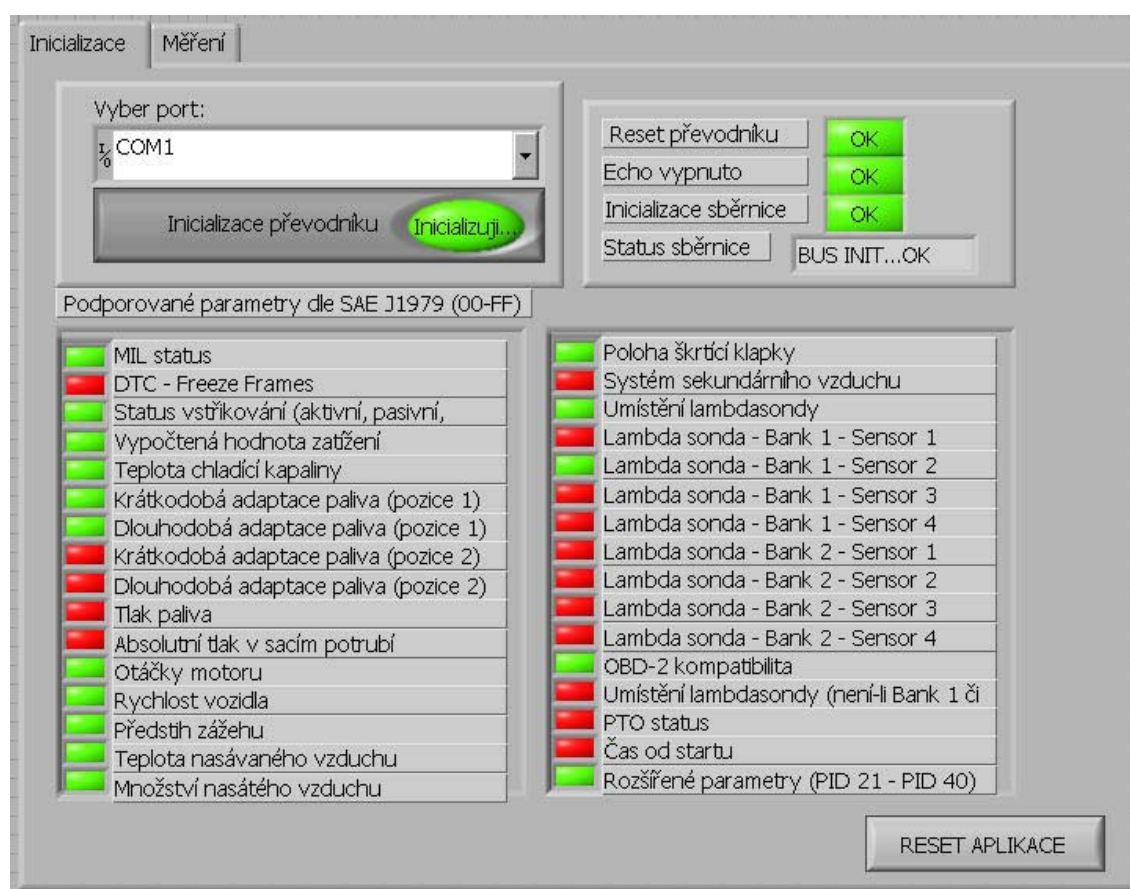
Konfigurace převodníku se provádí AT příkazy, přičemž v první smyčce dojde k resetu procesoru interpretu příkazem ATZ, dále k vypnutí echa ATE0, tudíž vysílané příkazy nebudou zpět vráceny na sběrnici a tím ji zatěžovat a dále dojde ve třetí smyčce k inicializaci sběrnice palubní diagnostiky OBD příkazem 01 00 v hexadecimálním kódu. Po úspěšné inicializaci je opětovně odeslán příkaz 01 00 a vrácený řetězec je převeden do binární podoby a udává podporované parametry dle SAE J1979 (obr. 3).

Odesláno 01 00

Přijato 41 00 (BE 1F E8 11) – datové bajty

Převod na binární hodnotu

B 1011 E 1110 I 0001 F 1111 E 1110 8 1000 I 0001 I 0001



Obr. 3: – Výpis podporovaných parametrů

Následuje vlastní sběr dat dotazováním na standardizované (dle SAE J1979) paměťové adresy, jejich převedení z hexadecimální do dekadické podoby a přepočtu přes transformační funkci a doplnění možného offsetu na výslednou hodnotu parametru.

Příklad: otáčky motoru

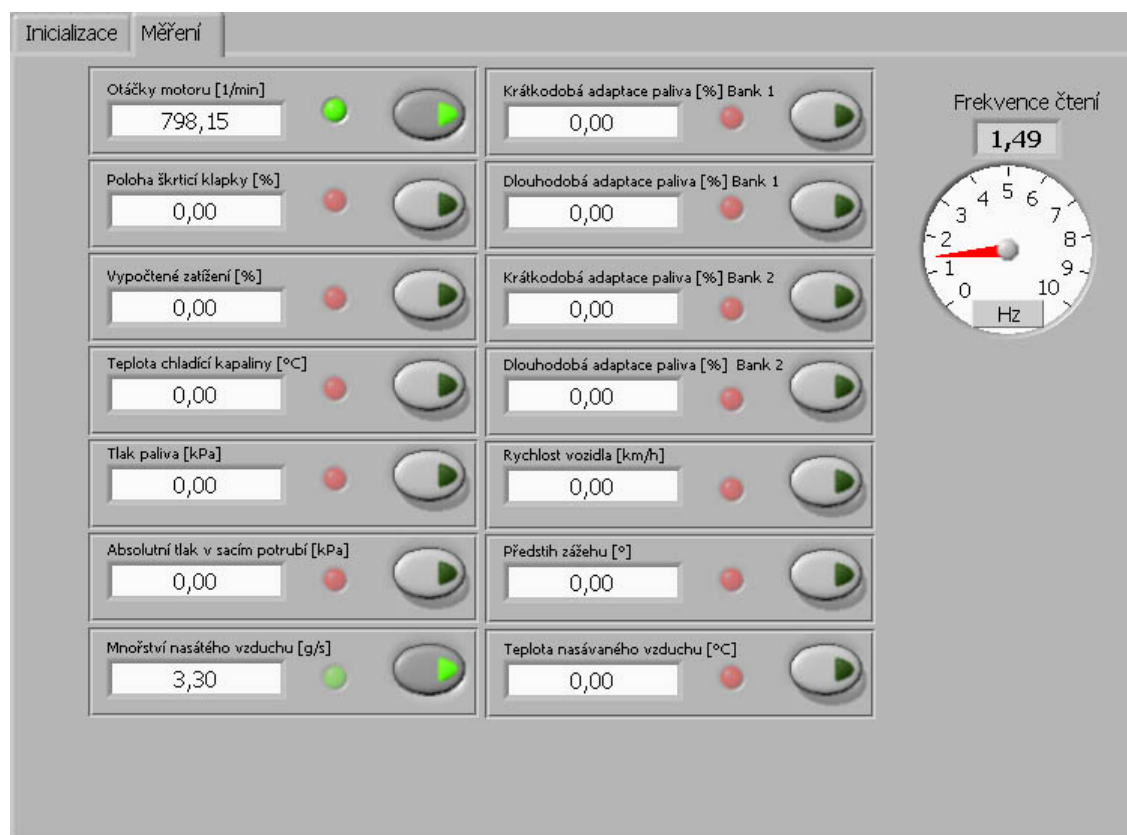
Odesláno 01 0C

Přijato 41 0C 1F 40

Transformace do dekadické soustavy $1F\ 40\ h = 8000\ d$

Aplikace transformační funkce: $8000 : 4 = 2000$

Výsledná hodnota: 2000 ot/min

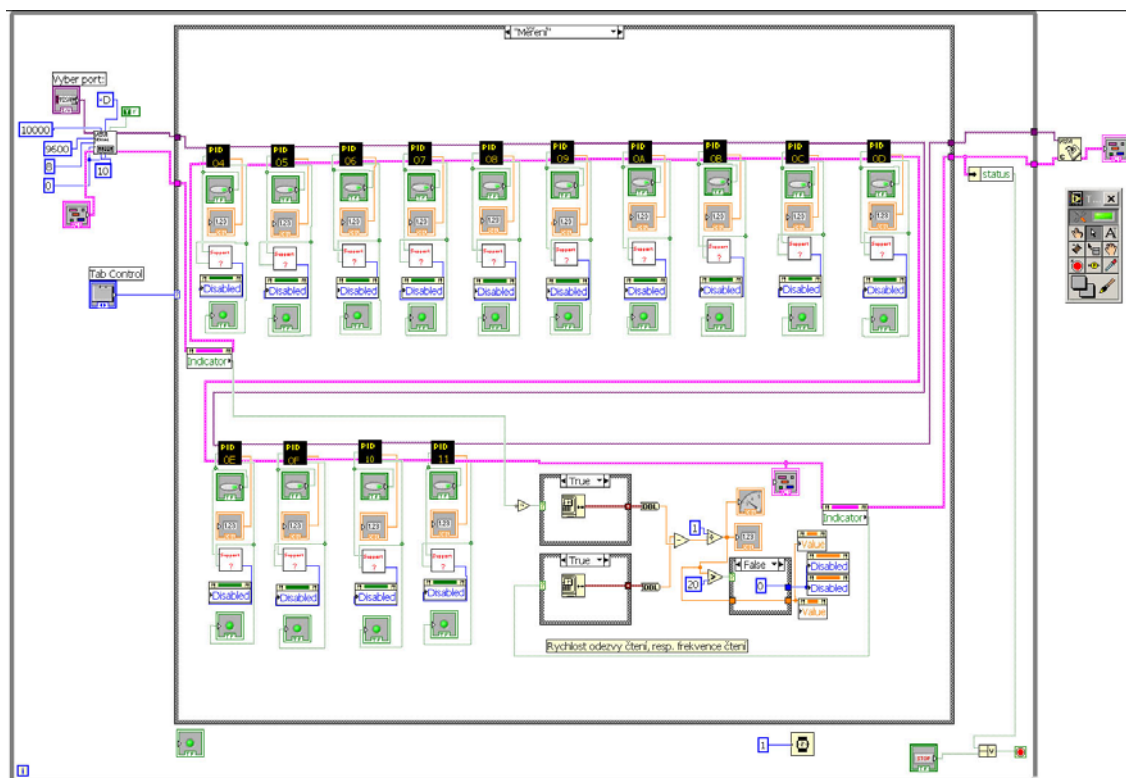


Obr. 4: – Okno sledování parametrů dostupných v OBD-2 (SAE J1979)

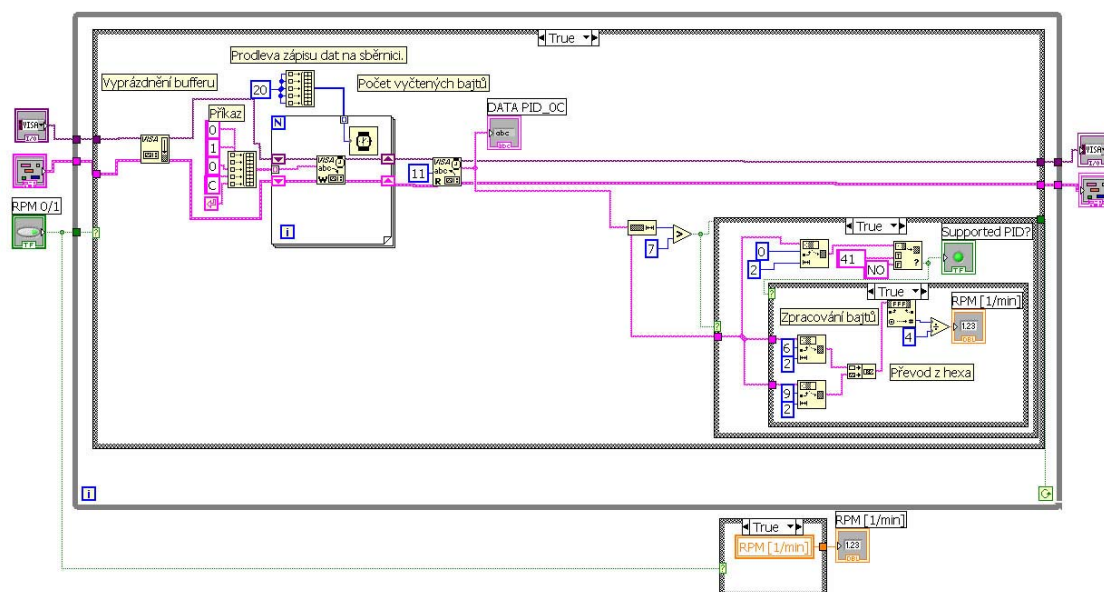
Tab. 1: – Souhrn čtených parametrů z palubní diagnostiky

PID	Popis	Min	Max	Rozlišení
0	Standardní PIDy, 01 - 20	bitově		
1	MIL-Status, počet dostupných chybových kódů	4 bajty		
2	DTC s Freeze Frame	2 bajty		
3	Status vstřikování	2 Bytes (bitově)		
4	Vypočtená hodnota zatížení	0%	100%	aktivní, pasivní, smyčka
5	Teplota chladicí kapaliny	-40 °C	+215 °C	1 °C s -40 °C offsetem
6	Krátkodobé adaptace paliva řada 1	-100%	99,22%	100/128 %
07	Dlouhodobé adaptace paliva řada 1	-100%	99,22%	100/128 %
08	Krátkodobé adaptace paliva řada 2	-100%	99,22%	100/128 %
09	Dlouhodobé adaptace paliva řada 2	-100%	99,22%	100/128 %
0A	Tlak paliva	0 kPa	765 kPa	3 kPa na Bit
0B	Absolutní tlak v sacím potrubí	0 kPa (absolutní)	255 kPa (absolutní)	1 kPa na Bit

0C	Otáčky motoru	0 min ⁻¹	16383,75 min ⁻¹	0,25 ot/min na Bit
0D	Rychlost	0 km/h	255 km/h	1 km/h na Bit
0E	Předstih	-64 °	63,5 °	0,5 ° s 0 ° při 128
0F	Teplota nasávaného vzduchu	-40 °C	+215 °C	1 °C s -40 °C offsetem
10	Průtokový poměr MAF senzoru	0 g/s	655,35 g/s	0,01 g/s
11	Poloha škrtící klapky	0%	100%	100/255 %
12	Systém sekundárního vzduchu	bitově kodováno		
13	Uspořádání lambdasond	bitově kodováno		
14	Napětí na lambdosondě řada 1, senzor 1	0 V	1,275 V	0,005 V
	Krátkodobá adaptace paliva řada 1, senzor 1	-100%	99,22%	100/128 %
15	Napětí na lambdosondě řada 1, senzor 2	0 V	1,275 V	0,005 V
	Krátkodobá adaptace paliva řada 1, senzor 2	-100%	99,22%	100/128 %
16	Napětí na lambdosondě řada 1, senzor 3	0 V	1,275 V	0,005 V
	Krátkodobá adaptace paliva řada 1, senzor 3	-100%	99,22%	100/128 %
17	Napětí na lambdosondě řada 1, senzor 4	0 V	1,275 V	0,005 V
	Krátkodobá adaptace paliva řada 1, senzor 4	-100%	99,22%	100/128 %
18	Napětí na lambdosondě řada 2, senzor 1	0 V	1,275 V	0,005 V
	Krátkodobá adaptace paliva řada 2, senzor 1	-100%	99,22%	100/128 %
19	Napětí na lambdosondě řada 2, senzor 2	0 V	1,275 V	0,005 V
	Krátkodobá adaptace paliva řada 2, senzor 2	-100%	99,22%	100/128 %
1A	Napětí na lambdosondě řada 2, senzor 3	0 V	1,275 V	0,005 V
	Krátkodobá adaptace paliva řada 2, senzor 3	-100%	99,22%	100/128 %
1B	Napětí na lambdosondě řada 2, senzor 4	0 V	1,275 V	0,005 V
	Krátkodobá adaptace paliva řada 2, senzor 4	-100%	99,22%	100/128 %
1C	OBD kompatibilita	1 bajt, Hexa: 04=OBD1, 01=OBD2(CARB), 06=EOBD, 05=neOBD systém		
1D	Umístění lambdasondy	bitově kodováno (jen pokud nebyl aktivován PID 13)		
1E	Statut nápovědy	bitově kodováno		
	Power Take Off (PTO) Status			
1F	Čas od startu	0 Sek.	65535 Sek.	2 bajty, 1 Sek./Bit



Obr. 5: Zdrojový kód okna čtených parametrů



Obr. 6: – Zdrojový kód podprogramu čtení parametru otáček motoru

VÝSLEDKY A DISKUZE

Signály palubní diagnostiky neoddiskutovatelně patří mezi významný zdroj dat k upřesnění analýzy výkonových parametrů motoru vozidla. Předchozí text ukázal nástin, jakým způsobem jsou vyčítána a zpracovávána uvnitř programu. Jejich uložením

v synchronizované podobě spolu s daty vozidlového dynamometru dává uživateli možnost soustředit se na konkrétní parametr spalovacího motoru. Jen namátkou lze uvést:

Výpočet objemové účinnosti motoru

Parametr 01 10 vrátí dva datové bajty (65 535 úrovní), což reprezentuje rozlišení 0,01 g/s. Při znalosti zdvihového objemu se podílem hodnoty množství nasátého vzduchu na otáčku a přepočteného zdvihového objemu na otáčku zjistí objemová účinnost motoru. Kontrolní veličinou může být točivý moment motoru, jehož maximální hodnota indikuje maximální objemovou účinnost motoru.

Výpočet hodnot emisí v hmotnostních jednotkách

Při známém množství nasávaného vzduchu a dat z analyzátoru výfukových plynů, lze po zahrnutí časové fluktuace dané plynovou cestou, vypočítat hmotnostní podíly jednotlivých složek výfukových plynů a dále je reprezentovat v porovnávacích ukazatelích jako g/km nebo g/kWh.

Výpočet spotřeby paliva

Parametr 01 15 (u testovaného vozidla Škoda Octavia – obr. 7) vyčte dva datové bajty, př.: 41 15 57 FF, což v decimálním tvaru značí 22 527. Při rozlišení 65 535 úrovní je výsledná hodnota napětí na lambda sondě 0,4382 V a tato hodnota udává stechiometrickou směs, tedy cca 14,7 kg vzduchu na 1 kg benzínu. V případě hodnot mimo $\lambda = 1$ je nutno vložit data z křivky průběhu daného snímače. Přepočtem aktuální hmotnosti nasávaného vzduchu se lze dopracovat k přibližné spotřebě paliva bez nutnosti instalovat spotřeboměr do systému zkušebního zařízení.



Obr. 7: – Pohled na stanoviště experimentu

ZÁVĚR

Užití signálů palubní diagnostiky v procesu zkoušení vozidla si neklade za cíl suplovat specifické zařízení a metody zkušebnictví vozidel, ale mnohdy je jedinou cestou, jak se k požadovaným informacím dostat v krátkém čase. Výhody již byly popsány výše, ale jako každý systém, i tento má svá negativa. Zásadním nedostatkem je nízká přenosová rychlost sběrnice. Při čtení jednoho parametru OBD-2 je frekvence asi 3 Hz a klesá k 0,2 Hz při čtení 12 parametrů. Toto je způsobeno prioritním zpracováním dat pro řízení motoru jednotkou a data pro palubní diagnostiku jsou vysílána v okamžiku, kdy je procesor řídící jednotky nezatížen ostatními úkoly. Souhrnně lze říci, že data z palubní diagnostiky jsou významným přínosem pro analýzu výsledků měření vozidel. V blízkém časovém horizontu bude zprovozněno i čtení rozšířených parametrů dat v dalších modusech pod SAE, kde se jedná o stovky veličin a stavů a dále implementace rozhraní diagnostic-CAN jako důsledek nutnosti zrychlení sběru dat z palubní diagnostiky.