

**UNIVERZITA PARDUBICE**  
**Dopravní fakulta Jana Pernera**  
**Katedra dopravních prostředků a diagnostiky**

**Diagnostika poruch komponentů zážehového motoru na základě  
analýzy výfukových plynů**

**Diplomová práce**

**Autor:** Bc. Vojtěch Šos  
**Studijní program:** N3708 Dopravní inženýrství a spoje  
**Studijní obor:** Provozní spolehlivost dopravních prostředků a infrastruktury  
**Vedoucí práce:** Ing. Michal Musil, PhD.

**Pardubice**

**2010**

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2009/2010

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Vojtěch ŠOS**  
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**  
Studijní obor: **Provozní spolehlivost dopravních prostředků a infrastruktury**  
Název tématu: **Diagnostika poruch komponentů zážehového motoru na základě analýzy výfukových plynů**  
Zadávací katedra: **Katedra dopravních prostředků a diagnostiky**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :


1. Úvod
  2. Legislativa a metodiky analýzy výfukových plynů
  3. Návrh měřicího diagnostického systému - diagnostické veličiny, princip vyhodnocení
  4. Měřicí přístroj BEA 850 - využití přístroje pro daný diagnostický systém.
  5. Analýza jednotlivých komponentů (Lambda sonda, měřič množství vzduchu, čidlo klepání, zapalovací člen - svíčka, ventil odpařování nádrže, čidlo teploty,?.)
  6. Vyhodnocení - analýza naměřených dat
  7. Závěr
-

Rozsah grafických prací:  
Rozsah pracovní zprávy:  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**  
Seznam odborné literatury:


1. Kreidl M., Šmíd R. Technická diagnostika - senzory, metody, analýza signálu, BEN - technická literatura Praha 2006
2. Kreidl M. a kol. Diagnostické systémy , ČVUT Praha 2001
3. Ďaďo S., Kreidl M., Senzory a měřicí obvody, učebnice , ČVUT Praha 1999
4. Jenčík a kol., Technická měření, skripta , ČVUT Praha 2000

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Michal Musil, Ph.D.**  
Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání diplomové práce: **26. února 2010**  
Termín odevzdání diplomové práce: **24. května 2010**

  
prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.  
děkan

L.S.

  
doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.  
vedoucí katedry

dne

---

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval (pod vedením vedoucího diplomové práce) samostatně a uvedl jsem všechny použité prameny a literaturu.

V Pardubicích 2010

.....  
Bc. Šos Vojtěch



## Obsah:

1. Úvod .....	2
2. Legislativa a postup měření .....	2
2.1. Schématický postup měření .....	6
3. Emisní analýza .....	7
3.1. Měřicí zařízení .....	7
3.2. Přesnost měření: .....	13
4. Motor .....	13
4.1. Zapalování .....	17
4.2. Katalyzátor .....	21
4.2.1. Třícestný katalyzátor .....	22
4.3. Zatížení motoru .....	24
4.3.1. Měřič množství vzduchu .....	24
4.3.2. Měřič hmotnosti vzduchu .....	25
4.3.2.1. Měřič hmotnosti vzduchu se žhaveným drátem .....	26
4.3.2.2. Měřič hmotností vzduchu s vyhřívaným filmem .....	27
4.3.3. Diagnostika snímače hmotnosti vzduchu .....	28
4.3.3.1. Závady a možné příčiny .....	31
4.4. Snímač tlaku v sacím potrubí .....	33
4.5. Snímač polohy škrtkící klapky .....	34
4.6. Snímač otáček a polohy klikového hřídele .....	35
4.7. Snímač polohy vačkového hřídele .....	37
4.8. Složení směsi .....	38
4.8.1. Lambda sondy .....	39
4.8.2. Dvoubodová lambda-sonda .....	40
4.8.3. Širokopásmová lambda-sonda .....	40

4.8.4. Výpadek lambda-sondy před katalyzátorem - širokopásmová lambda-sonda .....	41
4.8.5. Adaptivní lambda regulace .....	41
4.9. Detonační spalování .....	46
4.9.1. Regulace klepání.....	47
4.10. Odvětrávací soustava palivové nádrže .....	53
4.11. Snímače teploty motoru a nasávaného vzduchu .....	58
4.12. Napětí akumulátoru .....	59
5. Vyhodnocení .....	60
6. Závěr .....	64
7. Použitá literatura .....	65
8. Přílohy.....	66

## 1. Úvod

Hlavním úkolem práce bude zjištění vlivu poruch snímačů motoru na hodnoty emisních plynů. Při měření emisí se bude postupovat dle zákona 56/2001 Sb. a vyhlášky 302/2001 Sb. Ministerstva dopravy a spojů ČR. Pro měření bude použit měřicí systém BEA 850. Ve vlastním měření budou nasimulovány různé poruchy motoru a změřeny emisí po poruše, dále diagnostika čidla pomocí osciloskopu. Cílem bude vyhodnocení emisních hodnot a z nich diagnostikovat závadu motoru. Práce by měla být nástroj na určení závady podle hodnot výfukových plynů.

## 2. Legislativa a postup měření

Výtah z vyhlášky 302/2001 Sb. Ministerstva dopravy a spojů ze dne 7. srpna 2001 o technických prohlídkách a měření emisí vozidel byl použit pro měření v diplomové práci.

U vozidla se zážehovým motorem s řízeným emisním systémem s katalyzátorem se při měření emisí provádí

- a) vizuální kontrola v rozsahu jako u vozidla s neřízeným emisním systémem, rozšířená o kontrolu stavu katalyzátoru, stavu sondy lambda, přídatných nebo doplňkových systémů ke snižování emisí a příslušné elektroinstalace,
- b) kontrola funkce řídicího systému motoru, čtení paměti závad pomocí diagnostického zařízení v rozsahu a způsobem předepsaným výrobcem vozidla,
- c) u motoru zahřátého na provozní teplotu změřeny otáček volnoběhu a obsahu CO ve volnoběhu a obsahu CO a součinitele přebytku vzduchu



lambda při zvýšených otáčkách v rozmezí 2500 až 2800 min<sup>-1</sup>, pokud výrobce vozidla nestanoví jinak,

d) porovnání výsledků kontroly a naměřených hodnot se stavem a hodnotami stanovenými výrobcem vozidla; pokud výrobce tyto hodnoty nestanoví, nesmí být překročeny přípustné hodnoty.

Konkrétní postupy při měření emisí se řídí předpisy výrobce vozidla nebo výrobce emisního systému. Pokud nejsou stanoveny, postupuje se podle postupů uvedených v instrukcích ministerstva oznámených ve Věstníku dopravy.

Stanice měření emisí pro vozidla poháněná zážehovými motory musí být vybavena nejméně těmito přístroji a zařízeními:

- a) přístrojem na měření otáček motoru,
- b) přístrojem na měření teploty motoru,
- c) přístrojem na měření úhlu sepnutí kontaktů přerušovače,
- d) přístrojem na měření předstihu zážehu,
- e) přístrojem pro měření emisí výfukových plynů zážehových motorů schváleného typu,
- f) přístrojem pro kontrolu funkce řídicích jednotek emisního systému a komunikaci s nimi (tester řídicích systémů motoru); týká se jen stanice měření emisí měřící emise motorů vozidel s řízeným emisním systémem.

Přístroje předepsané k měření emisí musí být metrologicky navázány. Kalibraci těchto měřidel provádějí metrologická (servisní) střediska dodavatelů těchto přístrojů nebo firmy k této činnosti oprávněné nebo autorizované.

Měření emisí u vozidel s řízenými emisními systémy může provádět jen stanice měření emisí, která je vybavena stanovenou přístrojovou technikou pro kontrolu funkce řízeného emisního systému včetně jejího propojení s vozidlem a dokumentací, která stanoví postupy komunikace s řídicí jednotkou systému a způsob vyhledávání závad.

Stanice měření emisí, která je oprávněna měřit emise konkrétní značky vozidel s řízenými emisními systémy a která rozšířila své vybavení pro měření emisí i pro jiné značky vozidel nebo typy řízených emisních systémů, než které jsou uvedeny v oprávnění k provozování stanice měření emisí, může měřit emise vozidel těchto dalších značek pouze za předpokladu, že

- a) doloží expertízou příslušnému okresnímu úřadu splnění podmínek pro měření emisí i pro tyto další značky vozidla nebo typy řízených emisních systémů,
- b) příslušný okresní úřad ji udělí oprávnění k provozování stanice měření emisí i pro tyto další značky vozidel nebo typy řízených emisních systémů.

Zážehové motory s řízeným emisním systémem a katalyzátorem.

U řízených emisních systémů jsou obsah CO ve volnoběhu a obsah CO a součinitel přebytku vzduchu lambda při zvýšených otáčkách považovány za přiměřené ukazatele charakterizující složení výfukových plynů vozidla.

Přípustné hodnoty obsahu CO při volnoběhu a obsahu CO a součinitele lambda při zvýšených otáčkách stanoví výrobce vozidla. Pokud uvedené hodnoty nebyly stanoveny, pak přípustnými hodnotami jsou:

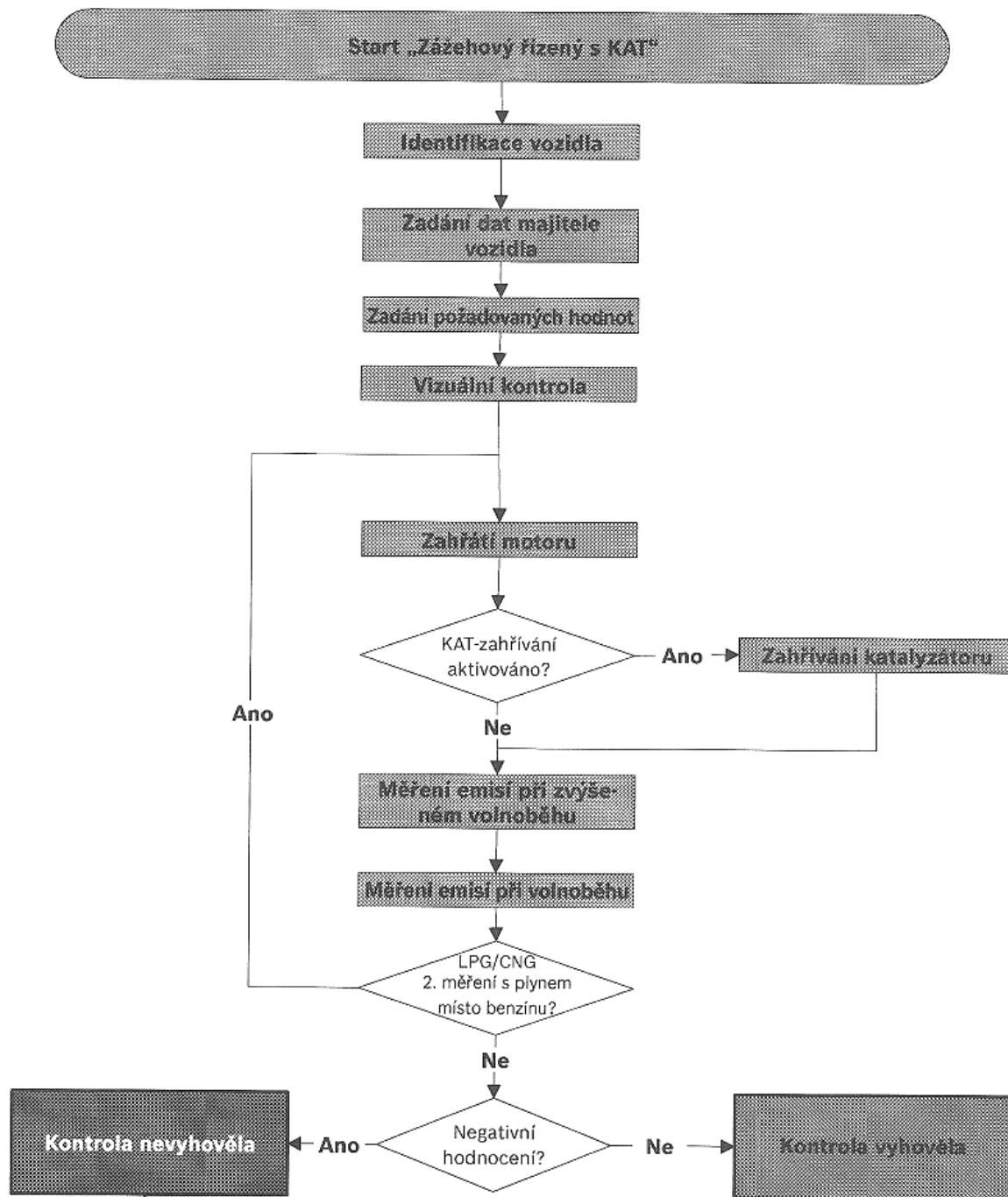
- a) 0,5 % obj. CO při volnoběžných otáčkách,  
b) 0,3 % obj. CO při zvýšených otáčkách,  
součinitel přebytku vzduchu lambda přitom musí dosahovat hodnoty 1 +/- 0,03.

Doba měření je při volnoběžných otáčkách minimálně 15 sekund a při zvýšených 30 sekund v rozmezí otáček.

Poznámka: Součinitel přebytku vzduchu lambda vypočítává přístroj pro měření emisí zážehového motoru z obsahu složek výfukového plynu podle Brettschneiderova vzorce.

$$\lambda = \frac{[CO_2] + \left[\frac{CO}{2}\right] + [O_2] + \left[\frac{NO}{2}\right] + \left( \left( \frac{Hcv}{4} \times \frac{3.5}{3.5 + \frac{[CO]}{[CO_2]}} \right) - \frac{Ocv}{2} \right) \times ([CO_2] + [CO])}{\left( 1 + \frac{Hcv}{4} - \frac{Ocv}{2} \right) \times ([CO_2] + [CO] + (Cfactor \times [HC]))}$$

## 2.1. Schématický postup měření:



### 3. Emisní analýza

Z výfukových plynů budou analyzovány tyto škodliviny:

*oxid uhelnatý (CO)*

Vysoce jedovatý, blokuje transport kyslíku v krvi. Jedná se o plyn bez chuti, zápachu a barvy. Při nadýchání vysoké koncentrace člověk omdlévá.

*oxidy dusíku (NOx)*

Vysoce jedovatý, blokuje transport kyslíku v krvi. Způsobuje respirační potíže a těžce poškozuje plíce. Způsobuje kyselý déšť, je složkou nebezpečných smogů.

*nespálené uhlovíky (HC)*

Jedovaté aromatické látky, mutagenní, rakovinotvorné, jeho komponenty tvoří smog, spolupodílí se na vzniku skleníkového efektu.

Z množství těchto měření hodnot je možné určit hlavní příčiny poruchy motoru.

#### 3.1. Měřicí zařízení

Přístroj použitý pro měření je Bosch Emisní Analýza.

Je to modulární systém, diagnostické měření emisí a souvisejících veličin (teplota, otáčky, úhel sepnutí, předstih, dynamický předvstřík, napětí na lambda sondě) u zážehových a vznětových motorů. Splňuje požadavky české legislativy, schválen pro úřední měření emisí v České republice.



Firma Bosch přichází v současné době s inovovanými typy emisních přístrojů určenými pro měření emisí zážehových motorů. U osvědčených přístrojů řady BEA byl použit nový typ měřicí komory pracující, oproti minulosti, na odlišné bázi absorpce infračerveného spektra plynem. Místo dřívějších měřicích komor plněných referenčními plyny využívá nová měřicí jednotka pro vyhodnocení koncentrace plynu speciální pásmový filtr. Pracuje na principu nedisperzní infračervené spektrometrie. Měřicí jednotka nového typu je tvořena zářičem, komorou a pásmovým filtrem. Jako zdroj světla slouží žárovka vyzařující infračervený paprsek. Tento paprsek prochází měřicí komorou protékanou vyhodnocovanými výfukovými plyny. V komoře pohltní měřené plyny část spektra paprsku, přičemž každý z měřených plynů pohlcuje

jinou vlnovou délku světla, to znamená jinou část spektra. Zeslabené infračervené světlo poté dopadá na vícenásobný pásmový filtr, který v každé své části propouští pouze vyhodnocované spektrum infračerveného paprsku. Filtr obsahuje pásmové propusti pro vlnové délky příslušející kyslíčníku uhelnatému, kyslíčníku uhličitému a uhlovodíku hexanu. Takto získané signály, které jsou nepřímo úměrné koncentraci plynu (čím vyšší koncentrace, tím více pohlceného spektra a tím nižší signál) se poté dále vyhodnocují. Popsaná změna hardwaru emisních přístrojů si ale vynutila i změnu obslužného softwaru – programu „emisní systémové analýzy“ ESA. K tomu se připojila i aplikace sjednocené legislativy Evropské unie pro oblast měřicích přístrojů – směrnice Evropského společenství 2004/22/ES, která klade nové požadavky mimo jiné i na emisní přístroje pro zážehové motory. Nařízením vlády č. 464/2005 Sb., které zavedlo zmíněnou směrnici do českého právního systému, se staly emisní analyzátory tzv. stanovenými výrobky. Pro stanovené výrobky platí předepsané typové schvalovací postupy a postupy posuzování shody výrobku se schváleným typem. To vše a další zákonné požadavky si vyžádaly podrobit jak přístroje, tak i jejich software novému schvalovacímu řízení na ministerstvu dopravy. Schvalovací zkoušky pro ministerstvo dopravy zajišťuje pověřená zkušebna – firma DEKRA Automobil, a. s., kde od počátku roku 2009 zkoušky probíhaly. Z nich pak vyplynuly připomínky, na jejichž základě byly realizovány další úpravy emisního programu. Výsledkem proběhlých zkoušek je typové schválení a k němu ministerstvem dopravy vydané osvědčení pro přístroj Bosch BEA 051 nové generace ve spolupráci se softwarem ESA 2.40CZ. Tímto jsou zařízení BEA a software ESA schváleny pro použití ve stanicích ME v ČR. Jelikož u přístroje BEA 051 se jedná pouze o měřicí modul, který není schopen

samostatné činnosti, byl schvalován v kompletu jako sestava emisního přístroje BEA řady 8x0 s počítačem, monitorem a dalšími náležitostmi. Nové schválení se však netýká jen nové řady emisních přístrojů BEA 8x0 osazené zmíněným modulem, ale vztahuje se i na kombinace nových i starších přístrojů, v případě, že jsou tímto novým měřicím modulem a novým softwarem vybaveny. Vydané schválení tak umožňuje provozovat ve stanicích měření emisí aktuálně dodávané typy motortesterů FSA 720/740/750 dovybavené na emisní pracoviště. Na základě vydaného osvědčení lze však použít i některou ze starších sestav emisních přístrojů Bosch i v nově schvalovaných provozech stanic ME za předpokladu, že došlo k výměně původního analyzátoru za modul BEA 051 a k instalaci aktuální verze softwaru ESA.

Na emisní přístroj můžeme pohlížet jako na stavebnici sestavenou z několika samostatných modulů umístěných v pojízdném vozíku případně samostatně, která se skládá z:

- měřicího modulu motortesteru
- modulu emisního analyzátoru
- měřicího modulu kouřoměru – opacimetru
- modulu pro komunikaci s řídicími jednotkami vozidel
- přídatného měřicího otáčkového modulu

Poznámka: Obecně tvoří základ motortester a emisní analyzátor nebo kouřoměr, případně oba přístroje. Ostatní moduly patří mezi volitelnou výbavu. Z uvedených modulů byly vytvořeny základní sestavy s PC, které lze případně rozšiřovat o další prvky. Kombinovaný tester BEA 850, který byl již určitý čas na českém trhu k dispozici, byl v nabídce doplněn o samostatné



přístroje pro měření emisí zážehových a vznětových motorů. V kombinovaném přístroji došlo k náhradě původního typu emisního analyzátoru za nově homologovaný typ BEA 051. Tato sestava byla rozšířena o dále zmíněný otáčkový modul BDM 300.



V nabídce firmy Bosch a jejích autorizovaných distributorů jsou k dispozici varianty přístrojů uvedené v tabulce. Modul emisního analyzátoru Bosch BEA 051. Jedná se o tzv. slepý modul, tj. o zařízení bez jakýchkoli indikačních a ovládacích prvků, který je určen pro spolupráci s počítačem s operačním systémem Windows a je ovládán emisním softwarem ESA.

Modul emisního analyzátoru Bosch BEA 460.

Jde rovněž o slepý modul, který ke své činnosti potřebuje připojený počítač a program ESA. Základem je měřicí jednotka z analyzátoru BEA 051 doplněná o integrovaný modul motortesteru a případně i zabudované diagnostické rozhraní OBD. Tento přístroj je koncipován díky svým malým rozměrům a nízké hmotnosti jako přenosný, a tudíž se předpokládá spolupráce s přenosným počítačem, což však není podmínkou. K mobilitě zařízení, oproti předchozímu modelu, přispívá možnost využití bezdrátového Bluetooth k

propojení mezi PC/notebookem a BEA 460. V případě použití bezdrátového Bluetooth modulu KTS 540, 570 nebo KTS 515 (diagnostika řídicí jednotky) lze i zde využít bezdrátovou komunikaci.

KTS 670:



Současně s nezbytnými úpravami emisního programu ESA bylo rozhodnuto i o jeho rozšíření o funkce, které výrazně zvýší jeho užitnou hodnotu jak vlastního programu, tak celého emisního přístroje. Do programu byly zabudovány komunikační funkce palubní diagnostiky známější pod zkratkou OBD, tj. funkce komunikace s řídicími jednotkami vozidel, které jsou zaměřeny na kontrolu zařízení rozhodující pro tvorbu emisí.

Program nabízí výběr vozidla dle výrobce, typu emisního systému, modelu a případně dalších výběrových kritérií. Hodnoty zvoleného vozidla jsou poté převzaty a vyhodnocení měření emisí se provádí na základě těchto dat. Emisní databanka tvoří vhodný doplněk k emisním přístrojům provozovaným se

softwarem ESA.

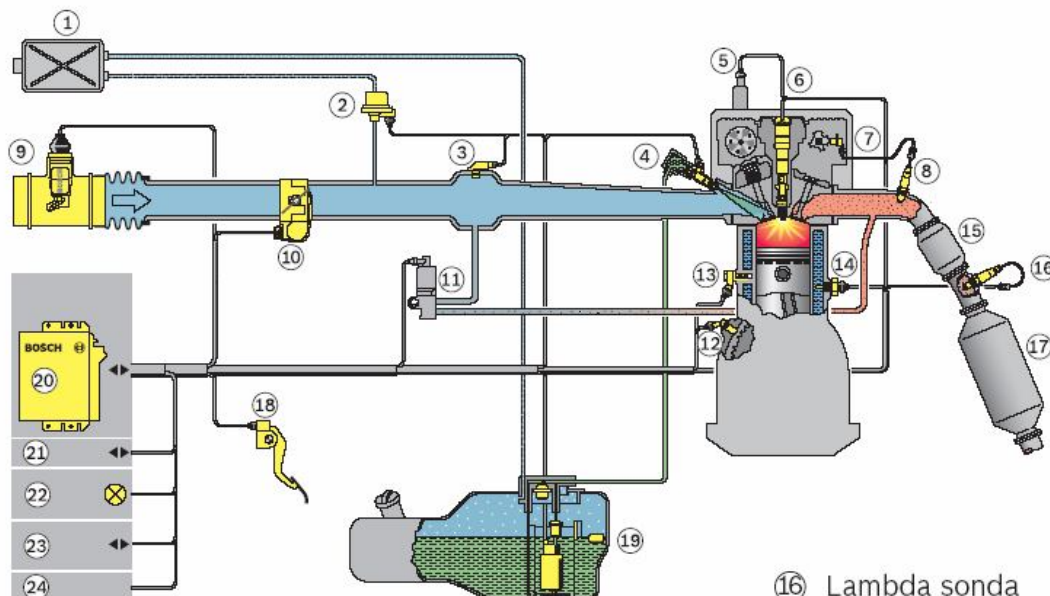
### 3.2. Přesnost měření:

veličina	Měřicí rozsah	Přesnost
CO	0 – 10% vol.	0.001% vol.
CO <sub>2</sub>	0 – 18% vol	0.01% vol.
HC	0 – 9999% ppm vol.	1.0 ppm vol.
O <sub>2</sub>	0 – 22% vol.	0.01% vol.
NO	0 – 5000 ppm vol.	1.0 ppm vol.

Je dána převážně přesností měřícího přístroje. Nepřesnosti mohou nastat také chybným postupem měření a to nedostatečným zastrčením sondy do výfuku, netěsností výfuku a znečištěnými filtry. Jinak je měření zcela automatické bez možnosti vnějšího zásahu.

### 4. Motor

Pro měření jsem zvolil řízený 4-válcový motor se systémem motronic a vícebodovým vstřikováním. Ve výfukovém potrubí je řízený třicestný katalyzátor pro úpravu plynů. Jedná se o nejvíce používaný systém řízení motoru.



- |                                      |                           |   |
|--------------------------------------|---------------------------|---|
| ① Nádobka s aktivním uhlím           | ⑦ Fázový senzor           | ⑬ Sensor klepání motoru                 |
| ② Regenerační ventil                 | ⑧ Lambda sonda            | ⑭ Sensor teploty motoru                 |
| ③ Sensor teploty nasávaného vzduchu  | ⑨ Měřič hmotnosti vzduchu | ⑮ Katalyzátor                           |
| ④ Přívod paliva/vstřikovač           | ⑩ Škrticí klapka (ETC)    | ⑯ Lambda sonda                          |
| ⑤ Sensor polohy vačkového hřídele    | ⑪ EGR ventil              | ⑰ Katalyzátor                           |
| ⑥ Zapalovací cívka/zapalovací svíčka | ⑫ Sensor otáček motoru    | ⑱ Elektrické palivové čerpadlo v nádrži |
|                                      | ⑬ Sensor klepání motoru   | ⑳ Elektronická řídicí jednotka          |
|                                      | ⑭ Sensor teploty motoru   | ㉑ CAN                                   |
|                                      | ⑮ Katalyzátor             | ㉒ Kontrolka diagnostiky                 |
|                                      |                           | ㉓ Diagnostika                           |
|                                      |                           | ㉔ Imobilizér                            |

Motronic spojuje v jedné řídicí jednotce kompletní elektroniku řízení motoru, která u zážehového motoru vykonává všechny potřebné řídicí zásahy.

Provozní data jsou získávána pomocí snímačů a vstupní obvody v řídicí jednotce upravují tato data pro mikroprocesor. Ten zpracovává upravená data, rozpoznává z nich provozní stav motoru a vypočítává potřebné ovládací signály. Koncové stupně zesilují tyto signály, ovládající posléze akční členy, které řídí provozní stavy motoru. Tím je dosaženo optimální přípravy směsi a její zapálení ve správný okamžik při různých provozních stavech motoru.

Další řídicí a regulační funkce jsou nutné ke snížení emisí a spotřeby paliva jež jsou požadovány zákonnými normami. Tyto funkce rozšiřují základní systém Motronic a dovolují tak hlídání všech vlivů na složení výfukových plynů.

Patří sem :

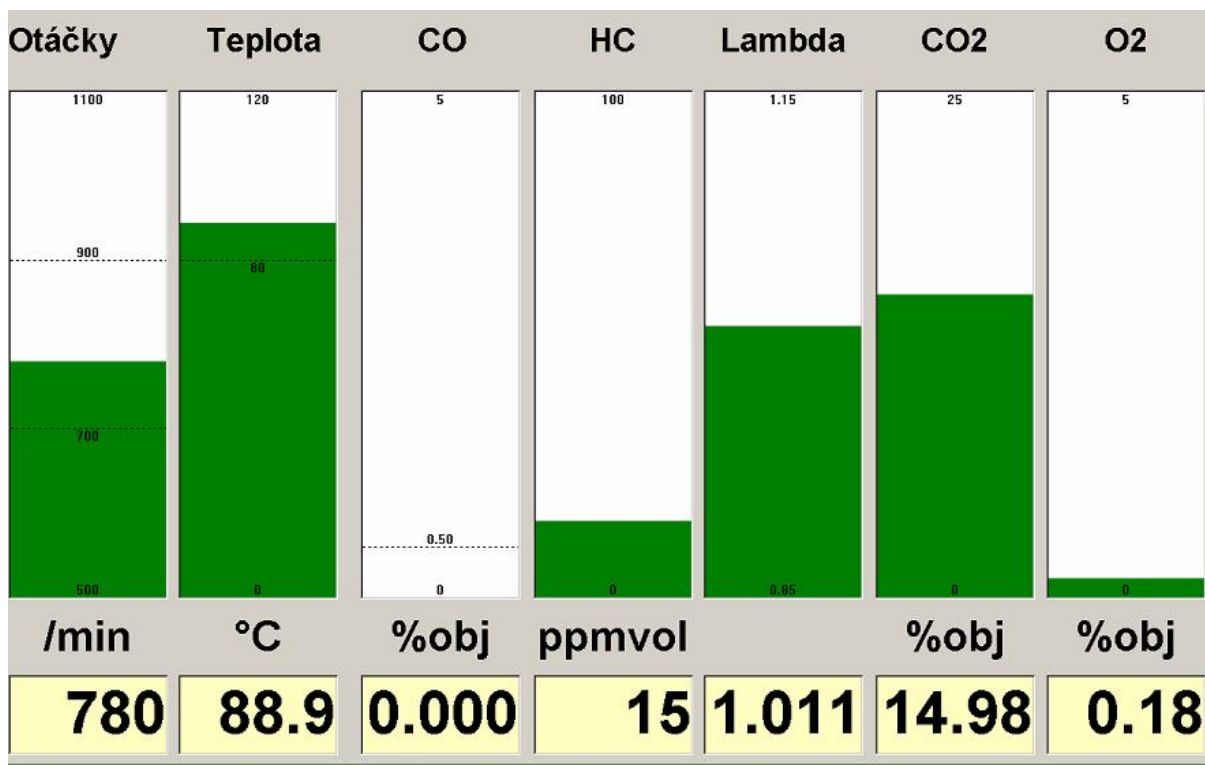
- regulace volnoběžných otáček,
- lambda regulace,
- řízení systému odvětrání palivové nádrže,
- regulace klepání,
- recirkulace spalin ke snížení obsahu  $\text{NO}_x$ ,
- řízení vhánění sekundárního vzduchu ke snížení obsahu HC.

Při zvýšených požadavcích výrobce automobilů může být systém doplněn ještě o následující funkce:

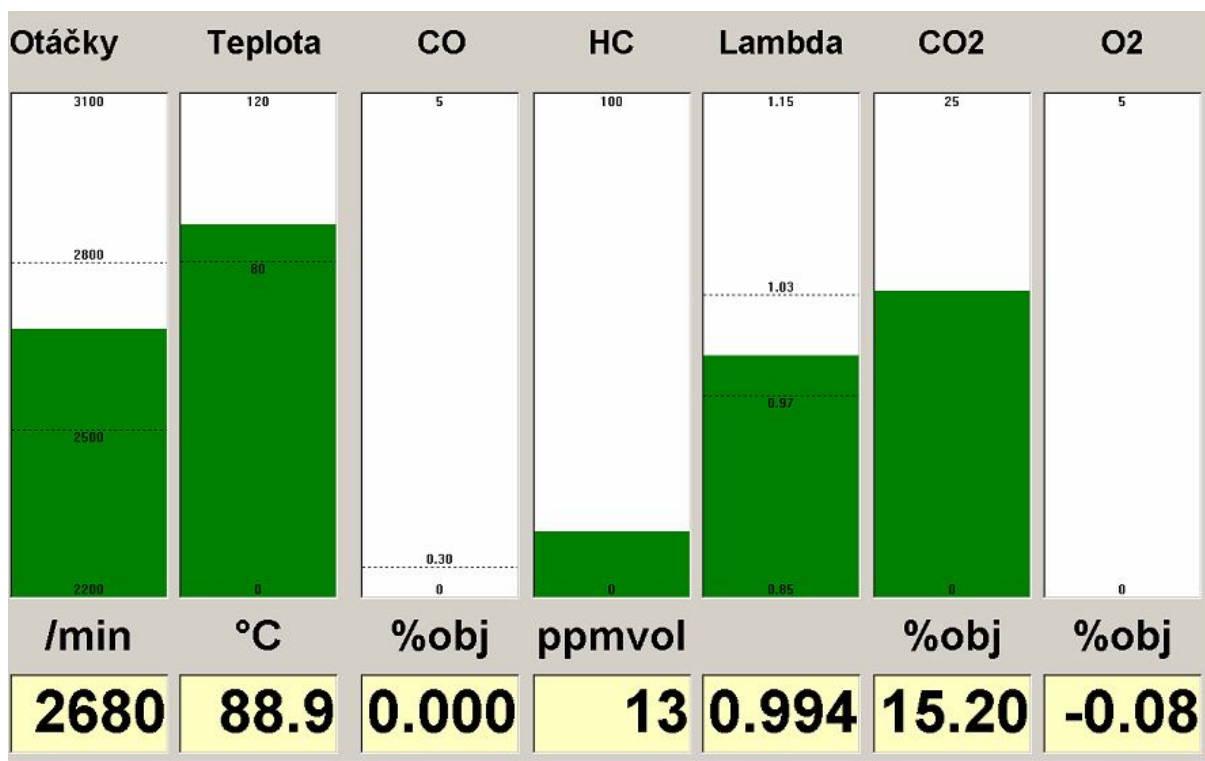
- řízení turbodmychadla jakož i sacího potrubí s proměnnou délkou k regulaci nárůstu výkonu motoru,
- řízení nastavení vačkových hřídelů ke snížení emisí ve výfukových plynech jakož i regulaci nárůstu výkonu motoru,
- regulaci klepání jakož i omezení maximálních otáček a omezení maximální rychlosti jízdy potřebné k ochraně motoru a vozidla.

Motor a výfukový systém bez závad dokáže při pracovní teplotě snížit hodnoty škodlivých plynů takřka na nulu.

Volnoběžné otáčky:



Zvýšené otáčky:



Otáčky nemají při správné funkci zásadní vliv, jediné co se mění je hodnota lambda, protože při volnoběhu je směs záměrně ochuzována pro nejnižší spotřebu.

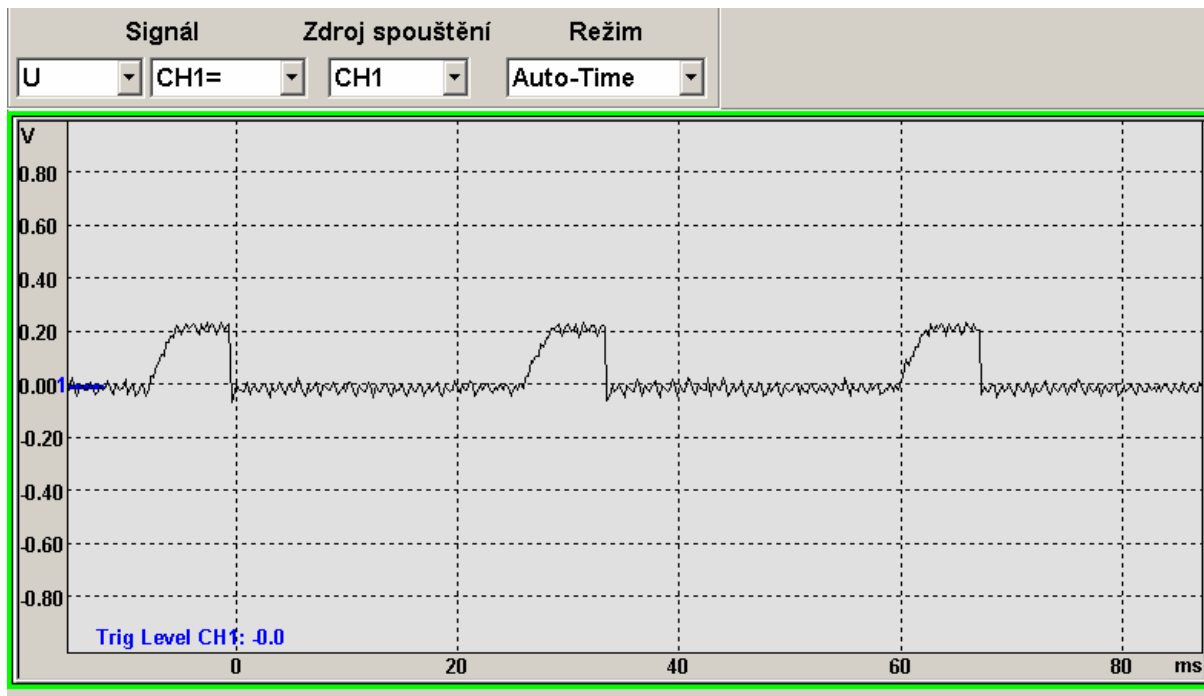
#### **4.1. Zapalování**

Ve vysokonapěťovém obvodu zapalování je vytvářeno vysoké zapalovací napětí a ve správný okamžik rozdělováno na jednotlivé zapalovací svíčky.

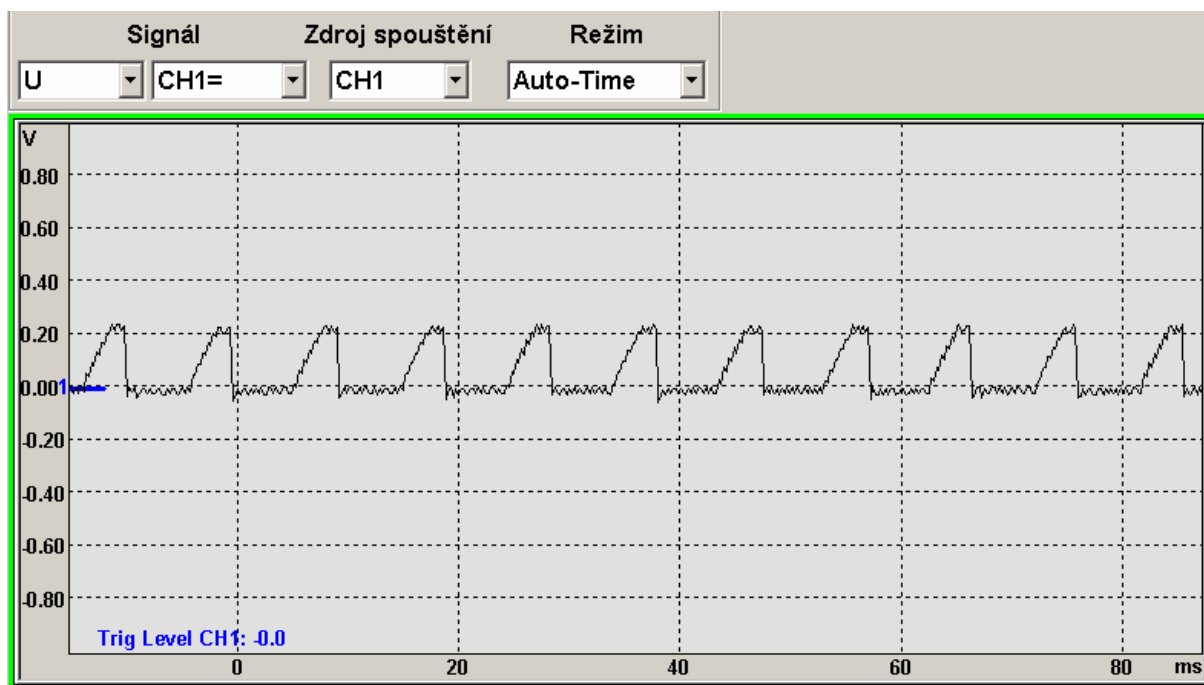
Vysokonapěťový obvod Motronic může být rozdílného provedení:

- Vysokonapěťový obvod s jednou zapalovací cívkou, jedním koncovým stupněm a jedním rozdělovačem vysokého napětí pro všechny válce (zapalování s rotačním rozdělovačem).
- Vysokonapěťový obvod s jednou jednojiskrovou zapalovací cívkou a jedním koncovým stupněm pro každý válec (bezrozdělovačové neboli elektronické zapalování). Každému válci je přidělena jedna zapalovací cívka a jeden koncový stupeň, ovládané v pořadí zapalování řídicí jednotkou Motronic.
- Vysokonapěťový obvod s jednou dvoujiskrovou zapalovací cívkou a jedním koncovým stupněm pro každé dva válce (bezrozdělovačové neboli elektronické zapalování). Jedné zapalovací cívce s jedním koncovým stupněm jsou přiřazeny dva válce motoru. Na konce sekundárního vinutí jsou napojeny po jedné zapalovací svíčke příslušného válce. Válce jsou zvoleny tak, aby v horní úvrati byl vždy jeden z páru ve fázi komprese a druhý ve fázi výfuku. V době zápalu přeskočí jiskra na obou zapalovacích svíčkách.

Průběh signálu od řídicí jednotky k zapalovací cívce volnoběžné otáčky:



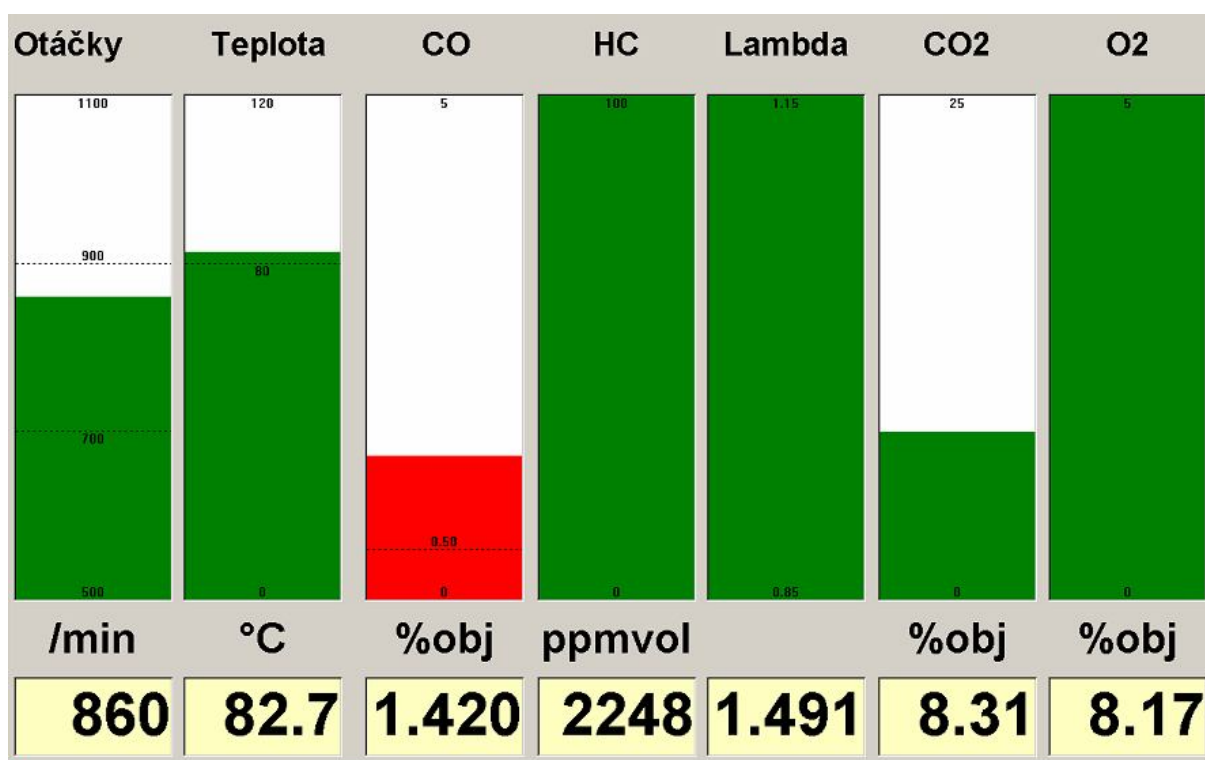
Průběh signálu od řídicí jednotky k zapalovací cívce zvýšené otáčky:





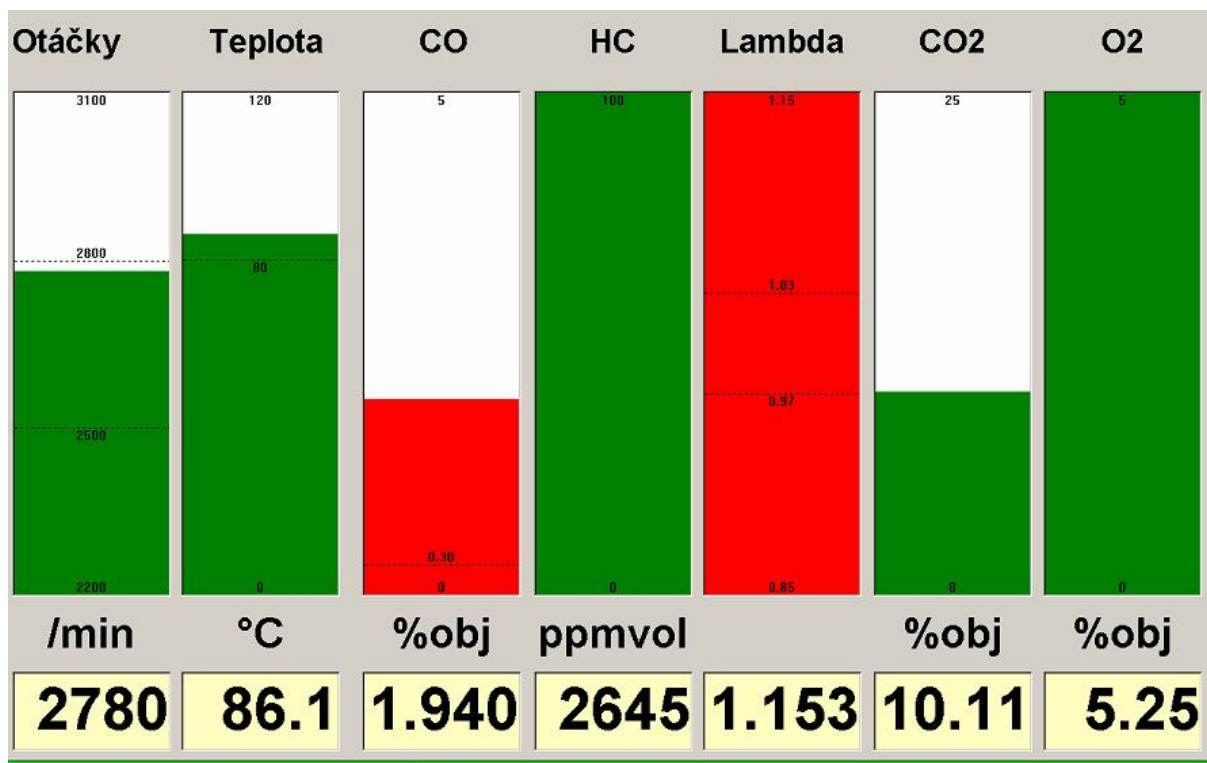
K výpadku zapalování může dojít vadnou zapalovací svíčkou, poškozeným vysokonapěťovým kabelem nebo modulem. U delšího výpadku spalování válce se směs z válce dostane do katalyzátoru, ten překročí svou pracovní teplotu a dojde k jeho vypálení.

Hodnoty emisí při výpadku zapalování – volnoběžné otáčky:



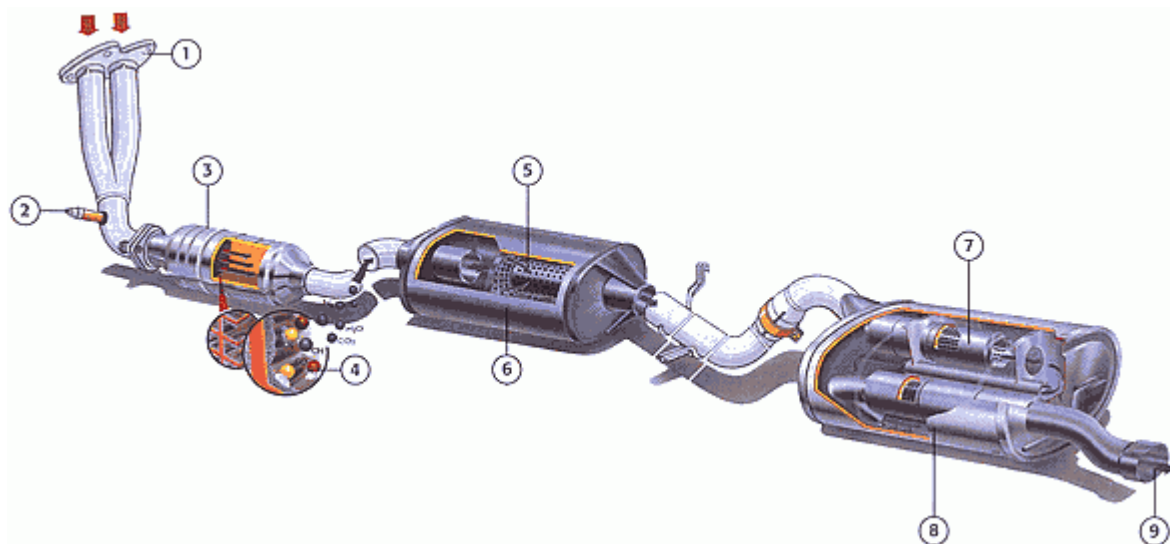
Hodnota uhlovodíků HC jsou pro katalyzátor přímo katastrofální. Proto se zakazuje při tomto stavu startovat motor nebo při vybitém akumulátoru startovat způsobem roztlačením vozidla.

Hodnoty emisí při výpadku zapalování – zvýšené otáčky:



Při vyšších otáčkách je poškození ještě větší protože škodliviny procházejí katalyzátorem v mnohem větším množství a ke spálení katalytické vrstvy dochází rychleji.

## 4.2. Katalyzátor



1 - příruba ke sběrnému potrubí, 2 - lambda sonda, 3 - třicestný katalyzátor, 4 - označení chemické činnosti katalyzátoru, 5 - expanzní komora prvního (předního) tlumiče, 6 - dvojitý plášť s izolační vrstvou, 7 - tlumicí prvky druhého (zadního tlumiče), 8 - dvojitý plášť s izolační vrstvou, 9 - vyústění výfuku

Katalyzátor je zařízení pro katalytické čištění výfukových spalin motorových vozidel. Katalyzátor obsahuje účinnou chemickou látku (většinou ušlechtilý kov jako je např. platina nebo rhodium), keramický nebo kovový nosný materiál a podle druhu konstrukce různá regulační zařízení k řízení čisticího procesu. Podle druhu katalyzátoru dochází k oxidační přeměně kyslíčnicku uhelnatého na kysličník uhličitý, uhlovodíků na kysličník uhličitý a vodu a k redukci kyslíčnicku dusnatého na plynný dusík a kyslík. Moderní katalyzátory snižují množství škodlivin ve spalinách až o 98 %. V automobilech se používají třicestné katalyzátory (zážehové motory) a oxidační katalyzátory (vznětové motory) - podle druhu motoru až dva hlavní a čtyři předřazené primární katalyzátory.

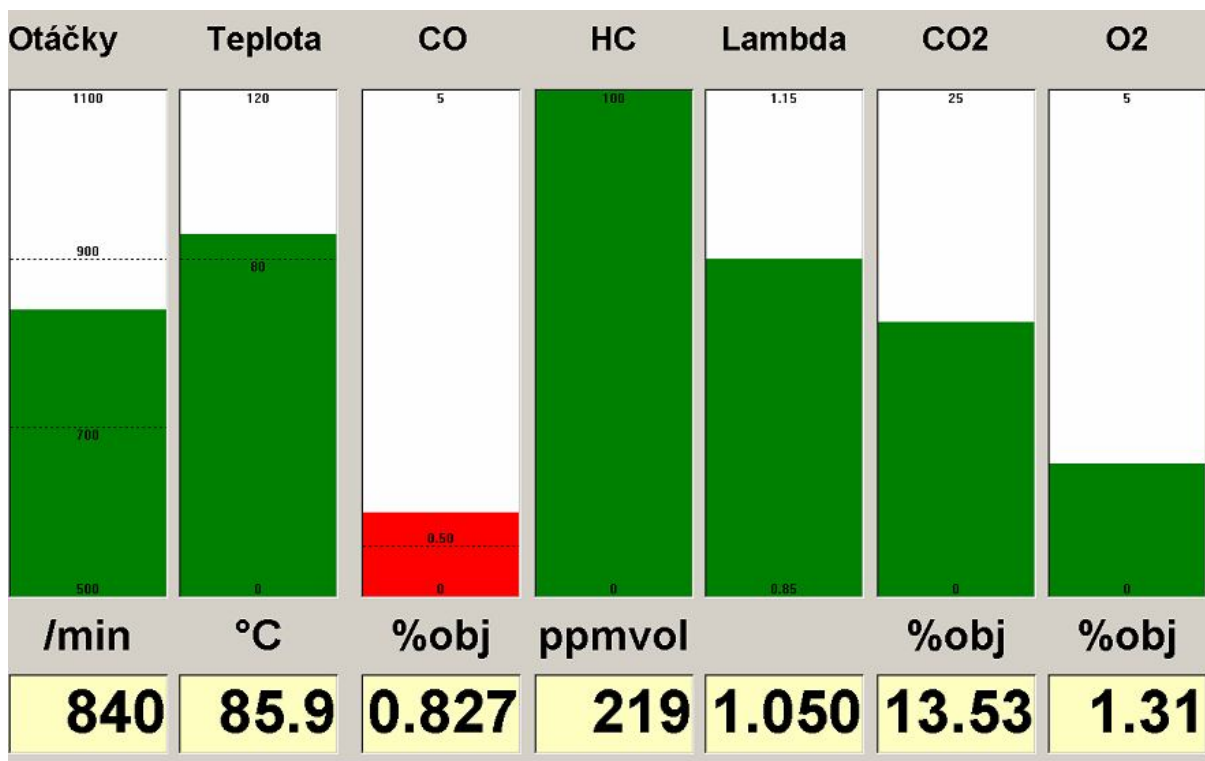
#### 4.2.1. Třícestný katalyzátor

Na rozdíl od oxidačního katalyzátoru mohou v třícestném katalyzátoru probíhat oxidační i redukční reakce a třícestný katalyzátor tedy dokáže měnit i oxidy dusíku na plynný dusík a kyslík a přeměňovat uhlovodíky a kysličník uhelnatý. Kombinovaný průběh těchto opačných chemických reakcí potřebuje stálé řízení, neboť spaliny smí obsahovat jen tolik kyslíku, kolik je potřebné pro oxidační procesy (jinak je bráněno průběhu redukčních procesů).

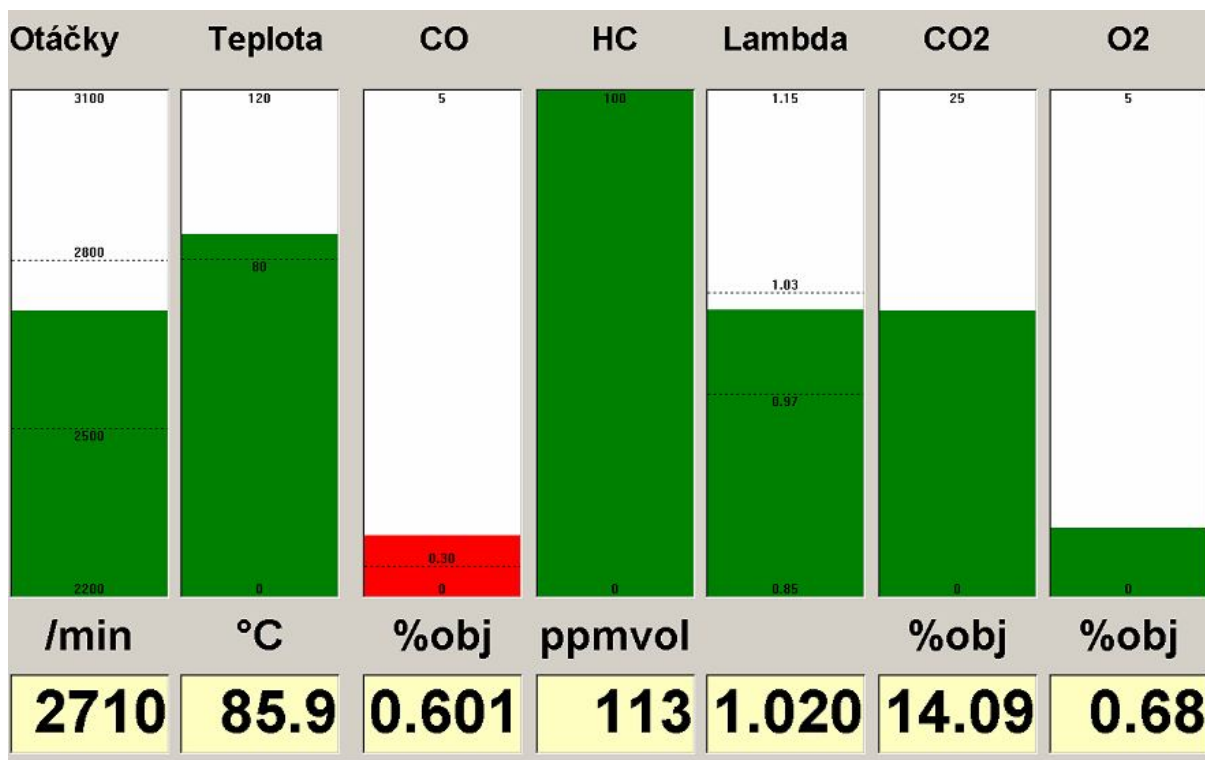
V moderních vozidlech se proto používají výhradně řízené třícestné katalyzátory. Na rozdíl od neřízených katalyzátorů mají lambda sondu, která měří obsah zbytkového kyslíku ve spalinách. Na bázi této základní veličiny reguluje elektronika motoru poměr palivo-vzduch a zajišťuje tak optimální čištění spalin. Katalyzátory mají svoji životnost. Je to kolem 150000 km podle používání s funkčním motorem. Špatně fungující motor životnost katalyzátoru značně zkracuje. Obecně nemá katalyzátor na chod motoru velký vliv pokud nedojde k jeho ucpání. Ale vozidlo s nefunkčním katalyzátorem neplní emisní limity.



Emise s nefunkčním katalyzátorem – volnoběh:



Emise s nefunkčním katalyzátorem – zvýšené otáčky:



Oxid uhelnatý CO a uhlovodíky HC nejsou snižovány. U řízených systémů legislativa uhlovodíky nelimituje. Dostatečně vypovídající je hodnota CO.

### **4.3. Zatížení motoru**

Jedna z hlavních veličin pro výpočet vstřikovaného množství a okamžiku zážehu je zatížení motoru. Pro stanovení zatížení motoru se u systémů Motronic používají následující snímače zatížení:

- měřič množství vzduchu,
- měřič hmotnosti vzduchu se žhaveným drátem,
- měřič hmotnosti vzduchu s vyhřívaným filmem,
- snímač tlaku v sacím potrubí a
- snímač polohy škrtkové klapky.

Snímač polohy škrtkové klapky se u systémů Motronic většinou používá jako tzv. vedlejší snímač zatížení, společně s výše jmenovanými hlavními snímači zatížení.

#### **4.3.1. Měřič množství vzduchu**

V řídicí jednotce je ze signálů zatížení a otáček motoru vypočítána hodnota zatížení, která odpovídá hmotnosti nasátého vzduchu za jeden zdvih motoru. Tato hodnota zatížení je brána jako základ pro výpočet doby vstřiku a pro pole charakteristik určujícího úhel předstihu zážehu.

Při použití měřiče hmotnosti vzduchu s žhaveným drátem popř. vyhřívaným filmem je přímo měřena hmotnost vzduchu, která je použita jako veličina pro výpočet hodnoty zatížení. Při měření měřičem množství vzduchu je pro zjištění hmotnosti vzduchu nutné použít korekci hustoty vzduchu. V jedno-

tlivých případech jsou chyby v měření způsobené silnými vzduchovými pulzacemi v sacím potrubí kompenzovány korekcí pulzace.

U systémů měřících tlak v sacím potrubí neexistuje, v porovnání se systémy měřícími přímo hmotnost vzduchu, žádný matematický vztah mezi tlakem v sacím potrubí a hmotností nasátého vzduchu. Pro výpočet hodnoty zatížení je zde v řídicí jednotce použito přizpůsobovací pole charakteristik.

Měřič množství vzduchu je umístěn mezi vzduchovým filtrem a škrťací klapkou a měří objem proudu vzduchu nasátý motorem [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]. Proud vzduchu natáčí měřící klapku proti konstantní síle vratné pružiny a úhel natočení klapky je snímán potenciometrem. Napětí na potenciometru je vedeno do řídicí jednotky, kde se porovnává s napájecím napětím potenciometru. Tento napěťový poměr je úměrný množství vzduchu nasátého motorem.

Aby nedocházelo, vlivem pulzací nasávaného vzduchu, ke chvění měřící klapky, je systém doplněn protiklapkou s tlumícím prostorem. Změny hustoty vzduchu způsobené různou teplotou nasávaného vzduchu jsou korigovány snímačem teploty integrovaným do měřiče množství vzduchu, jehož hodnotu odporu zpracovává řídicí jednotka motoru.

Měřič množství vzduchu byl používán u starších vývojových verzí.

#### **4.3.2. Měřič hmotnosti vzduchu**

U měřičů hmotnosti vzduchu se žhaveným drátem a vyhřívaným filmem se jedná o "termické" snímače zatížení. Jsou umístěny mezi vzduchovým filtrem a škrťací klapkou a měří hmotnost proudu vzduchu nasátého motorem [ $\text{kg}/\text{h}$ ]. Oba měřiče pracují na stejném principu.

V proudu nasávaného vzduchu se nachází elektricky vyhřívané tělísko, které je proudem vzduchu ochlazováno. Regulační obvod přivádí vyhřívací proud o

takové velikosti, aby rozdíl teploty tohoto tělíska vůči teplotě nasávaného vzduchu byl konstantní. Velikost vyhřívacího proudu je pak úměrná hmotnosti proudu vzduchu. Hustota vzduchu je u tohoto systému zohledněna, protože je spoluurčena velikostí přenosu tepla z vyhřívaného tělíska.

#### **4.3.2.1. Měřič hmotnosti vzduchu se žhaveným drátem**

U měřiče hmotnosti vzduchu se žhaveným drátem je vyhřívané tělísko tvořeno 70  $\mu\text{m}$  tenkým platinovým drátkem. Pro kompenzaci teploty nasávaného vzduchu je v tělese měřiče integrován snímač teploty. Žhavící elektrický proud vytváří na přesném měřicím odporu proporcionální napěťový signál, úměrný hmotnosti proudu vzduchu, který je přiváděn k řídicí jednotce. Pro minimalizaci nepřesností způsobených usazeninami na platinovém drátku je při každém vypnutí motoru žhavený drát na jednu sekundu rozžhaven. Tím se případné usazené nečistoty spálí, popř. odpaří a drátek se tak vyčistí.



#### 4.3.2.2. Měřič hmotností vzduchu s vyhříváním filmem



U měřiče hmotnosti vzduchu s vyhříváním filmem je vyhřívané tělísko tvořeno tenkým platinovým filmem. Ten se nachází společně s dalšími elementy můstkového zapojení na keramické destičce.

Teplota filmu je získávána z teplotně závislého odporu (snímač průtoku), který je součástí můstku. Dlouhodobá přesnost zůstává zachována i bez spalování nečistot. Protože se nečistoty usazují zejména na přední hraně sensorového elementu, části rozhodující pro přenos tepla, umístěné na keramickém substrátu, zůstávají bez usazenin. Navíc je sensorový element zkonstruován tak, že případné usazeniny nečistot neovlivní jeho obtékání.

### 4.3.3. Diagnostika snímače hmotnosti vzduchu



Snímač hmotnosti nasávaného vzduchu měří s velkou přesností hmotnost a teplotu vzduchu nasávaného motorem („hmotnostní průtok vzduchu“). Signál vytvářený snímačem hmotnosti nasávaného vzduchu se používá k výpočtu množství vstřikovaného paliva, a v případě vznětových motorů také k řízení recirkulace výfukových plynů. Jedná se o prvek důležitý pro snížení množství výfukových plynů a regulaci přiváděného vzduchu.

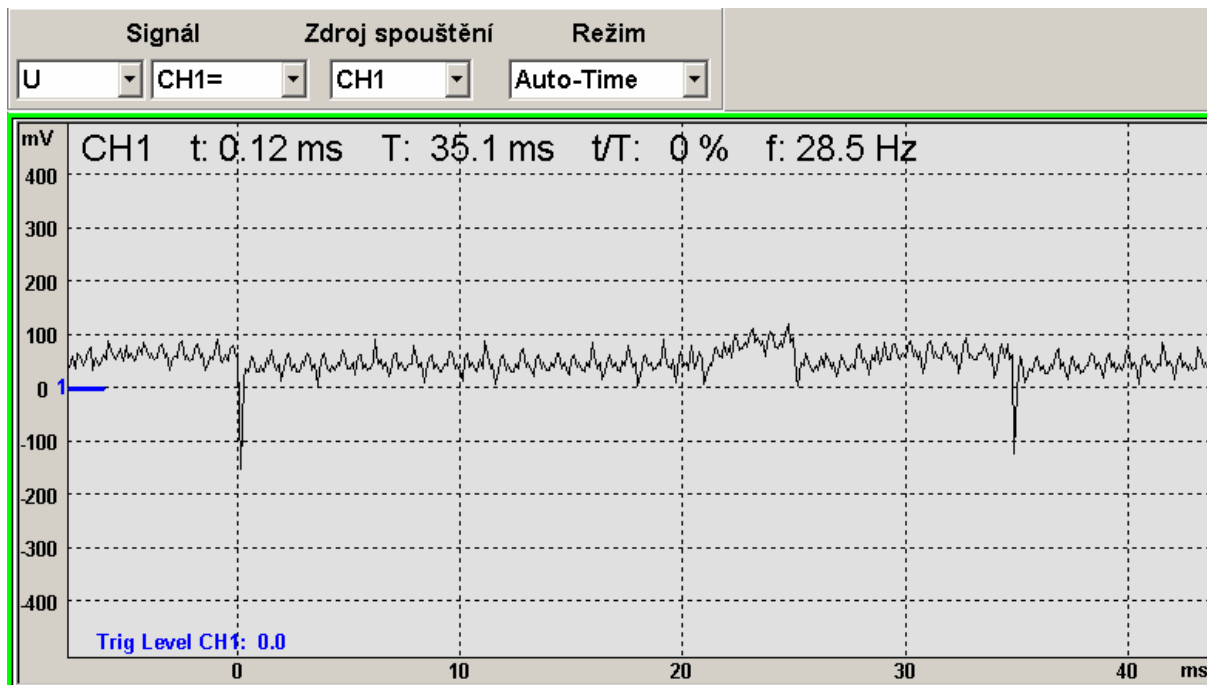
Vadný nebo znečištěný snímač hmotnosti nasávaného vzduchu může poskytovat nesprávné vstupní signály řídicí jednotce motoru, která na základě toho vysílá nesprávné informace jiným součástem, tzv. akčním členům.

V případě přeplňovaných motorů je snímač hmotnosti nasávaného vzduchu vystaven zvlášť silnému namáhání, a to v důsledku toho, že průtok vzduchu i jeho rychlost jsou velmi vysoké.

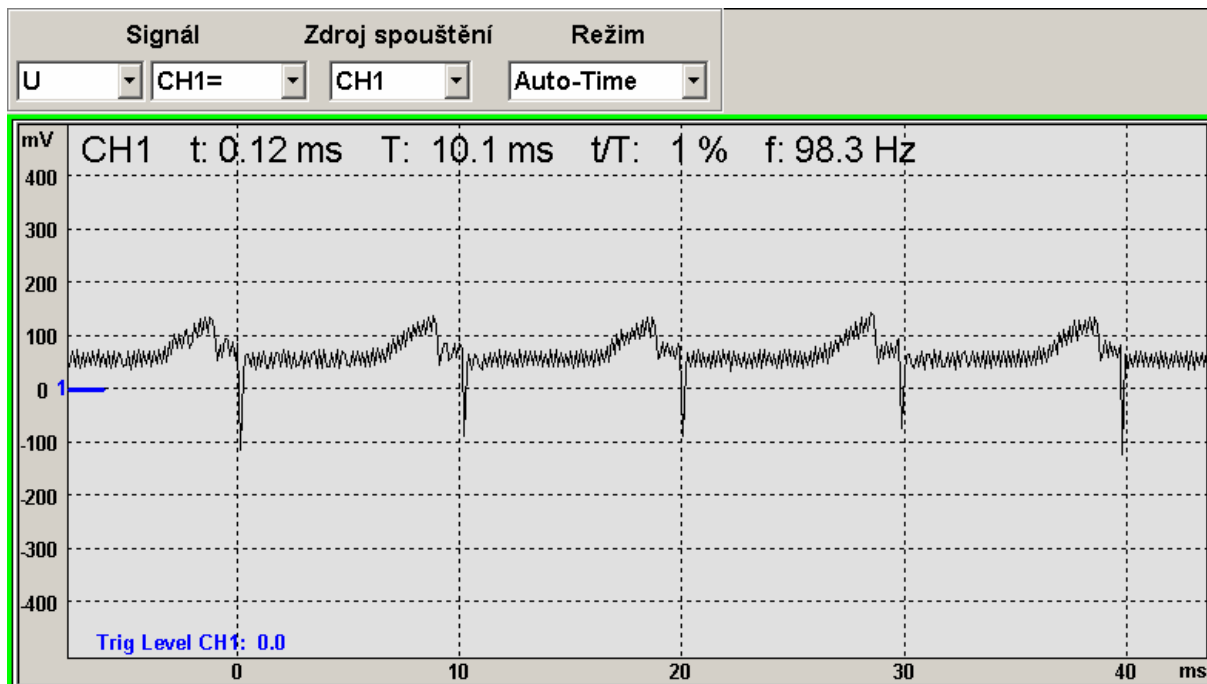
Celý snímač hmotnosti nasávaného vzduchu se skládá z průtokového kanálu („trubky“), ve které je nasávaný proud vzduchu směřován měřicím kanálem až k vlastnímu snímači. V závislosti na typu používaného vozidla je snímač hmotnosti nasávaného vzduchu buď zcela integrován do trubky zhotovené ze syntetického materiálu, nebo je použit vlastní snímač jako samostatný modul.

Obě verze (s integrovaným, snímačem/zásuvným modulem) se nazývají „snímač hmotnosti nasávaného vzduchu“. Dřívější typy byly vybaveny prvkem snímače typu topného či termického snímače – drátu. Tento topný drát se díky vlivu ulpívání nečistot často přepálil a stal nefunkčním. K tomuto jevu docházelo v momentě vypnutí motoru, kdy krátkodobě došlo k razantnímu nárůstu teploty. Novější typy pracují s vyhřívaným odporem typu tenkého olejového filmu na podložce, kdy k tomuto jevu nedochází. Tento senzor typu tepelného filmu se zahřívá na teplotu zhruba 120 – 180° C (v závislosti na výrobci vozidla). Přiváděný vzduch toto čidlo ochlazuje, přičemž se takové ochlazení kompenzuje ohřevem el. proudem řízeným elektronickou řídicí jednotkou motoru. Tento ohřívací proud je přímo úměrný množství nasávaného vzduchu. Výpočet doby vstřiku paliva na základě zjištěných hodnot provádí řídicí jednotka motoru dle zadaného datového pole. Tato metoda zohledňuje hustotu procházejícího vzduchu. Novější typy se dvěma samostatnými měřícími můstky jsou rovněž schopné rozeznat impulsy a zpětné proudění spalin.

Signál hmotnosti vzduchu při volnoběžných otáčkách:



Signál hmotnosti vzduchu při zvýšených otáčkách:

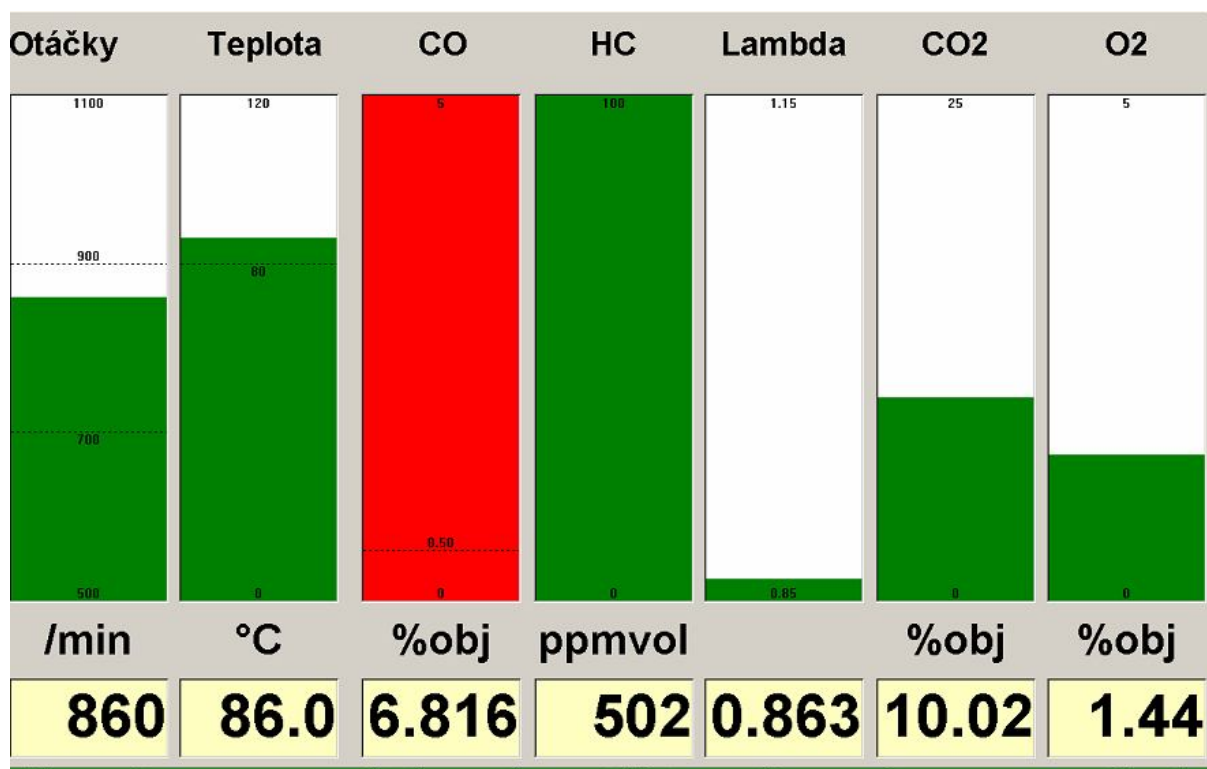


#### 4.3.3.1. Závady a možné příčiny

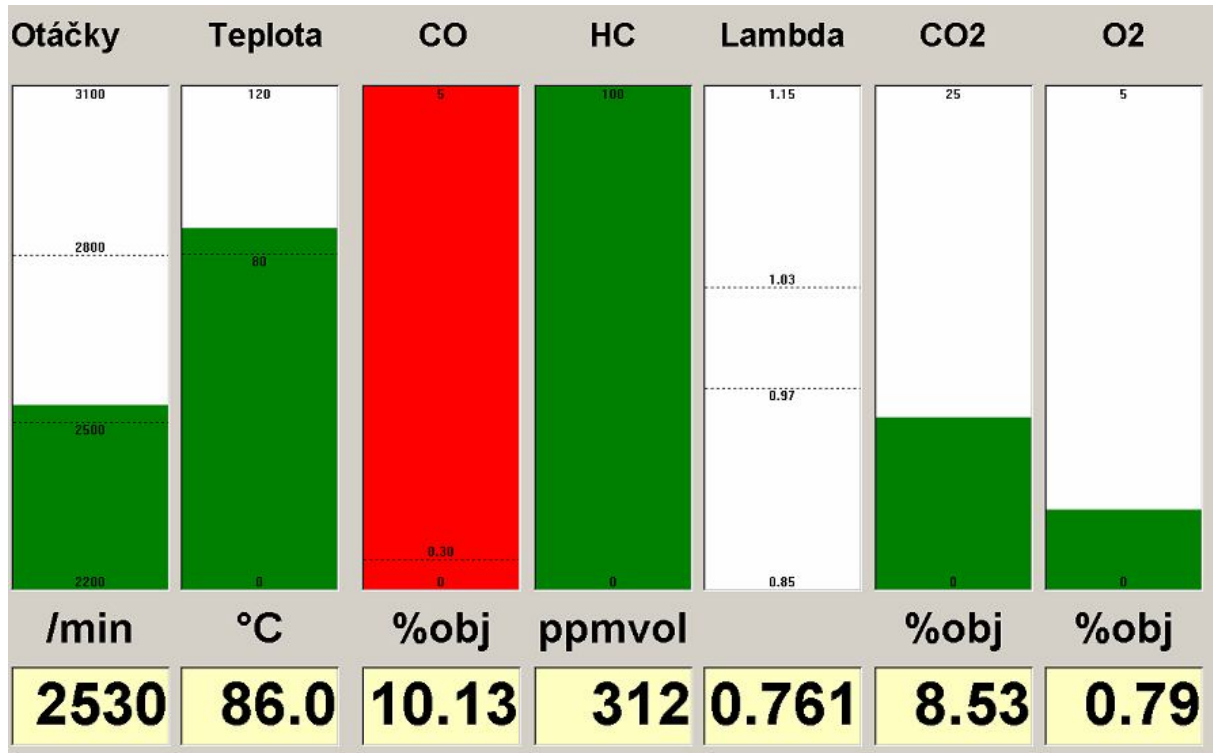
Vadné, znečištěné nebo zanešené snímače hmotnosti nasávaného vzduchu poskytují nesprávné signály. To se může projevat následujícím způsobem:

- černý kouř
- nedostatečný výkon
- náhlá ztráta výkonu (díra ve výkonu)
- vysoké emise

Nefunkční měřič hmotnosti vzduchu volnoběh:



Nefunkční měřič hmotnosti vzduchu zvýšené otáčky:



Možné příčiny poškození

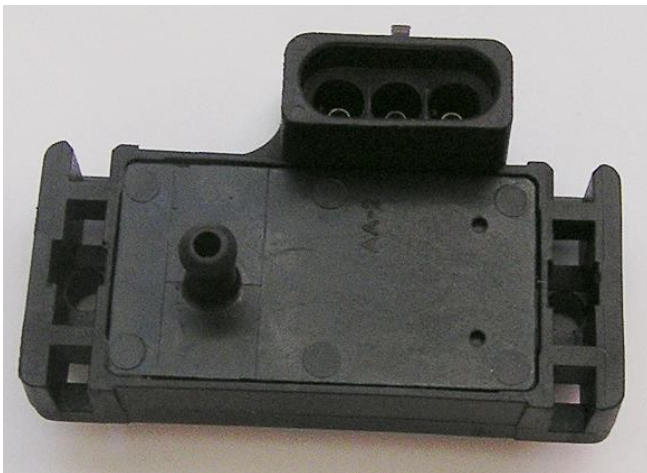
- Je-li vzduchové sací potrubí porézní - netěsné, mohou do nasávaného vzduchu pronikat částice nečistot. Ty velkou rychlostí narážejí do snímače hmotnosti nasávaného vzduchu a poškozují jeho snímací prvky.
- Špatná funkce odvětrávání klikové skříně může vést ke znečištění snímače.
- Špatně odvedené servisní práce, například znečištění při výměně vzduchových filtrů, použití nesprávných nebo nekvalitních vzduchových filtrů mohou být příčinou znečištění.

Též voda rozstříkovaná například při silném dešti by mohla proniknout do systému nasávaného vzduchu a mohla by poškodit či zablokovat nečistotami snímač. Toto riziko ještě zesiluje slaná voda vznikající v důsledku solení a posypu vozovek a tání sněhu v zimních měsících.

Snímač mohou poškodit nebo zablokovat olejové částice z olejem napuštěných vzduchových sportovních filtrů. Existují i další příčiny proč neporušený snímač hmotnosti nasávaného vzduchu poskytuje chybný signál:

- vadné funkce ventilů recirkulace výfukových plynů (AGR ventily)
- vadné ventily odvětrání palivové nádrže (nádobka s aktivním uhlím)
- poréznost /netěsnost sacího potrubí
- ucpané vzduchové filtry

#### 4.4. Snímač tlaku v sacím potrubí



Snímač tlaku v sacím potrubí je pneumaticky propojen se sacím potrubím a snímá v něm absolutní tlak [kPa]. Existují snímače tlaku zabudované do řídicí jednotky motoru a snímače tlaku pro připevnění v blízkosti nebo na sací potrubí. Snímač tlaku zabudovaný v řídicí jednotce je se sacím potrubím propojen hadičkou.

Snímač je vnitřně rozdělen na tlakový článek se dvěma měřicími elementy a na prostor s vyhodnocovacím obvodem. Oba měřicí elementy a vyhodnocovací obvod jsou umístěny na desce z keramického substrátu.

Měřicí element je tvořen membránou ve tvaru zvonu, která uzavírá komoru s konstantním referenčním tlakem. Podle velikosti tlaku v sacím potrubí se

mění velikost prohnutí membrány. Na membráně jsou nanесeny piezorezistentní odpory, které mění svůj odpor v závislosti na mechanickém napětí. Tyto odpory jsou zapojeny do můstku, takže vychýlení membrány způsobí nerovnovážnost můstku. Napětí na můstku je pak úměrné velikosti tlaku v sacím potrubí. Úkolem vyhodnocovacího obvodu je zesílit napětí na můstku, kompenzovat vliv teploty a linearizovat tlakovou charakteristiku. Výstupní signál vyhodnocovacího obvodu je přiváděn do řídicí jednotky motoru.

#### 4.5. Snímač polohy škrtkící klapky

Snímač polohy škrtkící klapky snímá úhel natočení škrtkící klapky pro zjištění vedlejšího signálu zatížení. Vedlejší signál zatížení je společně s dalšími signály, použit jako přídavná informace pro dynamické funkce, zjištění provozního stavu motoru (volnoběh, částečný výkon, plný výkon) a je použit jako nouzový signál při výpadku hlavních snímačů. Snímač polohy škrtkící klapky je připevněn na tělese škrtkící klapky a je spojen s jejím hřídelem. Potenciometr vyhodnocuje úhel natočení škrtkící klapky a přenáší poměr napětí přes odporové zapojení do řídicí jednotky.





#### 4.6. Snímač otáček a polohy klikového hřídele



Pro stanovení okamžiku zážehu je použita jako měřicí veličina poloha pístu jednoho válce a tím přes ojnice s klikovým hřídelem i pístů všech válců. Jeden snímač na klikovém hřídeli tak udává informaci o poloze pístů ve všech válcích.

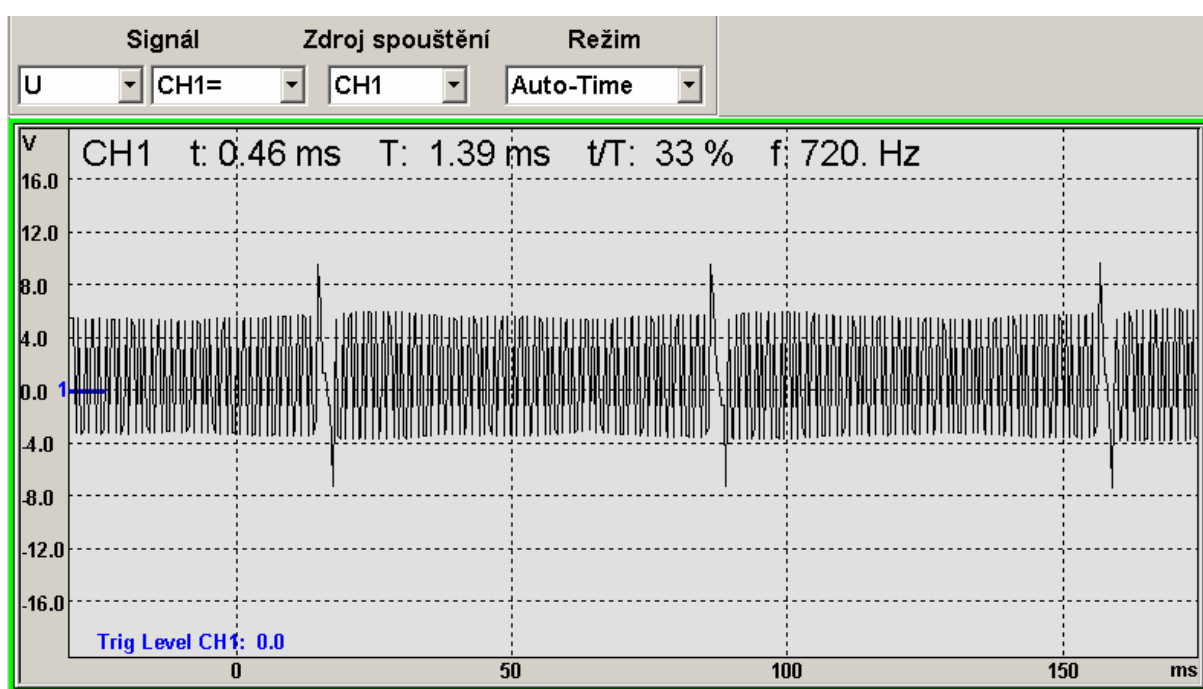
Rychlost, se kterou se poloha klikového hřídele mění, nazýváme otáčkami a je dána počtem otočení klikového hřídele za minutu. Tato důležitá vstupní veličina je vypočítávána ze signálu polohy klikového hřídele.

Indukční snímač zajišťuje signálu polohy klikového hřídele. Na klikovém hřídeli je připevněn feromagnetický ozubený kotouč s místem pro 60 zubů, přičemž jsou dva zuby vynechány (zubová mezera) pro určení polohy klikového hřídele. Indukční snímač snímá posloupnost těchto 58 zubů.

Sestává z permanentního magnetu a jádra z měkké oceli s měděnou cívkou. Prochází-li kolem snímače zuby ozubeného kotouče, mění se v něm magnetický tok a indukují se střídavé napětí. Vyhodnocovací obvod v řídicí jednotce převádí sinusový signál s velmi rozdílnou amplitudou na pravoúhlé napětí s konstantní amplitudou. Pokud je aktuální odstup hran více jak dvakrát větší než předchozí a následující, pak je rozpoznána zubová mezera, která je definována jako určitá přesná poloha prvního válce. Řídicí jednotka synchronizuje s tímto okamžikem polohu klikového hřídele. S každou následující pozitivní nebo negativní hranou signálu počítá řídicí jednotka

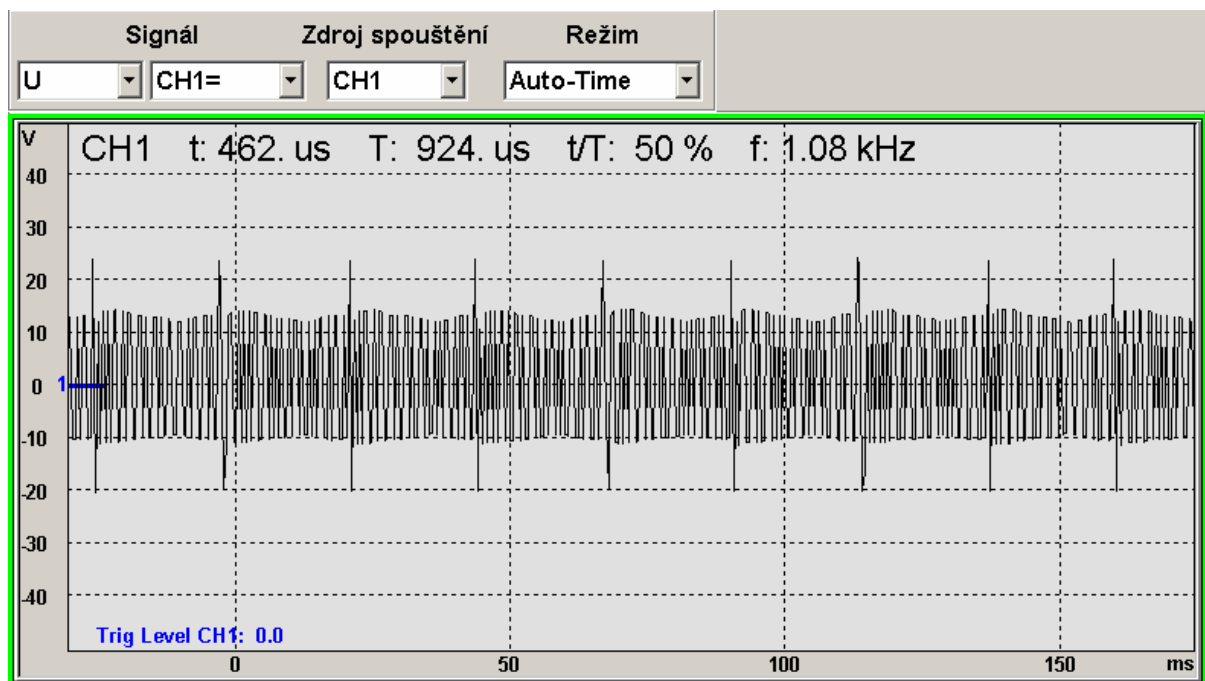
s natočením klikového hřídele o další 3 °. Zapálení směsi však musí být prováděno ještě přesněji. Čas měřený mezi dvěma hranami signálu je proto rozdělen na čtyři stejné části. K hraně zubu tak může být takto vypočtená časová jednotka pro úhel natočení (krok 0,75°) přidána jednou, dvakrát nebo třikrát.

Signál snímače klikového hřídele:



Výkyv signálu znázorňuje vynechaný zub na feromagnetickém kotouči a znamená polohu klikového hřídele. Ostatní zvlnění je signál pro otáčky.

A při zvýšených otáčkách:



#### 4.7. Snímač polohy vačkového hřídele

Vačkový hřídel ovládá sací a výfukové ventily motoru. Oproti klikovému hřídeli se otáčí poloviční rychlostí. Když se píst ve válci pohybuje do horní úvratě, pak je podle polohy sacích a výfukových ventilů určeno, zda se píst nachází ve fázi komprese nebo výfuku. Tuto informaci nelze získat z klikového hřídele.

Je-li zapalování vybaveno mechanickým rozdělovačem poháněným z vačkového hřídele, pak palec rozdělovače vždy ukáže na správný válec a řídicí jednotka nepotřebuje k zapálení směsi informaci o poloze vačkového hřídele.

Na rozdíl od těchto zapalování s rotačním rozdělováním vysokého napětí potřebují systémy Motronic s bezrozdělovačovými zapalovacími systémy a s jednojiskrovými zapalovacími cívkami přídatelné informace. Řídicí jednotka

totiž musí rozhodnout, kterou zapalovací cívku s příslušnou zapalovací svíčkou má ovládat. K tomu potřebuje informaci o poloze vačkového hřídele. Tuto informaci potřebuje také u sekvenčního vstřikování paliva pro určení správného okamžiku vstříknutí paliva do příslušného válce.

Poloha vačkového hřídele je nejčastěji snímána Hallovým snímačem. Ten je tvořen prvkem, jehož polovodičovou destičkou protéká elektrický proud.

Tento prvek je řízen clonkou, která se otáčí spolu s vačkovým hřídelem.

Clonka je zhotovena z feromagnetického materiálu a během jejího otáčení dochází k přerušování permanentního magnetického pole a v Hallově prvku se tak vytváří napětí, které je kolmé vůči směru magnetického toku.

Speciálně tvarované clonky dovolují získat ze signálu vačkového hřídele signál pro nouzový běh motoru při výpadku snímače otáček. Použití snímače polohy vačkového hřídele jako hlavního snímače otáček i v normálním provozu však znemožňuje jeho malá přesnost.

#### **4.8. Složení směsi**

Lambda sonda měří součinitel přebytku vzduchu lambda ( $\lambda$ ). Lambda je poměrné číslo, určující poměr vzduchu a paliva ve směsi. Při  $\lambda = 1$  pracuje katalyzátor optimálně.

Vnější strana elektrody lambda sondy zasahuje do proudu výfukových plynů, vnitřní je v kontaktu s venkovním vzduchem.

Sonda sestává ze speciální keramiky na jejímž povrchu jsou nanесeny tenké, plyn propouštějící platinové elektrody. Účinek sondy je založen na propustnosti porézní keramické hmoty, jež umožňuje difúzi vzdušného kyslíku (pevný elektrolyt). Keramika se stává při vysokých teplotách vodivou. Je-li obsah kyslíku na obou stranách elektrod různě veliký, objeví se na

elektrodách elektrické napětí. Při stechiometrickém poměru složení směsi vzduchu s palivem  $\lambda = 1$  se projeví skoková funkce. Spolehlivá regulace je zajištěna od 350°C (nevyhřívána sonda) popř. od 200°C (vyhřívána sonda). Aktivní keramika vyhřívané sondy je zevnitř vyhřívána keramickým topným tělískem, takže je dostatečné pracovní teploty keramiky sondy dosaženo i při nízké teplotě spalin.

Vyhřívána sonda má ochrannou trubku s minimálními spárami zabraňující kromě jiného ochlazování i při studených spalinách. Vyhřívání sondy zkracuje dobu od nastartování motoru do doby zahájení lambda regulace a umožňuje regulaci i při studených spalinách (např. při volnoběhu). Vyhřívané sondy mají kratší reakční doby, což vylepšuje rychlost regulace.

#### **4.8.1. Lambda sondy**

Zjišťování hodnoty  $\lambda$  je v současné době pro regulaci složení výfukových plynů jednou z nejdůležitějších věcí. K jejímu stanovení se používají lambda-sondy.

Lambda-sondy se liší způsobem činnosti i konstrukcí:

- dvoubodové
- širokopásmové



#### 4.8.2. Dvoubodová lambda-sonda

Běžné vyhřívané lambda-sondy LHS a LSF se, vzhledem ke svým charakteristikám v oblasti  $\lambda = 1$ , označují jako dvoubodové nebo skokové. Lambda-sonda LSH (Lambda-Sonde Heizung) má snímací prvek kruhového průřezu. Lambda-sonda LSF (Lambda-Sonde Flach) má snímací prvek plochý. Ke stanovení hodnoty  $\lambda$  se u nich využívá napětí  $U_s$ , které na nich vzniká.

Oba uvedené typy lambda-sond se umísťují jak za katalyzátor, tak i před katalyzátor a podávají informaci o tom, zda je spalovaná směs bohatá ( $\lambda < 1$ ) nebo chudá ( $\lambda > 1$ ).

#### 4.8.3. Širokopásmová lambda-sonda

Zástupcem nové řady lambda-sond je lambda-sonda LSU (Lambda-Sonde Universal).

Ke stanovení hodnoty  $\lambda$  se u nich využívá velikost čerpacího proudu  $I_p$ , který vypočítává řídicí jednotka motoru. Křivka čerpacího proudu je rostoucí.

Lambda-regulace je možná v širokém rozmezí od  $\lambda = 0,7$  do  $\lambda = 4$  proto širokopásmová.

Širokopásmová lambda-sonda se používá jako lambda-sonda před katalyzátorem.

#### **4.8.4. Výpadek lambda-sondy před katalyzátorem - širokopásmová lambda-sonda**

Dojde-li k výpadku signálu lambda-sondy, není lambda-regulace prováděna a lambda-adaptace je zastavena.

Systém odvzdušňování palivové nádrže pracuje v nouzovém režimu.

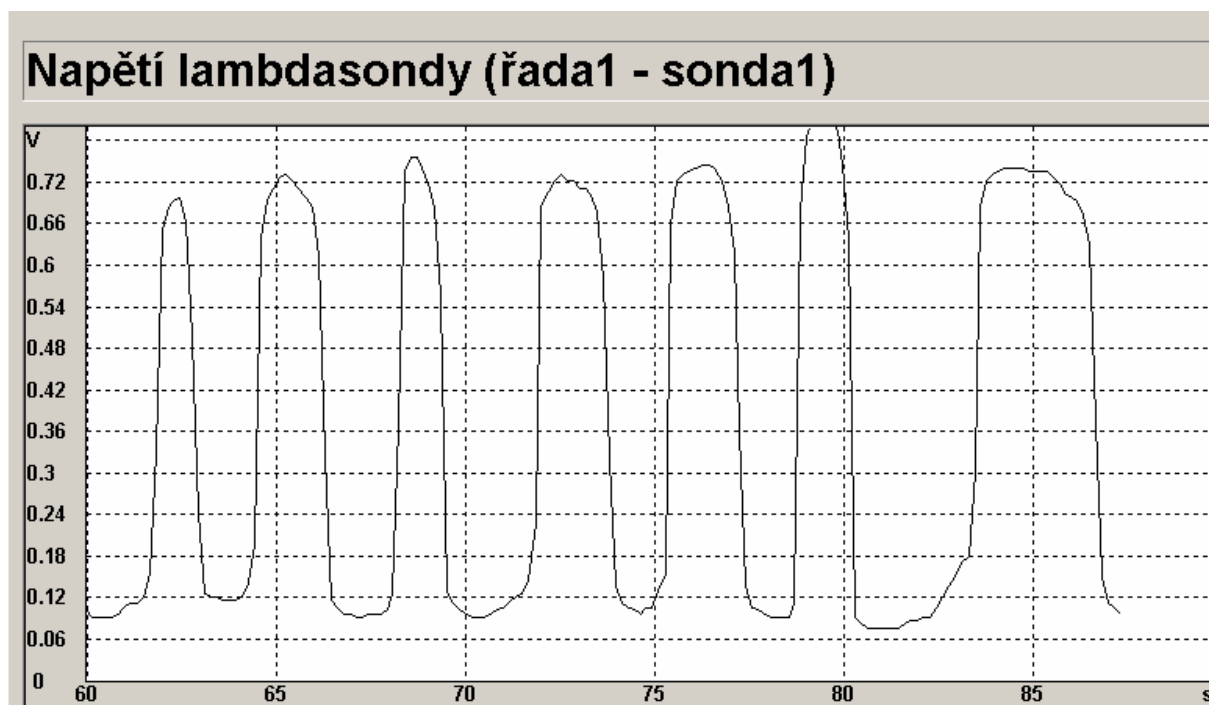
Diagnostiky sekundárního vzduchu a katalyzátoru jsou zastaveny. Řídicí jednotka motoru využívá k nouzovému chodu údajů v datovém poli.

#### **4.8.5. Adaptivní lambda regulace**

Lambda regulace koriguje časově následující vstřikování paliva na základě předešlých měření na lambda sondě. Toto časové zpoždění je dáno dobou proudění plynů a nedá se nijak obejít. Pro udržení hraničních hodnot emisí ve výfukových plynech je proto nutné použít přednastavení, které je pevně určeno při přizpůsobení k motoru a pole charakteristik hodnot lambda je uloženo do paměti ROM (pevná paměť). V průběhu doby používání vozidla se však mohou vyskytovat "výkyvy", jež potřebují jiná přednastavení. Těmito výkyvy se rozumí např. změny hustoty a kvality paliva. Adaptace přednastavení rozpozná, že lambda regulace musí v určitých rozsazích otáček pod zatížením provádět stále stejné korekce. Zkoriguje tedy přednastavení

v tomto rozsahu a zapíše ji do paměti (trvalé RAM), napájené i v klidovém stavu elektrickým napětím. Při dalším nastartování může být proto použito toto korigované přednastavení předtím, než dojde k aktivaci lambda regulace. Při správné činnosti lambda sondy signál skokově skáče mezi hodnotami 0 – 1V.

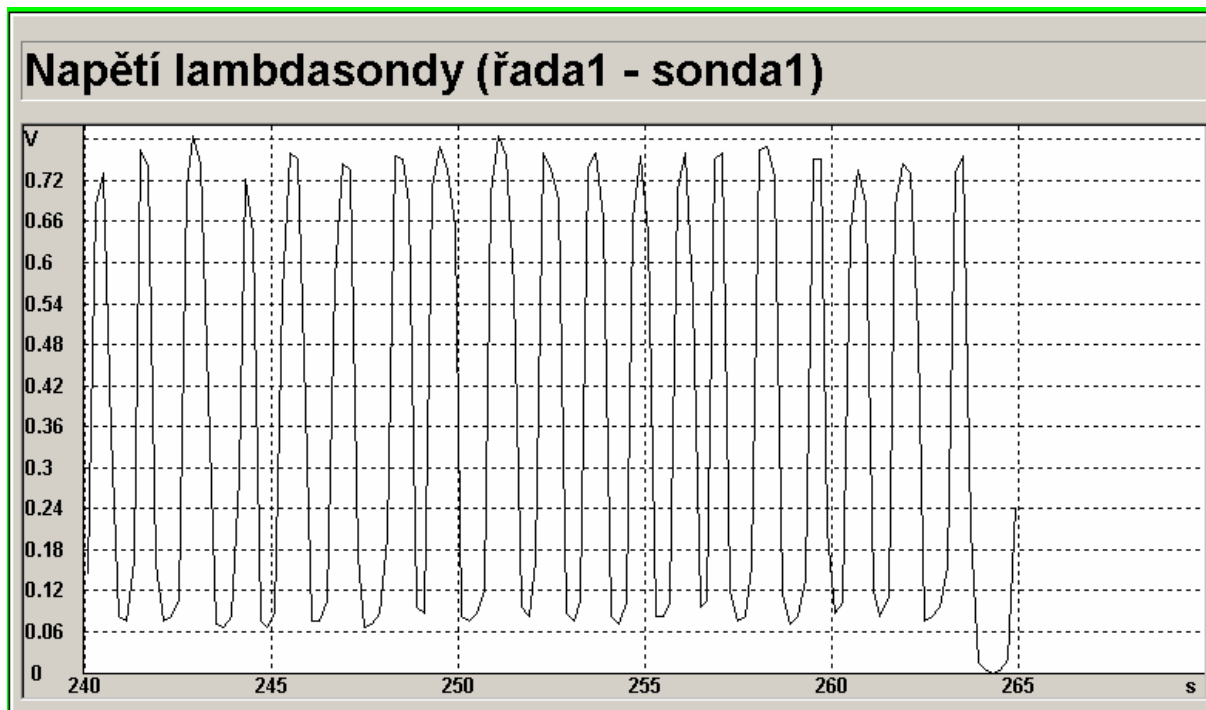
Signál napětí lambda sondy při volnoběžných otáčkách:



Volnoběh je řízen hlavně mapou volnoběžných otáček a signál z lambda sondy je sekundární informace.



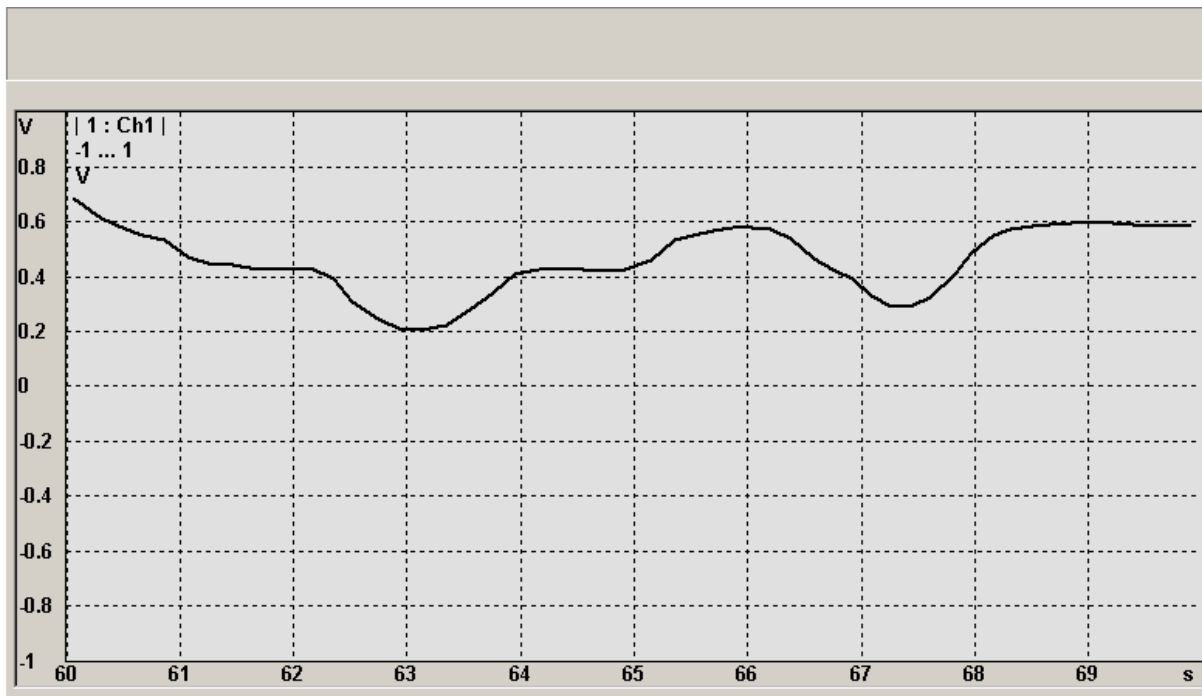
Signál při zvýšených otáčkách:



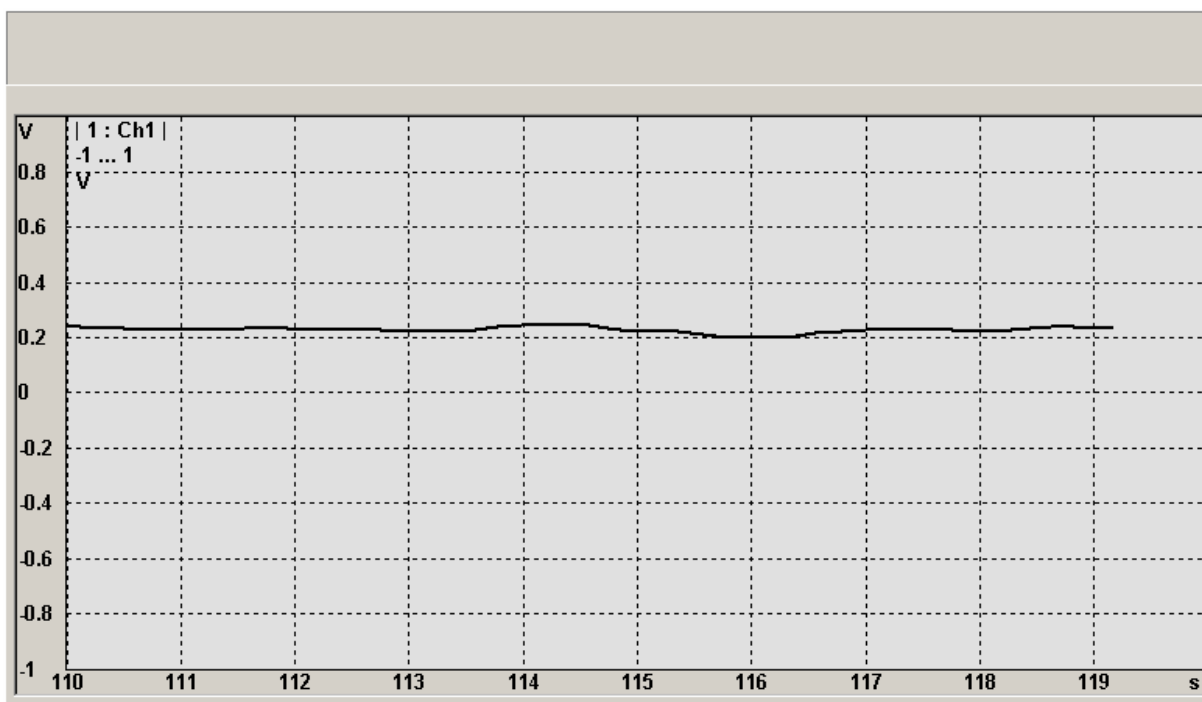
Lambda regulace v provozu, rychlé obohacování a opět ochuzování. Rychlé změny při změnách režimů motoru.

Diagnostika zjistí poruchu jen tehdy, pokud napětí sondy překročí rozmezí 0 – 1 V a samozřejmě při mechanickém poškození čidla nebo přerušení vedení. V takovém případě se rozsvítí kontrolka poruchy na přístrojové desce. Pokud je napětí v rozmezí pracovních hodnot nemusí to znamenat že lambda sonda pracuje správně. Při poruše nemusí sonda regulovat dostatečně rychle a tedy špatně reagovat na změny režimů motoru.

Poškozená lambda sonda – nedostatečná rychlost regulace:

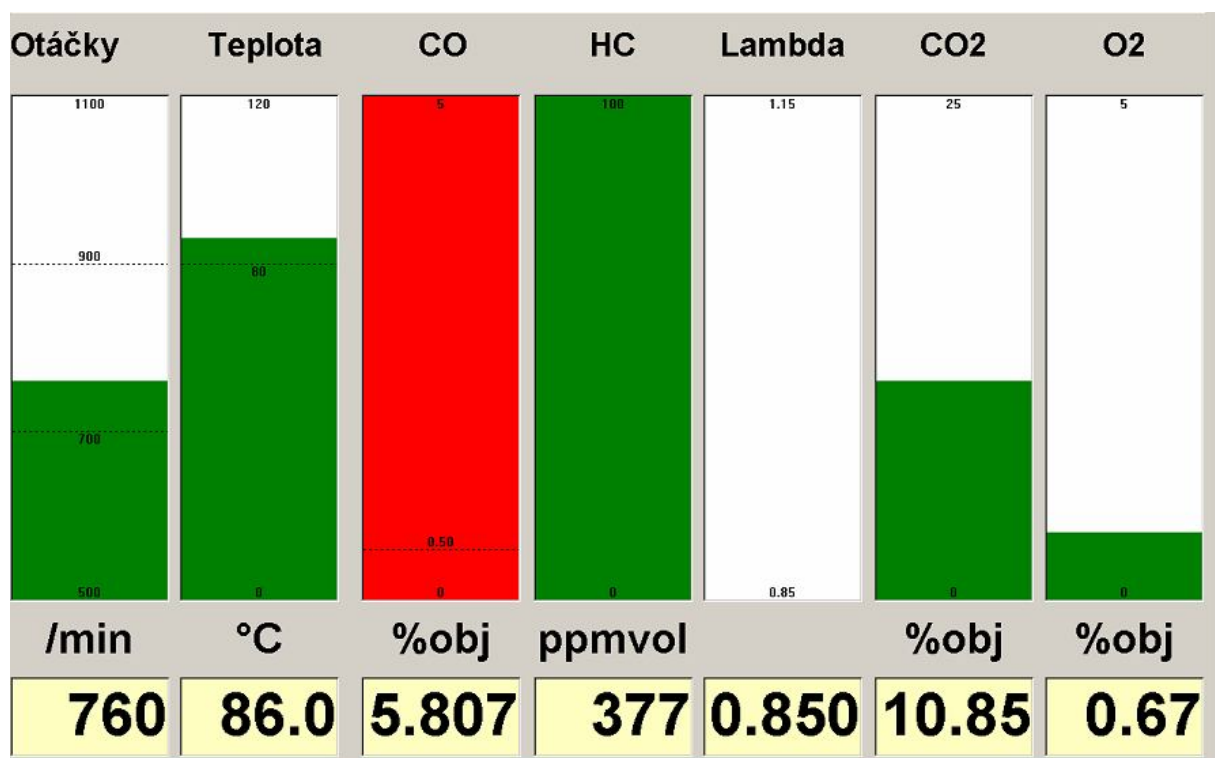


Poškozená lambda sonda – úplná ztráta regulace:

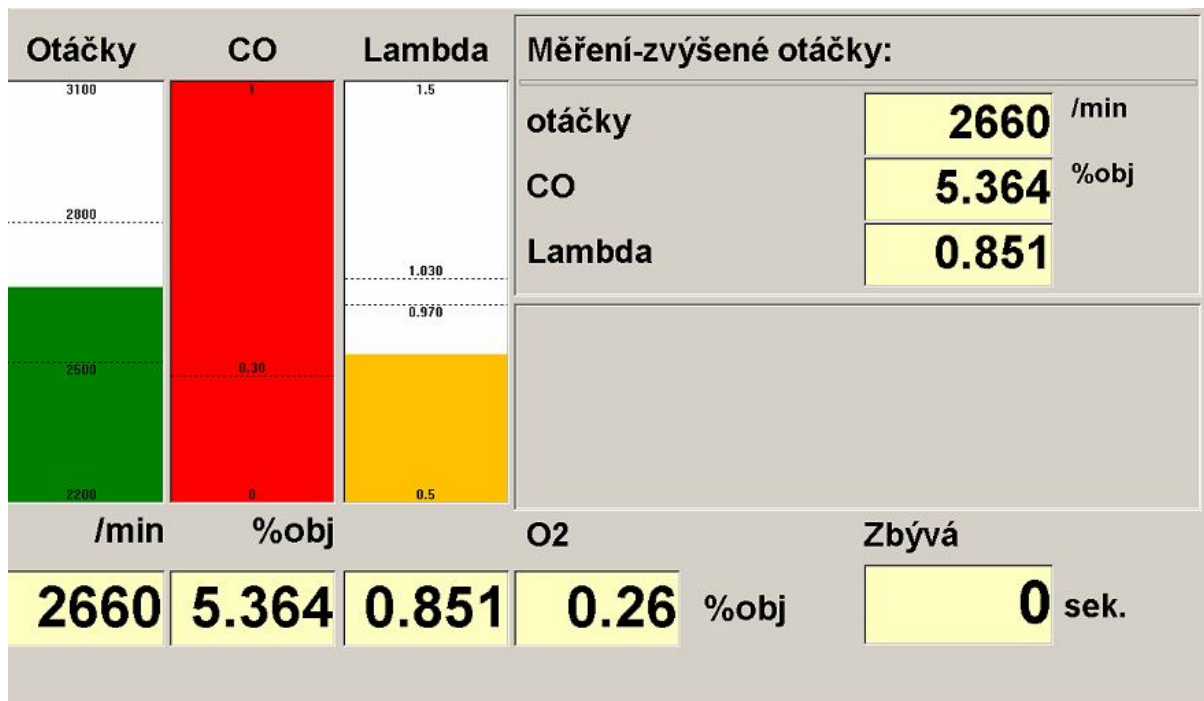


Průběhy na těchto grafech ukazují poškození čidla, ale jsou zjistitelné pouze pomocí osciloskopu, diagnostiky s možností vykreslení grafu a nebo, jak bylo dokázáno, pomocí hodnot emisních limitů. Palubní diagnostika vozidla není schopná tyto poruchy vyhodnotit.

Emise poškozené lambda sondy – volnoběh:



Emise poškozené lambda sondy – zvýšené otáčky:



#### 4.9. Detonační spalování

U zážehových motorů se může za určitých abnormálních podmínek vyskytovat typické "klepání" omezující nárůst výkonu a účinnosti motoru. Tento nežádoucí spalovací proces se nazývá detonační spalování nebo-li klepání a je následkem samozápalů částic směsi, které se nestačily zapálit od postupně prohořívající směsi zapálené jiskrou svíčky.

Normálně zahájené spalování a kompresní tlak vytvořený pístem ve válci způsobují tlak a zvýšení teploty, které vede k samozápalům koncových plynů (ještě nespálené směsi). Vyskytují se zde rychlosti hoření více jak 2000 m/s, přičemž u normálního spalování je to asi 30 m/s.

Při tomto nárazovém spalování dochází lokálně v koncových plynech k prudkému zvýšení tlaku. Tím vzniklé tlakové vlny se rozpínají a narážejí na stěny spalovacího prostoru. Při déle působícím klepání mohou tlakové vlny a

zvýšené tepelné zatížení způsobit mechanická poškození těsnění pod hlavou, pístů a v oblasti ventilů v hlavě válců.

Charakteristické vibrace detonačního spalování jsou snímány senzory klepání, převedeny na elektrické signály a vedeny do řídicí jednotky Motronic.

Počet a umístění snímačů klepání musí být pečlivě zvoleno. Spolehlivé rozpoznávání klepání musí být zajištěno u všech válců a za všech provozních stavů motoru, zejména při vysokých otáčkách a výkonech. Zpravidla bývají 4-válcové řadové motory osazeny jedním, 5- a 6-válcové motory dvěma a 8-a 12-válcové motory dvěma nebo více snímači klepání.

#### 4.9.1. Regulace klepání



Elektronické řízení okamžiku zážehu umožňuje velice přesné řízení úhlu zážehu v závislosti na otáčkách, zatížení a teplotě. S přihlédnutím k tolerancím motoru, jeho stárnutí, okolním podmínkám a kvalitě paliva, nesmí žádný válec dosáhnout nebo překročit hranici klepání.

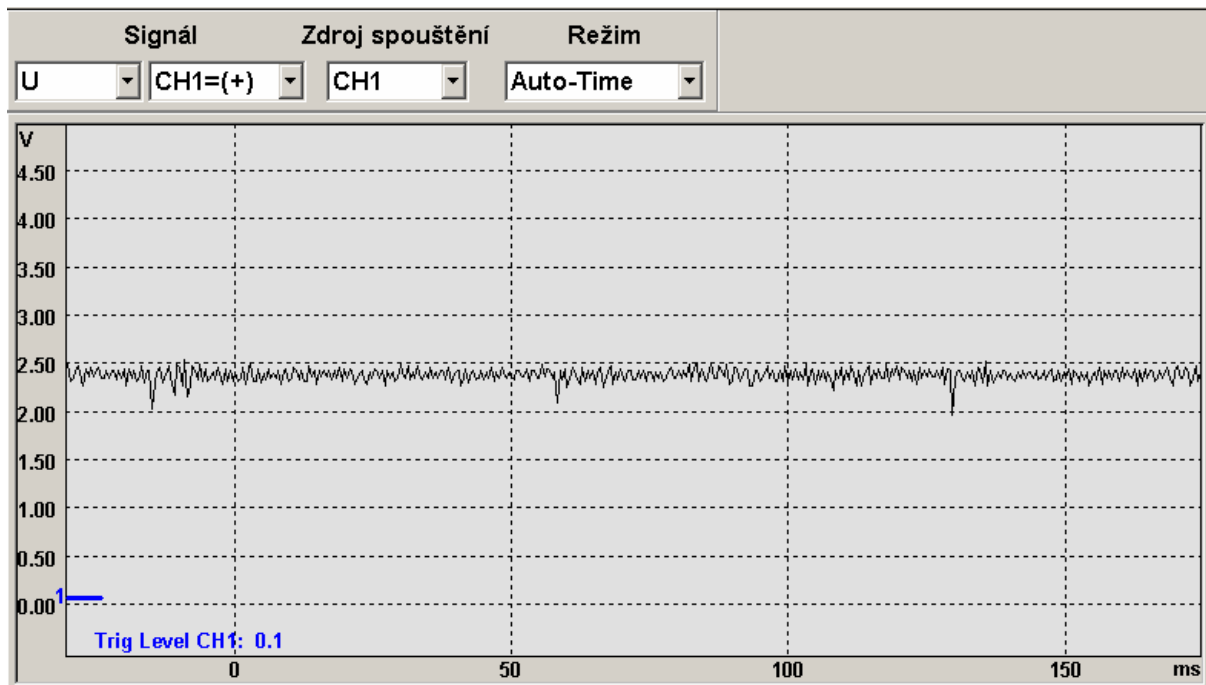
Nyní lze každý válec motoru provozovat, v průběhu jeho životnosti téměř ve všech provozních stavech, na jeho hranici klepání a tím s optimální účinností. Předpokladem pro tuto korekci úhlu zážehu je spolehlivé rozpoznávání intenzity klepání jednotlivých válců v celé provozní oblasti motoru. Pro rozpoznání klepání jsou snímány charakteristické vibrace prostřednictvím

jednoho nebo více snímačů klepání připevněných na vhodném místě na motoru a jejich elektrické signály jsou vedeny k řídicí jednotce k vyhodnocení. Rozpoznané detonační spalování vede ke snížení předstihu v postiženém válci o naprogramovanou hodnotu. Pokud klepání ustane, započne postupné zvyšování předstihu až na přednastavenou hodnotu. Rozpoznávací a regulační algoritmy detonačního spalování jsou sladěny tak, aby se nevyskytovalo žádné slyšitelné nebo motor poškozující klepání.

V reálném provozu mají jednotlivé válce různé hranice klepání a tím i rozdílné body zážehu. K adaptaci přednastavených hodnot bodu zážehu na jednotlivé hranice klepání jsou, pro každý válec individuálně a v závislosti na provozním stavu, uloženy hodnoty snížení předstihu.

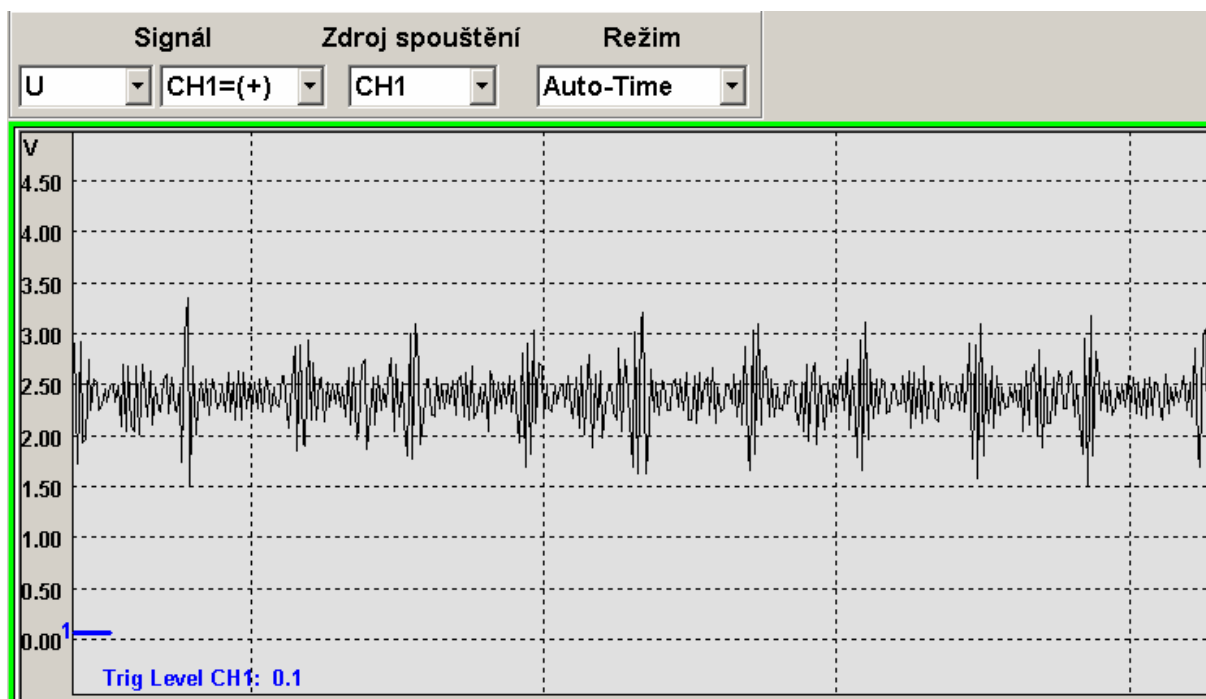
Toto uložení probíhá do stálých polí charakteristik paměti RAM v závislosti na zatížení a otáčkách. Proto lze motor provozovat také při rychlých změnách zatížení a otáček v každém provozním bodě s optimální účinností, jakož i se zamezením slyšitelného klepání. Motor lze provozovat dokonce i na paliva s nižšími oktánovými čísly. Obvyklé je přizpůsobení motoru na benzín super. U motorů s přeplňováním turbodmychadly je kombinace regulace klepání a plnicího tlaku zvláště výhodná. Při výskytu klepání je nejprve snížen předstih. Teprve při překročení prahové hodnoty přestavení předstihu, jež je určena teplotou spalin, je jako další prvek pro snížení klepání použito snížení plnicího tlaku. Přeplňovaný motor tak může pracovat při optimální účinnosti na hranici klepání bez překročení přípustné teploty spalin.

Průběh signálu na piezosnímači klepání při volnoběžných otáčkách:



Signál je jen nepatrně zvlněný díky funkční regulaci.

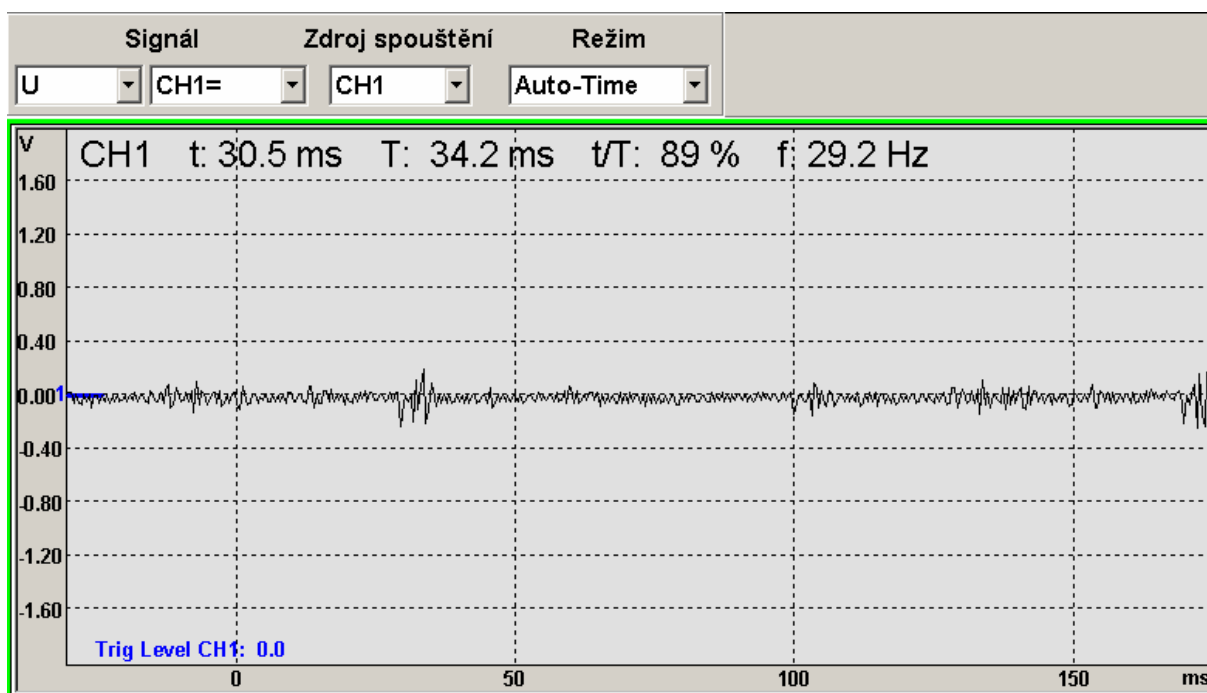
Průběh signálu piezosnímače klepání při zvýšených otáčkách (3000 ot/min):



Na grafu je vidět symetrické spalování bez velkých otřesů.

Pokud dojde k odpojení snímače, řídicí jednotka dále nastavuje předstih z map uložených v její paměti ale bez korekce. Tím může dojít ke zvonivému chodu motoru tedy k detonačnímu spalování. Pokud motor spaluje palivo s nižším oktanovým číslem dochází k ještě horšímu spalování.

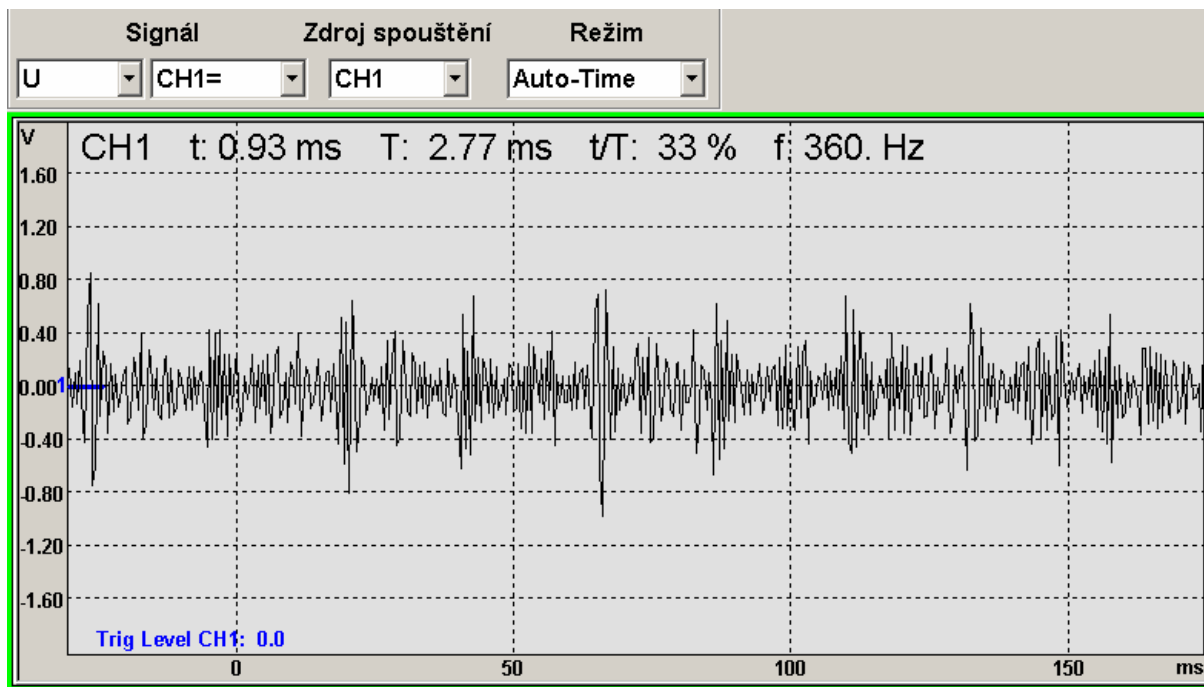
Průběh signálu na odpojeném piezosnímači klepání při volnoběžných otáčkách:



Volnoběh ještě tolik nevypovídá, ale nepravidelné zvlnění je rozeznatelné.



Průběh signálu na odpojeném piezosnímači klepání při zvýšených otáčkách (3000 ot/min):

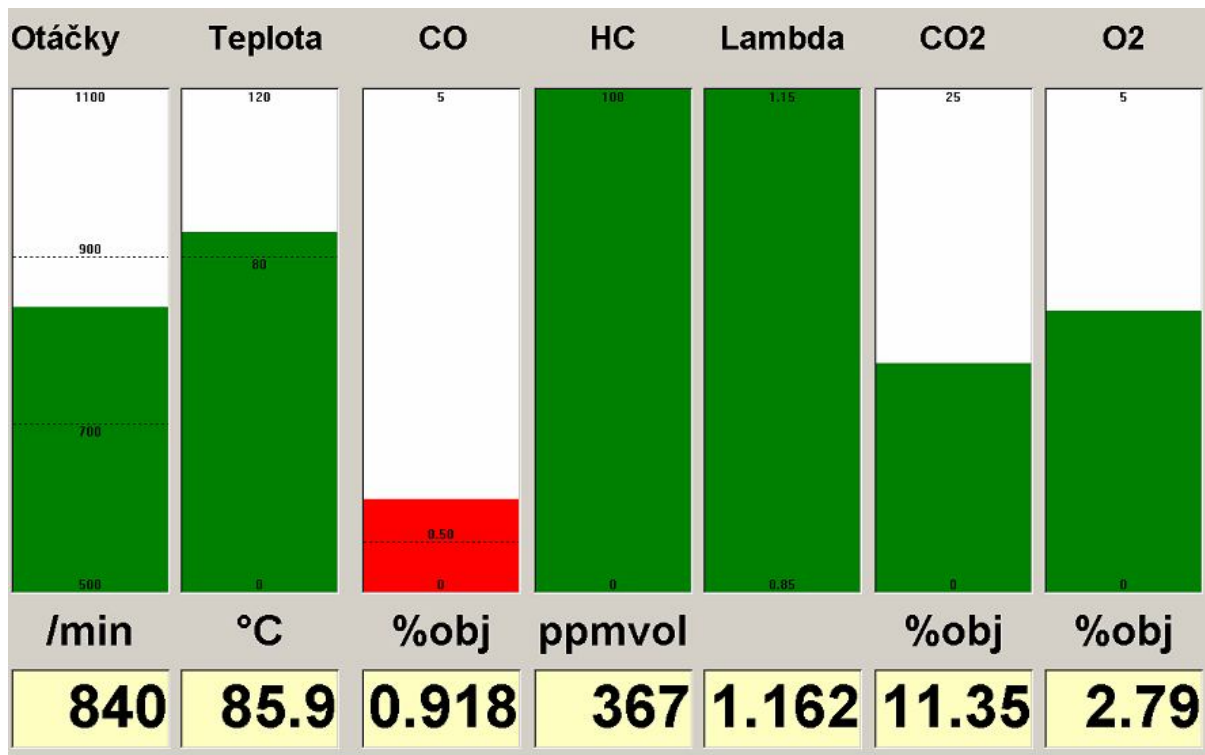


Vyšší otáčky už ukazují zřetelné chvění motoru a zhoršené otřesy při spalování. To má za následek zvýšení hodnot škodlivin, zejména zbytků špatně spáleného paliva ve výfukovém potrubí.

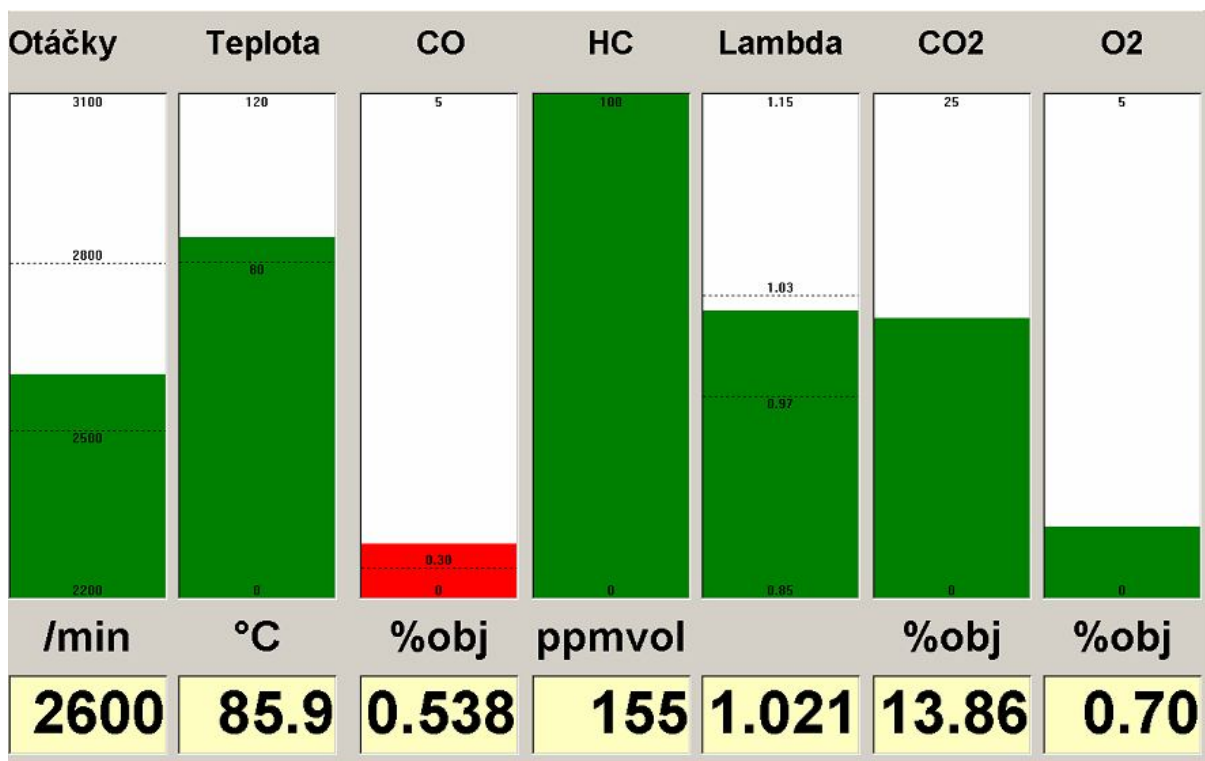
Rozdíl amplitud signálu je způsoben tím, že řídicí jednotka signál zesiluje, ale při odpojení snímače osciloskopem měřeno jen piezoelektrické napětí.

Když řídicí jednotka nedostává signál o vibracích bloku motoru, spalování se zhorší a stoupnou množství uhlovodíků HC. Zhoršení není nijak zásadní a katalyzátor přebytečné uhlovodíky dokáže spálit. Aby bylo zvýšení rozeznatelné byly měřené emise bez katalyzátoru.

Emise při odpojeném snímači klepání – volnoběh:



Emise při odpojeném snímači klepání – zvýšené otáčky:



#### 4.10. Odvětrávací soustava palivové nádrže

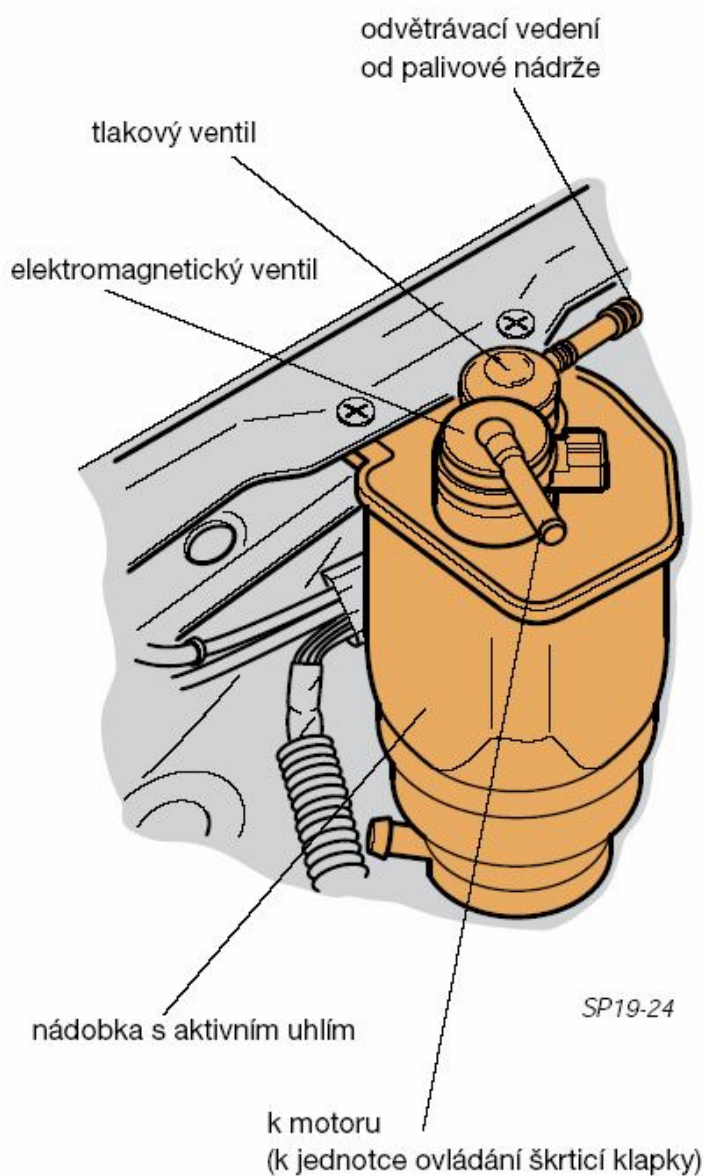


Palivo se v palivové nádrži zahřívá a tím vznikají emise HC. Zákonná opatření stanoví hraniční hodnoty těchto emisí. Odvětrávací soustavy palivové nádrže jsou vybaveny nádobkou s aktivním uhlím, v níž končí odvzdušňovací hadička palivové nádrže. Aktivní uhlí zadržuje benzínové výpary a dovolí odvětrat do volného prostoru jen čistý vzduch. Dodatečně je tím také zajištěno vyrovnání tlaků. Aby bylo aktivní uhlí opět regenerováno, vede další hadička z nádobky s aktivním uhlím do sacího potrubí motoru. Při provozu se v sacím potrubí vytváří podtlak. Ten způsobuje, že je vzduch z okolí nasáván přes aktivní uhlí, kde strhává naakumulované palivo, které je posléze spalováno v motoru. Regenerační ventil umístěný na hadičce k sacímu potrubí dávkuje tento regenerační "promývací" proud. Regenerační ventil je ovládán tak, aby byla nádobka s aktivním uhlím dostatečně promývána a odchylky lambda sondy byly minimální.

Aby mohla adaptace směsi pracovat nezávisle na odvětrávacím systému, je regenerační ventil v pravidelných intervalech zavírán.

Regenerační ventil je otevírán impulzy. Přitom se vyskytující odchylky lambda regulace zaznamenávalí řídicí jednotkou jako korekce směsi regenerací odpařených par paliva. Funkce je dimenzována tak, že může přicházet až 40 % paliva z regeneračního proudu. Při neaktivní lambda

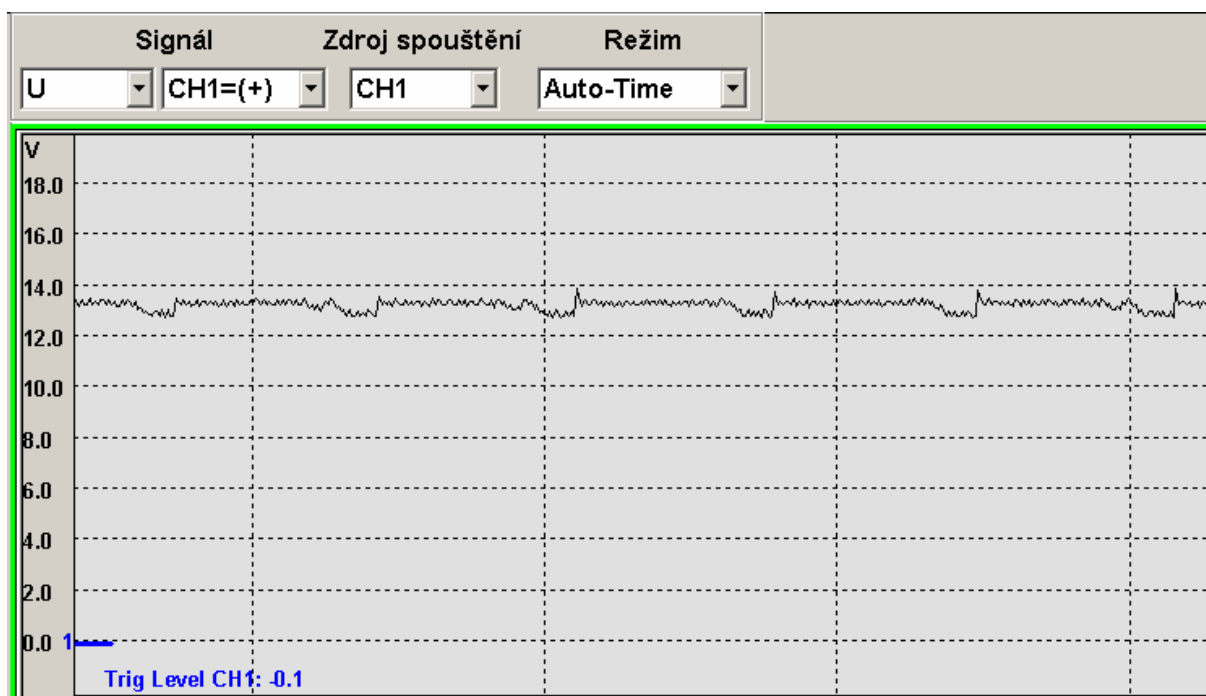
regulaci jsou povolena jen malá regenerační množství, protože by jinak nebylo možné vyregulovat odchylku ve složení směsi. Při deceleraci je regenerační ventil prudce uzavřen, aby se zabránilo proniknutí nespálených benzínových par do katalyzátoru.



Nádobka s aktivním uhlím je s palivovou nádrží spojena přes tlakový ventil prostřednictvím odvětrávacího vedení.

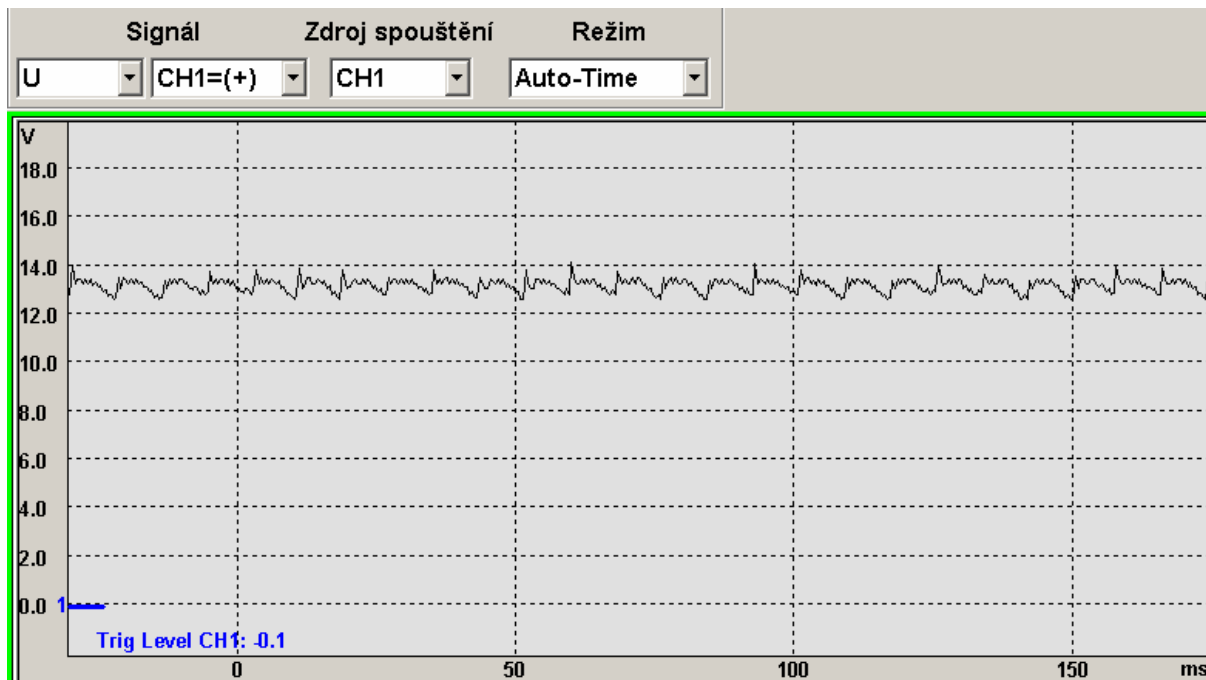
Tlakový ventil je průchozí jen v jednom směru – od palivové nádrže k nádobce s aktivním uhlím. Je-li v činnosti elektromagnetický ventil, je nádobka s aktivním uhlím funkční. Zároveň se uzavře tlakový ventil a z palivové nádrže se nic neodsává. Součástí tlakového ventilu jsou dvě membrány, které zajišťují vstup vzduchu z atmosféry do nádrže. Tlakový ventil zabraňuje, aby se při velkém podtlaku v sacím potrubí dostal podtlak až do palivové nádrže, kterou by mohl poškodit.

Řízení regeneračního ventilu pulzy při volnoběžných otáčkách:



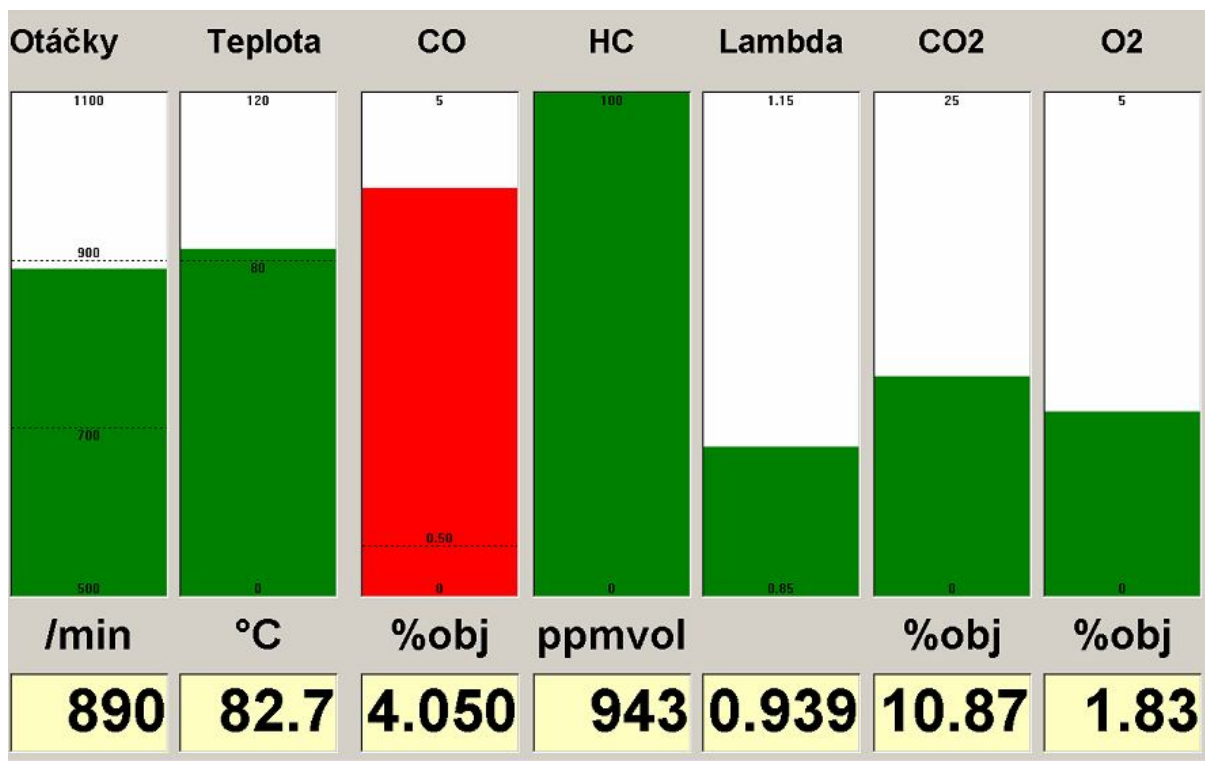
Při volnoběhu je vstřikované množství paliva na minimu a proto je i dávkování výparů minimální, aby se neobohatila spalovaná směs.

Řízení regeneračního ventilu pulzy při zvýšených otáčkách (3000ot/min) :



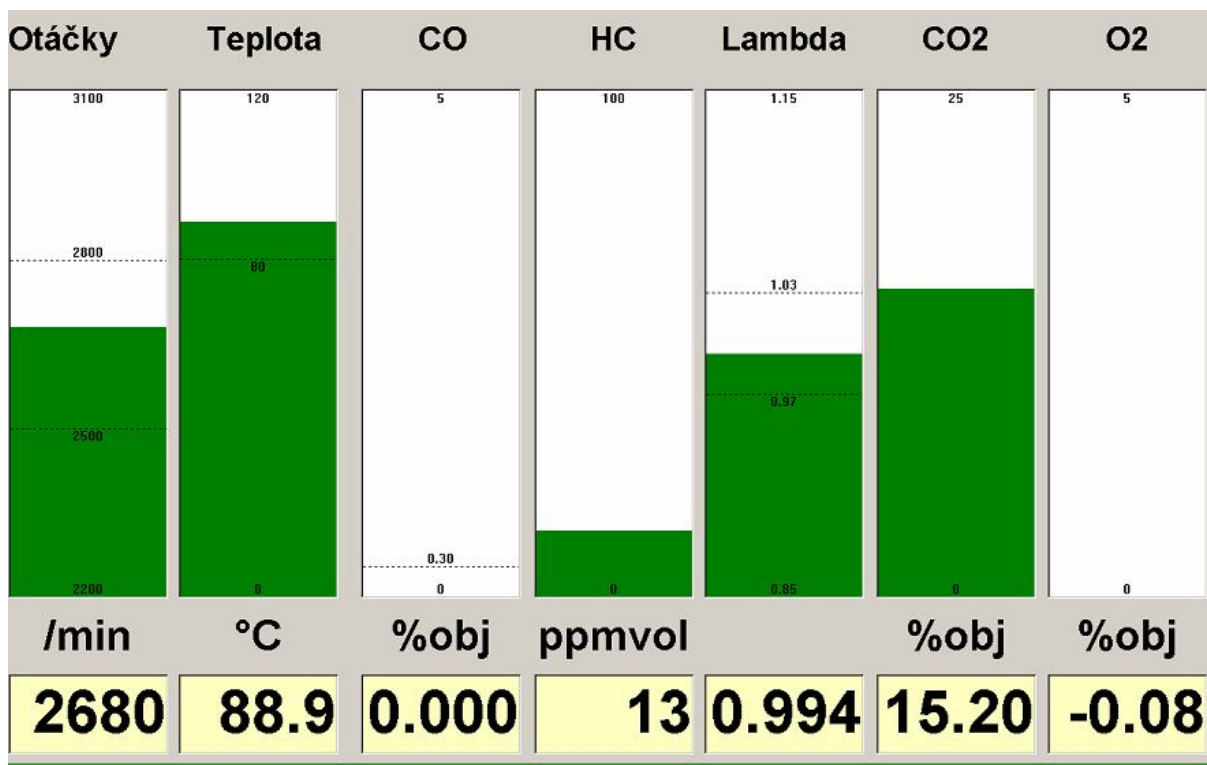
Pokud by došlo k poškození ventilu, např. k proražení membrány, přestává být pulzace účinná a výpary jsou nasávány bez regulace přímo do sání. Tím vzniká přebytek paliva a nedokonalé spalování, které způsobuje nepravidelný chod ve volnoběhu a deceleračním režimu.

Emise při poškozeném ventilu odpařování – volnoběh:



Ve vyšších otáčkách a v zatížení už vstřikované množství paliva hodně převyšuje objem výparů a tedy je možné větší dávkování a výpary už velký význam na složení směsi nemají ani při poškození ventilu.

Emise při poškozeném ventilu odpařování – zvýšené otáčky:



**4.11. Snímače teploty motoru a nasávaného vzduchu**

Snímač teploty motoru je osazen teplotně závislým odporem, který je ponořen do chladicí kapaliny motoru a sdílí její teplotu.

Stejným způsobem získá snímač v sacím potrubí teplotu nasávaného vzduchu. Tento odpor má negativní teplotní koeficient ( NTC ) a je součástí děliče napětí, který je napájen napětím 5 V.

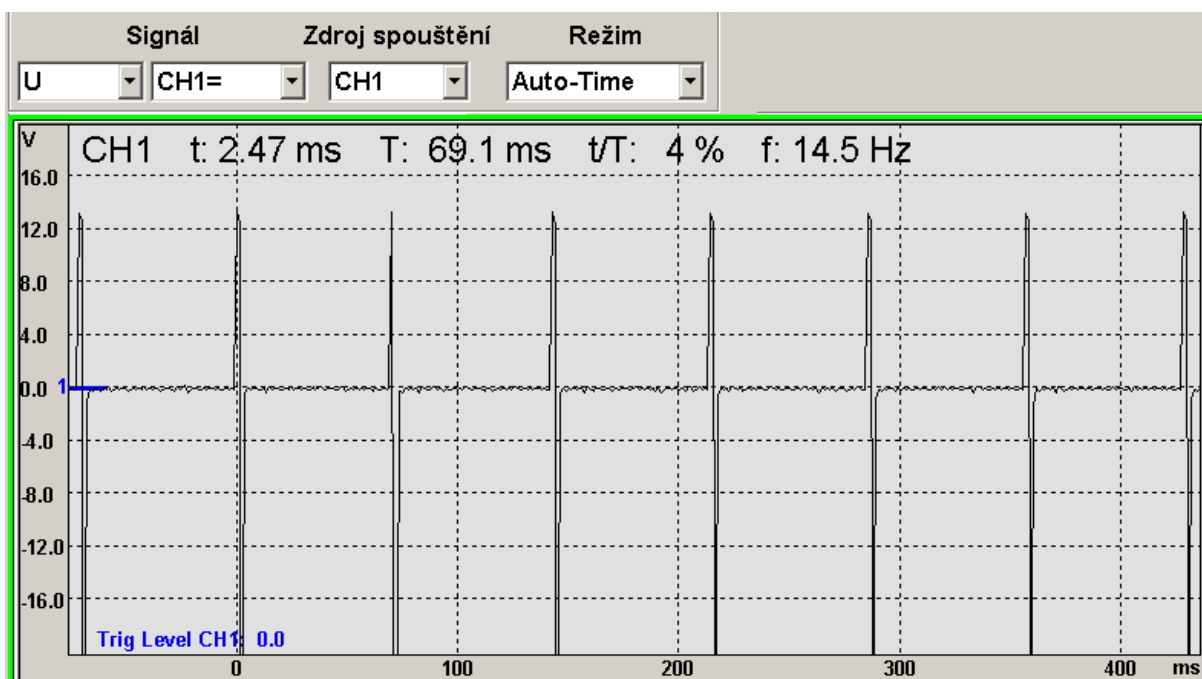
Úbytek napětí na odporu je vyhodnocován analogově-digitálním převodníkem a je úměrný teplotě. V řídicí jednotce je uložena tabulka, ve které každé hodnotě napětí odpovídá určitá teplota a tím je kompenzována nelineární charakteristika mezi napětím a teplotou.



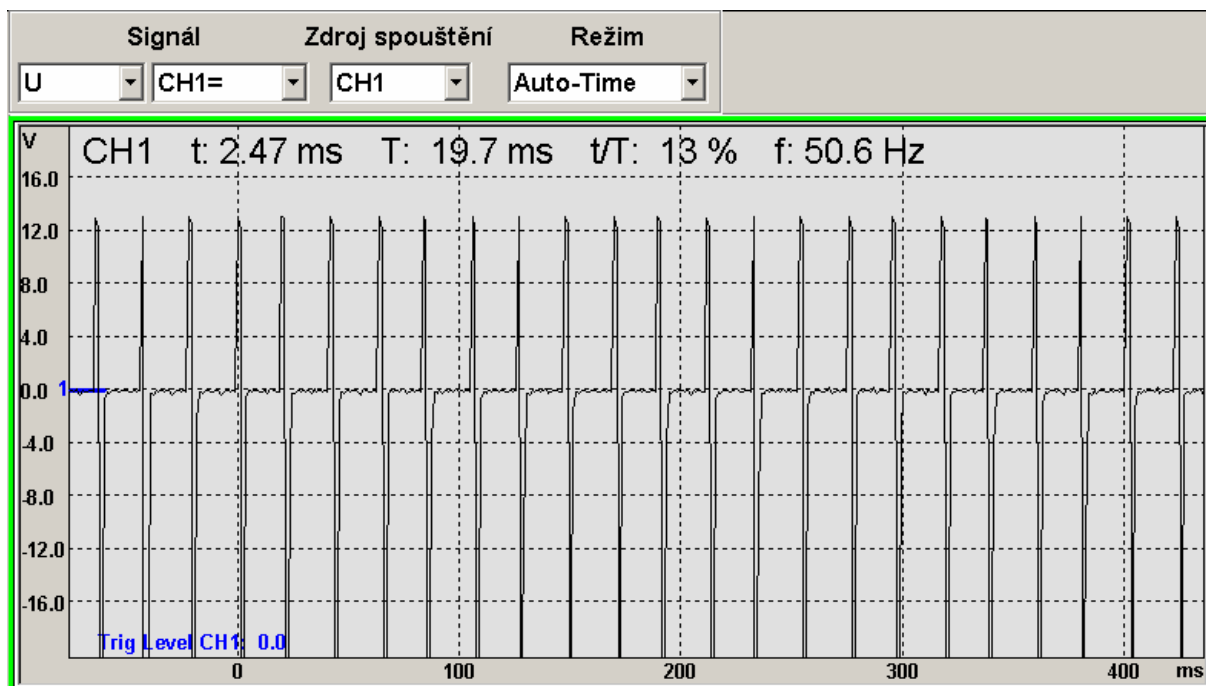
#### 4.12. Napětí akumulátoru

Otvírací a zavírací čas elektromagnetického vstřikovacího ventilu je závislý na napětí akumulátoru. Vyskytne-li se během provozu zakolísání palubního napětí, zkoriguje řídicí jednotka z toho vyplývající reakční zpoždění vstřikovacího ventilu změnou doby vstřiku.

Signál otevírání vstřikovacího ventilu ve volnoběhu:



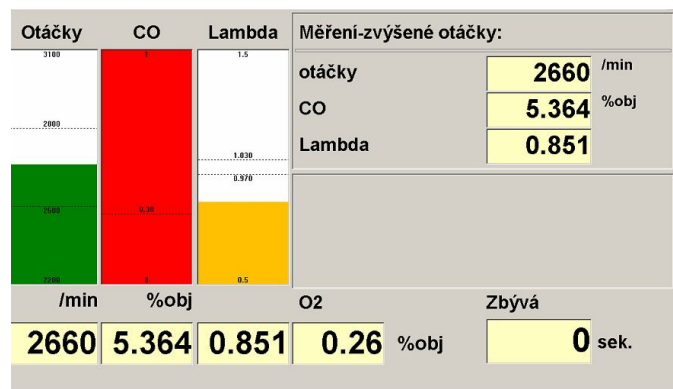
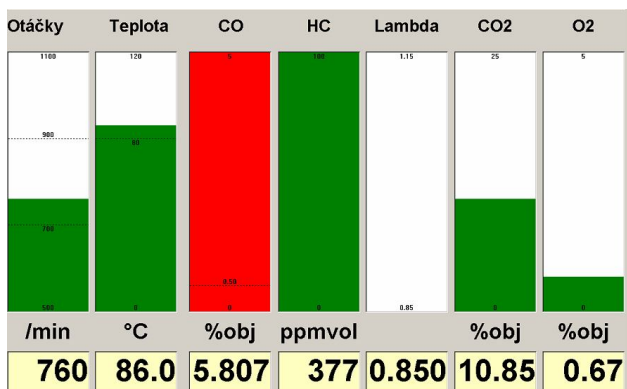
Při zvýšených otáčkách:



V zatížení a v plném výkonu se šířka impulsu zvětší. Při nízkém napětí akumulátoru se musí doba sepnutí zapalovacího obvodu prodloužit, aby mohla zapalovací cívka akumulovat dostatečnou energii pro jiskru. Pokud je napětí akumulátoru opravdu malé, nedojde vůbec k otevření vstřikovacího ventilu a ani chodu motoru.

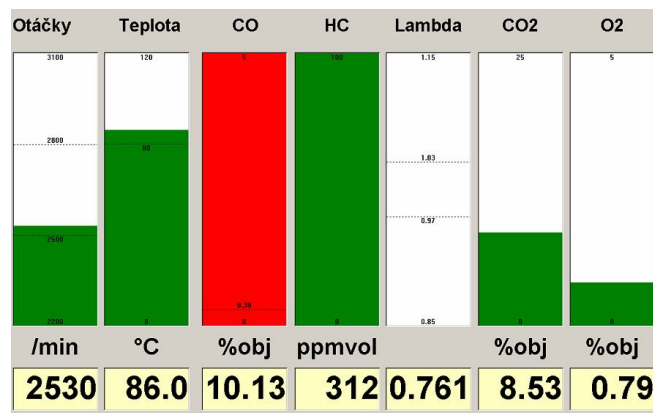
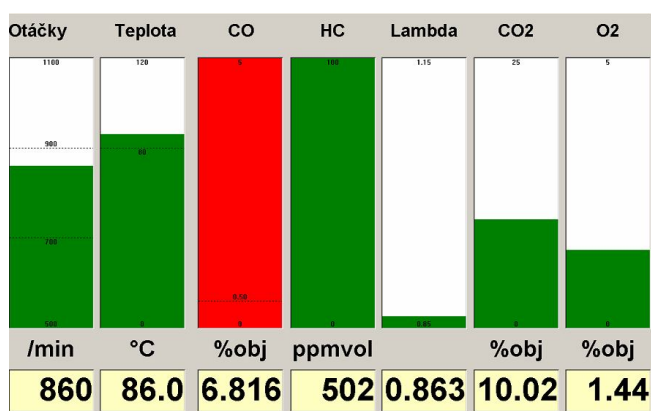
## 5. Vyhodnocení

Postup měření emisí dle legislativy jednoznačně určí, zda je motor v pořádku či ne. Detailním zkoumáním hodnot výfukových plynů lze s velkou přesností určit o jakou závadu se jedná.



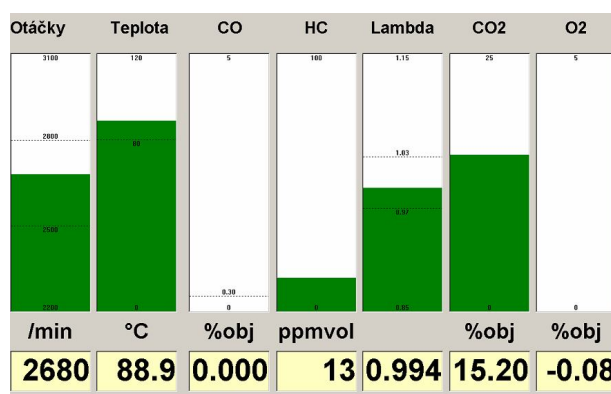
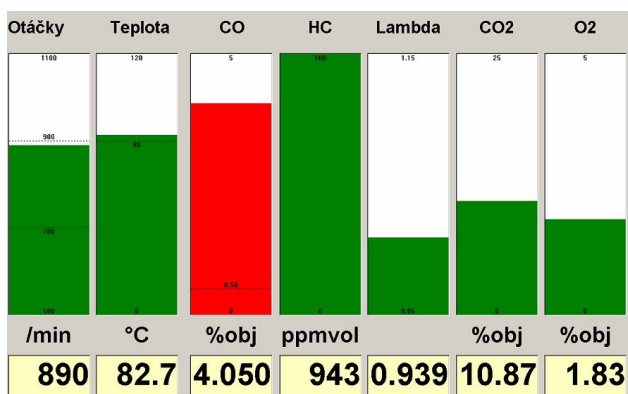
Typický průběh pro poškozenou lambda sondu. Směs díky nepřesné regulaci zůstává trvale obohacená, to má za následek vyšší spotřebu pohonných hmot, postupné zničení katalyzátoru, horší chod motoru se zanášením výfukového systému, zvýšenou karbonizací a celkově snížení životnosti. Hodnota lambda jasně ukazuje bohatou směs a není v rozmezí tolerance. Diagnostika automobilu zjistí poškození sondy jen v krajních případech a to pokud je kabelové vedení přerušené nebo došlo k mechanickému poškození celé sondy a měřicího článku. Pokud diagnostika nesignalizuje poruchu, uživatel automobilu registruje pouze zvýšenou spotřebu o několik litrů na 100 km.

Poškozený měřič hmotnosti vzduchu řídicí jednotka detekuje už lépe než lambda sondu díky integrovanému měřicímu obvodu obsaženému přímo v čidle. Na základě toho řídicí jednotka přepíná svoji činnost do náhradního režimu s rozsvícením diagnostické kontrolky. Když k náhradnímu režimu nedojde řízení motoru není schopno zjišťovat zatížení. Poškozený měřič také může měřit nepřesně, což má za následek zdatelně špatný chod motoru, škubání a výkonové výkyvy a to hlavně při akceleraci. V tomto případě jsou výfukové plyny ještě vyšší než při poškozené lambda sondě.



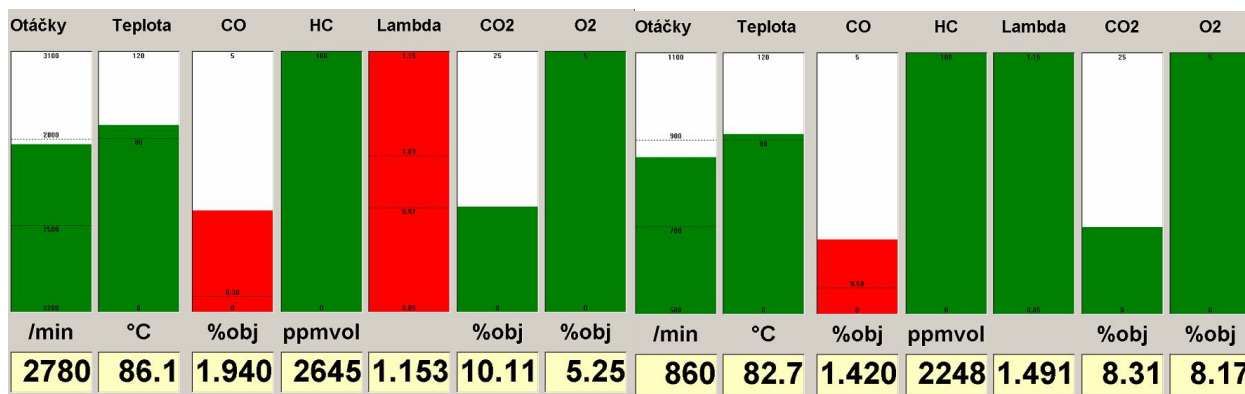
Následky na motor a výfukovou soustavu jsou obdobné jako u poškozené lambda sondy.

Nefunkční regulace odpařování nemá zásadní vliv na životnost katalyzátoru, protože podíl volnoběžných otáček, při kterých jsou emise nevyhovující, je v běžném provozu malý. Ale i tak je vozidlo z hlediska měření emisí nezpůsobilé



Porucha je rozpoznatelná při pomalé deceleraci nebo šubáním při brzdění motorem. Ukazatel směsi lambda znázorňuje mírné obohacení.

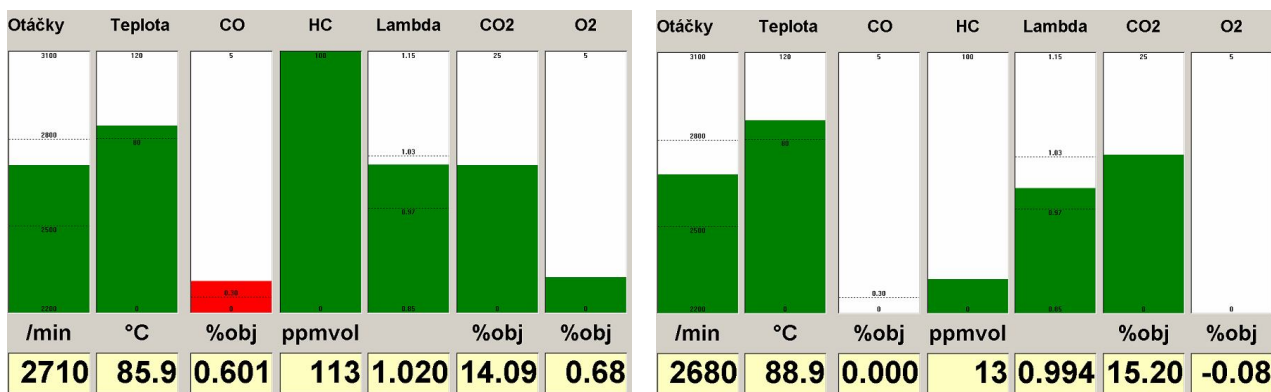
Výpadky zapalování se nemusí objevovat v celém spektru otáček používání motoru, ale i tak mají degradační vliv na katalyzátor. Moderní diagnostika dokáže pomocí snímačů klepání tyto výpadky určit.



Zvýšený oxid uhelnatý CO vzniká až v rozpáleném výfukovém potrubí.

Měřené uhlovodíky jsou nespálené palivo při výpadku spalování. Dalším určujícím indikátorem je hodnota kyslíku O2. Při správném spalování většina kyslíku shoří ve spalovacím prostoru, ale pokud se tak neděje, kyslík obsažený ve směsi putuje do výfuku a je detekován jako chudá směs znázorněná hodnotou lambda.

Nefunkční katalyzátor nesnižuje škodliviny a měřené hodnoty jsou ve své podstatě plyny, co jdou přímo z motoru.



Zde je vidět rozdíl mezi správně fungujícím a nefunkčním katalyzátorem. Hodnota CO je při správné funkci snížena až na minimum stejně jako uhlovodíky.

Netěsnosti ve výfukovém systému mají za následek přísávání vzduchu z venku, tím hodnota lambda značí chudou směs. Obsah kyslíku je také zvýšený a ostatní sledované plyny naředěné vzduchem, tedy nevypovídající. Při tomto stavu se měření emisí neprovádí.

## 6. Závěr

V diplomové práci jsem zpracoval signály snímačů, které zásadním vlivem ovlivňují činnost motoru. Podle signálu snímačů lze jednoduše zjistit poruchu. Složitější je se k čidlu dostat a pokud musí být čidlo napájeno je vyhodnocení náročnější. Jednodušší je vyhodnocení výfukových plynů. Značkové servisy už většinou disponují analyzátozem výfukových plynů a nemusí se měřit pouze v zákonných lhůtách, ale mohou se použít jako součást diagnostiky. Zákonné limity nemění emisí se podle výrobce nemění a tak je možné měřit všechna vozidla se řízeným systémem přípravy směsi a určit závadu podle mé práce. Samozřejmě při více závadách se přesnost určení poruch komplikuje, ale

hodnoty plynu jasně znázorní chybnou činnost motoru. V práci jsem důležité chybové průběhy vyhodnotil.

## 7. Použitá literatura

- [1] František Vlk. *Automobilová technická příručka*, fvkl Brno 2003
- [2] Prof. Ing. František Vlk, DrSc. *Elektronické systémy motorových vozidel I*, Brno, 2002
- [3] Systém řízení motoru Motronic - *technická příručka Bosch*, 1998
- [4] Bosch. *časopisy Formule. Robert Bosch Praha 2002 – 2010*
- [5] Němeček, P. *Lineární spalovací motor - doktorandské minimum*. Praha, 2004
- [6] Vojáček, A. *Princip a použití Lambda sondy [online]*, 2006
- [7] Program *EsiTronic Bosch*
- [8] <http://www.hetcl.cz>
- [9] <http://www.bosch.cz>
- [10] <http://www.mjauto.cz>
- [11] [http://www.gpl.cz/lambda\\_sonda.htm](http://www.gpl.cz/lambda_sonda.htm)
- [12] [http://www.picotech.com/auto/lambda\\_sensor.html](http://www.picotech.com/auto/lambda_sensor.html)
- [13] Uživatelská příručka přístroje BEA 850

## Přílohy:

### Protokoly o měření emisí:

VÝSLEDEK KONTROLY ZÁVAD ULOŽENÝCH V ŘÍDÍCÍ JEDNOTCE					O.K. #
VÝSLEDEK KONTROLY TĚSNOSTI PLYNOVÉHO ZAŘÍZENÍ:					---
MĚŘENÉ PARAMETRY		PŘEDEPSANÉ		NAMĚŘENÉ S PALIVEM ZÁKLADNÍM / ALTERNATIVNÍM	VÝSLEDEK
		min.	max.		
Teplo oleje	[°C]	80		95.8	O.K.
<b>PŘI VOLNOBĚHU:</b>					
Otáčky	[/min]	700	1100	770	O.K.
Obsah CO	[%obj]		0.5	0.000	O.K.
Obsah HC	[ppm]			8	
Obsah CO2	[%obj]			14.76	
Obsah O2	[%obj]			0.31	
Lambda	[-]			1.021	
<b>PŘI ZVÝŠENÝCH OTÁČKÁCH:</b>					
Otáčky	[/min]	2500	3000	2730	O.K.
Obsah CO	[%obj]		0.3	0.000	O.K.
Obsah HC	[ppm]			7	
Obsah CO2	[%obj]			15.01	
Obsah O2	[%obj]			-0.06	
Lambda	[-]	0.97	1.03	0.996	O.K.
Použitý analyzátor (výrobce, typ)		Bosch ESA/BEA x50/460			V 2.40 CZ
Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření analyzátoru					
Poznámky:	#				

Vozidlo z hlediska měření emisí:	<b>VYHOVUJE</b>	Čís. osvědčení o ME:	
Příští měření emisí v termínu do:	10.03.2012	Kontrolní nálepka:	<b>PŘIDĚLENA #</b>
Měření emisí provedl:	Bc.Vojtěch Šos	osvědčení ev. číslo:	BNA2904



VÝSLEDEK KONTROLY ZÁVAD ULOŽENÝCH V ŘÍDÍCÍ JEDNOTCE  
VÝSLEDEK KONTROLY TĚSNOSTI PLYNOVÉHO ZAŘÍZENÍ:

n.O.K. #

----

MĚŘENÉ PARAMETRY	PŘEDEPSANÉ		NAMĚŘENÉ S PALIVEM		VÝSLEDEK
	min.	max.	ZÁKLADNÍM	/ ALTERNATIVNÍM	
Teplota oleje [°C]	80		93.3		O.K.
<b>PŘI VOLNOBĚHU:</b>					
Otáčky [/min]	765	815	800		O.K.
Obsah CO [%obj]		0.50	4.208		n.O.K.
Obsah HC [ppm]			337		
Obsah CO2 [%obj]			11.45		
Obsah O2 [%obj]			0.83		
Lambda [-]			0.903		
<b>PŘI ZVÝŠENÝCH OTÁČKÁCH:</b>					
Otáčky [/min]	2500	2800	2660		O.K.
Obsah CO [%obj]		0.30	5.364		n.O.K.
Obsah HC [ppm]			127		
Obsah CO2 [%obj]			11.49		
Obsah O2 [%obj]			0.26		
Lambda [-]	0.97	1.03	0.851		n.O.K.
Použitý analyzátor (výrobce, typ)	Bosch ESA/BEA x50/460				V 2.40 CZ
Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření analyzátoru					
Poznámky:	#				

Vozidlo z hlediska měření emisí:	<b>NEVYHOVUJE</b>	Čís. osvědčení o ME:	00
Příští měření emisí v termínu do:	07.03.2010	Kontrolní nálepka:	<b>NEPŘIDĚLENA #</b>
Měření emisí provedl:	Bc.Vojtěch Šos	osvědčení ev. číslo:	BNA2904

VÝSLEDEK KONTROLY ZÁVAD ULOŽENÝCH V ŘÍDÍCÍ JEDNOTCE  
VÝSLEDEK KONTROLY TĚSNOSTI PLYNOVÉHO ZAŘÍZENÍ:

O.K. #

----

MĚŘENÉ PARAMETRY	PŘEDEPSANÉ		NAMĚŘENÉ S PALIVEM		VÝSLEDEK
	min.	max.	ZÁKLADNÍM	/ ALTERNATIVNÍM	
Teplota oleje [°C]	80		84.7		O.K.
<b>PŘI VOLNOBĚHU:</b>					
Otáčky [/min]	765	815	800		O.K.
Obsah CO [%obj]		0.50	0.951		n.O.K.
Obsah HC [ppm]			217		
Obsah CO2 [%obj]			13.54		
Obsah O2 [%obj]			1.21		
Lambda [-]			1.038		
<b>PŘI ZVÝŠENÝCH OTÁČKÁCH:</b>					
Otáčky [/min]	2500	2800	2690		O.K.
Obsah CO [%obj]		0.30	0.623		n.O.K.
Obsah HC [ppm]			86		
Obsah CO2 [%obj]			14.04		
Obsah O2 [%obj]			0.83		
Lambda [-]	0.97	1.03	1.031		n.O.K.

Použitý analyzátor (výrobce, typ)

Bosch ESA/BEA x50/460

V 2.40 CZ

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření analyzátoru

Poznámky:

#

Vozidlo z hlediska měření emisí:

**NEVYHOVUJE**

Čís. osvědčení o ME:

Příští měření emisí v termínu do:

07.03.2010

Kontrolní nálepka:

**NEPŘIDĚLENA #**

Měření emisí provedl:

Bc.Vojtěch Šos

osvědčení ev. číslo:

BNA2904

Kalibrační protokol:



Protokol o provedení kalibrace motortesteru

č.: M 10 - 04/22/03/1P	pro motortester:	<input type="checkbox"/> FSA 56x, 600, 7xx
		<input checked="" type="checkbox"/> ESA 110, 140, 250
		<input type="checkbox"/> BEA 150, 250, 350
		<input type="checkbox"/> MOT 240, 250, 251
		<input type="checkbox"/> MOT 150, 151
		<input type="checkbox"/> MOT 301,350, 500, 501
		<input type="checkbox"/> KTE 200
	číslo přístroje:	kód data výroby: SW:
	100 016 926	2004-10

JOSEF KEBRLE

MERKUR =K=

Pro firmu: ..... Pražská 384, 268 01 HORŮVICE .....

Telefon: 602 359 395

IČO: 10373501 DIČ: CZ490128118

perioda měsíců	práce	provedeno / opraveno
12	celková kontrola - mechanický stav - funkce - stabilita údajů  síťová šňůra justáž (viz dále)	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
další neperiodické práce		

Veličina	[ ]	jmenovitá hodnota	tolerance	naměřená hodnota	poznámka	Upozornění:
napětí aku	V	6 12	+/- 0.15	6 12		Pro stanice technických kontrol a pro stanice emisních kontrol je předepsán interval kalibrace 12 měsíců  Tímto potvrzujeme funkční přezkoušení a kalibraci / justáž motortesteru na simulátoru P100/101/102 příp. P140 firmy Müller resp. Mooser GmbH.  Číslo certifikátu simulátoru a datum poslední kalibrace : 8012-KL-3068-06 20.02.2015
Otáčky a / b / c	min <sup>-1</sup>	600	+/- 10	600	snímání z vn kabelu:c a) - induktivní kl. b) - kapacitní kleště c) ze svorky 1 cívky	
		1500		1500		
		3000	+/- 20	3000		
		6000		6000		
Proud	A	0	+/- 20	0	před vynulováním po vynulování	
		0	+/- 0	0		
		200	+/- 10	200		
úhel sepnutí	%	20	+/- 1	20		
		30		30		
		50		50		
		70		70		
		80		80		
Předstih + předstřik (u testeru s diesel-adaptérem)	o	0	+/- 0.6	0		
		5		5		
		10		10		
		20		20		
		40		40		
napětí	V	5	+/- 0.1	5		
		10		10		
		20		20		
Odpor	Ω	0	+ 6	0	před vynulováním po vynulování	
		0	+/- 0..0	0		
		10	+/- 0.3	10		
		1,5	+/- 0.1	1,5		
		10	+/- 0.3	10		
Teplota	oC	20	+/- 1.5	20		
		20		20		
		98	+/- 1.5	98		

Platnost kalibrace do:

22. 4. 2011

Práci provedl:

- S.Jirásek     Josef Lyko     Martin Kocourek  
 Martin Fuchs     L.Pulchart

podpis: Pulchart

datum: 22. 4. 2011

AD TECHNIK, s.r.o.  
provozovna: Moskevská 63  
101 00 Praha 10-Vršovice  
IČO: 264 09 062  
DIČ: CZ26409062