

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2010

Vojtěch Mistr

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Vliv chiptuningu na parametry vozidla VW Golf 3. generace 1,9 TDi

Vojtěch Mistr

Bakalářská práce

2010

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Katedra dopravních prostředků a diagnostiky
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Vojtěch MISTR**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní prostředky-Silniční vozidla**

Název tématu: **Vliv chiptuningu na parametry vozidla VW Golf 3.
generace 1,9 TDi.**

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

1) Úvod - pojednat o chiptuningu 2) Provést rozbor samotného chipování automobilu VW 3) Realizaci Chipování 4) Analýza měření výkonu, točivého momentu, emisí 5) Závěr - vyhodnocení výsledků Cílem této práce je realizovat úpravu elektronické řídicí jednotky automobilu VW za účelem zvýšení výkonu motoru a provést analýzu vlivu této úpravy na parametry motoru a emise výfukových plynů.

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 10. 5. 2010

Vojtěch Mistr

Poděkování

V první řadě bych rád poděkoval Ing. Jaromíru Folvarčnému, že se ujal vedení mé bakalářské práce, poskytl mi cenné materiály a navedl mne správným směrem. Dále patří mé velké poděkování přítelkyni, že mi ve všem tolik pomáhala a také mé rodině za podporu při studiích.

Mé poděkování patří také firmám Carelektronic a Falcon Racing, za jejich vstřícný přístup a poskytnutí cenných informací.

ANOTACE

Práce je věnována vlivu úpravy dat v řídicí jednotce BOSCH vozidla VW Golf III, osazeného vznětovým motorem o objemu 1,9 l. Teoretická část práce se zabývá vysvětlením pojmu „chiptuning“, charakteristikou a funkcí elektronické jednotky, dále úpravou dat v elektronické řídicí jednotce a vlivem dané úpravy na životnost motoru. Praktická část práce řeší samotnou úpravu dat v elektronické řídicí jednotce pro vybrané vozidlo, porovnáním výkonnostních parametrů vozidla před a po úpravě dat v řídicí jednotce a jejich vlivu na emise výfukových plynů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Chip, chiptuning, VW Golf 3 TDi, řídicí jednotka, WinOLS, dynamometr, kouřivost

TITLE

Influence of chiptuning at engine specifications of VW Golf 3rd generation 1,9 TDi

ANNOTATION

Bachelor work is concerned with modification of Bosch's ECU dates in the VW Golf 3rd generation vehicle, and influence of such modification on power specifications and smoke emissions of the car. The theoretical part deals with the explanation of the term "chiptuning", characteristics and functions of the electronic control unit, the modification of the electronic control unit date and the impact of the adjustments to the engine life. The practical part deals with the modification of the ECU dates. The comparing of efficiency parameters of the vehicle before and after adjusting the data in the ECU and their effects on exhaust emissions is presented here.

KEYWORDS

Chip, chiptuning, VW Golf 3 TDi, ECU, WinOLS, dynamometer, smoke emission

OBSAH

Úvod	7
1 Chiptuning	8
1.1 Historie chiptuning	8
1.2 Definice chipu	10
2 Charakteristika elektronické řídicí jednotky	12
2.1 Funkce řídicí jednotky.....	14
2.1.1 Snímače	18
3 Úprava dat řídicí jednotky	27
3.1 Paměť (chip) EPROM, EEPROM, FlashPROM.....	27
3.2 Před úpravou	28
3.3 Úprava dat řídicí jednotky – programování chipu.....	28
3.3.1 <i>Úprava dat pomocí výměny chipu</i>	28
3.3.2 <i>Přepisování dat řídicí jednotky pomocí OBD</i>	29
3.3.3 <i>Podporované typy motorů</i>	31
3.4 Softwarová podpora úpravy dat řídicí jednotky.....	31
3.4.1 <i>Mapy</i>	34
3.5 Po úpravě řídicí jednotky.....	39
4 Vliv chiptuningu na životnost motoru	40
5 Chiptuning vozidla VW Golf III 1,9 TDi	41
5.1 Diagnostika vozidla VW Golf III 1,9 TDi.....	41
5.2 Úprava dat řídicí jednotky vozidla VW Golf III 1,9 TDi.....	41
5.3 Měření výkonu a točivého momentu motoru na válcové stoličce	45
5.3.1 <i>Výkon a točivý moment motoru před úpravou dat řídicí jednotky</i>	47
5.3.2 <i>Výkon a točivý moment motoru po úpravě dat řídicí jednotky</i>	48
5.3.3 <i>Měření kouřivosti motoru před a po úpravě dat řídicí jednotky</i>	49
Závěr	51
Citovaná literatura	
Příloha A	
Příloha B	
Příloha C	
Příloha D	

ÚVOD

Přísné nároky na výkonové parametry, spotřebu paliva a emise spalovacích motorů vedou k stálým inovacím systémů řízení motorů. Důležitou roli přitom hraje strategie a cejchování. Ke strategii patří počítačový program, který je nahrán v řídicí jednotce. Cejchováním se rozumí data, se kterými strategie pracuje. Cejchování přizpůsobuje strategii konkrétnímu motoru. Program strategie a data cejchování se ukládají v pevné paměti Read Only memory (ROM) řídicí jednotky motoru. Kalibrační opatření zohledňují vedle typu motoru i model vozidla. Během kalibračního vývoje je cejchování modifikováno, aby se u vozidla získaly optimální jízdní vlastnosti.

U moderních elektronicky řízených motorů se dá výkon zvýšit pouhou změnou programu v řídicí jednotce, která je srdcem každého moderního motoru. Do řídicí jednotky proudí informace o otáčkách motoru, teplotě chladicí kapaliny, kvalitě paliva, úhlu sešlápnutí pedálu plynu, množství nasávaného vzduchu apod. Na základě těchto a dalších informací řídicí jednotka určí podle nastaveného programu optimální množství paliva pro vstřik, časový okamžik vstřiku, plnicí tlak a další veličiny. Toho využívá elektronický chiptuning. Do řídicí jednotky se prostě vloží jiný program, který optimalizuje výstupní hodnoty tak, aby motor naplno využíval svoje konstrukční vlastnosti. Sériové programy v řídicích jednotkách jsou totiž značně „uškrtené“, neboť výrobce musí zaručit, že motor poběží stejně v různých provozních podmínkách, s různě kvalitním palivem, při různé kvalitě údržby, přetěžování apod. Řídicí jednotka je proto nastavena se značnou rezervou. Odborně provedenou optimalizací softwaru v řídicí jednotce je možné docílit u přeplňovaných motorů nárůst výkonu a točivého momentu v rozsahu 25 – 35 %, u atmosféricky plněných motorů 8 – 10 %.

Cílem této práce bylo optimalizovat výkonnostní parametry vozidla VW Golf 3. generace, s vznětovým přeplňovaným motorem o objemu 1,9 l tak, aby i nadále motor splňoval emisní limity. Obsahově práce je rozdělená do dvou částí. Nejdřív se popisují teoretické poznatky spojené s chiptuningem vozidla. V druhé části práce se řeší samotná úprava a diskutují se získané výsledky.

1 CHIPTUNING

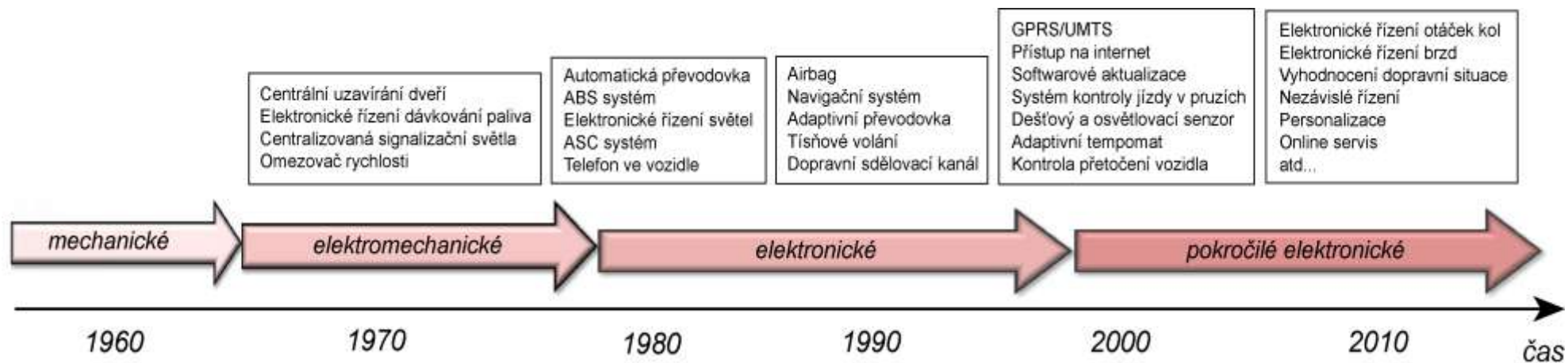
Pod pojmem „chiptuning“ se skrývá řada různých postupů jak upravit originální data v řídicí jednotce, která je mozkiem každého moderního automobilu (viz Obrázek 1). Jde především o paměťový prvek, který je součástí každé řídicí jednotky nazývaný „chip“.



Obrázek 1: Význam pojmu „chiptuning“. Zdroj (11)

1.1 Historie chiptuning

Je zřejmé chiptuning nebyl možný do doby než se řízení chodu motoru začalo ovládat elektronicky. V šedesátých létech minulého století vozidla byli ovládaná převážně mechanicky. Koncem tohoto období ale dochází k prvním pokusům zavést do konstrukce automobilů elektronické články. Vývoj řízení motorů (od období plně mechanického do pokročilého elektronického) a nadstavbových části vozidel je patrný z Obrázku 2. V roce 1967 Mercedes Benz vyvíjí řízené dávkování paliva do karburátoru – hovoří se o návrhu první řídicí jednotky. Od roku 1975 v závodních vozech se objevují řídicí jednotky značky Bosch. Jednotky stejné značky (Bosch K-Jetronic) od roku 1980 přicházejí do většiny produkčních osobních benzinových automobilů, což samozřejmě vedlo i k prvním úpravám řídicích jednotek. (1), (2) V té době pomocí odporů upravci



Obrázek 2: Vývoj řízení motoru a nadstavbových částí vozidla. Zdroj (3) .

optimalizovali dávkování paliva v souladu s mechanickými úpravami motorů (sání, vačka, výfuk apod.). V roce 1985 řídicí jednotka Bosch Motronic do výbavy získává chip typu EPROM, který už umožňoval nahrání nových dat. V následujících několika letech řídicí jednotkou svá vozidla vybavují výrobce BMW a Audi. Od roku 1993 řídicí jednotka je k mání ve vozidlech VW řady Golf. (1)

1.2 Definice chipu

Chip je polovodičová paměť, ve které jsou uloženy v datovém poli veškeré informace potřebné k řízení chodu motoru v jednotlivých provozních režimech. Jsou v něm uloženy závislosti jednotlivých parametrů, se kterými řídicí jednotka dále pracuje. Detailní popis řídicí jednotky a její funkcí jsou popsány v následující kapitole.

Takže řídicí jednotka je pouhým hardwarem, který se v unifikovaných sériích dodává do větší skupiny vozidel, a právě informace uložené uvnitř chipu v největší míře rozhodují například o skutečném točivém momentu, který pro jinak shodné pohonné jednotky může být rozdílný. Většinou se tyto rozdíly dějí z důvodu montáže stejných motorů do různých typů vozidel s různými cenovými relacemi. Protože tento fakt je všeobecně znám, objevují se na trhu firmy, které nabízejí úpravu dat řídicí jednotky. Tato úprava je z hlediska technického nepříliš komplikovaná a z hlediska cenového nepříliš nákladná. Většinou dochází pouze k výměně původní sériové paměti za paměť upravenou (výkonnější). Vzhledem k tomu, že náklady u takových operací zahrnují v podstatě pouze cenu know-how a drobné elektronické součástky, pohybují se v řádech tisíců korun, což je pro většinu „sportovněji“ založených řidičů přijatelné. Z hlediska výkonnostních úprav se jedná o tu nejjednodušší a nejlevnější záležitost. Pokud zákazník touží po opravdu razantním nárůstu výkonu, musí se dále přistoupit, krom upravení motormanagementu, i k hardwarovým úpravám jako jsou:

- výměna turbodmychadla za modely z výkonnějších motorových verzí;
- úprava sání;
- úprava chlazení nasávaného vzduchu;
- modifikace výfuku.

V takovém případě ale cena roste s počtem materiálových nákladů. Vlastní uložení (vypálení) dat na chip je s potřebným vybavením záležitost vcelku bez komplikací. Hlavním problémem

je struktura dat, se kterými řídicí jednotka pracuje. Lze říci, že pouze řídicí jednotka a výrobce ví, kde v chipu hledat správné údaje.

Jednou z možností jak se k těmto informacím dostat je originální dokumentace, která bývá k dispozici firmám, které za souhlasu výrobce upravují tyto data pro individuální zájemce a mnohdy se tato data dostanou i k dalším zájemcům.

Druhou variantou je pak postupné testování s patřičnou diagnostikou zvané „reverse-engineering“, z kterého se nakonec potřebná mozaika potřebných informací dá poskládat. V obou případech je třeba potřebné technické vybavení a značná dávka zkušeností. Dalším požadavkem jsou znalosti a zkušenosti z oblasti vlastní optimalizace výkonu motoru. Samotná úprava by na konci měla být ověřena na dynamometru tak, aby bylo možné říci, jakého přírůstku výkonu bylo skutečně dosaženo.

Postup úpravy dat řídicí jednotky, jak ho popisuje odborná literatura, je uveden v kapitole 3.

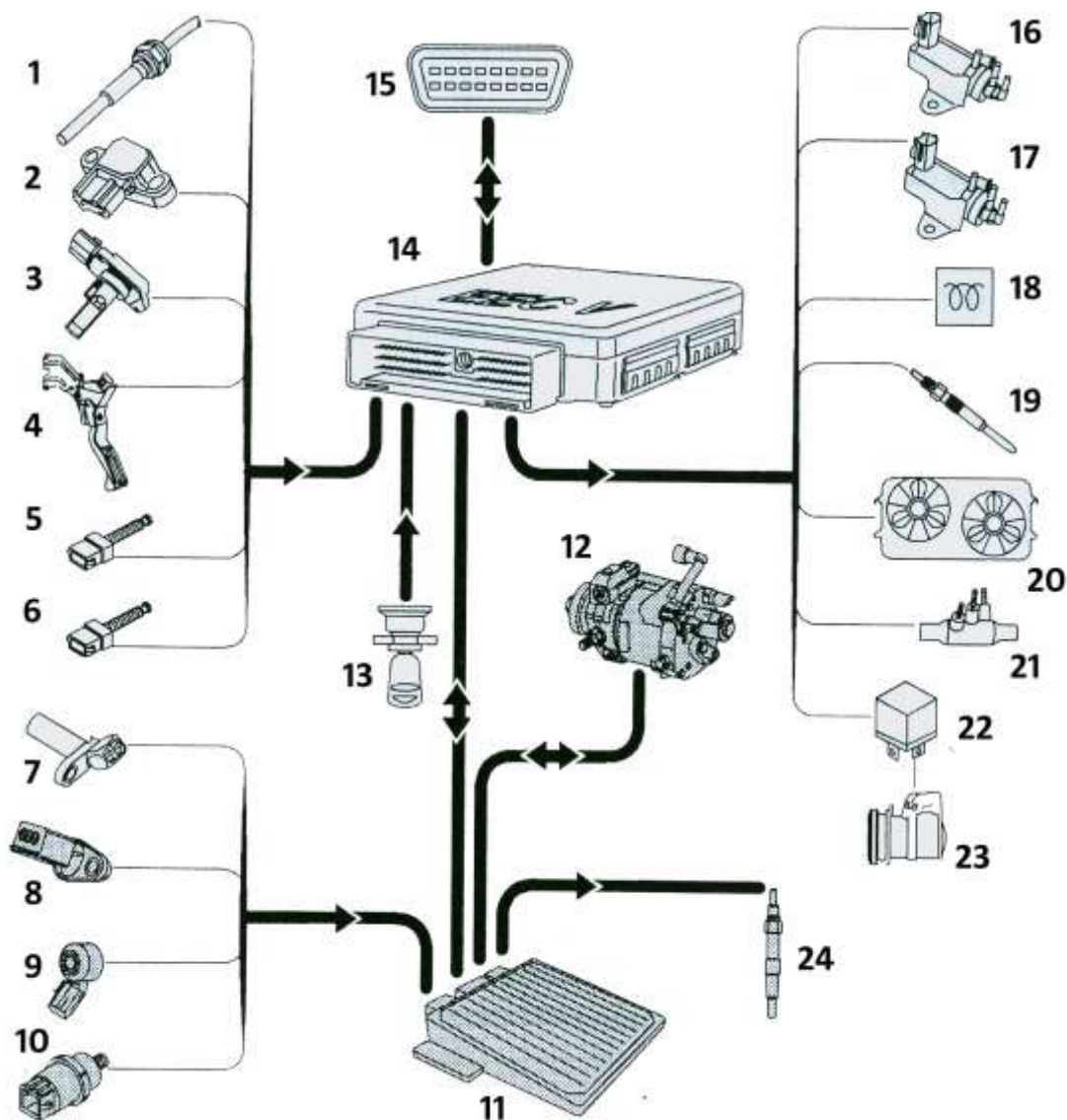
2 CHARAKTERISTIKA ELEKTRONICKÉ ŘÍDÍCÍ JEDNOTKY

Elektronická řídicí jednotka (ECU nebo angl. Electronic Control Unit) – je ve své podstatě řídicím mozkiem moderního motoru a všech procesů v něm probíhajících. U těch opravdu moderních vozidel se ECU stará i o další segmenty jako je řízení podvozku, komfortních funkcí automobilu (klimatizace apod.) a také funkcí zabezpečovacích (imobilizéry apod.). A celý tento mozek je ukryt v boxu (viz Obrázek 3), který je poté se všemi důležitými snímači a akčními prvky spojen kabeláží. Komunikace elektronické řídicí jednotky se snímači (případně akčními členy) je patrna z Obrázku 4.



Obrázek 3: Umístění elektronické řídicí jednotky ve vozidle a její možné působení: 1 – směrová, výstražná a varovná světla, spouštění varovných světel po nárazu; 2 – intervalový spínač stříkačů se snímačem samočinného spouštění; 3 – ostřikovače čelního skla; 4 – ostřikování světloměrů; 5 – vyhřívání zadního okna; 6 – houkačka; 7 – zdroj elektrické energie, alternátor; 8 – ECU vnitřního osvětlení; 9 – blokování dálkového otvírání pátých dveří; 10 – regulace intenzity osvětlení přístrojů; 11 – diagnostická zásuvka; 12 – tempomat; 13 – elektrické ovládání oken a posuvné střechy; 14 – zapínání zpětných světloměrů; 15 – kontrolka zavření dveří; 16 – samočinná funkce zadního stírače; 17 – kontrolka funkce spínací skříňky. Zdroj (4).

I když může vypadat složitě, celá architektura řídicího systému není v podstatě složitá (jako je tomu u běžných počítačů), jelikož zde nejsou potřeba složité funkce a výpočty. Naopak jsou na ECU kladeny vysoké nároky na rychlost a spolehlivost všech procesů, jelikož je zapotřebí aby tyto probíhaly v reálném čase.



Obrázek 4: Komunikace mezi ECU a snímači nebo akčními členy: 1 – snímač polohy klikového hřídele (CKP); 2 – snímač teploty hlavy válců (CHT); 3 – snímač absolutního tlaku v sacím potrubí (MAP); 4 – snímač teploty nasávaného vzduchu (IAT); 5 – snímač absolutního tlaku v sacím potrubí s vestaveným snímačem teploty nasávaného vzduchu (T-MAP); 6 – měřič hmotnosti vzduchu (MAF); 7 – snímač tlaku okolního vzduchu (BARO); 8 – snímač polohy ventilu recirkulaci spalin (EGR); 9 – snímač polohy akceleračního pedálu (APP); 10 – snímač brzdového světla a brzdového pedálu (BPP); 11 – snímač polohy spojkového pedálu (CPP); 12 – snímač rychlosti vozidla (VSS); 13 – zámek zapalování; 14 – rozdělovací vstříkovací čerpadlo s řídicí jednotkou čerpadla; 15 – přístrojová deska; 16 – pasivní bezpečnostní systém proti odcizení (PATS); 17 – řídicí jednotka (PCM); 18 – řízení alternátoru; 19 – diagnostická přípojka (DLC); 20 – řídicí jednotka systému ABS; 21 – řídicí jednotka ABS/ESP; 22 – elektromagnetický ventil klapky sacího potrubí; 23 – elektromagnetický ventil EGR; 24 – elektromagnetický ventil klapky sacího potrubí. Zdroj (4).

Z pohledu nároků celkově kladených na elektroniku vozu nejdůležitější je ale odolnost celého systému. Jednak práce v rozdílných klimatických podmínkách, dále vibrace a v neposlední řadě agresivní prostředí – proto jsou vhodnější jednodušší systémy.

Základním prvkem řídicího systému je procesor, kde jeho detailní architektura je záležitostí konstruktérů jednotlivých značek, ale základní struktura je pro všechny systémy shodná. Úkolem každého procesoru je zpracování veškerých aritmetických operací. Logika, s níž procesor pracuje a která řídí veškeré operace řízení motoru, je definována programem, který je uložen v samostatném modulu ROM. Další modul je pak RAM, který slouží k ukládání krátkodobých informací, se kterými mikroprocesor pracuje. Celkovou výkonnost elektronické řídicí jednotky pak určuje velikost paměti ROM, RAM, která je popisována v kB, a výkonnost procesoru. Další paměťový modul v řídicí jednotce je EPROM, kde jsou uložena data, která se již vztahují ke konkrétním typům motorů. Kolem tohoto modulu se točí všechen zájem úpravců dat řídicích jednotek. V datovém poli tohoto chipu jsou uloženy závislosti hodnot jednotlivých akčních členů (vstřikování paliva, řízení předstihu apod.) na okamžitých provozních podmínkách (otáčky, poloha plynového pedálu apod.). Změnou jednotlivých hodnot v závislostech lze dosahovat změn ve výkonových parametrech v různých režimech chodu motoru.

Samotná řídicí jednotka je ve vozidlech umístěna na jednak snadno přístupných místech a zároveň na místech, která jsou relativně chráněna proti nepříznivým podmínkám v motorovém prostoru. Pomocí CAN-BUS konektoru je řídicí jednotka spojena se všemi dalšími důležitými elektronickými systémy a snímači, s kterými sdílí informace. Komunikace je v tomto případě oboustranná, kdy ECU vysílá signály k jednotlivým akčním členům, ale i tyto akční členy informují ECU o probíhajících procesech. Jednotka dále obsahuje interface v podobě analogově-digitálního převodníku, který převádí data poskytovaná snímači a akčními členy do digitální podoby tak, aby s nimi byla jednotka schopna dále pracovat. Stejně tak na výstupu je signál analogový díky digitálně-analogovému převodníku – aby k akčním členům a snímačům dostal signál takový, s jakým umí pracovat.

2.1 Funkce řídicí jednotky

Vzhledem k přísnějším emisním normám a požadavkům na snížení spotřeby paliva se kladou stále nové požadavky na vstřikovací systémy motorů. Pro dobrou přípravu směsi musí vstřikovací systém vstřikovat palivo do spalovacího prostoru s vysokým tlakem a přitom dávkovat vstřikované množství s co největší přesností. (4) Dřívější mechanické řízení vstřikovacích systémů je v dnešní době již, dá se říct, zcela nahrazeno plně elektronickým, což obstarává řídicí jednotka. Funkce řídicí jednotky jsou detailně popsány níže.

Dávkování vstřikovaného paliva

Tato funkce řídicí jednotky souvisí s přísnějšími emisními normami a požadavky na snížení spotřeby paliva. Samotné vstřikování paliva se řídí několika činiteli:

- přáním řidiče;
- provozním stavem;
- teplotou motoru;
- důsledky na emise škodlivin;
- ochranou motoru a převodovky před poškozením;
- poruchami v systému.

Z těchto ovlivňujících činitelů je v modulu ECU vypočtena vstřikovací dávka, přičemž se může měnit také okamžik vstřiku. Odměřování paliva přitom probíhá plně elektronicky pomocí elektromagnetických ventilů, jsou řízeny opět ECU. Plně elektronické řízení vznětových motorů má z toho důvodu rozsáhlou bezpečnostní koncepci integrovanou do softwaru v ECU, která rozezná vznikající problém a podle jeho důsledku např. omezí výkon zmenšením dávky paliva. (4)

Omezení maximálních otáček a rychlosti motoru

Velmi důležitou funkcí elektronické řídicí jednotky je schopnost omezit maximální počet otáček motoru, což kvůli obrovské hmotě a její odstředivé síle může zachránit motor před poškozením. ECU neustále sleduje signál otáček a v případě dosažení předem určené horní hranice je pomocí přerušení dodávky paliva nebo vypnutím zapalování počet otáček redukován. Stejné parametry jsou aplikovány i na omezení maximální rychlosti. (5)

Omezení maximálních otáček vznětového motoru

Vznětové motory obecně vytvářejí vlivem rovnoměrného plnění válce (nemají škrticí klapku) a vlivem vysokých spalovacích tlaků vysoký točivý moment v širokém rozsahu otáček. Přepliňováním a chlazením plnicího vzduchu se dosahuje další zvětšení točivého momentu. U některých verzí se používá funkce overtorgue (v překladu „zvětšení točivého momentu“), kdy tato funkce umožňuje při prudkém zrychlení krátkodobě zvýšit maximální točivý moment o 15 až 35 Nm, což se pozitivně projeví například při předjíždění.

Maximální otáčky jsou u vznětového motoru asi 5000 min^{-1} . Důvodem je pomalejší spalování nafty (v porovnání s benzínovým motorem) a při vyšších otáčkách již není možné účinně a dokonale palivo spalovat, následně vzrůstá podíl sazí ve výfukových plynech. (4)

Regulace chodu „naprázdno“

U plně elektronicky řízeného motoru je právě elektronická řídicí jednotka ten, kdo zajišťuje regulaci chodu „naprázdno“. Musí se řídit tak, aby otáčky chodu naprázdno zůstaly konstantní při všech podmínkách (chod klimatizace, zatížená elektrická síť vozidla, servořízení apod.), nebo se zvýšily. Takže motor klidně běží. Krom vnějších zátěžných momentů zohledňuje regulace chodu naprázdno vnitřní třecí momenty motoru individuálně pro každý válec. Tyto se mění (sice nepatrně) neustále po celou dobu životnosti motoru a kromě toho silně závisejí na teplotě. (4)

Předvstříkování paliva

Některé systémy využívají předvstříkování paliva do spalovacího prostoru. Malá dávka paliva, vstříknuta předběžně do spalovacího prostoru, zmenšuje spalovací tlak ve spalovacím prostoru, čímž se docílí měkčího spalování. Tímto se snižuje hluk motoru a chod je klidnější. (4)

Nestavení okamžiku zapalování

Aby mohlo být palivo optimálně využité, je důležitý správný okamžik zážehu (u benzínových motorů), vstříku (u naftových motorů) v závislosti na otáčkách, zátěži, teplotě a jiných řídicích parametrech. (5)

Omezování klepání

Nežádoucí spalovací proces – nazývaný detonační spalování nebo-li klepání – je následkem samozápalů částic směsi, která se nestačila zapálit od postupně prohořívající směsi zapálené jiskrou. Toto může při dlouhodobém působení takového hoření nespálených plynů způsobit mechanické poškození těsnění pod hlavou, pístů a v oblasti ventilů v hlavě válců. Vibrace, vznikající u detonačního spalování, jsou snímány snímači vibrací, převedeny na elektrické signály a vedeny do řídicí jednotky. Tam je podle vyhodnocovacího algoritmu rozpoznáno klepání – vede to ke snížení předstihu v „postiženém“ válci o naprogramovanou hodnotu. (4)

Lambda regulace

Vzhledem k trendu snižování škodlivých emisí ve výfukových plynech je nutné jejich zpracování v třícestném katalyzátoru, kde se škodlivé složky CO, HC a NO_x převádí na H₂O, CO₂ a N₂. Zpracování zmíněných tří složek je možné pouze ve velmi úzkém rozsahu, v tzv. „lambda okně“ ($\lambda = 0,99 \dots 1$). Toho lze dosáhnout pouze s lambda regulací. Řídící jednotka vytváří ze signálu měřiče hmotnosti vzduchu a získaných otáček motoru vstřikovací signál, pokud je $\lambda < 1$ – bohatá směs, nebo $\lambda > 1$ – chudá směs, je doba vstřiku prodloužena nebo zkrácena. (4)

Regulace tlaku v sacím potrubí

U přeplňovaných motorů řídící jednotka reguluje také tlaky v sacím potrubí. Ze známých způsobů přeplňování se u vozidel prosadilo přeplňování turbodmychadlem. Regulace plnicího tlaku je prováděna na základě výpočtu v řídící jednotce, která toto vyhodnocuje na osnově dat ze snímače tlaku v sacím potrubí a regulována pomocí obtokového ventilu (Waste-gate), nebo u turbodmychadel s proměnnou geometrií změnou natočení lopatek v dmychadlové části turbodmychadla. (4)

Recirkulace výfukových plynů

V průběhu překrytí ventilů je určité množství zbytkových plynů vráceno ze spalovacího prostoru zpět do sacího potrubí. Při následujícím sacím cyklu je pak společně s čerstvou směsí nasáta i část zbytkových plynů. Do určitého bodu může zvyšování podílu zbytkových plynů působit pozitivně na přeměnu energie a tím spotřebu paliva, další je snížení tvorby oxidů dusíku. Při zvýšení podílu zbytkových plynů nad jistou hranici ale vede k nedokonalému spalování a tím ke zvýšení emisí uhlovodíků, spotřebě paliva a neklidnosti motoru. (4)

Servisní intervaly, bezpečnostní funkce

Sledování nastavených hodnot, rozpoznávání chyb v senzorech spojené s jejich záznamem do diagnostického systému. (5)

Funkce elektronické řídící jednotky není ale možná bez řady snímačů, o kterých pojednává následující kapitola 2.1.1.

2.1.1 Snímače

Vzhledem k potřebě vstupních hodnot, dle kterých pak řídicí jednotka je schopna pracovat, jsou na vozidle samém a na motoru umístěny snímače, které podle úrovně řídicího algoritmu získávají více či méně vstupních parametrů, popisujících okamžité podmínky pracovního režimu, ve kterém se motor nachází. Během provozu je nutno sledovat několik rozdílných fyzikálních parametrů a proto se snímače dělí do několika základních skupin:

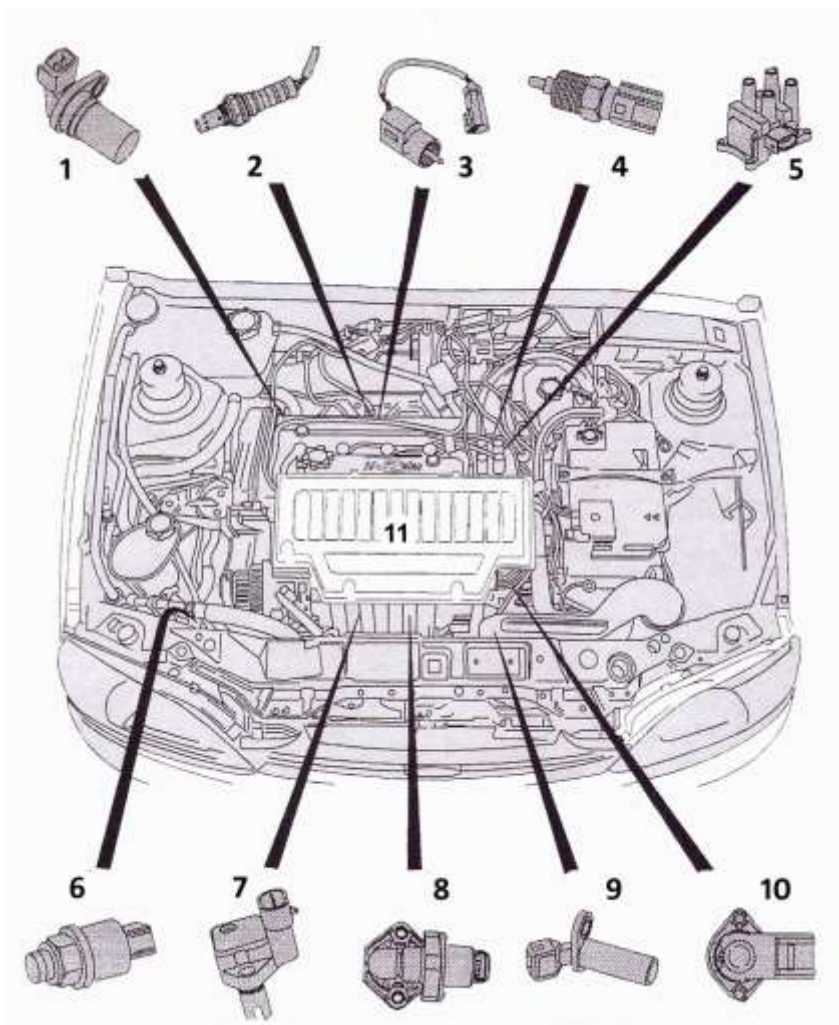
- snímače polohy – snímače polohy klikového hřídele, vačkového hřídele, plynového pedálu (škrticí klapky);
- objemové snímače – snímače množství nasávaného vzduchu;
- tlakové snímače – snímání tlaku v sacím potrubí, výfukovém potrubí, snímání vnějšího tlaku, ovládacích tlaků (ALS systém), tlaku paliva, oleje, vody;
- teplotní snímače – snímače teploty nasávaného vzduchu, výfukových plynů, teploty oleje, chladicí kapaliny;
- snímače složení výfukových plynů – lambda sonda;
- ostatní snímače – snímač okamžité rychlosti vozidla, otáček kol apod.

Každé vozidlo může být dále vybaveno množstvím snímačů, které nejsou nezbytně důležité pro samotný chod motoru. Umístění různých snímačů v motorovém prostoru vozidla je zobrazeno na Obrázku 5.

Snímače polohy

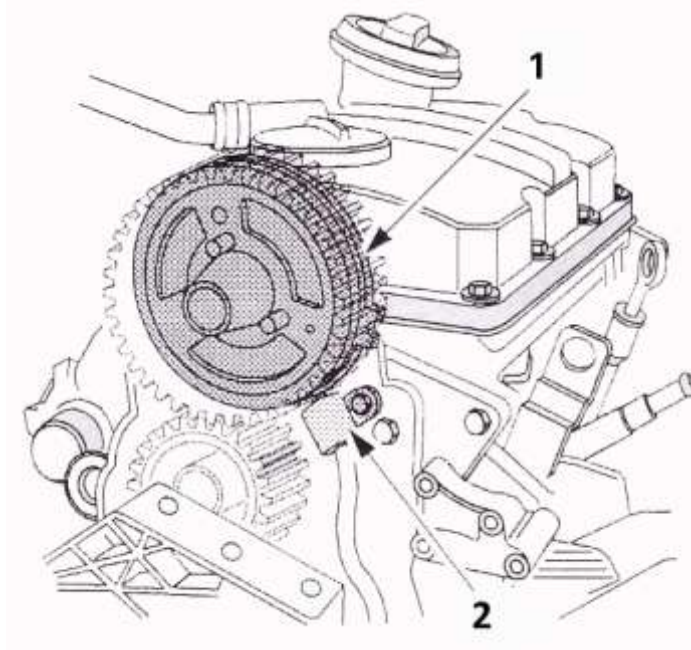
Snímače otáček – je to jeden z těch podstatnějších snímačů polohy (dalo by se říci základních snímačů), bez kterého by nebylo možné řídit chod motoru. Nejčastěji tento snímač pracuje na principu Hallova efektu, kdy dochází k indukovaní napětí průchodem vodiče v těsné blízkosti snímače. K tomu slouží výřezy na setrvačnicku (stejných či nestejných rozměrů), které tak průchodem okolo snímače indukují signál. Pro snímání polohy vačkového hřídele (Obrázek 6) se používá stejný typ snímání, kdy je signál generován zářezem nebo nálitkem např. na rozvodovém kole.

Další druh snímačů jsou magnetické resp. indukční nebo optické snímače. U všech snímačů se opakuje stejný pracovní systém a to vytvoření elektrického signálu v okamžiku pootočení klikového hřídele (viz Obrázek 7).

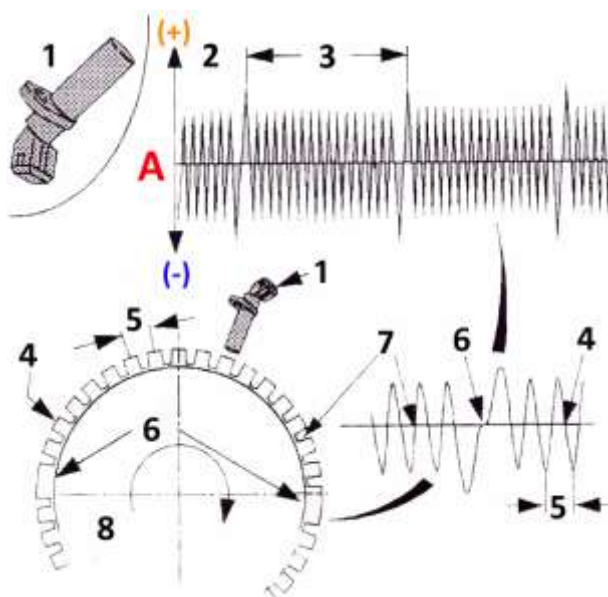


Obrázek 5: Rozložení akčních členů v motorovém prostoru: 1 – snímač polohy vačkového hřídele; 2 – lambda sonda před katalyzátorem; 3 – snímač rychlosti jízdy; 4 – snímač teploty chladicí kapaliny; 5 – zapalovací cívka; 6 – snímač tlaku servořízení v tlakovém potrubí od čerpadla servořízení; 7 – snímač teploty a absolutního tlaku v sacím potrubí; 8 – ventil řízení vzduchu pro chod naprázdno; 9 – snímač polohy klikového hřídele; 10 – snímač polohy škrticí klapky; 11 – modul nasávaného vzduchu. Zdroj (4).

V případě snímače polohy pro správné ovládání akčních členů je třeba znát jejich polohu. Dále pak je potřeba znát vstupní hodnoty, se kterými ECU pracuje. Ve většině případů se jedná o potenciometr, který mění elektrický odpor v závislosti na změně polohy pohyblivého členu. U těchto snímačů je důležitá přesnost vzhledem k tomu, že na nich závisí především ovladatelnost motoru.



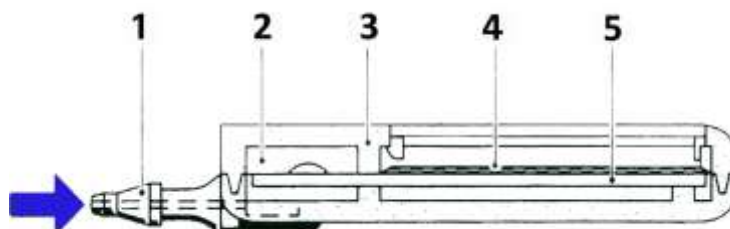
Obrázek 6: Snímač polohy vačkového hřídele: 1 – ozubený věnec (impulsní kotouč); 2 – snímač CMP (Hallův snímač). Zdroj (6).



Obrázek 7: Snímač polohy klikového hřídele: A – CKP-signál (sinusově podobný průběh napětí); 1 – snímač CKP; 2 – napětí (V); 3 – 17 impulsů na ½ otáčky klikového hřídele (180°KH); 4 – střed odlitého výstupku; 5 – dělení odlitých výstupků po deseti stupních; 6 – prodloužené odlité výstupky (referenční značka); 7 – střed mezery mezi odlitými výstupky; 8 – obvod setrvačníku s 2x17 odlitými výstupky. Zdroj (6).

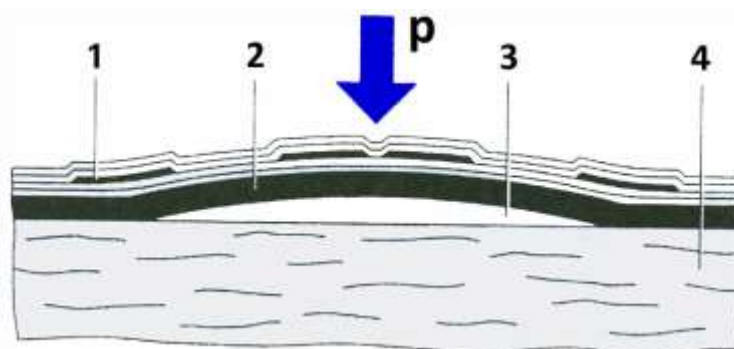
Tlakové snímače

Jedním z parametru pro posouzení okamžitého zatížení motoru je velikost podtlaku v sacím potrubí za škrtkové klapkou. K tomuto účelu se používá snímač MAP – snímač tlaku v sacím potrubí. Snímač tlaku v sacím potrubí je se sáním propojen pneumaticky hadičkou, a snímá absolutní tlak [kPa]. Snímače tlaku (viz Obrázek 8) jsou umístěné přímo v řídicí jednotce,



Obrázek 8: Snímač tlaku (pro zabudování do řídicí jednotky): 1 – přívod tlaku; 2 – tlakový člunek s měřícími elementy; 3 – těsný můstek; 4 – vyhodnocovací obvod; 5 – deska z keramického substrátu; modrá šípka označuje směr proudění vzduchu. Zdroj (7).

nebo mimo ní v blízkosti sacího potrubí a poslední možností jsou snímače umístěné přímo na sacím potrubí. Vnitřně se snímač dělí na tlakový člunek se dvěma měřícími elementy a na prostor s vyhodnocovacím obvodem. Obě části jsou umístěny na desce z keramického substrátu. Měřící element je zde tvořen membránou ve tvaru zvonu (viz Obrázek 9), která uzavírá komoru s konstantním referenčním tlakem. Podle velikosti tlaku v sacím potrubí se mění velikost prohnutí membrány, kde jsou naneseny piezorezistentní odpory, měnící svůj odpor v závislosti na mechanickém napětí. Odpory jsou zapojeny do můstku, takže vychýlení



Obrázek 9: Membrána s měřícími elementy ve snímači tlaku: 1 – piezorezistentní odpory; 2 – základní membrána; 3 – uzavřená komora s referenčním tlakem; 4 – deska z keramického substrátu; p – tlak vzduchu. Zdroj (7).

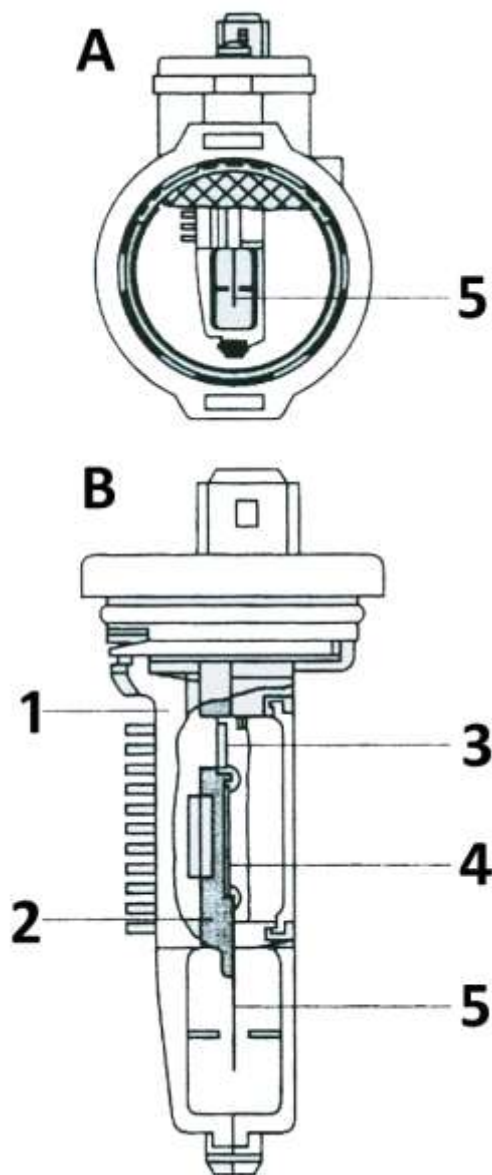
membrány způsobí nerovnováhu mřížky. Napětí na mřížce je pak úměrné velikosti tlaku v sacím potrubí. Vyhodnocovací obvod poté zesiluje napětí na mřížce, linearizuje tlakovou charakteristiku a jeho výstupní signál je pak přiváděn do řídicí jednotky. (4)

Objemové snímače

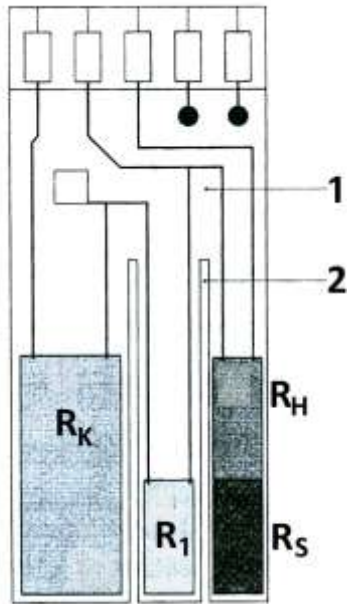
Objemové snímače (MAS, MAF) měří množství nasávaného vzduchu v sacím traktu. Tato informace je důležitá zejména k regulaci složení palivové směsi. Na této informaci také záleží množství vstřikovaného paliva. Existuje několik provedení objemových snímačů, z nich nejznámější je provedení se žhaveným drátkem nebo filmem.

V případě systému se žhaveným drátkem pro udržení jeho teploty, kterou snižuje průtok vzduchu, napájí určité napětí, které je přímo úměrné hmotnostnímu průtoku vzduchu. Tím, jak se zvětšuje průtok vzduchu a snižuje teplota čidla, je zapotřebí většího napětí k udržení na předem definované hodnotě.

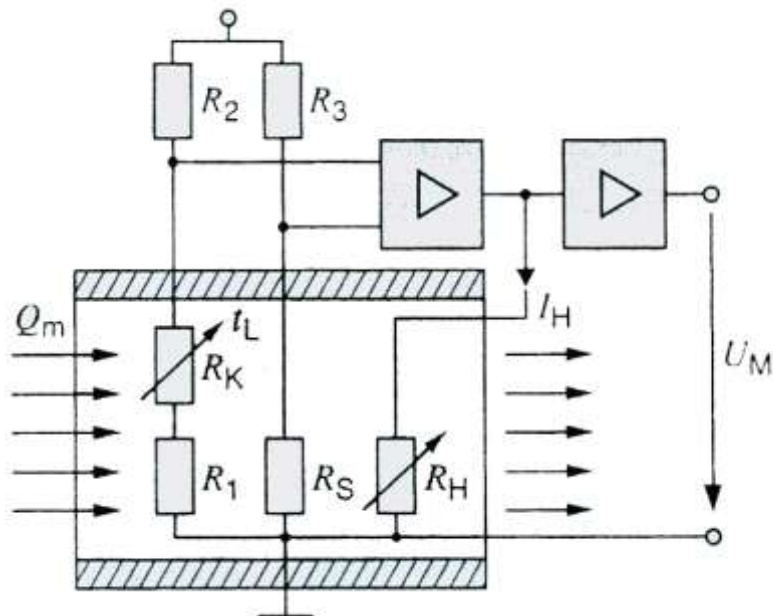
Na stejném principu funguje i druhý druh objemových snímačů – snímač s vyhřívaným filmem (viz Obrázek 10). Zapojení regulačního obvodu se tu nachází na keramickém substrátu (Obrázek 11). Napětí na vyhřívaném filmu je úměrné hmotnosti vzduchu. Toto napětí je elektronikou měřiče hmotnosti vzduchu s vyhřívaným filmem převáděno na napětí srozumitelné pro řídicí jednotku motoru (viz Obrázek 11 a Obrázek 12).



Obrázek 10: Snímač hmotnosti vzduchu s vyhřívaným filmem: A – těleso; B – měřící element snímače; 1 – chladič; 2 – mezikus; 3 – výkonový prvek; 4 – hybridní zapojení; 5 – vyhřívaný film. Zdroj (7).



Obrázek 11: Element snímače – vyhříváný film: 1 – keramický substrát; 2 – vzduchová mezera; R_K – snímač kompenzace teploty; R_1 – můstkový odpor; R_H – vyhříváný odpor; R_S – odpor snímače. Zdroj (7).



Obrázek 12: Zapojení měřiče hmotnosti vzduchu s vyhříváným filmem: R_K – snímač kompenzace teploty; R_H – vyhříváný odpor; R_1 , R_2 , R_3 – můstkové odpory; U_M – měřící napětí; I_H – vyhřívací proud; t_L – teplota vzduchu; Q_M – hmotnost protékajícího vzduchu za jednotku času. Zdroj (7).

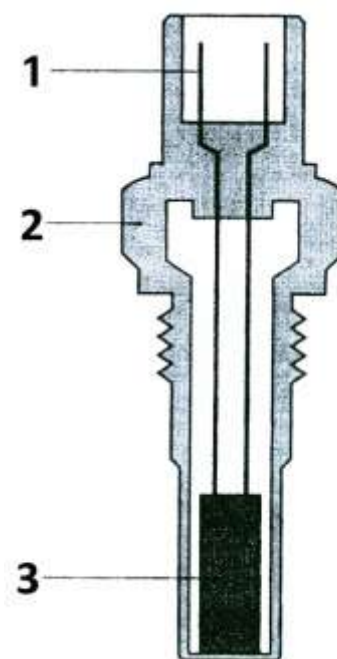
Snímače teploty

Snímače teploty se používají pro měření teploty nasávaného vzduchu a měření teploty výfukových plynů.

V prvním případě změnou teploty nasávaného vzduchu dochází i k změně jeho hustoty – je třeba sdělit tuto informaci řídicí jednotce, aby mohl být zachován hmotnostní poměr nasávaného množství vzduchu a vstřikovaného paliva. Vlastnost, která je u těchto snímačů vyžadována, je především rychlá odezva na změnu teploty. Takže snímač teploty pracuje na principu změny odporu se změnou teploty, kdy odpor klesá s rostoucí teplotou.

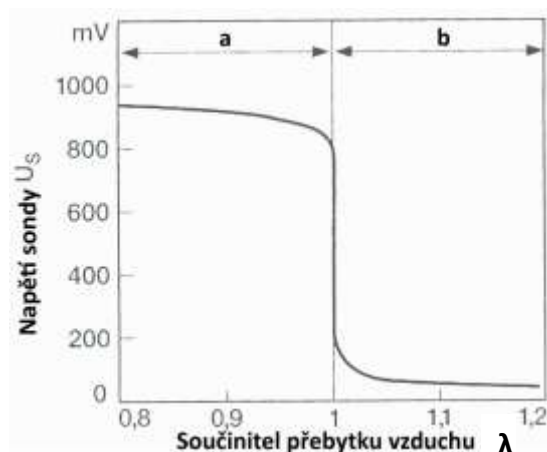
V druhém případě teplota výfukových plynů je velmi důležitá především při optimalizaci výkonu u přeplňovaných motorů. Tento údaj vypovídá o složení směsi a hraje také roli ve složení emisí. Princip funkce je stejný jako u ostatních tepelných snímačů.

Dalším příkladem snímačů teploty je snímač teploty motoru (viz Obrázek 13).



Obrázek 13: Snímač teploty motoru: 1 – elektrické zapojení; 2 – těleso snímače; 3 – NTC odpor (Negativ Temperature Coefficient. Zdroj (7).

Lambda sonda

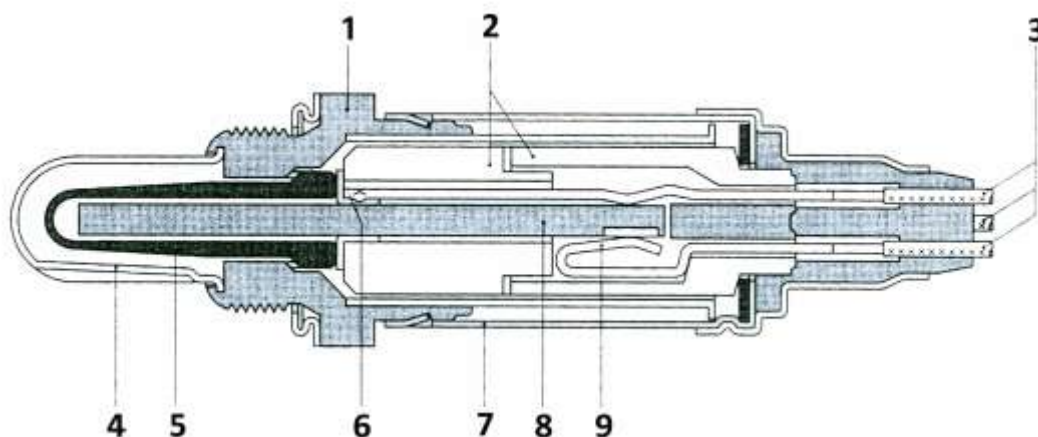


Obrázek 14: Charakteristika lambda sondy pro pracovní teplotu 600°C: a – bohatá směs (nedostatek vzduchu); b – chudá směs (přebytek vzduchu). Zdroj (7).

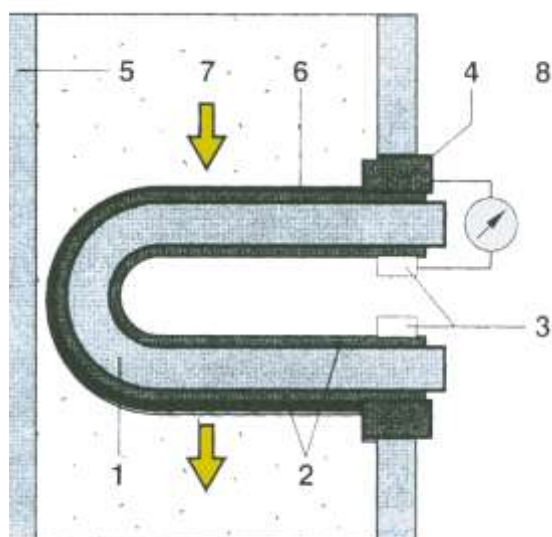
Lambda sonda měří součinitel přebytku vzduchu lambda. Je to poměrné číslo určující poměr vzduchu a paliva ve směsi (viz Obrázek 14).

Při $\lambda=1$ pracuje katalyzátor optimálně. Vnější strana elektrody lambda sondy zasahuje do proudu výfukových plynů, vnitřní je v kontaktu s venkovním

vzduchem. Princip sondy je založen na propustnosti porézní keramické hmoty (Obrázek 15), jež umožňuje difuzi vzdušného kyslíku. Je-li obsah kyslíku na obou elektrodách rozdílný, objeví se na elektrodách elektrické napětí. Druhá možnost je, že se změnou rozdílu obsahu kyslíku na elektrodách se nemění napětí, ale odpor. Jedná se o lambda sondy odporové. (4) Umístění lambda sondy ve výfukovém potrubí je zobrazena na Obrázku 16.



Obrázek 15: Vyhřívaná lambda sonda: 1 – tělo lambdy sondy; 2 – keramická ochranná trubka; 3 – elektrické kontakty; 4 – ochranný klobouček se zářezy; 5 – aktivní keramika sondy; 6 – kontaktní část; 7 – ochranné pouzdro; 8 – vyhřívaný element; 9 – svorkové připojení topného elementu. Zdroj (7).

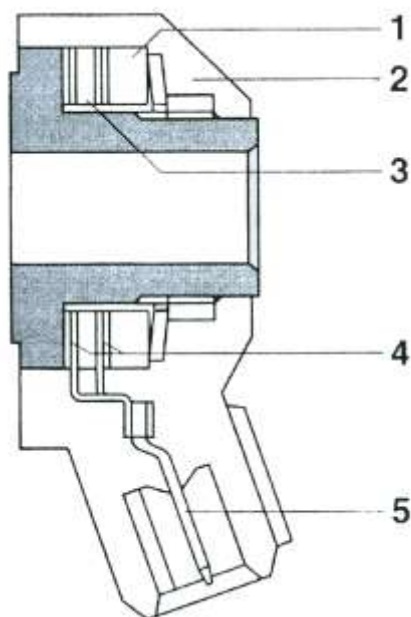


Obrázek 16: Umístění lambda sondy ve výfukovém potrubí: 1 – aktivní keramika sondy; 2 – elektrody; 3 – kontakt; 4 – upevnění v tělese; 5 – výfukové potrubí; 6 – keramická porézní ochranná vrstva; 7 – směr proudění výfukových plynů; 8 – čistý vzduch. Zdroj (7).

Ostatní snímače

Počet snímačů narůstá s rozvojem elektroniky potřebné k řízení všech funkcí moderního automobilu. Propojení motormanagementu a kontroly podvozku pak vede k tomu, že do řízení chodu motoru zasahují krom optimalizace spotřeby, emisí a výkonu i další kritéria. Například, snímač otáček kol, který pracuje na principu optickém nebo magnetickém, předává do ECU informace o okamžitých otáčkách kol.

Dalším příkladem ostatních snímačů je snímač klepání (viz Obrázek 17).



Obrázek 17: Snímač klepání: 1 – seismická hmota, 2 – zalévací hmota; 3 – piezoelektrická keramika; 4 – kontakty; 5 – elektrické připojení. Zdroj (7).

Akční členy

Akční členy regulují chod motoru. Nejdůležitějším prvkem jsou vstřikovací čerpadla, která regulují otáčky a výkon motoru, regulace plnicího tlaku u přeplňovaných motorů, kam patří systémy ovládání turbodmychadla, prepouštění plnicího tlaku v sacím potrubí a pak je tu regulace předstihu zapalování. Za akční člen lze považovat i elektronický plynový pedál kde je mechanické spojení mezi plynovým pedálem a škrticí klapkou (u zážehových motorů), anebo plynovým pedálem a naftovým čerpadlem (u vznětových motorů) nahrazen elektronickým spojením plynového pedálu a řídicí jednotky.

3 ÚPRAVA DAT ŘÍDÍCÍ JEDNOTKY

Úprava dat řídicí jednotky probíhá změnou dat v chipu. Chip je polovodičová paměť, ve které jsou uloženy v datovém poli veškeré informace potřebné k řízení chodu motoru v jednotlivých provozních režimech. Jsou v něm uloženy závislosti jednotlivých parametrů, se kterými řídicí jednotka dále pracuje. Dá se říci, že tento chip tvoří skutečné parametry motoru. Řídicí jednotka je pouhým hardwarem, který se v unifikovaných sériích dodává do větší skupiny vozidel. O různých druzích pamětí pojednává podkapitola 3.1.

3.1 Paměť (chip) EPROM, EEPROM, FlashPROM

Obecně paměť PROM (angl. Programmable Read-Only Memory) by se dala stručně charakterizovat jako polovodičová paměť s možností zápisu, jejíž hlavním rysem je energetická nezávislost. Což znamená, že po odpojení napájecího napětí zůstává obsah tohoto článku zachován. Tvoří jí bipolární tranzistory, které umožňují elektrický náboj a tedy obsah paměti uchovávat po relativně dlouhou dobu. Typy paměti PROM jsou popsány níže.

EPROM

Prvním typem paměti PROM je EPROM (angl. Erasable Programmable Read-Only Memory). Tato paměť umožňuje pouze jednorázový zápis dat. Ta se sice z paměti dají vymazat, ale pouze s použitím speciálního zdroje UV záření.

EEPROM

Mnohem praktičtější je paměť EEPROM, která se vykazuje podobnými vlastnostmi, jako paměť EPROM, ale její hlavní devizou je možnost vymazání a opakovaného zápisu mnohem komfortnější, elektrickou cestou. Nevýhodou je nižší rychlost a vyšší cena než EPROM.

Pro oba typy paměti platí, že zápis (výmaz) musí být vždy proveden v externím zařízení. Lze se setkat i s pamětí označenou jako OTP EPROM, což je klasický PROM s tím rozdílem, že jí nelze žádným způsobem mazat. Nutnost externích operací řeší další typ paměti FlashPROM. Jedná se o ekvivalent paměti EEPROM, jejíž programování lze provádět přímo v počítači bez nutnosti vyjímání. Toto se děje přes výstup palubní diagnostiky OBD.

Samotnou úpravu dat řídicí jednotky předchází diagnostika motoru. Více o tom je řečeno v kapitole 3.2.

3.2 Před úpravou

Je více než vhodné před úpravou dat řídicí jednotky provést celkovou diagnostiku motoru, který chceme obohatit o nějaké ty „koně“ navíc. Načtení paměti závad patří k absolutnímu základu, a pokud chceme udělat více pro bezpečí motoru, pak je vhodnější provést i diagnostiku sensorových dat během zkušební jízdy. Při tom se kontrolují především hodnoty váhy vzduchu a turba a v případě bezchybného chodu se přistupuje k samotné úpravě dat v řídicí jednotce respektive v chipu, který tato data obsahuje. V případě toho, že motor nepracuje bezchybně, se pak stane přinejmenším to, že složitým mapováním se budou pouze korigovat nedostatky způsobené nefunkčností některých prvků.

3.3 Úprava dat řídicí jednotky – programování chipu

Úprava dat řídicí jednotky se může odehrávat dvěma způsoby. V případě, kdy chip není přepisovatelný (jedna se o paměti typu EPROM nebo EEPROM), dochází k fyzické výměně chipu (viz kapitola 3.3.1). V opačném případě přepisování dat řídicí jednotky je možné pomocí OBD (viz kapitola 3.3.2).

3.3.1 Úprava dat pomocí výměny chipu

Paměťový modul obsahuje data, která definují závislosti funkce jednotlivých akčních členů na daných provozních podmínkách. Pro úpravu je nutné paměť nejprve fyzicky přečíst. Pokud se jedná o paměť typu EPROM nebo EEPROM je nutné jí fyzicky vyjmout z vozu a i ze základové desky řídicí jednotky. Samotné čtení paměti probíhá přes speciální čtečku, do které se paměťový modul vloží pro komunikaci s počítačem. Náročnost takového kroku je odvislá od toho, zda je chip do základní desky pouze vsazen nebo k ní připájen. Samotné programování paměti je pak možné provést kdekoliv, kde je možné spustit počítač. U paměti EPROM je možnost provést akci rychleji, pokud již je připravená druhá paměť s modifikovanými daty, a ta bezprostředně po vyjmutí původní sériové se umístí na základní desku řídicí jednotky. Zapisování do samotné paměti se tedy děje v externím zařízení připojeném k počítači s využitím specializovaného softwaru umožňujícího přístup do paměťového modulu. Vzhledem k tomu, že při výběru programátoru existuje několik kritérií, není jeho výběr zrovna jednoduchý. Je dobré zdůraznit alespoň dva z nich a to je druh patice vzhledem k tomu, jaký typ EPROM je potřeba modifikovat. Druhým kritériem je dozajista cena, a ta by

měla odpovídat účelu. Pokud není zájem o jednorázovou úpravu, není dobré si pořizovat levné programátory, které podporují jen velmi omezené množství chipů.

K samotnému vyjmutí chipu je samozřejmě potřeba ještě dalšího nářadí, jakým je minimálně pájka a odsávačka. Řídící jednotka sama není žádná levná záležitost a opatrnost a šikovnost při takovém procesu jako je vyjmutí paměťového modulu je zcela na místě. Takováto modifikace dat v řídicí jednotce je možná pouze jako offline a není možné upravená data odzkoušet dříve než je nově naprogramovaná paměť vrácena zpět do jednotky a ta znovu propojena s vozidlem. Jelikož každou změnu je lepší hned odzkoušet, jeví se jako mnohem výhodnější použít tzv. emulátor, který nahrazuje v ECU paměť PROM a umožňuje jak plnou funkci motormanagementu, tak i možnost editace dat. Emulátor musí samozřejmě vykazovat jisté technické parametry a to především rychlost. Vzhledem k tomu, že musí pracovat v reálném čase, je toto celkem pochopitelné. Při propojení emulátoru s ECU je oproti výměně chipu jediný rozdíl a to vyřešení vývodu kabeláže ven z řídicí jednotky a její protažení do kabiny pro propojení s počítačem. Po úpravě dat pomocí emulátoru jsou data uložena a následně naprogramován chip, který je už na stálo vložen zpět do ECU. Tento způsob je z jasných důvodů mnohem efektivnější než metoda neustálé výměny chipu.

3.3.2 Přepisování dat řídicí jednotky pomocí OBD

Přístup k ECU pomocí OBD portu (tzv. flashování) je záležitost, která se stává mnohem častější už jen proto, že od roku 2000 je dáno povinně vybavit vozidla OBD (diagnostickým portem). Takto upravit data v ECU lze tedy pouze u vozidel vybavených OBD a osazených paměťovým prvkem typu Flash (EPROM, EEPROM, PROM a další). Další věcí je, že výrobce musí podporovat SW upgrady přes rozhraní OBD. Vzhledem k rozdílům mezi standardy, pomocí kterých komunikuje PC s ECU, je nutné se připravit na možné problémy v komunikaci s ECU. Jako nejjednodušší varianta tzv. „flashování“ se jeví připojení přídatného modulu k diagnostické zásuvce a přes ni nahrání do paměti ECU již upravený komerční program (data). Nejedná se tedy o výměnu chipu jak v prvním případě, ale pouze o výměnu dat v něm, která si lze zakoupit i včetně zmíněného modulu pro připojení k ECU. Pokud se ale jedná o sofistikovanější úpravu dat v řídicí jednotce a ne jen o jejich přehrání daty zakoupenými, je třeba si pořídit převodník pro komunikaci PC s vozidlem a také odpovídající software.

Samotný proces modifikace dat je stejný jako v předchozích bodech - tzn. z vozidla se nahrají do PC sériová data a po úpravě se vrátí zpět do ECU. Tento způsob má oproti výměně chipu jednu nespornou výhodu a to je menší pracnost a možnost úpravu průběžně zkoušet. Co je ale velice důležité, je zálohování původních dat, protože zde nelze po neúspěšné úpravě vrátit zpět sériový chip a data původně vyčtená se při modifikaci přepisují.

Při tomto způsobu přepisování dat je nutné propojení řídicí jednotky s PC pomocí propojovacích kabelů.

Propojovací kabely

Propojovací kabely slouží k propojení PC s řídicí jednotkou (Obrázek 18). Dochází k tomu přes diagnostický port (OBD). Vzhledem k tomu, že běžné počítače nejsou vybaveny rozhraním, které by umožňovalo komunikaci přes OBD je nutné použít převodník umožňující propojení USB nebo sériového (RS232) portu počítače a OBD. Ideální variantou je univerzální převodník, který zaručuje možnost propojení pro různé komunikační protokoly.

K propojení diagnostického portu s PC se používají adaptéry:

- Adaptér pro OBD-II K-COM – je to univerzální rozhraní mezi počítačem a portem ve vozidle, kompatibilní s normou ISO 9142-2. Výhodou je zde to, že adaptér K-COM používá na rozdíl od velmi nespolehlivých optočlenů, budiče sériové linky PC. (5)
- Adaptér pro OBD-II KK-USB – je to opět univerzální rozhraní mezi PC a portem ve vozidle, kompatibilní s ISO 9142-2 a podporuje dual K-line. Pro připojení k PC se zde využívá USB portu, což ocení především ti kteří sériový port COM nevládní. (5)



Obrázek 18: Neoriginální ECU – kompletní neoriginální řídicí jednotka včetně kabeláže (AEM).

Pokud diagnostický port neodpovídá ani jednomu se zmíněných kabelu se použije redukce:

- Redukce 2x2 PIN, VW LT, FAVO – redukce 2x2 PIN slouží pro připojení starších vozů VW, AUDI, Seat ke kabelu OBD-16 PIN. Redukce se jednoduše připojí na OBD kabel a dále k diagnostické zásuvce ve vozidle.
- Redukce VW LT slouží pro připojení kabelu OBD 16 PIN k vozům VW LT. (5)
- Redukce Škoda FAVO – slouží pro připojení kabelu OBD 16 PIN k vozidlům Škoda FavoritMR 94-95. (5)

3.3.3 Podporované typy motorů

V podstatě každý motor vybavený řídicí elektronickou jednotkou je možno upravit, co se týče smysluplnosti úpravy, je vhodnější rozhodně motor přepřínovaný nebo s větším objemem.

3.4 Softwarová podpora úpravy dat řídicí jednotky

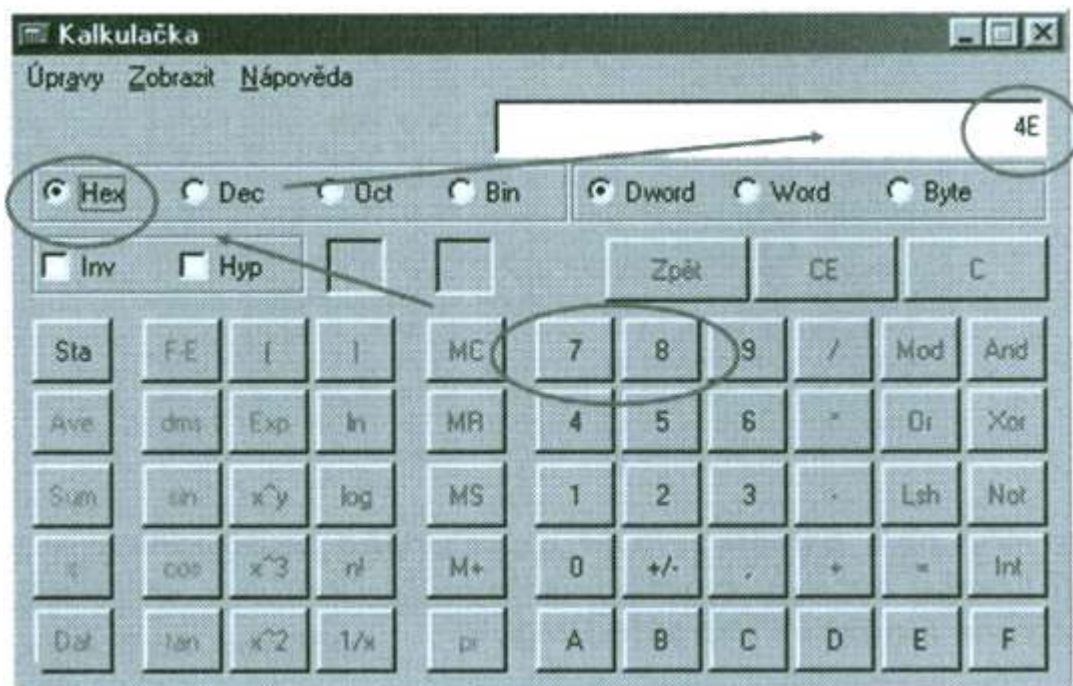
Vzhledem k tomu, že se ze stažených dat z řídicí jednotky těžko něco pozná a už vůbec se nedají jen tak editovat tak, aby výsledek odpovídal původně zamýšlenému záměru, kdy hlavním důvodem proč je tomu tak je to, že data jsou v hexadecimálním formátu a současně jejich umístění v tabulce není hned každému jasné a známé, je potřeba odpovídající software. Software by měl umět datové pole vizualizovat tak, že je k dispozici nejen tabulka se závislostí jednotlivých parametrů, ale i jejich zobrazení ve formě 2D a 3D grafů. Kromě originální hexadecimální formy by mělo jít zobrazit data i v decimální formě. Příklad převodní tabulky mezi hexadecimální a decimální soustavou je na Obrázku 19. Příklad převodu konkrétního decimálního čísla na jeho hexadecimální tvar je k vidění na Obrázku 20.

Samozřejmostí u takových softwarů je i možnost editace zobrazených dat, která dovoluje měnit hodnoty těchto jednotlivých závislostí. Data se dají ukládat do samostatných souborů a dále pak nahrávat zpět do paměti řídicí jednotky. Odborně se závislost jednotlivých parametrů nazývá „mapa“. Více o mapách bude pojednávat kapitola 3.4.1.

Pro správný chod softwaru je třeba znát zdrojový kód ECU, který určuje proces ukládání čísel do datového pole. Zdrojový kód není univerzální pro všechny typy řídicích jednotek. Čím více typů jednotek dává software na výběr, tím je jeho užitečnost vyšší. Vzhledem k tomu, že výrobci automobilů nevidí úpravy řídicích jednotek rádi, není možné se setkat s „originálním“ softwarem pro úpravu dat v řídicí jednotce. Na trhu se ale nachází spousta jiných softwarů, které takové operace zvládnou.

Address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
008D89	90	90	8F	8F	91	91	92	92	90	90	90	90	90	90	91	91
008D99	90	90	8F	8F	90	90	91	91	92	92	91	91	91	91	93	93
008DA9	3B	10	03	02	05	0F	0A	0A	0F	19	0A	05	05	05	0F	0A
008DB9	0F	5B	40	0C	06	08	08	0A	0C	16	10	04	0A	14	0A	6A
008DC9	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	8D	8D	8D	8D
008DD9	8D	8D	8D	8D	8D	8D	8D	8D	80	80	80	80	80	80	82	85
008DE9	87	88	8B	8C	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
008DF9	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
008E09	80	80	80	81	82	82	82	82	80	80	80	80	80	80	81	82
008E19	83	83	83	83	80	80	80	80	80	80	83	84	87	88	88	88
008E29	80	80	80	80	80	80	83	84	87	88	88	88	80	80	80	80
008E39	80	80	83	84	87	88	88	88	80	80	80	80	80	82	83	84
008E49	87	88	88	88	80	80	80	80	80	83	84	85	88	89	89	89
008E59	80	80	80	80	80	84	86	87	89	89	89	89	80	80	80	80
008E69	81	85	87	88	89	89	89	89	80	80	80	80	83	87	89	8A
008E79	8A	8A	8A	8A	80	80	80	80	83	87	89	8A	8A	8A	8A	8A

Obrázek 19: Převodní tabulka mezi hexadecimální a decimální soustavou. Zdroj (6).



Obrázek 20: Převod decimálního čísla na hexadecimální. Zdroj (6).

Vzhledem k nabízeným funkcím je jedním z nejoblíbenějších softwarů pro úpravu dat řídicí jednotky WinOLS, nabízeny na internetových stránkách www.evc.de, kde je k mání i hardwarové vybavení. Dalším z příkladů softwarů pro úpravu dat je WinHex. Na Obrázku 21 je příklad datového pole zobrazeného pomocí softwaru WinHex.

V případě pořizování softwaru pro úpravu dat řídicí jednotky je kromě ceny důležitá i jeho užitná hodnota. Minimální funkce, které by takový program měl obsahovat je zobrazení 2D a 3D grafů, což je důležité zejména v případech, kde je třeba najít závadu v chodu motoru v určitém režimu. Snadno se zde pak hledají prudké zlomy charakteristik, které mohou činit potíže. Další základní funkce, kterou by měl software obsahovat, je zobrazení dat formou tabulky, což je opravdu to nejzákladnější zobrazení dat.

Jak již bylo řečeno, kromě originální hexadecimální formy by měl software umět zobrazit data i v decimální formě a také by neměl být problém porovnat data upravená s daty originálními. Pro editaci dat u běžícího motoru, by měl software nabízet funkci trasování dat. Jedná se o zvýraznění oblasti momentálního režimu motoru (např. okamžité otáčky a zatížení

Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00000280	73	8C	9A	B3	9A	33	4D	5A	70	8B	9A	9A	90	85	33	4D
00000290	5A	70	8B	85	9A	90	85	33	4D	5A	70	8B	9A	9A	90	85
000002A0	00	00	00	2D	40	60	80	4A	5B	60	6B	6B	64	64	60	5B
000002B0	58	6B	90	3E	A0	0B	06	10	20	04	0F	FF	0B	FF	FF	FF
000002C0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	8C	FF	00	00	00	FF	20	00	10	00
000002D0	02	55	FF	0D	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	00	FF
000002E0	FF	00	00	0B	00	00	00	00	02	0E	10	20	14	14	14	2B
000002F0	3F	5D	71	7E	06	20	1C	2E	2E	2E	41	52	72	86	92	CB
00000300	80	06	96	0B	00	FF	00	20	00	FF	00	00	FF	FF	00	00
00000310	FF	05	02	05	FF	1C	02	6F	80	FF	32	50	70	50	40	00
00000320	6C	40	4B	0B	2B	2A	2B	3E	12	0F	0A	01	00	0B	5B	00
00000330	30	2C	1B	17	0C	1B	10	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	56
00000340	24	03	EA	09	76	70	93	4B	20	00	A7	4B	0F	95	20	0B
00000350	6B	CF	2B	1C	03	0E	A8	10	00	0B	E8	9A	60	00	00	73
00000360	86	7B	96	25	B6	6D	A0	5B	0B	29	2C	2F	0B	10	2B	01
00000370	0C	44	09	9C	64	A8	46	02	FF	4C	B4	01	01	6B	80	80
00000380	74	00	00	FF	FF	00	42	00	42	00	00	01	BD	02	E0	BD
00000390	FF	FF	00	50	24	3E	50	0B	0C	05	8C	23	05	00	00	82
000003A0	03	00	80	04	EA	64	07	1C	0C	0A	55	01	3B	80	04	81
000003B0	22	00	FF	FC	10	17	17	17	17	FF	67	3A	24	19	11	0B
000003C0	06	05	04	02	00	00	10	00	00	00	0D	24	26	26	26	00
000003D0	34	37	3A	3D	3D	3D	3D	3D	FF	FF	FF	74	43	30	00	00
000003E0	1C	15	0D	00	00	00	09	09	0B	03	02	04	04	01	01	01
000003F0	01	01	01	01	0A	0A	05	00	00	0F	0F	96	7D	64	4B	10
00000400	0F	0F	64	64	5D	3E	30	24	22	22	27	24	22	17	1B	1B
00000410	0B	00	20	40	60	80	A0	C0	E0	FF	B3	B3	9A	9A	9A	14
00000420	7B	56	43	33	2A	24	1A	1A	27	1B	15	13	10	10	10	0B
00000430	40	70	80	80	80	80	00	00	00	0B	FF	A5	80	40	3B	3B
00000440	3B	3B	3B	79	79	79	79	77	7C	7D	7F	7F	7D	7C	7B	7E
00000450	7C	7D	7C	7C	0B	00	00	0D	3D	6C	9A	BB	DF	FF	6C	75

Obrázek 21: Datové pole zobrazené pomocí programu WinHex. Zdroj (6).

motoru), což umožňuje mnohem lepší zpětnou vazbu. Velmi důležitou funkcí je tzv. checksum (struktura datových polí paměti). Každá jednotka totiž provádí kontrolu pomocí kontrolního součtu, díky kterému je poté schopna rozpoznat narušení integrity dat. Tím je zaručena bezpečnost přenosu dat a také jejich originalita. Každý zásah a změna v datech totiž součet pozmění a řídicí jednotka ho pak vyhodnotí jako poruchu v systému s patřičnými opatřeními.

Vzhledem k tomu že chiptuning je v podstatě založen na změně originálních dat, je nutné, aby software uměl provést závěrečnou korekci tak, že checksum bude odpovídat původní hodnotě před úpravou. Kvalitní softwary by měly nabízet možnost výběru checksum pro více typů řídicích jednotek. Při zásahu do dat s nekvalitním softwarem může dojít k totálnímu zhroucení ECU. V neposlední řadě by kvalitní software měl nabízet bezplatné upgrady dat potřebných pro chod programu.

3.4.1 Mapy

Vlastnictví samotného programového zařízení ještě nemusí nutně znamenat schopnost ho plně využívat. Skutečné ladění motoru nespočívá v pouhé znalosti obsluhy potřebného programu a dalších fíglů elektroniky. V tomto případě je nutné znát podstatu fungování spalovacího motoru, která je základem k tomu, aby změny provedené v datech pro řídicí program měly potřebný význam. Základem veškerých kouzel, jimiž je ovlivněna funkce motoru, je závislost vstupních a výstupních parametrů. Vstupní parametry přicházejí ze snímačů a jejich množství závisí na úrovni motormanagementu. Mezi běžné hodnoty patří údaje o tlaku v sacím potrubí, teplota a množství nasávaného vzduchu, tlak paliva, hodnoty z lambda sond, poloha škrtkové klapky (u benzínových motorů), u přeplňovaných motorů jsou pak důležité především údaje o plnicím tlaku a teplotě výfukových plynů. Výstupní parametry pak naopak určují vlastní chod motoru. Zde se jedná především o množství vstřikovaného paliva a velikost předstihu zapalování (u zážehových motorů). Řídicí jednotka dokáže ovlivnit velikost hodnoty výstupní a to na základě vztahů, které jsou definovány v dvou či trojrozměrných polích (mapách). Důležitým aspektem je schopnost zjistit, které hodnoty a jakým způsobem modifikovat. Tato záležitost nebývá jednoduchá ani pro skutečné odborníky a pro skutečně špičkové naladění motoru nelze obejít bez dalšího vybavení jako je dynamometr pro měření skutečného výkonu.

Struktura jednotlivých základních map se vždy řídí podle určitých zákonitostí, které jsou založeny na teoretických základech procesů spalování ve válci motoru. Nelze je úplně zobecnit, ale některá fakta lze pro úpravy dat používat univerzálně.

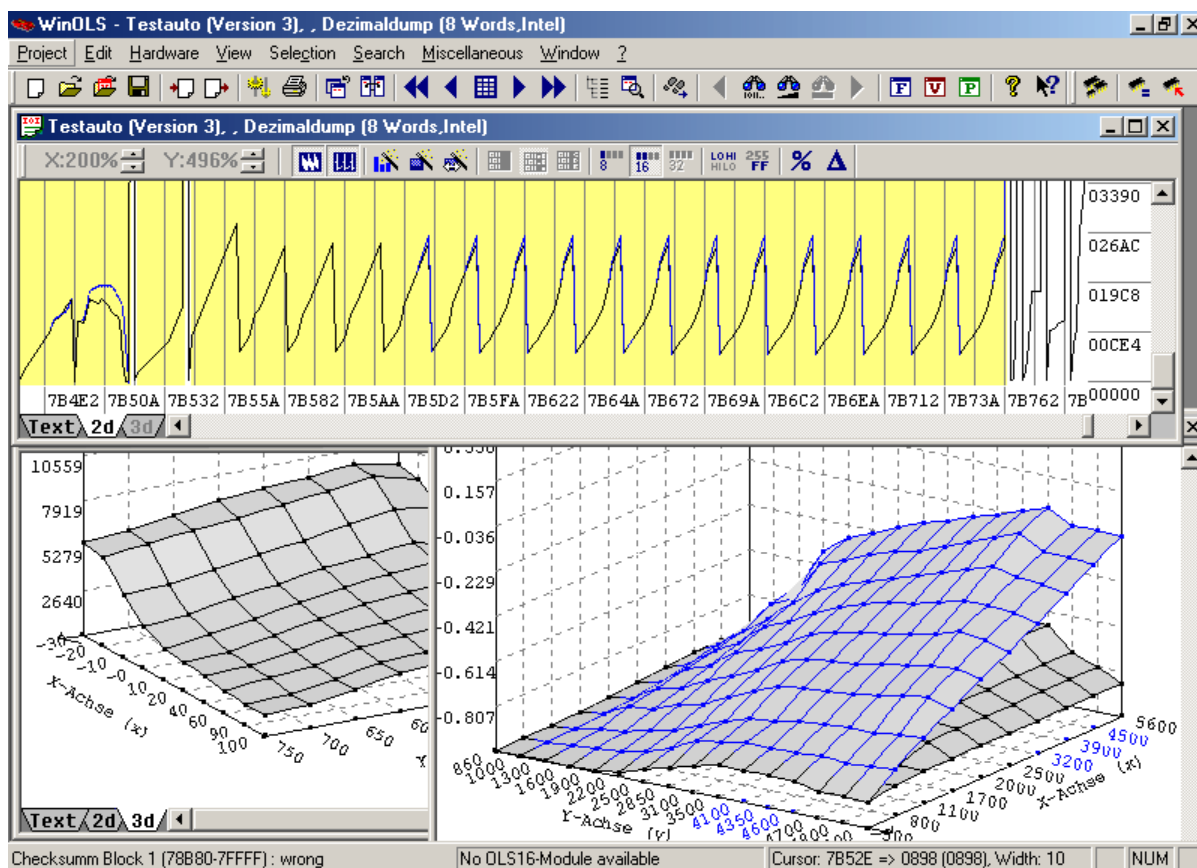
Palivové mapy

Jednou z nejdůležitějších charakteristik, s níž ECU pracuje, je množství paliva, které je potřebné dodat do válců motoru. V tomto případě není zcela rozdíl mezi zážehovým a vznětovým motorem a pro základní palivovou mapu jsou užity téměř stejné vstupní hodnoty. Nejdůležitějším faktorem je správné složení směsi. Toto potvrzují i nejrůznější měření a proto je nutné věnovat mu patřičnou pozornost. V palivové mapě jsou uloženy hodnoty délky vstřiku, které závisí na několika vstupních parametrech.

Délka vstřiku v závislosti na zatížení motoru

Délka vstřiku v závislosti na zatížení motoru určuje základní množství vstřikovaného paliva. Je dána konstrukcí motoru a výrobcem určena tak, aby složení směsi odpovídalo požadovanému optimu ve všech režimech. Zatížení motoru je určeno polohou plynového pedálu a vyjádřeno většinou v rozmezí 0 – 100 %. U vozidel s vícebodovým vstřikováním je určující veličina – hodnota absolutního tlaku v sacím potrubí. V palivové mapě jsou pochopitelně zohledněny všechny ekonomické a výkonové požadavky kladené na motor a právě zde lze provést nejzřetelnější zásah s ohledem na celkový výkon vozidla. Příklad výpisu mapy vstřiku je na Obrázku 22. Existující limity lze pomocí diagnostických postupů stanovit tak, aby výkon motoru dosáhl relativně slušné úrovně a do výfuku přitom netekly proudy nafty (resp. benzínu). Vzhledem k algoritmu řízení výstupních veličin je možné setkat i s více než jen jednou palivovou mapou v jedné ECU. Nejrozšířenější provedení vychází z faktu, že ECU vybírá hodnoty délky vstřiku z jediné mapy, kde je vstupním parametrem zatížení motoru a provozních stavů v jediné tabulce. Pro svou přehlednost je oblíbená pro úpravy během chodu motoru. Druhou možností je vytvoření několika palivových map pro různé režimy chodu motoru. Většinou je v ECU uložena mapa pro plně, částečně a zcela uzavřenou škrticí klapku. Délka vstřiku je pak závislostí skutečného podtlaku v sacím potrubí a otáček motoru. Tyto mapy pokrývají celou oblast zatížení motoru. Řídící jednotka tedy vybírá hodnotu délky vstřiku nejen podle zatížení, ale rovněž přepíná mezi mapami podle polohy plynového pedálu. Nevýhodou tohoto řešení je větší komplikovanost při modifikaci

dat. Úpravu dat je pak potřeba provést pro každou mapu zvlášť.



Obrázek 22: Decimální výpis mapy vstřiku.

Během sacího zdvihu motoru má velký význam tzv. volumetrická účinnost motoru (VE), která určuje poměr mezi skutečným a teoretickým objemem vzduchu, jenž lze nasát při sacím zdvihu do válce. Její velikost je dána konstrukcí sacího potrubí, druhem plnění a také režimu, ve kterém se motor nachází. Volumetrická účinnost a speciálně její maximální hodnota definuje okamžik, kdy motor dosahuje maximální točivý moment. V tomto okamžiku je nutno vstříknout největší dávku paliva tak, aby odpovídala okamžitému množství nasávaného vzduchu. Pokud se volumetrická účinnost v širokém rozsahu otáček a při plně zatíženém motoru příliš nemění, pak není nutno ani v palivové mapě razantněji měnit délku vstřiku. Pro částečně zatížený motor je ale situace zcela jiná, a délka vstřiku se snižuje s ohledem na omezené množství nasávaného vzduchu. Samotná hodnota délky vstřiku může být v palivové mapě uvedena buď v jednotkách délky času (nejčastěji v milisekundách), nebo vyjádřena např. procentuálně. To vyžaduje uvádět další parametr a to: základní délky vstřiku. ECU musí následně provést výpočet ke stanovení konečné hodnoty. Jednotliví dodavatelé ECU si celý

algoritmus ukládání a výpočtu dat přizpůsobují podle svých technických požadavků. Pokud dojde i na úpravu, k změnám v sacím traktu, nebo časování ventilů, je nutno počítat se změnou volumetrické účinnosti v některých otáčkách a přizpůsobit palivovou mapu tak, aby množství paliva i nadále odpovídalo okamžitému množství nasávaného vzduchu. Veškeré změny v této pokročilé fázi úpravy však vyžadují mnohem více než pouhé subjektivní pocity z výkonu při zkušební jízdě. Je nezbytné testovat motor na dynamometru a přizpůsobení mapy celkovému charakteru úprav.

U návrhu palivových map bývá vždy základním a nejdůležitějším krokem stanovení základních délek vstříků. Jelikož existuje souvislost mezi množstvím vstříkovaného paliva a výkonem motoru je v první řadě nutné zvážit, zda sériové trysky mají dostatečný potenciál naplnit vaše výkonové ambice. Charakteristika každé trysky je dána jejím hlavním parametrem, a to je průtok udávaný v litrech za minutu (l/min) při daném tlaku paliva. Průtok trysky je velice důležitý. Na jeho základě se stanovuje doba vstříku paliva. Při stanovení dávky paliva ECU využívá údajů o tzv. pulzním čase uváděném v milisekundách, jehož hodnoty jsou uloženy v EPROM. Je to celková doba otevření ventilu, kdy dochází ke vstříku paliva. Do této doby se započítává i interval otevření ventilu. Úpravou pulzní délky lze dosáhnout změn v bohatosti směsi. Další je pulzní perioda, což je úsek mezi dobami, kdy vstříkovač dostává pokyn z ECU k otevření. Této hodnotě je potřeba přizpůsobit i délku vstříku. Další parametr, cyklus vstříku, je poměr mezi pulzní délkou a pulzní periodou. Jeho maximální hodnota je doporučována jednotlivými výrobci trysek, ale neměla by překročit 80 %. U přeplňovaných motorů je to hodnota ještě nižší a činí 45 %. Některé materiály povolují i 100 %, ale to je pouze při maximální teoretické délce otevření. Vzhledem k lambda regulaci je možné pomocí zadání cílových hodnot, ve kterých se má poměr vzduch/palivo pohybovat v daných provozních podmínkách, dosáhnout zpětné vazby, kdy ECU se pomocí korekce dodávky paliva snaží tyto hodnoty dodržet. Další možnost je „open loop“ mechanismus, kdy je lambda sonda zcela ignorována, což dovoluje větší obohacení směsi pro maximální výkon. Toto je využíváno především u závodních motorů. Požadovaný výkon a točivý moment lze dosáhnout při hodnotách $\lambda = 0,83 - 0,95$.

Korekce délky vstříku v závislosti na vnějších podmínkách

Jako první se lze setkat s obohacením směsi při startu. Další plynule navazující je korekce bohatosti směsi v závislosti na teplotě motoru. Tato funkce zajišťuje kvalitní směs nejen při

startu ale i při běhu motoru. U výkonných motorů může být problém s chodem při nízkých teplotách, proto se toto řeší samostatnými regulačními algoritmy. Toto je ale problém jen opravdu razantněji upravených vozů a pro většinu postačí nastavení od výrobce.

Mapy regulace plnicího tlaku turbodmychadla

Stejně jako u ostatních regulovaných parametrů, i u regulaci plnicího tlaku turbodmychadla se výrobce zaměřuje především na hospodárnost a ekologické aspekty provozu vozidla s přiměřenými výkonovými parametry. Je to tedy kompromis, který ale skrývá obrovský potenciál k výkonovým úpravám. Výkon je závislý na množství nasávaného vzduchu, a ten je u přeplňovaných motorů daný právě plnicím tlakem turbodmychadla. Když se promění výkon turbodmychadla, je horní limit plnicího tlaku dán pouze pevnostními limity motoru: zvládnout vysoké tlaky, tepelné zatížení a detonační spalování. V praxi jsou většinou turbodmychadla předimenzovaná vůči možnostem motoru, nicméně rezerva (a to rezerva ne nevýznamná) se v této oblasti dá najít. Tento druh úpravy je, dá se říct, jednou ze základních u přeplňovaných vznětových motorů, kde se takto dá dosáhnout velice pěkných nárůstů výkonu. Vzhledem k tomu, že jakmile se úpravce rozhodne zasáhnout do regulace tlaku nasávaného vzduchu a tím motor více „nafouknout“, musí počítat s tím, že se nevyhne již probrané úpravě dat v palivové mapě tak, aby byla dávka paliva odpovídající množství nasátého vzduchu. Při drobných změnách plnicího tlaku se s nimi může motormanagement vyrovnat sám bez dalších zásahů, nicméně větší změny si vyžadují zásah ze strany úpravce. Pro dobrý poměr je dobré sledovat hodnotu poměru vzduch/palivo (resp. hodnotu λ) tak, aby příliš nevybočila z požadovaného pásma. Limitem je schopnost turbodmychadla neboli jeho výkon.

Dalším limitem je životnost motoru. V tomto případě nevolí se přímo hodnota plnicího tlaku, ale jeho regulaci. Jelikož plnicí tlak ovlivňuje spoustu vnějších vlivů a tlak nelze volit zcela libovolně, řešení se volí oklikou. Regulace turba je prováděna buď pomocí wastegate ovládaného pomocí trojcestného selenoidového ventilu, který je propojen přímo se sacím potrubím, anebo pomocí naklopení lopatek turbodmychadla v případě VGT (variabilní geometrie lopatek – u novějších provedení). V praxi je to tak, že ECU ovládá selenoidový ventil (naklopení lopatek) a pomocí signálu s plně modulovanou šířkou (PWM) o dané frekvenci. Šířka pulsu pak rozhoduje o délce otevření ventilu a stejně u vstřikování paliva lze hovořit i zde o pracovním cyklu (duty cycle), jehož hodnota je vyjádřena procentuálně.

V datovém poli je tato hodnota nastavena v závislosti na otáčkách, zatížení motoru. Nastavení požadované hodnoty plnicího tlaku pro daný provozní režim je proces postupných kroků pokus – omyl. Je nutné si uvědomit, že neexistuje přesně definovaná závislost mezi délkou otevření selenoidu a skutečnou hodnotou plnicího tlaku. U závodních vozidel stojí za zmínku systém ALS (Anti Lag System), díky kterému se udržuje turbodmychadlo v potřebných otáčkách a po přidání plynu nevzniká tzv. „turbodíra“. Po dokončení celé operace je velmi důležité provedení jízdní zkoušky v plném zatížení, kdy se sleduje především provozní teploty motoru. Ty by měly zůstat stejné jako před úpravou. V případě nárůstu má toto negativní vliv na životnost motoru a i na samotný výkon. Pak je třeba docílit účinnějšího chlazení montáží větších a účinnějších chladičů. Vzhledem k tomu, že větší tlak turba znamená i větší zátěž motoru je třeba toto provádět s chladnou hlavou.

Pokud se provádí úprava některého parametru, je dobré zůstat jen u něj vzhledem k tomu, že pak není zcela jasné, čím je zapříčiněná změna, která nastala. Bez alespoň teoretických znalostí není dobré se pouštět do úpravy jednotlivých parametrů a je mnohem lepší toto svěřit nějakému odborníkovi, nebo se s tímto alespoň před úpravou poradit. Nejideálnější stav je provádět úpravu na dynamometru, kde se dá ihned ověřit, zda daný krok přinesl kýžený výsledek. U vznětových motorů je množství vstříkovaného paliva dosti klíčovou záležitostí. Pokud se toto přežene výsledkem je nejen nadměrná kouřivost, ale i jeho větší náchylnost k poškození. Vznětové motory jsou obecně velmi tepelně zatížené, a pokud nedojde k optimálnímu rozprášení vstříknuté dávky paliva ve válci, mohou zbytkové kapky paliva po dopadu na povrch pístu způsobovat jeho nežádoucí ochlazení a následné hoření směsi opět ohřívání. Tyto teplotní pulzy mohou vést v krajním případě až k propálení pístu. Celý proces mapování je opravdu zdoluhavá záležitost a správné vytvoření pracovních bodů všech map vyžaduje počet kroků, které budou ve stovkách.

3.5 Po úpravě řídicí jednotky

Po úpravě dat řídicí jednotky je opět vhodné provést celkovou diagnostiku a zkontrolovat chybové hlášení. Po zkušební jízdě, kde by se měly vyzkoušet všechny režimy zatížení motoru, se dá zhodnotit, zda provedené úpravy jsou dle přání, i když jde jen o subjektivní pocit. Renomované firmy provádí ještě měření výkonu na válcové brzdě, což se dále porovnává s měřením provedeným před úpravou.

4 VLIV CHIPTUNINGU NA ŽIVOTNOST MOTORU

Hlavní věcí, která může ovlivnit životnost motoru, je neprofesionálně a neodborně provedená úprava dat v elektronické řídicí jednotce. Ta může poškodit jednak samotnou řídicí jednotku a také celý motor. Proto se doporučuje vybírat úpravce prověřené a vyvarovat se pokusů zdánlivě laciných úpravců.

Životnost motoru závisí především na stylu jízdy, pravidelné údržbě a na kvalitě použitého paliva. Dobře provedený chiptuning jako takový nemá příliš na životnost motoru vliv. Pokud se úpravy v řídicí jednotce provedou právě v mezích, které dovolují použité motorové komponenty, pak se na životnosti motoru spíš než tato úprava podepíše jednak dimenzování jednotlivých součástí na určitý počet vykonaných cyklů, a pak je to jen věcí údržby a péče o motor (především zahřívání a dochlazování – a s tím spojená práce v provozních teplotách, pravidelné servisní prohlídky). (5)

5 CHIPTUNING VOZIDLA VW GOLF III 1,9 TDI

Úprava řídicí jednotky byla provedena u vozidla VW Golf III TDi, rok výroby 1997 (viz Příloha D). Toto vozidlo je vybaveno přeplňovanou verzí vznětového motoru o objemu 1,9 l a udávaným sériovým výkonem 81 kW. Skutečný sériový výkon činil (průměrných) 82,2 kW. Ten byl změřen před úpravou dynamickou zkouškou ve firmě FALCON Racing, na válcovém dynamometru firmy MotoCOMTest, kde je motor zatížen setrvačností válce a ostatních rotujících dílů. Stejná zkouška se provedla i po úpravě dat řídicí jednotky vozidla. Cílem úpravy bylo především zvýšení výkonu a točivého momentu v rozmezí nad 2000 ot/min, kde již se sériovým softwarem nedocházelo k většímu nárůstu točivého momentu. Získané výsledky jsou popsány v následujících podkapitolách.

5.1 Diagnostika vozidla VW Golf III 1,9 TDi

Vozidlo bylo diagnostikováno, zda nejsou v paměti chybové hlášení závady. Vzhledem k tomu, že diagnostika proběhla bez zjištění jakýchkoliv závad, bylo přistoupeno k samotnému vyjmutí řídicí jednotky a úpravě dat uložených v paměti EPROM. Podrobně je úprava dat popsána v kapitole 5.2.

5.2 Úprava dat řídicí jednotky vozidla VW Golf III 1,9 TDi

Řídicí jednotka BOSCH DDE je u vozidla VW Golf umístěna za motorovou přepážkou (viz Obrázek 23) pod předním oknem a vybavena pamětí, kterou nelze přepisovat (EPROM).



Obrázek 23: Umístění elektronické řídicí jednotky ve vozidle VW Golf III. generace TDi

Z výše uvedeného důvodu musela být řídicí jednotka před úpravou vyjmuta z vozidla (Obrázek 24) a sejmut vrchní kryt (Obrázek 25) tak, aby bylo možné vyjmout chip (paměťový modul) umístěný uvnitř elektronické řídicí jednotky.



Obrázek 24: Vymontovaná elektronická řídicí jednotka BOSCH.

Jak je patrné z kapitoly 3.3.1 pokud chceme upravovat sériové hodnoty uložené v paměti jednotky, u které se tedy nemohou měnit data pouhým přepsáním přes diagnostický port, musí se měnit celý paměťový modul, do kterého se nahrávají nové už upravené hodnoty. Po rozebrání řídicí jednotky byly nejdříve odpájeny dva paměťové moduly, z kterých jeden slouží k zpracování dat přijímaných z akčních členů a ze snímačů a druhý k zpracování dat výstupních. Paměťové moduly byly očištěny od zbytků pájky a byly postupně oba napojeny na patici programátoru.



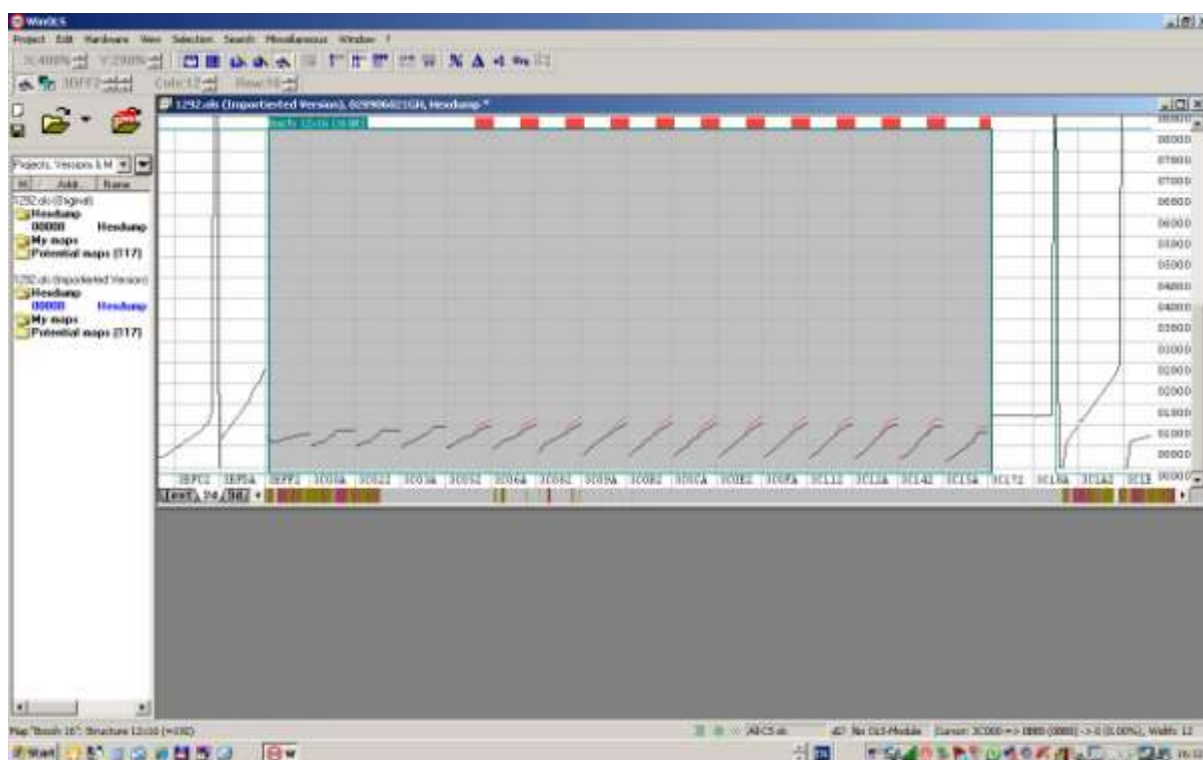
Obrázek 25: Elektronická řídicí jednotka BOSCH s odstraněným vrchním krytem.

Přes patici programátoru z nich byl nahrán sériový software do počítače. Dále byla v počítači sériová data upravena pomocí softwaru WinOLS, vyvinutém právě pro takovéto účely.

Příklady vozidel vybraných značek (včetně vozidel VW), u kterých úprava dat kontrolních jednotek je možná pomocí softwaru WinOLS, jsou představeny v Příloze A. Pro názornost je zde zvýrazněna jak celá série vozidel značky VW, tak i konkrétní vozidlo VW Golf3 TDi, které úpravu podstoupilo. Při úpravě sériových hodnot uvedeného vozidla byly změněny především data určující:

- délku vstřiku paliva;
- regulace plnicího tlaku tak, aby byl zvýšen plnicí tlak.

Změna délky vstřiku paliva do válce (Obrázek 26 a 27) ovlivňuje především množství vstříknutého paliva do válce, což bylo nutné vzhledem k úpravě regulace plnicího tlaku turbodmychadla a tím zvýšení množství nasátého vzduchu.

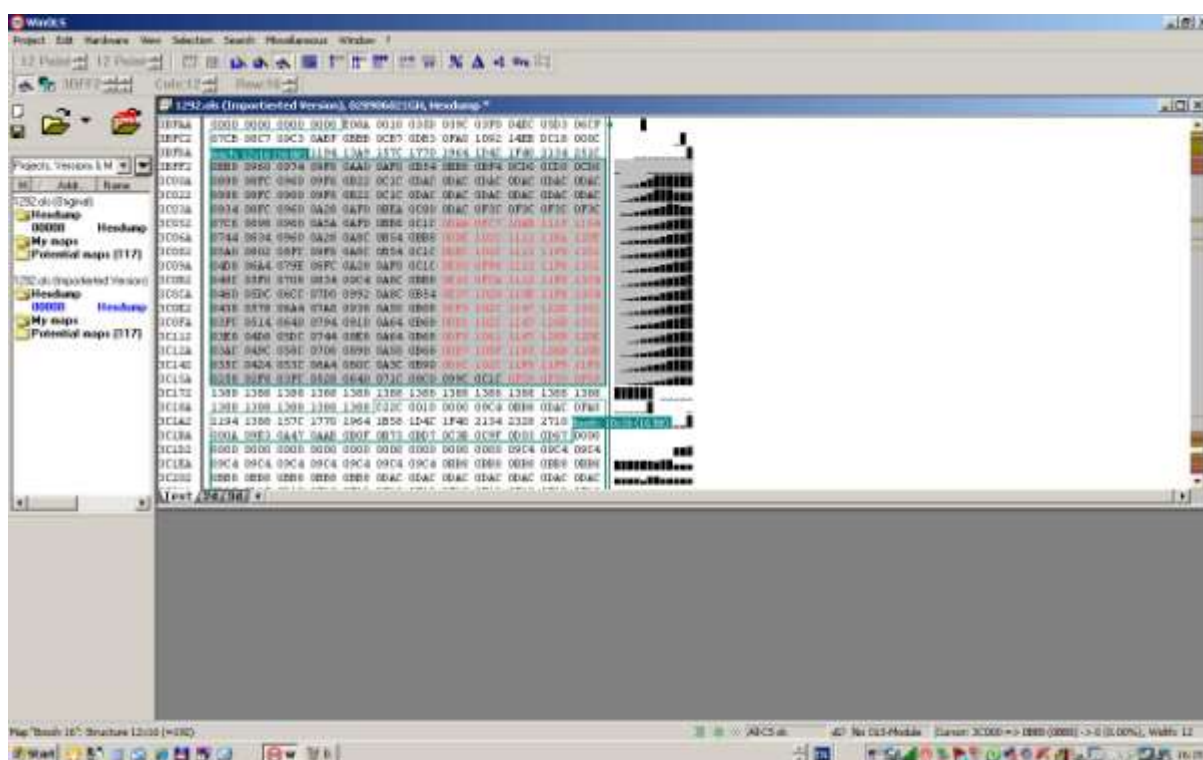


Obrázek 26: 2D graf vstřikování paliva vozidla VW Golf III.

Pokud by byla upravena pouze dávka paliva vstříknutého do válce, prudce by se zvýšil i obsah pevných částic ve výfukových plynech a vozidlu by se tím zvedla tzv. kouřivost. Pokud je upraven s dávkou paliva i množství nasátého vzduchu, což je možné právě úpravou regulace plnicího tlaku, je také možné zvednout výkon vozu bez nežádoucího efektu zvýšené kouřivosti. Při této konkrétní úpravě dokonce kouřivost klesla – je to patrné z porovnání hodnot naměřených před a po úpravě dat v řídicí jednotce (viz kapitola 5.3). Délka intervalu

pro vstřík paliva se samozřejmě prodlužuje, čímž se i zvětšuje dávka paliva vstříknutého do válce. Stejně tak i regulace plnicího tlaku turbodmychadla se upravuje tím způsobem, že se zvětší tlak, při kterém jednotka reaguje, a tím zabraňuje dalšímu nárůstu tlaku plnicího vzduchu. Příklad takové regulace je patrný právě z grafu měření výkonu, kde je na křivce točivého momentu patrný moment regulace plnicího tlaku a tím i zastavení a následné snížení nárůstu točivého momentu (viz Příloha B). Regulace tlaku v sacím potrubí probíhá naklopením lopatek turbodmychadla.

Přes patici programátoru byla upravená data nahrána do nových paměťových modulů a ty byly zpětně připájeny do elektronické řídicí jednotky. Jednotka byla po opětovném smontování umístěna na své místo v automobilu.



Obrázek 27: Hexadecimální tabulka vstříkování paliva vozidla VW Golf III.

Z grafů programu WinOLS, které jsou zde uvedeny (viz Obrázek 26 a 27) je zřejmé především, jak byla data v řídicí jednotce upravena. Jednalo se především o úpravu dat v rozmezí nad 2000 ot/min, kde v oblasti pod tuto hodnotu nebylo nutno data upravovat vzhledem k vyhovujícímu průběhu točivého momentu a chování vozidla. V hodnotách nad 2000 ot/min nedocházelo již k výraznějšímu nárůstu výkonu, a proto byly tyto hodnoty upraveny tak, aby se nárůst točivého momentu vyrovnal poli pod 2000 ot/min.

Jediné čím jsou upravená data limitována je tzv. hodnota „checksum“, díky které si řídicí jednotka kontroluje správnost jednotlivých dat. Pokud se dodrží tyto hodnoty, jsou druhým kritériem možnosti motoru, který je limitovaný jak použitými materiály, tak výkonem jednotlivých komponentů jako jsou vstřikovací trysky, vstřikovací čerpadlo, turbodmychadlo atd.

Jak již bylo zmíněno v teoretické části práce, každá úprava je riskantní a proto data ze sériových chipů byly jednak zálohovány a pro lepší návrat k nim byly uchovány i sériové chipy, kde je možné pouhým přepájením zpět do řídicí jednotky vrátit motor do původního nastavení.

5.3 Měření výkonu a točivého momentu motoru na válcové stolici

Měření výkonu probíhalo ve firmě FALCON Racing z Nového Bydžova (9), která disponuje válcovou měřicí stolicí pro vozy s jednou hnanou nápravou. Válcový dynamometr měří výkon na kolech vozu a následně jsou dopočítány ztráty, s nimiž se dá určit výkon motoru na setrvačnicku. Proti brzdě motorové se v tomto případě nemusí demontovat motorová jednotka. Dynamometr pro dynamickou zkoušku je z hlediska konstrukce velmi jednoduché zařízení a vyžaduje pouze tuhý rám pro přesně vyvážený válec, na kterém jsou posazena kola vozidla (viz Obrázek 28). Válec je výhodnější mít těžší a hmotnosti se pohybují od 140kg až do 800kg, přičemž hmotnost kolem 200kg je nejrozšířenější a tato hmotnost válce byla použita i v daném měření. Válec musí být vybaven inkrementálním snímačem polohy, který určuje otáčení válce. Obvyklé např. 40 impulsů na otáčku. Dynamická zkouška využívá pouze setrvačných hmotností jak samotného válce, tak nepřímo i momentů setrvačnosti jednotlivých rotujících dílů automobilu (převodovka, spojka, kola) pro zatížení motoru. Některá zařízení vyžadují zadávat moment setrvačnosti pro každý automobil, některá potřebují znát jen moment setrvačnosti samotného válce (ten je trvale zadán v softwaru a nemění se). V našem případě byl zadán pouze moment setrvačnosti daného válce. U dynamometrů, které potřebují zadat moment setrvačnosti rotujících hmot automobilu je jistý problém v tom, že tyto hodnoty lze zadat jen orientačně dle typu motoru, typu přenosu síly apod. Při dynamické zkoušce je znám moment setrvačnosti a průběžně měřeno úhlové zrychlení válce. Součin těchto dvou veličin udává výsledný točivý moment na válci:

$$M = \omega \cdot I ,$$

kde M – točivý moment [Nm], ω – úhlové zrychlení [$\text{rad}\cdot\text{s}^{-2}$], I – moment setrvačnosti [$\text{kg}\cdot\text{m}^2$]. Jedinou měřenou veličinou při dynamické zkoušce je tak úhlové zrychlení válce. Základní vlastností převodu je změna točivého momentu a proto se doporučuje pro snížení rizika skluzu pneumatiky používat nejvyšší možný rychlostní stupeň (u slabších motorů není nutné). Dochází ale zákonitě k vyšším otáčkám válce při maximálních otáčkách motoru, což vyžaduje jeho přesné vyvážení, protože jinak by se dynamometr mohl rozkmitat a výrazně přetížít uložení válce nebo odnést neukotvený dynamometr ze svého místa.



Obrázek 28: Umístění vozidla na dynamometru.

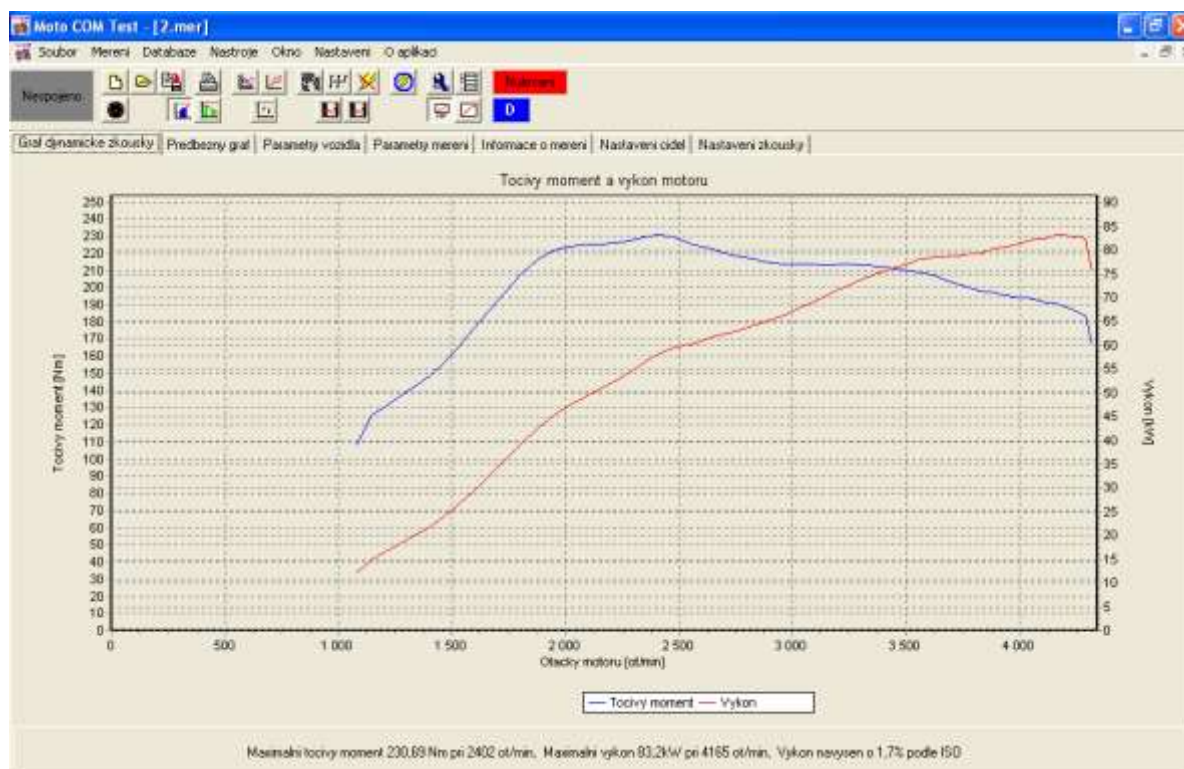
Hodnoty točivého momentu na kole jsou přepočteny na hodnoty, jež by byly na motoru (hodnota na kole dělená převodovým poměrem bez započtení ztrát), aby bylo možné lépe tyto hodnoty porovnat. Ztráty se měří dobřehovou zkouškou a na námi použitým zařízení nebylo nutné mít odpojený motor (vymáčknutá spojka) po celou dobu měření ztrát. Podstata měření spočívala v měření zpomalení válce, kdy při větším brzděném momentu (vyšší ztráty) bylo větší zpomalení válce. Stejně jako při akceleraci byl vypočítán kladný točivý moment – při brzdění vychází záporný-brzděný točivý moment. Software si dopočítá kompletní křivku ztrát.

Naměřené hodnoty jsou zobrazeny v podobě grafů, kde na souřadnici OX jsou vyneseny otáčky motoru, levá souřadnice OY – točivý moment motoru, pravá souřadnice OY – je měřený výkon motoru. Měření výkonu motoru vozidla se uskutečnilo dvakrát – tzn. před a po úpravě dat řídicí jednotky.

5.3.1 Výkon a točivý moment motoru před úpravou dat řídicí jednotky

Změna výkonu a točivého momentu motoru v závislosti na otáčkách vozidla před úpravou dat řídicí jednotky je patrná z Obrázku 29.

Na tomto grafu modrou barvou je označen průběh točivého momentu, červenou barvou – průběh výkonu motoru. Měření se provádělo na čtvrtý rychlostní stupeň v rozmezí 1000 až 4000 ot/min. V měřeném rozpětí otáček výkon motoru narůstal plynule bez výrazných výkyvů a dosahoval své maximální hodnoty 83,2 kW při 4165 ot/min. Ovšem průměrná hodnota točivého momentu motoru byla 82,2 kW.



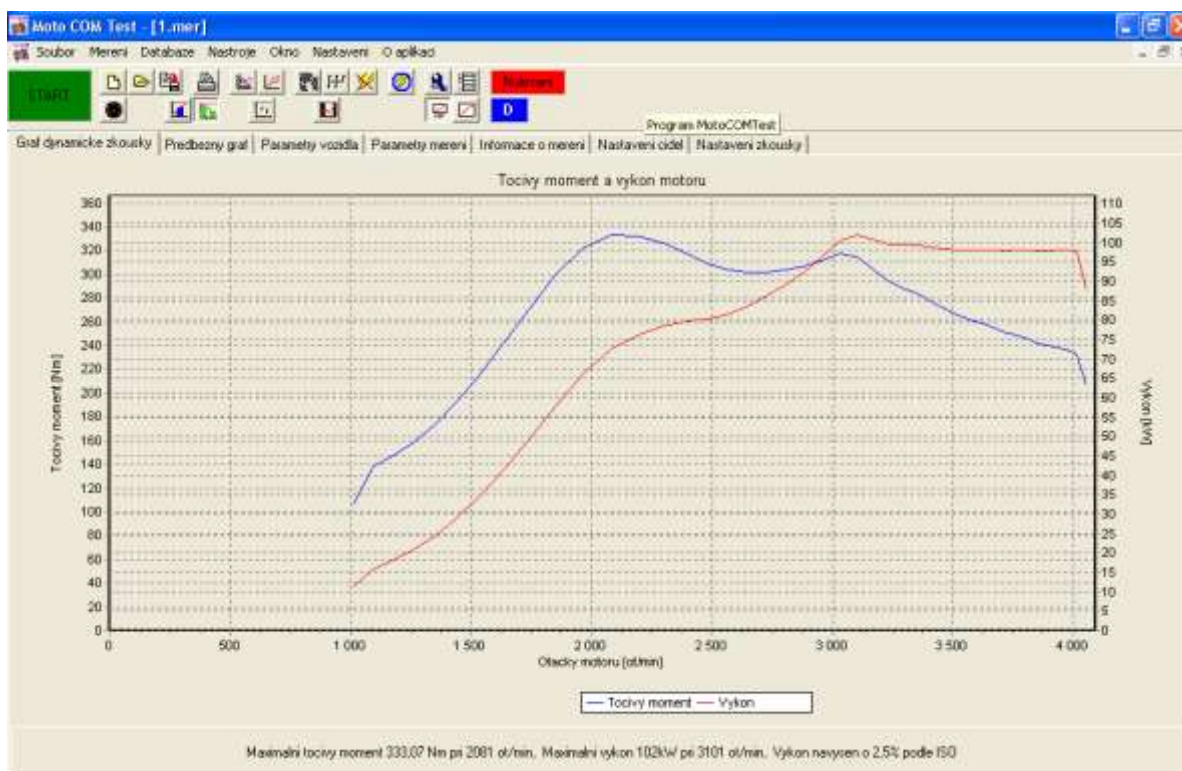
Obrázek 29: Výkon a točivý moment motoru před úpravou dat řídicí jednotky v závislosti na otáčkách motoru.

Točivý moment plynule narůstal do 2000 ot/min, těsně pod 2500 ot/min nabýval maximální hodnoty 230,69 Nm, poté mírně klesal.

5.3.2 Výkon a točivý moment motoru po úpravě dat řídicí jednotky

Změna výkonu a točivého momentu motoru v závislosti na otáčkách vozidla po úpravě dat řídicí jednotky je patrná z Obrázku 30.

Na tomto grafu označení průběhu točivého momentu a výkonu motoru je stejné jak v předcházejícím případě. I zde se měření provádělo na čtvrtý rychlostní stupeň ve stejném rozmezí otáček motoru – tzn. od 1000 do 4000 ot/min. Průběh měřených veličin se ovšem liší. V měřeném rozpětí otáček výkon motoru narůstal plynule bez výrazných výkyvů pouze k hranici 2000 ot/min. Poté došlo k mírnému zastavení dalšího nárůstu výkonu motoru do 2500 ot/min. Od této hranice výkon znovu začínal růst a dosáhl své maximální hodnoty 102 kW při 3101 ot/min.



Obrázek 30: Výkon a točivý moment motoru po úpravě dat řídicí jednotky v závislosti na otáčkách motoru.

Točivý moment stejně jak i před úpravou dat řídicí jednotky plynule narůstal do 2000 ot/min, těsně nad touto hodnotou dosahoval svého maxima: 333,07 Nm, poté klesal.

Porovnání výsledků obou měření ukazuje Obrázek 31. Z obrázku je patrná změna průběhu jednotlivých veličin. Největší odlišnosti jsou v průběhu výkonu a to přesunu maxima křivky

do nižších otáček. Na rozdíl od točivého momentu motoru, který nabývá svého maxima v přibližně stejných hodnotách otáček.

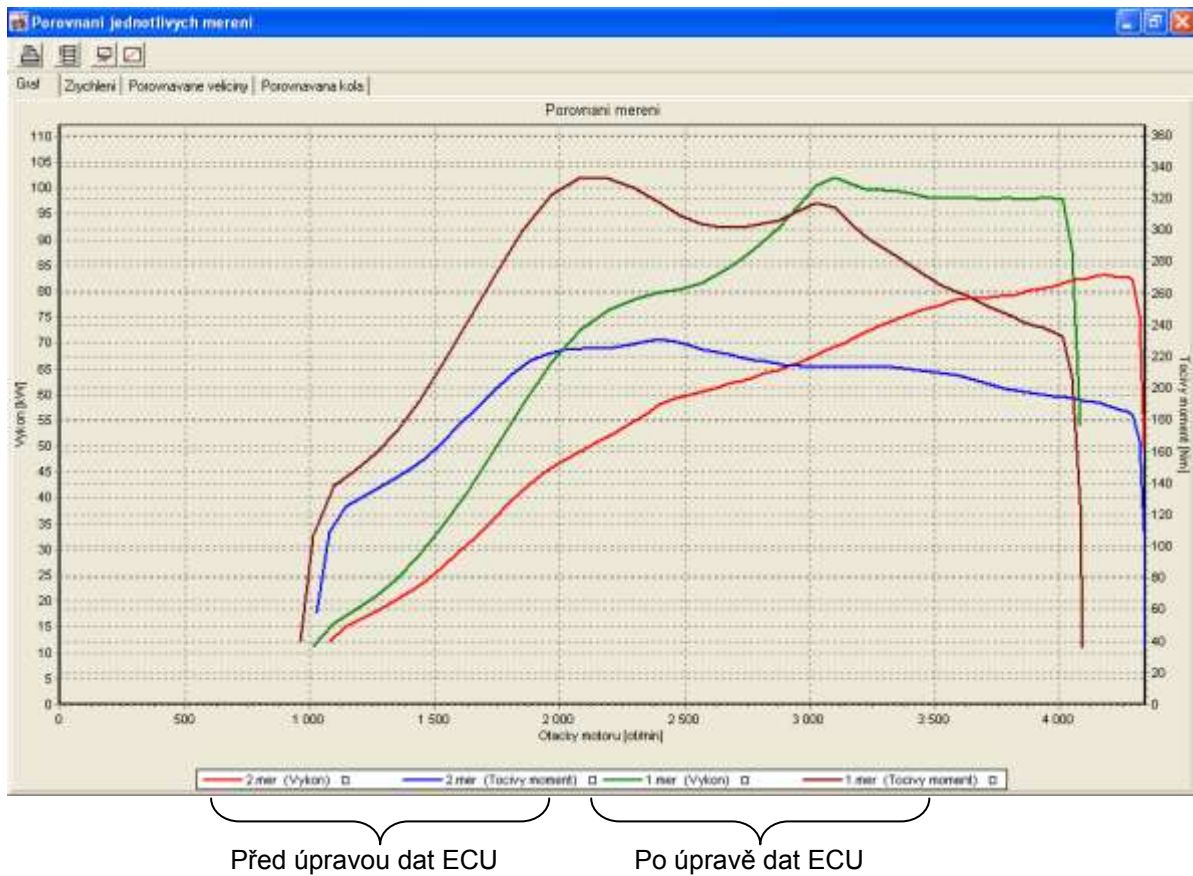
5.3.3 Měření kouřivosti motoru před a po úpravě dat řídicí jednotky

Kouřivost motoru byla měřena ve stanici měření emise FOLDA s.r.o. sídlem Frýdlantská 540, Raspenava (9). Vozidlo podstoupilo měření emise před úpravou dat řídicí jednotky. Bylo provedeno čtyři po sobě jdoucí měření kouřivosti při volnoběžných otáčkách 920 ot/min a přeběhových 5000 ot/min. Průměrná hodnota kouřivosti zde činila $0,55 \text{ m}^{-1}$ s rozpětím hodnot měření $0,25 \text{ m}^{-1}$. Jak je patrné z Tabulky 1 povolená maximální hodnota kouřivosti motoru je $2,8 \text{ m}^{-1}$.

Tabulka 1: Srovnání měření emise vozidla VW Golf III před a po úpravě dat řídicí jednotky

Měřená veličina	Předepsané (dovolené) hodnoty	Naměřené hodnoty	
		Před chiptuningem	Po chiptuningem
Otáčky motorů, [ot/min]			
• Volnoběžné	875-950	920	910
• Přeběhové	4800-5200	5000	5020
Kouřivost, [m^{-1}]	2,8 (max. dovolená)	0,55	0,3

Stejně měření vozidlo podstoupilo i po úpravě dat řídicí jednotky. V tomto případě měření proběhlo při volnoběžných otáčkách 910 ot/min a přeběhových 5020 ot/min. Zde byl zjištěn pokles průměrné hodnoty kouřivosti motoru na $0,3 \text{ m}^{-1}$. Protokol a záznam měření je uveden v Příloze C.



Obrázek 31: Srovnání závislosti výkonu a točivého momentu motoru na otáčkách před a po úpravě dat řídicí jednotky.

ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývá úpravou dat v řídicí jednotce vozidla VW Golf 3. generace 1,9 TDi, za účelem úpravy parametrů tohoto vozidla. Úpravou dat došlo k nárůstu výkonu a točivého momentu z původních průměrných 81,2 kW a 230,24 Nm na průměrných 100,8 kW a 331,49 Nm. Nárůst výkonu je znatelný jak z měření výkonu na dynamické měřící stolici firmy MotoCOM, tak i ze subjektivních pocitů, kdy vozidlo opravdu znatelně více „táhne“ nad 2000 ot/min. Jak je patrné v grafech po úpravě dat v řídicí jednotce, průběh výkonu není zcela optimální a k nárůstu výkonu by mělo docházet plynuleji v celém spektru využitelných otáček. Toto může být způsobeno právě tím, že k úpravě softwaru v řídicí jednotce nedocházelo s průběžným testováním na dynamometru. Vzhledem k tomu, že měření emisí probíhá při nezatíženém stavu motoru, stane se jen velmi zřídka a většinou až při „brutálnějších“ úpravách, že limitní hodnoty emisních norem nejsou splněny a vozidlo se stane vzhledem k provedeným zásahům do řídicí jednotky nezpůsobilým k provozu na pozemních komunikacích. V daném případě nebyl emisní limit překročen, naopak došlo ke snížení kouřivosti, a to z původních $0,55 \text{ m}^{-1}$ na nyníjších $0,30 \text{ m}^{-1}$. Požadavek na nízkou kouřivost byl zohledněn již při úpravě dat. Nízká kouřivost mohla být ovlivněna i stylem jízdy. Vzhledem k tomu, že vozidlo se během provozu pohybuje v celém spektru využitelných otáček, nedochází k usazování pevných částic ve výfukovém potrubí, jak by tomu mohlo být při dlouhodobém používání vozidla v režimu nižších otáček.

Na první pohled by se mohlo zdát, že ke zvýšení výkonu motoru v dnešní době stačí pouze počítač a odpovídající softwarové vybavení. Ale skutečnost je složitější. Dnešní úroveň elektroniky v řízení motorů vyžaduje hluboké znalosti této problematiky a zároveň bohaté praktické zkušenosti s úpravou dat v řídicí jednotce.

CITOVANÁ LITERATURA

1. Historie chiptuningu. *Diesel technik*. [Online] [Citace: 3. Březen 2010.] <http://www.diesel-technik.cz/chip-tuning-historie>.
2. Wikipedia The Free Encyclopedia. *Chip tuning*. [Online] 26. Březen 2010. [Citace: 15. Duben 2010.] http://en.wikipedia.org/wiki/Chip_tuning.
3. **Wolf, Marko**. *Security Engineering for Vehicular IT Systems*. místo neznámé : Vieweg+Teubner, 2009. ISBN 978-3-8348-9581-3.
4. **Vlk, František**. *Elektronické systémy motorových vozidel, Díl 1*. Brno : Prof. Ing. František Vlk, DrSc. - nakladatelství a vydavatelství , 2002. ISBN 80-238-7282-6.
5. **Prokop, Marek**. *Vliv chiptuningu na ekologii a ekonomiku provozu osobních automobilů. Bakalářská práce*. Pardubice : Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravních prostředků, 2006.
6. **Růžička, Bronislav**. *Jak na chiptuning*. Brno : Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-2096-5.
7. **Bosch, Robert**. *Motormanagement M-Motronic*. Stuttgart : Bosch, 1999. ISBN-10: 3980438961.
8. Car Eletronic. *Úvod*. [Online] [Citace: 3. Listopad 2009.] www.carelectronic.cz.
9. FALCON Racing. *Úvod*. [Online] [Citace: 8. Září 2009.] www.falcon-racing.cz.
10. FOLDA s.r.o. *Kontakt*. [Online] [Citace: 2. Říjen 2009.] <http://regin.cz/liberec/folda/folda4.html>.
11. Entwicklung Vertrieb Communication. *Checksum modules*. [Online] [Citace: 2010. Duben 10.] <http://www.evc.de/en/product/ols/checksum.asp>.

PŘÍLOHA A

Seznam vozidel značek Alfa, Audi, BMW, VW, u kterých úprava dat kontrolních jednotek je možná pomocí softwaru WinOLS. Zdroj (11).

Charakteristika vozidla					Charakteristika řídicí jednotky	
Značka	Typ	Model	Motor	Rok výroby	Název	Typ
Alfa	147	2.0 L	-	-	Marelli	-
Alfa	156	1.9 JTD; 2.4 JTD	-	2004 -	Bosch	EDC16
Alfa	156	2.5L	V6		Bosch	ME2.1
Alfa	156	JTD	-	- 1999	Bosch	CR10
Alfa	156, Brera	JTS	-	2004 -	Bosch	MED7.1.1
Alfa	156, 166	JTD	-	-	Bosch	CR2
Alfa	166	JTD	-	- 1999	Bosch	CR10
Alfa	Brera	GTA	-	2006 -	Bosch	MED7.6.2
Audi	A3	1.6L	-	-	Siemens	SimosV2
Audi	A3	3.2L	250PS	2006 -	Bosch	ME7.1.1-2006
Audi	A3, A4	1.6L FSI	115PS	2004 -	Bosch	MED9.5.10
Audi	A3, A4	1.9 TDI	-	- 2000	Bosch	V3.1
Audi	A3, A4	2.0L FSI	150PS	2004 -	Bosch	MED9.5.10
Audi	A3, A4	2.0T FSI	200PS	2004 -	Bosch	MED9.1
Audi	A3, A4, A6, A8	1.8, 1.8T, 2.8, 2.8T, 4.2	-	2001 -	Bosch	ME7
Audi	A3, A4, A6, A8	1.8, 1.8T, 2.8, 2.8T, 4.2	-	1999-2000	Bosch	ME7
Audi	A3, A4, A6,	TDI	-	2003 -	Bosch	EDC16

	A8					
Audi	A3, A4	1.8T	R4/V5T	- 1999	Bosch	M3.8x
Audi	A3, A4	2.4L	V6/V5	- 1999	Bosch	M3.8x
Audi	A4	1.8T Multitronic	-	2001 -	Bosch	ME7-2002
Audi	A6	2.4L	V6	2005 -	Siemens	Simos 6.x
Audi	A6	3.2L FSI	V6	2005 -	Siemens	Simos 6.x
Audi	A6	6.0L W12	450PS	2006 -	Bosch	ME7.1.1- 2006
Audi	A8, S8	V8 TDI	-	-	Bosch	CR2
Audi	RS4	4.2L TFSI	HDZ	2006 -	Bosch	MED9.1
Audi	RS6	4.2T	450PS	2002 -	Bosch	ME7-2002
Audi	S4	4.2L V8	344PS	2006 -	Bosch	ME7.1.1- 2006
BMW	Všechny	4.4i-4.8i	V8 Valvetronic	2003 -	Bosch	ME9
BMW	E34	535i, 540i	-	1997	Bosch	M5.2
BMW	E34, E39	525TDS	-	-	Bosch	DDE
BMW	E36	320i, 323i, 328i	-	- 1998	Siemens	MS41
BMW	E36	M3/3.2i	-	-	Siemens	MSS50
BMW	E36, Z3	318i	-	-	Bosch	M5.2
BMW	E38	735i, 740i	-	1997	Bosch	M5.2
BMW	E38	735i, 740i	-	1998	Bosch	M5.2.1
BMW	E38	735i, 740i	-	1999 -	Bosch	ME7
BMW	E39	530D	-	- 1999	Bosch	CR10
BMW	E39	530TD	-	1999 -	Bosch	DDE4
BMW	E39	535i, 540i	-	1998	Bosch	M5.2.1

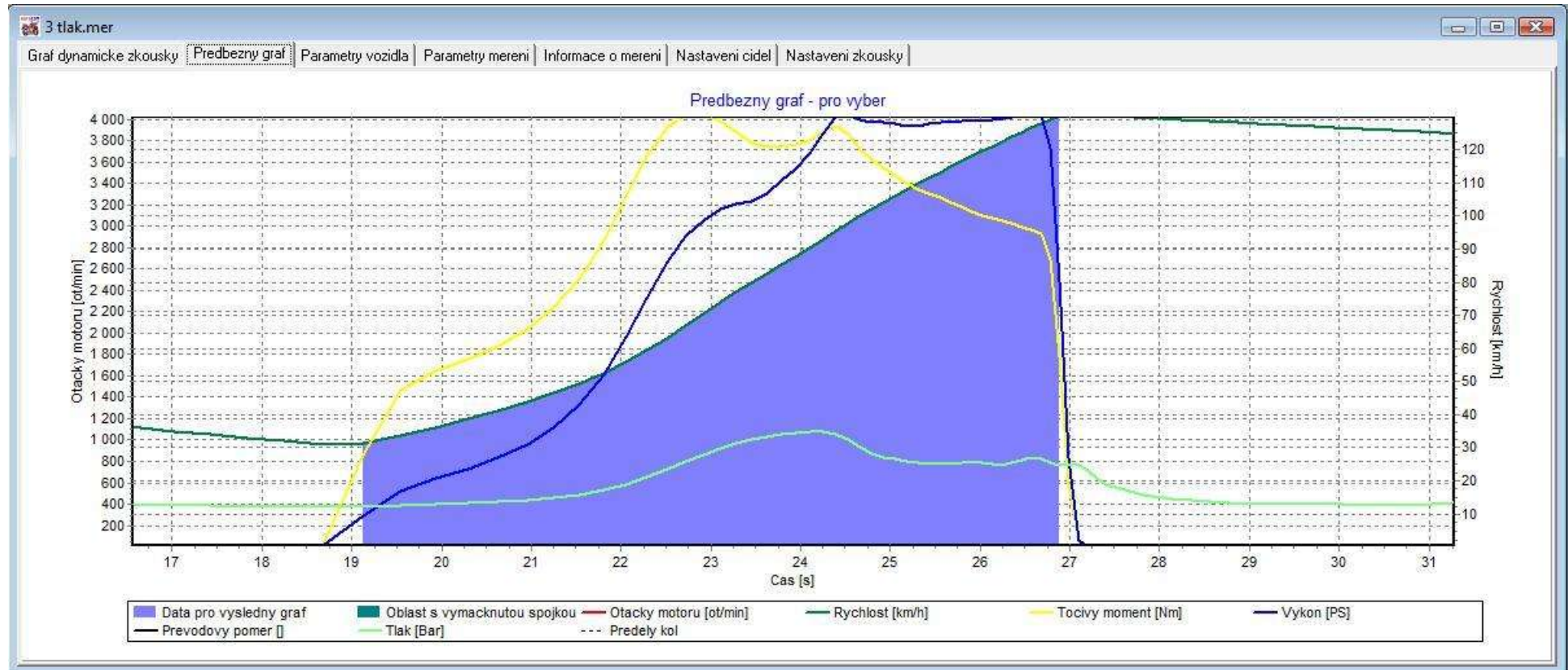
BMW	E39	535i, 540i	-	1999 -	Bosch	ME7
BMW	E39	M5	-	1999 -	Siemens	MSS52
BMW	E46	316i, 318i	-	2000 - 2001	Bosch	BMS46
BMW	E46	316i, 318i	-	1997 - 1999	Bosch	BMS
BMW	E46	316i, 318i	R4 Valvetronic	2001 -	Bosch	ME9
BMW	E46	318D	-	2001 -	Bosch	DDE
BMW	E46	320D, 330D	-	2001 -	Bosch	EDC16
BMW	E46	320D, 330D	-	2001 -	Bosch	EDC16
BMW	E46	320i, 323i, 328i	-		Siemens	MS42
BMW	E46	320TD	-	- 2001	Bosch	DDE
BMW	E46	330i	-	2000 -	Siemens	MS43
BMW	E46	330i	R6	2003 - 2005	Siemens	MS45
BMW	E46	330TD	-	všechny	Bosch	DDE4
BMW	E46	M3	SMG- Getriebe	-	Siemens SMG	5WK33700
BMW	E46	M3/3.2i	-	-	Siemens	MSS54
BMW	E53	X5-3.0	-	2001 -	Siemens	MS43
BMW	E53	X5-3.0D	-	2004 -	Bosch	EDC16
BMW	E53	X5-4.4	-	1999 -	Bosch	ME7
BMW	E60	530D, 535D	-	2004 -	Bosch	EDC16
BMW	E60	530i	R6	2005 -	Siemens	MSV70
BMW	E60	M5	V10	2004 -	Siemens	MSS65
BMW	E60, E61	525i, 530i	R6	2003 - 2005	Siemens	MS45

BMW	E81	120D	-	2004 -	Bosch	EDC16
BMW	E85	Z4	R6	2003 - 2005	Siemens	MS45
BMW	E87	130i	R6	2005 -	Siemens	MSV70
BMW	E90	330i	R6	2005 -	Siemens	MSV70
BMW	E90	335i	3.0T	2006 -	Siemens	MSD80
BMW	K1200GT, LT, R, S	1.2L	-	2004 -	Bosch	BMSK
BMW	Motorrad	C1	-	-	Bosch	BMS
BMW	Motorrad	K650	-	-	Bosch	BMS
BMW	R1200GS, RT, ST, R, S	1.2L	-	2004 -	Bosch	BMSK
VW	všechny	TDI	-	2003 -	Bosch	EDC16
VW	Beetle	2.0L	R4/2V	-	Bosch	M5.92
VW	Golf	2.0L	-	-	Siemens	Simos4s
VW	Golf 4	TDI PD	115PS	- 1999	Bosch	P1.0
VW	Golf 5	R32	250PS	2006 -	Bosch	ME7.1.1- 2006
VW	Golf 5 GTI	2.0T FSI	200PS	2004 -	Bosch	MED9.1
VW	Golf 5, Passat	2.0 TDI	-	2005 -	Siemens	PPD1.1
VW	Golf 5, Touran	1.6L FSI	115PS	2004 -	Bosch	MED9.5.10
VW	Golf 5, Touran	2.0L FSI	150PS	2004 -	Bosch	MED9.5.10
VW	Golf, Passat	1.8L	R4/V5	- 1999	Bosch	M3.8x
VW	Golf, Passat	1.8T	R4/V5T	- 1999	Bosch	M3.8x
VW	Golf, Passat	2.8L	V6/V5	- 1999	Bosch	M3.8x

VW	Golf, Passat	2.8L	VR6	- 1999	Bosch	M3.8x
VW	Golf, Polo	1.4L	-	-	Siemens	SimosV2
VW	Golf, Polo	1.6L	-	-	Siemens	SimosV2
VW	Golf 3	TDI	-	-	Bosch	DDE
VW	Golf 3, Corrado	2.8L	VR6	-	Bosch	DME
VW	Lupo	1.0	-	-	Siemens	Simos2.3
VW	Lupo	1.0L	-	-	Siemens	SimosV2.3
VW	Lupo	1.4L	100PS	-	Marelli	-
VW	Passat	1.8T	-	2001 -	Bosch	ME7-2002
VW	Passat	TDI PD	115PS	- 1999	Bosch	P1.0
VW	Polo	1.6L	120PS		Marelli	-
VW	Polo	TDI PD	100PS	2001 -	Bosch	V4.1-2002
VW	Polo	TDI PD	75PS	2002 -	Bosch	V4.1-2002
VW	Polo, Golf 5	1.4 TSI	170PS	2006 -	Bosch	MED17.5.10
VW	Touareg	6.0L W12	450PS	2006 -	Bosch	ME7.1.1- 2006

PŘÍLOHA B

Průběh plnicího tlaku během měření výkonu vozidla VW Golf III TDi po úpravě dat řídicí jednotky



PŘÍLOHA C

Protokol a záznam měření kouřivosti vozidla VW Golf III 1,9 TDi před a po úpravě dat v řídicí jednotce



SME č. 45.05.43

Název a sídlo SME: FOLDA s.r.o.
Krajský soud Ústí nad Labem, oddíl C vložka 18313

Frýdlantská 540
463 61 Raspenava
Tel: 482319126
Fax: 482319126

PROTOKOL č.: 1292/2008N

o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla: VW	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: 1H	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: AFN	Registrační značka:
Číslo motoru *): NEEVIDOVÁNO	Rok výroby(1. registrace): 0000/00
Stav počítače ujeté vzdálenosti: 208000	Palivo: NAFTA
Typ emisního systému: Neřízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa): **MISTR VOJTĚCH, NAD ŠKOLOU 1321, 460 15 LIBEREC 15**

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy):	VYHOVUJE	
Výsledek kontroly závad řídicí jednotky:	VYHOVUJE	
Otáčky [1/min]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	875-950	920
Přeběhové	4800-5200	5000
Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [1/m]		2,30
Hodnota kouřivosti [1/m]:	dovolená	2,80
	naměřená	0,55
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [1/m]:	dovolené	0,25
	naměřené	0,25

Použitý kouřoměr (výrobce, typ):

Zapsané naměřené hodnoty jsou přímým (on-line) záznamem měření opacimetrem:

Poznámky: **DOVOZ**

Vozidlo z hlediska měření emisí **VYHOVUJE**
Příští měření emisí v termínu do **19.8.2010**
Měření emisí provedl **Petr Bečvář**

Datum provedení měření emisí: **19.8.2008**
Za správnost:

Číslo osvědčení: **EDB509987 NOVÉ**
Kontrolní nálepka **NEBYLA VYLEPENA**
, osvědčení ev. č. **BNA1264**




podpis

*) Pouze je-li uvedeno v TP vozidla

ZÁZNAM Z MĚŘENÍ EMISÍ

13.05.2010

16:55

Stanice měření emisí

Telef.:

Číslo:

Vozidlo

S P Z:

Značka:

Stav km:

Motor

T x P:

Výsledky měření:

Ot.vol.
[min⁻¹] 910

Ot.přeb.
[min⁻¹] 5020

Tepl.oleje
[°C] 82

Předstřik
[°KH] ----

Při otáčkách
[min⁻¹] ----

Č.	ovol	nere	ta	k
	[min ⁻¹]		[s]	[m ⁻¹]

1.	990	5060	2.52	0.33
----	-----	------	------	------

2.	900	5060	2.47	0.28
----	-----	------	------	------

3.	930	5070	2.37	0.28
----	-----	------	------	------

4.	900	4940	2.47	0.29
----	-----	------	------	------

Průměr			2.46	0.30
--------	--	--	------	------

Rozpětí			0.15	0.05
---------	--	--	------	------

			ΣP	k
--	--	--	----	---

Kouřivost

[m⁻¹] 0,30

OPACIMETR AT 601L

Úvr. číslo: 0018/04

Datum kal.: 05.10.2009

Sonda: P-1

V... ..

PŘÍLOHA D

Upravované vozidlo VW Golf 3. generace TDi

