

Česká zemědělská univerzita v Praze

Katedra vozidel a pozemní dopravy
Technická fakulta



Vliv chiptuningu na základní parametry
motoru

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval:
Vedoucí diplomové práce:
Rok:

Martin Hošek, Bc.
Petr Miler, Ing., Ph.D.
2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Hošek Martin

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Vliv chiptuningu na základní parametry motoru

Anglický název

Chiptuning impact on basic engine parameters

Cíle práce

Cílem práce je analyzovat vliv chiptuningu na základní parametry spalovacích motorů.

Metodika

- prostudovat základní literaturu v oblasti chiptuningu
- kontaktovat významné organizace zabývající se danou problematikou
- provést globální literární rešerši v dané problematice
- experimentálně ověřit vliv některých chiptuningu na základní parametry motoru
- návrh doporučení a předpokládaný vývoj v dané oblasti

Osnova práce

1. Úvod
2. Současný stav řešené problematiky
3. Cíl a metodika diplomové práce
4. Vyhodnocení experimentu
5. Doporučení a závěr

Rozsah textové části

rozsah stran 50

Klíčová slova

chiptuning, motor, řídicí jednotka motoru, výkon motoru

Doporučené zdroje informací

1. Hromádko J., Hromádko J., Höning, V., Miler P.: Spalovací motory, Nakladatelství Grada, Praha, 2011, ISBN 978-80-247-3475-0
2. Rauscher, J.: Spalovací motory, Studijní opory, VUT FSI Brno, 2004
3. Macek, J.: Spalovací motory I, ČVUT Praha, 2007, ISBN 978-80-01-03618-1
4. Beroun, S.: Vozidlové motory. Studijní opory, TU Liberec
5. Vlk, F.: Vozidlové spalovací motory. Nakladatelství a zasilatelství Vlk, Brno, 2002. ISBN 80-238-8756-4

Vedoucí práce

Miler Petr, Ing., Ph.D.

Termín zadání

listopad 2012

Termín odevzdání

duben 2014

doc. Ing. Boleslav Kadleček, CSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 18.3.2013

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Vliv chiptuningu na základní parametry motoru“ vypracoval zcela samostatně, s použitím uvedené literatury a pod vedením vedoucího diplomové práce Ing. Petra Milera, Ph.D.

V Řitce dne 28. března 2014

.....

Martin Hošek

Poděkování

Velmi rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu Ing. Petru Milerovi, Ph.D. za potřebné rady, připomínky a vedení při psaní mé diplomové práce. Dále moc děkuji svým rodičům za neustálou motivaci a podporu během studia.

Vliv chiptuningu na základní parametry motoru

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je představení úpravy motorových vozidel za pomoci chiptuningu a analýza jeho vlivu na základní parametry motoru, jako jsou výkon, točivý moment, emise výfukových plynů, spotřeba paliva a životnost upraveného motoru. V první části se krátce ohlédneme za historickým vývojem této modifikace. Druhá část nám pak uvede do podvědomí jednotlivé druhy úprav, podrobnější popis motormanagementu, programování elektronických řídicích jednotek a diagnostiku funkce motoru. Závěrečnou kapitolu tvoří samotné experimentální ověření vlivu chiptuningových úprav na základní parametry motoru.

Klíčová slova:

Chiptuning, motor, elektronická řídicí jednotka, výkon motoru

Chiptuning impact on basic engine parameters

Summary

The aim of this diploma thesis is the introduction of motor vehicle using chip tuning and analysis of its impact on fundamental engine parameters such as power, torque, exhaust emissions, fuel consumption and durability of the modified engine. The first part will briefly look back at the historical development of this modification. The second part then introduces us to the subconscious various kinds of adjustments, a more detailed description of motormanagement, programming of electronic control units and diagnostic functions of the engine. The final chapter is experimental verification of the influence chiptuning modifications to the basic parameters of the engine.

Key words:

Differential, engine, electronic control unit, engine power

Obsah

1	Úvod	1
2	Letný pohled do historie chiptuningu	2
3	Druhy úprav elektronických řídicích jednotek.....	3
3.1	Klasický chiptuning	3
3.2	Flash tuning.....	6
3.3	Dvojité chip	7
3.4	Nové generace řídicích jednotek.....	8
3.5	Powerbox	9
3.6	Záměna originálního systému	10
4	Motormanagement (EMS)	11
4.1	Elektronická řídicí jednotka (ECU)	12
4.2	Snímače.....	13
4.2.1	Snímače polohy.....	13
4.2.2	Snímače množství nasávaného vzduchu (MAF)	14
4.2.3	Snímače tlaku v sacím potrubí (MAP)	15
4.2.4	Snímače tlaku paliva.....	15
4.2.5	Snímače teploty nasávaného vzduchu	16
4.2.6	Snímače teploty výfukových plynů (EGT).....	16
4.2.7	Lambda sonda a její regulace.....	17
4.2.8	Snímače klepání motoru	18
4.3	Akční členy	19
4.3.1	Vstříkávání paliva.....	19
4.3.2	Zapalovací soustava.....	21
4.3.3	Regulace plnicího tlaku u turbomotorů	22
5	Programování elektronických řídicích jednotek	23
5.1	Paměti PROM	24
5.1.1	Programování pamětí EPROM a EEPROM	25
5.2	Přístup k řídicí jednotce pomocí OBD portu	26
5.2.1	Komunikace a standardizace OBD	26
5.3	Přídavné systémy ECU	27
5.4	Software k chiptuningu	28
5.5	Programování ECU	29
5.5.1	Palivové mapy.....	29
5.5.2	Mapy předstihu zážehu	31
5.5.3	Mapy regulace plnicího tlaku turbodmychadla	32
5.5.4	Mapování nestandardních prvků.....	34
6	Diagnostika funkce motoru.....	35
6.1	OBD diagnostika.....	35
6.2	Diagnostika elektrických veličin	36
6.3	Datalogery.....	37

7	Vliv chiptuningu na základní parametry motoru	38
7.1	Výkon a točivý moment.....	38
7.2	Emise	41
7.3	Spotřeba paliva	42
7.4	Životnost motoru.....	43
8	Experimentální ověření chiptuningových úprav	45
8.1	Výkon a točivý moment.....	47
8.2	Emise	53
8.3	Spotřeba paliva	55
9	Ekonomické zhodnocení chiptuningových úprav	58
10	Závěr	60
	Použitá literatura	62
	Příloha 1 – 2: Protokoly z měření emisí, před a po úpravě ECU	70
	Příloha 3: Protokol z měření výkonu a toč. momentu motoru	72

1 Úvod

Doby, kdy k správnému vyladování požadovaného výkonu motoru stačili šikovné ruce, dlouhodobé zkušenosti a jen něco z mála ze základního dílenského nářadí, nám pomalinku ustupují do pozadí a přenechávají svá místa elektronickým řídicím jednotkám, které umožňují ladění agregátů, bez fyzického zásahu do motorového prostoru. Veškeré moderní automobily jsou tedy vybaveny elektronickými řídicími jednotkami ECU (Electronic Control Unit), které ve své operační paměti uchovávají data a kompletní nastavení pro bezchybný chod motoru. Nastavení, které na základě vstupních hodnot usměrňuje výstupní hodnoty, není nastaveno na maximálně možný výkon motoru. Výrobci automobilů musejí počítat s určitými rezervami, jelikož jsou limitovány různými aspekty, jako jsou odlišné klimatické podmínky pro jednotlivé trhy (motor musí pracovat stejně dobře v jakémkoliv druhu počasí), či předpoklad, že ne každý majitel provádí pravidelné výměny oleje nebo tankuje kvalitní palivo. Elektronická řídicí jednotka je proto naprogramována tak, aby umožňovala kompromis mezi optimálním výkonem, spotřebou paliva a povolenými emisními limity. V důsledku toho nám ovšem vznikají rezervy a výkon motoru je využit z 60 – 70% svých možností. Proto se pro uspokojení potřeby zákazníka provádí tzv. chiptuning, který za pomoci úpravy dat uložených v paměti ECU zvyšuje výkon motoru a tím využívá jeho maximální potenciál.

Chiptuning lze tedy definovat jako elektronickou úpravu řídicího softwaru automobilu, jenž zvyšuje jeho výkon a točivý moment (u přeplňovaných benzínových i naftových motorů až o 35% a u běžných nepřepřňovaných motorů o 10%), snižuje spotřebu paliva (až 15%) a zlepšuje charakteristiku dynamiky v celém rozsahu otáček motoru. Navíc díky použitým technologiím a citlivému zásahu, jedná-li se o specializovaného poskytovatele těchto služeb, je možné všechny úpravy v případě potřeby vrátit do původní podoby.

Cílem této diplomové práce je podrobnější seznámení se s problematikou zvyšování výkonu motoru bez jakéhokoliv fyzického zásahu v jeho oblasti za pomoci chiptuningu a následným měřením zhodnocení jeho vlivu na základní parametry motoru.

2 Letmý pohled do historie chiptuningu

Při ohlédnutí se za historií chiptuningu, by naše kroky měli podhalit především vývoj elektronických řídicích jednotek, které jsou v dnešní době považovány za mozek moderního automobilu. Tímto pohledem na vývoj elektronického řízení pochopíme, jak mnoho věcí se v řízení chodu spalovacích motorů změnilo. V 70. letech 20. století byly hlavní soustavy motoru jako karburátory a rozdělovače zapalování ovládány mechanicky, pneumaticky a hydraulicky, s minimální vzájemnou součinností. Proto stačilo ke správnému plnění všech požadavků na elektronické řízení použít jednoduchý 8bitový mikropočítač. Upravování motorů, tak probíhalo především mechanicky. Příkladem může být zvětšení zdvihu ventilů, montáž vačkových hřídelů, úprava karburace (větší trysky karburátorů) nebo rozšíření sacích a výfukových kanálů. Jako první zmínku o chiptuningu, lze zcela jistě uvést rok 1967, kdy automobilka Mercedes-Benz představila široké veřejnosti první řídicí jednotku pro kontrolovatelné dávkování paliva do karburátoru. Skutečné zvýšení výkonu pomocí řídicí jednotky přichází, až s elektronickou řídicí jednotkou Bosch v roce 1975 montovanou do závodních automobilů. Za necelé 4 roky pak mnichovská automobilka BMW využívá první řídicí jednotky, konkrétně první elektronicky řízené zapalování Bosch Motronic v sériové výrobě modelu BMW 732i. Elektronická řídicí jednotka (ECU) tak sloučila veškeré funkce doposud oddělených řídicích jednotek (zapalování či dávkování paliva) a spolu s přepisovatelnou pamětí EPROM, zavedenou v roce 1985 do jednotky Bosch Motronic, započala éru chiptuningu.

Odvětví elektronických řídicích jednotek prochází neustálým vývojem. Od jeho počátků nám každým rokem přibývají nové, ještě více zdokonalené jednotky a technologické prvky pro řízení výkonu vozidla. Příkladem v jakém tempu se toto odvětví vyvíjí, může být porovnání dnešních a tehdejších řídicích jednotek. Moderní řídicí jednotky mají paměť s kapacitou přes 1 MB (1 000 kB), kdežto první řídicí jednotky byly vybaveny mikropočítačem s pamětí, která měla kapacitu pouhé 4 kB a umožňovala řízení pouze několika funkcí. Dnešní řídicí jednotky navíc musejí splňovat, čím dál tím přísnější emisní normy.

Závěrem můžeme říci, že chiptuning je relativně mladé odvětví úprav automobilů a díky stále se rozvíjejícím technologickým možnostem ho dnes může poskytovat celá řada specializovaných i nespécializovaných úpravců [3, 9, 10, 11].

3 Druhy úprav elektronických řídicích jednotek

Chiptuning se zakládá na faktu, že elektronická řídicí jednotka (ECU) provádí vešměs všechny podstatné funkce současných moderních motorů. Změnou jejích hodnot, tak lze vylepšit parametry, které mají zásadní vliv na celkový výkon motoru (množství dodávaného paliva, předstih zapalování apod.). Vzhledem k tomu, že automobilky pro jednotlivé modelové řady používají kompatibilní neboli shodné řídicí jednotky, jsou veškerá specifika (třírozměrná pole tzv. mapy) pro optimální chod motorů uložena v polovodičové paměti EPROM, často označované jako chip. Jednoduše řečeno, chiptuning je elektronická úprava jednotlivých map řídicí jednotky vozidla, díky níž lze docílit vyššího výkonu (až o 30%), kroutícího momentu (až o 35%) a snížení spotřeby paliva (až o 15%) při zachování garantované životnosti motoru a limitů čistoty výfukových plynů dle platných norem Evropské unie [2, 12, 13].



Obr. 1: Chiptuning [14]

3.1 Klasický chiptuning

Z technického hlediska se jedná o relativně jednoduchou operaci, ve které dochází k záměně původní paměti (nelze přeprogramovat) za novou výkonnější. Pokud nedochází k montáži dalších dílů (např. upraveného sání či výfuku) jsou finanční náklady na úpravu touto metodou řádově v tisících, jelikož skutečné materiálové náklady zahrnují pouze cenu výkonnější paměti EPROM. Skutečná cena se tak odvíjí od hodnot vylepšujících parametry motoru naprogramovaných v polovodičové paměti (chipu).

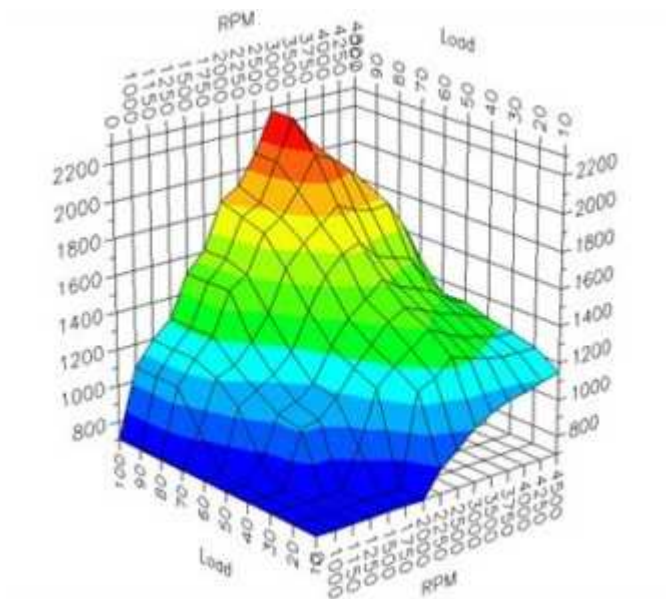
Chip neboli EPROM je polovodičová paměť, ve které jsou uložena veškerá data charakterizující stav všech výkonových prvků (předstih, počátek a délka vstříku, tlak paliva, velikost plnicího tlaku turba atd.) v závislosti na okamžitých vnějších podmínkách (bohatost směsi, teplota a tlak vzduchu, otáčky apod.) zjištěných jednotlivými snímači.



Obr. 2: Polovodičová paměť EPROM (chip) [16]

Data charakterizující stav všech výkonových prvků nám tvoří třírozměrné pole tzv. mapu, ve které si řídicí jednotka přednastavena výrobcem nebo tunerem vybere podle dané situace konkrétní hodnotu daného parametru (předstih, tlak paliva, délka vstříku a jiné). Úprava výkonu motoru tak probíhá změnou dat v paměti (chipu), což je v podstatě modernější ekvivalent klasického ladění karburátoru za pomoci šroubováku a sady trysek. Získání samotné struktury dat, se kterými elektronická řídicí jednotka pracuje, lze docílit několika způsoby a ve většině případů, zde hraje nemalou roli i „šikovnost“ jednotlivých úpravců, si tyto informace opatřit. První možnost je získání originální dokumentace, která bývá k dispozici „spřízněným“ úpravcům a jenž si časem najde cestičku i k dalším zájemcům. Druhá varianta představuje řadu postupných testů s náležitou diagnostikou zvaná reverse-engineering (reverzní inženýrství), jejímž cílem je odkrýt princip fungování zkoumaného předmětu za účelem sestavení stejně fungujícího předmětu, v našem případě se jedná o datovou strukturu řídicí jednotky. V obou případech je nutno podotknout, že výroba čipu, který dokáže nahradit originál, vyžaduje nejenom patřičné technické vybavení a zkušenosti, ale také znalosti v oblasti vlastní optimalizace výkonu motoru. Hotovou prací

je pak nutné ověřit na válcové brzdě (dynamometru) a jízdní zkouškou tak, aby bylo možno říct, jakého přírůstku výkonu bylo dosaženo[1, 2, 15].



Obr. 3: Příklad trojrozměrného pole – velikost plnicího tlaku turba [17]

Výhody klasického chiptuningu:

- Finančně nenákladný způsob navýšení výkonu
- široká nabídka pamětí pro nejrůznější typy vozidel
- snadná montáž a demontáž chipu.

Nevýhody klasického chiptuningu:

- Univerzálnost komerčních chipů nemusí zohledňovat technický stav jednotlivých motorů, což může vést u dvou typově stejných vozů, k rozdílným přírůstkům výkonu.
- Malý přírůstek výkonu u nepřepřítovaných motorů (snadno zneužitelné nesolidními úpravci tzv. placebo efekt, kdy se jedná pouze o pocit nárůstu výkonu, i když žádná změna nenastala).

3.2 Flash tuning

Moderní typy elektronických řídicích jednotek jsou vybaveny tzv. Flash-EPROM pamětí, kterou je možné přepisovat. V těchto případech proto není zapotřebí demontovat řídicí jednotku ven z automobilu, jelikož úprava parametrů motoru probíhá přes diagnostickou zásuvku známou jako flasher, kterou je vybavené každé vozidlo. Automobilky dříve používaly různé flashery, které nebyly vzájemně kompatibilní, a tak díky normě OBD II (On Board Diagnostic) znamenající standardizovaný systém palubní diagnostiky se na konci 90. let diagnostické zásuvky standardizovaly a dnes se používá 16-ti pinová zásuvka umístěná v interiéru automobilu.



Obr. 4: Zapojení počítače do diagnostické zásuvky automobilu [21]



Obr. 5: Propojovací kabel pro OBD II [22]

Flash tuning pomalu, ale jistě přebírá trend v úpravě motorů od klasického chiptuningu, díky progresivní technologii, jenž využívá k záměně dat z pevné paměti. Jestliže klasický chiptuning využíval k úpravě mechanickou výměnu chipu, tak flashování ji nahrazuje elegantnějším procesem záměny dat pomocí jednoduchého propojení laptopu s diagnostickým portem OBD. Současné nastavení parametrů je tak tímto spojením načteno z řídicí jednotky do počítače a po provedení požadovaných úprav je upravený software nahrán zpět do řídicí jednotky automobilu. Stejný způsob provádějí automobilky při aktualizaci softwaru pro zjišťování výrobních vad. Je v celku logické, že tato metoda vyžaduje specializované hardwarové a softwarové vybavení pro zprostředkování komunikace mezi počítačem a chipem, v němž jsou uložena data určená k modifikaci. Samotná optimalizace výkonu motoru je pak opět záležitostí zkušeností a možnosti podrobit upravené vozidlo ověřovacím zkouškám [1, 19, 20].

Výhody flash tuningu:

- Zkrácená doba úpravy (rychlé provádění modifikace) a minimalizace rizika.
- Vlastníte-li potřebné vybavení pro komunikaci s ECU, lze chipovat bez nutnosti specializovaného dílenského nářadí.
- Data možná stáhnout z webu od jednotlivých úpravců.
- Odpadá práce s výměnou chipu na základní desce řídicí jednotky.

Nevýhody flash tuningu:

- Úpravy lze provádět pouze u vozidel s OBD (většinou modely po roce 2000)
- Výrobci nepoužívají identické protokoly pro komunikaci ECU s diagnostickým portem, což zvyšuje cenu potřebného vybavení.



Obr. 6: Flash tuning [23]

3.3 Dvojitý chip

Poměrně novou a nepříliš okoukanou metodou v oblasti chiptuningu jsou dva různé výkony v jednom voze. Tato možnost umožňuje řidiči volit mezi dvěma různými programy nahraných do paměti elektronické řídicí jednotky. Samotná úprava, tak probíhá nejenom nahráním požadovaných dat, ale i instalací kabelů s připojeným přepínačem režimů a LED diodou (Light Emitting Diode) pro indikaci aktuálně nastaveného programu, kamkoliv do

interiéru vozidla. Na konci úpravy, pak může řidič volit dle potřeby výkon z originálního nebo upraveného programu (popř. přepínat mezi dvěma různě modifikovanými režimy). Závěrem by se dalo říci, že výhoda této metody spočívá v snadné a rychlé změně nastavení výkonu mezi dvěma programy, nevýhodou je pak delší doba modifikace (až 3 hodiny) a možnost provádět ji pouze u vozidel s řídicí jednotkou Bosch EDC15 (modely po roce 2000) [19].



Obr. 7: Přepínač režimů a LED diofa pro indikaci aktuálně nastaveného programu [78]

3.4 Nové generace řídicích jednotek

Poslední dobou se čím dál tím více objevují případy, kdy je programování elektronických řídicích jednotek za pomoci flasheru výrobcem znemožněno. Toto omezení lze překonat, díky speciálnímu konstrukčně dosti složitému, ale přesnému zařízení, jenž dokáže programovat přímo v ECU nové generace. Jiný způsob provedení úpravy by v tomto případě znamenal zničení řídicí jednotky, jelikož její paměti jsou mezi sebou vzájemně provázané [19].

3.5 Powerbox

Modifikace elektronické řídicí jednotky u nového vozidla se automaticky rovná ztrátě záruky. A nemyslete si, že přeprogramovaný software nikdo nepozná. Nicméně i tato situace má řešení, které se jmenuje přídatná řídicí jednotka tzv. Powerbox. S touto úpravou se setkáváme především u naftových motorů, kde svou podstatou nezasahuje přímo do funkce řídicí jednotky. Pracuje na principu, kdy při spalování není využit všechn vzduch ve válci a snaží se této slabiny využít zkreslením některých signálů elektronické řídicí jednotky a dosáhnout tak stavu, kdy úpravou délky vstříku dojde k větší dodávce paliva. Tato metoda úpravy má pochopitelně jisté limity, které omezují maximální dodávané množství paliva. Jedná se o rovnoměrnost chodu motoru a emise. Dostane-li se poměr paliva a vzduchu přes tyto limity, může nastat problém u startů a dalších pracovních režimů motoru.



Obr. 8: Powerbox [79]

Při pořizování přídatné řídicí jednotky je třeba dbát na kvalitním a ověřeném výrobku. Nekvalitní powerbox, totiž dokáže nadělat více škody než užitku. V dnešní době se navíc upřednostňuje spíše kvalitní chiptuning, který toho dokáže mnohem víc i za přijatelné peníze [1, 24, 25].

Výhody powerboxu:

- Jednoduchá montáž a demontáž přídatné řídicí jednotky (není potřeba speciálního příslušenství a softwaru).
- Není potřeba hluboké znalosti o motormanagementu.
- Šetrná činnost s ohledem na životnost motoru (nezasahují do regulačních funkcí turbodmychadla a tím nezvyšují tepelné a mechanické zatížení).

Nevýhody powerboxu:

- Systém nelze kalibrovat jako datové mapy při chiptuningu (záleží na výrobci, jaké bude mít motor výkonové parametry).
- V případě nekvalitního powerboxu, může dojít k poškození motoru.

3.6 Záměna originálního systému

Záměna originálního systému představuje kompletní výměnu elektronické řídicí jednotky za sofistikovanější a plně programovatelnou variantu. Tento způsob úpravy výkonových parametrů motoru se využívá především u sportovních vozů. Důvodem je spolupráce řídicí jednotky u sériově vyráběných aut s ostatními systémy (regulace prokluzů, zabezpečení apod.) a poměrně vysoká cena celého kompletu. Závodní automobily nepotřebují z daleka využívat všechny tyto systémy, proto se u nich provádí kompletní výměna elektroniky za výkonnější variantu [1, 18].



Obr. 8: Řídicí jednotka AEM [26]

Výhody záměny originálního systému:

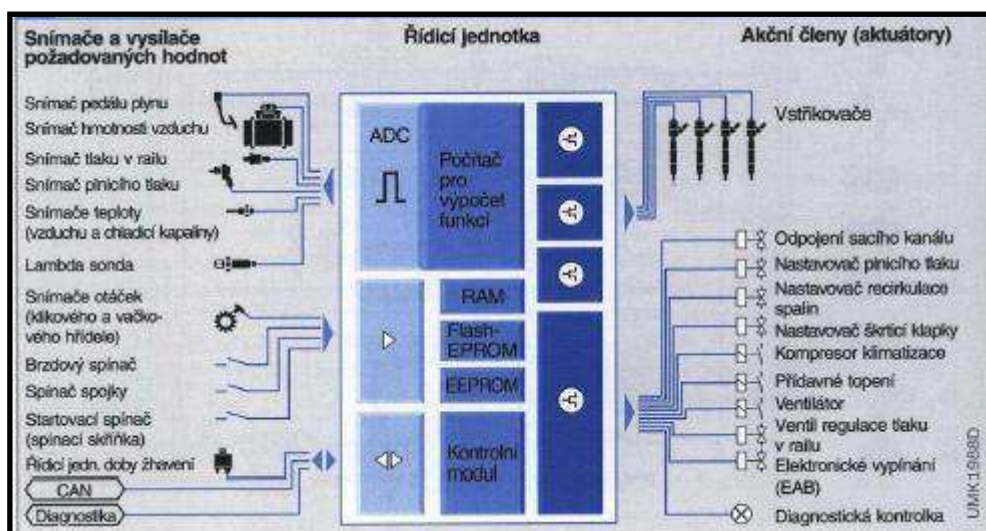
- Plná programovatelnost a editace, většiny hlavních funkcí motormanagementu.

Nevýhody záměny originálního systému:

- Vysoká cena celého kompletu a obtížnější doladování do plné funkčnosti.

4 Motormanagement (EMS)

Dnešní doba nutí konstruktéry motorů stále k důmyslnějším postupům pro plnění přísných nároků na výkonové parametry, spotřebu a především emisní limity. To vše by pochopitelně nebylo možné bez významného podílu elektroniky přesněji kompletního elektronického systému řízení motoru EMS (Electronic Management System), které se podílí na chodu všech základních funkcí motoru. Elektronická řídicí jednotka (ECU) nemusí vykonávat složité funkce a výpočty, jelikož její parametry a architektura je o mnoho jednodušší, než u běžných PC. Větší nároky jsou zde kladeny na rychlost, spolehlivost a odolnost pracovních procesů a celého systému. Práce vykonávaná v různých klimatických podmínkách, agresivní prostředí a vibrace, upozorňují na výrobu jednodušších, ale o to spolehlivějších systémů.



Obr. 9: Blokové schéma EMS [80]

Základním prvkem elektronického systému řízení motoru (EMS) je mikroprocesor (anglicky Central Processing Unit, ve zkratce CPU), jehož hlavním cílem je zpracovávání veškerých aritmetických operací, definovaných v programu uloženém v samostatné paměti ROM (Read-Only Memory), jenž popisující všechny operace řízení motoru. Dalšími paměťovými moduly jsou pak polovodičová paměť sloužící ke krátkodobému uchování dat RAM (Random Access Memory) a EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory), ve které jsou uložena data pro jednotlivý typ motoru. Samotná elektronická řídicí jednotka (ECU) je instalována do automobilu na snadno přístupné místo, jenž je dobře chráněno od nepříznivých podmínek v motorovém prostoru. Pro oboustrannou komunikaci se všemi důležitými elektronickými systémy a snímači využívá datové

sběrnice CAN-BUS (Controller Area Network), ke které je připojena pomocí konektoru. Přídavnými kabely pak mohou být k řídicí jednotce připojeny i některé další senzory a akční členy. Vzhledem k tomu, že velké procento snímačů a akčních členů je analogových je ECU vybavena rozhraním v podobě analogově/digitálního převodníku (A/D) a v případě výstupu digitálně/analogovým převodníkem (D/A). V dalších bodech této kapitoly se podrobněji seznámíme s hlavními částmi kompletního elektronického systému řízení motoru, nazývajících se čidla a snímače, ECU a akční členy [1].

4.1 Elektronická řídicí jednotka (ECU)

V praxi se můžeme setkat s několika základními typy řídicích jednotek motorů. Prvním druhem je primární řídicí jednotka, jenž na základě vstupních parametrů (otáčky, poloha plynu, tlaky, teploty) zajišťuje celkové řízení motoru a to především dodávku paliva a zapálení nasáté směsi. Druhým typem jsou korekční řídicí jednotky, které se připojují na výstup z primární řídicí jednotky, sloužící ke korigování jejích signálů (dodávka paliva, předstih zážehu atd.). Patří sem například tuningové jednotky Powerbox, či Powercommander. Poslední skupinou jsou jednotky mystifikační, které se naopak připojují na vstup primární řídicí jednotky nebo přímo na sběrnici CAN-BUS. Hlavním úkolem je ovlivňování (obelstění některých algoritmů) a pozdější předávání signálů (o teplotách, tlacích apod.) do primární řídicí jednotky. Korekční a mystifikační jednotky tvoří v některých případech jednu konstrukci a jedná se především o přídavná chiptuningová zařízení [5, 27].



Obr. 10: Elektronická řídicí jednotka (ECU) [27]

4.2 Snímače

Aby elektronická řídicí jednotka mohla provádět potřebné funkce a plnit svoji práci, je třeba zajistit požadované množství vstupních parametrů a to za pomoci snímačů. Každý automobil může být vybaven nespočetnou řadou těchto zařízení, nicméně vždy existuje nezbytné minimum těchto senzorů, bez kterých se žádná řídicí jednotka neobejde. Snímačům, které zajišťují tyto požadované údaje, se budeme v této kategorii dále věnovat.

Základní rozdělení snímačů:

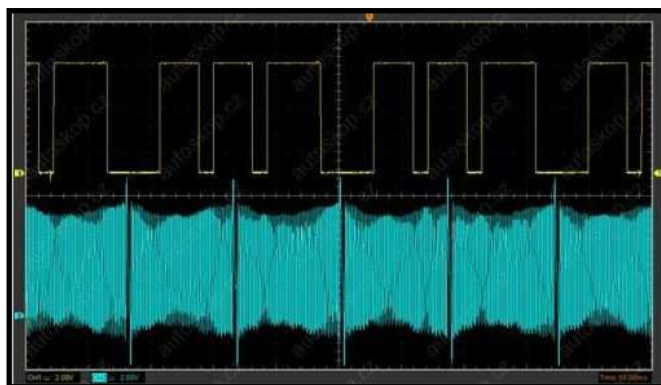
- **Snímače polohy** (snímače otáček klikového a vačkového hřídele a snímače polohy škrtkové klapky).
- **Objemové snímače** (snímač množství nasávaného vzduchu).
- **Tlakové snímače** (snímače tlaku v sacím a výfukovém potrubí, snímače tlaku benzínu, oleje, vody, barometrického tlaku a ovládacích tlaků).
- **Teplotní snímače** (snímače teploty nasávaného vzduchu, výfukových plynů, teploty oleje a chladící kapaliny).
- **Dále pak snímače:** složení výfukových plynů (lambda sonda), snímače klepání, okamžité rychlosti a otáček kol [1, 5].

4.2.1 Snímače polohy

Jedná se o typy snímačů (Hallovy, indukční nebo optické) umístěných na klikovém hřídeli agregátu, bez jejichž plné funkčnosti nelze řídit chod motoru (vstřikování a zapálení směsi). Nejčastěji vyskytované snímače otáček pracují na principu Hallova efektu (jevu), kdy průchodem vodivého předmětu v okolí snímače dochází k indukovanému napětí. Pro uskutečnění tohoto průběhu se využívá pravidelných nebo nepravidelných výřezů na setrvačnicku klikového hřídele, jenž touto metodou, indukují v senzoru signál. Toto řešení se používá pouze pro simultánní či skupinové vstřikování. Tentýž senzor (snímač) se používá také ke snímání polohy vačkového hřídele, kdy je budoucí signál opět pomocí Hallova jevu, spouštěn výřezy nebo nálitky na rozvodovém kole. Data o otáčkách a poloze motoru jsou klíčové pro správné pracování řídicího systému. Všechny druhy těchto snímačů fungují na principu vytvoření elektrického signálu v okamžiku pootočení klikového nebo vačkového hřídele o předem daný úhel. Pokud tedy nepůjde motor nastartovat, budeme pravděpodobnou závadu hledat právě zde [1, 5].



Obr. 11: Snímač otáček klikového hřídele Bosch [29]



Obr. 12: Příklad signálů znázorňující napětí snímače vačkového hřídele (nahore) a klikového hřídele (dole) [28]

4.2.2 Snímače množství nasávaného vzduchu (MAF)

Ke správné regulaci složení palivové směsi jsou zapotřebí data o okamžitém množství nasávaného vzduchu v sacím ústrojí. MAF (Mass Air Flow) je senzor neboli měřič množství nasávaného vzduchu, který se k těmto účelům používá. Nalézá se většinou za vzduchovým filtrem, kde na základě ochlazování drátku nebo filmu vyhřívaného elektrickým proudem, komunikuje s ECU o dodávaném objemu a někdy i teplotě nasávaného vzduchu. Tyto informace posléze slouží k regulaci množství paliva. Jedná se o spotřební součástku, která po nějaké době přestane fungovat naplno a začne udávat špatné (snížené) hodnoty. Nepřesné hodnoty ovšem nemusíme přepisovat jenom opotřeбенému snímači, ale může jít i o práci špatně těsnícího sacího potrubí, které přivádí tzv. falešný vzduch. Hlavním důsledkem opotřeбенí MAF je nárůst emisí a pokles výkonu [1, 30].



Obr. 13: Snímač MAF od firmy Bosch [31]

4.2.3 Snímače tlaku v sacím potrubí (MAP)

Pro posouzení okamžitého zatížení motoru se používají hodnoty absolutního tlaku neboli podtlak v sacím potrubí za škrtkící klapkou. Tímto úkolem jsou pověřeny senzory MAP (Manifold Absolute Pressure), které poskytují informace o jednotlivých tlacích motoru řídicí jednotce. Parametry slouží pro výpočet hustoty vzduchu a určují jeho průtok, což umožňuje stanovení optimální vstřikované dávky paliva a správného předstihu. Motor může střídavě využívat MAF snímač, jenž detekuje příjem vzduchu, či sem lze zařadit snímače barometrického tlaku, integrované do samotné jednotky senzoru tlaku v sacím potrubí. Tato čidla monitorují vnější tlak a tím poskytují data pro výpočet absolutní hodnoty tlaku v sacím potrubí [1, 32].



Obr. 14: MAP senzor od firmy Bosch [33]

4.2.4 Snímače tlaku paliva

Hlavním úkolem této skupiny senzorů je sledování požadovaného tlaku vstřikování paliva, jenž je důležitý pro správnou tvorbu směsi. Další monitorovanou veličinou, která je v kompetenci tohoto typu snímače, je tlak mazacího oleje a tlak v chladicí soustavě motoru., jejichž parametry mají kontrolní charakter. Konstrukčně je tento druh senzoru podobný MAP snímači [1].



Obr. 15: Snímač tlaku paliva Bosch [35]

4.2.5 Snímače teploty nasávaného vzduchu

Jedná se opět o senzor pro správnou tvorbu směsi, kde změnou teploty vzduchu v sacím potrubí IAT (Intake Air Temperature) dochází ke změně hustoty vzduchu. Tuto informaci předává snímač elektronické řídicí jednotce, která má za úkol korekci vstřikovaného paliva [34].



Obr. 16: Univerzální IAT snímač Bosch [36]

4.2.6 Snímače teploty výfukových plynů (EGT)

EGT (Exhaust Gas Temperature) je označení pro senzor teploty výfukových plynů, což je velmi důležitý parametr pro optimalizaci výkonu a její data vypovídají o složení směsi a emisí. Dodržování správné teploty výfukových plynů je velmi zásadní pro korektní funkci katalyzátoru. Při nízkých teplotách nedochází k požadované chemické reakci v katalyzátoru a příliš vysoká teplota zkracuje jeho životnost. V některých případech dokáže EGT zastoupit informace odeslané ze snímače kyslíku ve výfukových plynech (lambda sondy). Tento typ snímače nachází své plné uplatnění většinou jen u přeplňovaných motorů, naopak u modelů s nižším výkonem záznamy o teplotách výfukových plynů téměř nevyžadují [1, 37].



Obr. 17: Čidlo EGT [38]

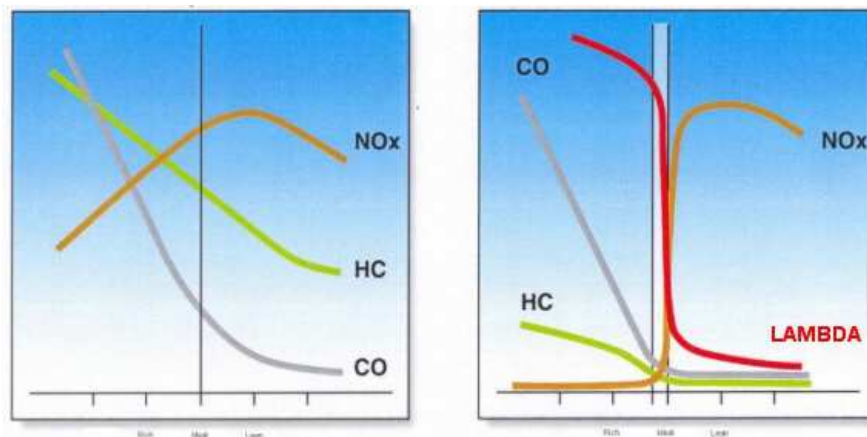
4.2.7 Lambda sonda a její regulace

Kyslíková sonda neboli lambda sonda je snímač vyvinutý na konci šedesátých let firmou Bosch, sloužící k vyhodnocování kyslíku ve výfukových plynech. Vyskytuje se před i za katalyzátorem a poskytuje elektronické řídicí jednotce data, díky nimž pak ECU reguluje směšovací poměr paliva a vzduchu v sání nebo ve válci. Matematická definice lambdy $\lambda = M/M_t$ zní jako poměr spotřebovaného (nasávaného) množství vzduchu M k množství, které by bylo nutné pro dokonalé spálení M_t . Při spalování směsi paliva a vzduchu vznikají škodlivé výfukové plyny (emise) u nichž je složení a množství závislé na vstupním poměru paliva. Lambda sonda pracuje na principu baterie, kde vlivem rozdílné koncentrací kyslíku na platinových elektrodách vzniká elektrické napětí vedené do ECU, která vypočítá hodnotu λ . Snímač posléze podává řídicí jednotce informace, zda je spalovaná směs bohatá ($\lambda < 1$) nebo chudá ($\lambda > 1$).



Obr. 18: Lambda sonda Bosch [39]

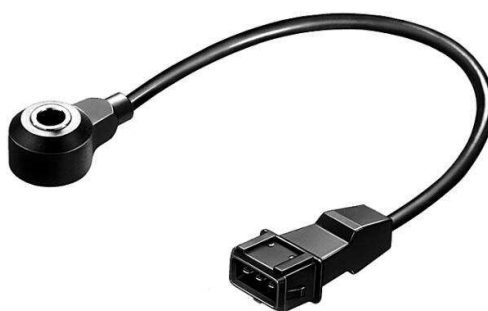
U moderních automobilů se tento druh snímače využívá pro řízení spalování motoru s trojcestnými katalyzátory. Ty potřebují nastavení složení optimální směsi na stechiometrický poměr pro dokonalé spálení $\lambda = 1$, což je poměr zhruba 14,7 kg vzduchu na 1 kg paliva. K tomuto účelu se provádí lambda regulace, která je ve funkci až po překročení určité prahové teploty motoru (pro studený motor je zapotřebí bohatší směsi). Za tímto účelem se dnes využívá vyhřívaná lambda sonda s keramickou destičkou a nanosenými vrstvami (zahřívána na teplotu okolo 550°C), jenž slouží jako elektrody [3, 40, 41].



Obr. 19: Závislost přebytku vzduchu λ a produkce škodlivých plynů [41]

4.2.8 Snímače klepání motoru

Snímače klepání (knock sensor) se vyskytují na bloku nebo hlavě motoru a slouží k vysílání elektrického signálu do řídicí jednotky v momentě, kdy dochází ke vzniku detonačního hoření (klepání motoru). ECU po obdržení signálu od senzoru klepání reguluje korekci předstihu zapalování. Knock sensor se skládá z membrány a piezoelektrického prvku (krystalu), který reaguje na otřesy vznikající detonacemi. Moderní elektronické systémy řízení motorů využívají čidel klepání pro každý válec, čímž se zlepšuje proces regulace hoření směsi a okamžiku zážehu. Tyto senzory ovšem zdaleka nenalezneme ve všech motorech, jelikož jejich využití je relativně sporadické. Nebudeme je například hledat u vznětových nebo vysokootáčkových motorů [1, 6].



Obr. 20: Knock senzor [42]

4.3 Akční členy

Kromě tří základních akčních členů, které si později popíšeme, sem lze zařadit i přístroje pro ovládání běžných prvků jako je spouštění ventilátorů, přídatných systémů pro vstřikování oxidu dusíku (NOS) nebo elektronický plynový pedál, jenž nahrazuje mechanické spojení plynového pedálu se škrtkicí klapkou v sacím potrubí. Elektronika po sešlápnutí plynového pedálu ovládá servomotor spojený se škrtkicí klapkou, která rozhoduje o jejím skutečném natočení [1].

Základní skupiny akčních prvků, kterými lze regulovat chod motoru:

- Vstřikovací čerpadla a jejich příslušenství.
- Regulace plnicího tlaku u přeplňovaných motorů.
- Regulace předstihu zapalování.

4.3.1 Vstřikování paliva

Systém vstřikování paliva prochází neustálým vývojem. Jedná se zcela jistě o velmi rozsáhlé a svým způsobem dosti zajímavé téma, které by si jistě zasloužilo detailnější popis, ovšem pro naše účely modifikace v motormanagementu nám postačí vyjasnění nejpodstatnějších principů a funkcí. U vznětových agregátů jsou technologie vstřikování paliva rozděleny též do několika skupin, ovšem z hlediska zjednodušení daného momentu, můžeme tyto motory zařadit do sekvenčního vstřikování [4].

Základní technologie vstřikování paliva u zážehových motorů:

- **Simultánní vstřikování** = Otevření všech vstřikovacích trysek v jednom okamžiku, vždy pouze jednou během 360° otočení klikového hřídele. Plná dávka je rozdělena na dvě menší, což vede k rovnoměrnějšímu rozdělení směsi.
- **Sekvenční vstřikování** = Otevření pouze jedné vstřikovací trysky. Výhodou je, že nedochází k výraznému poklesu tlaku v palivovém vedení.
- **Skupinové vstřikování** = Kombinace obou předchozích. Každý vstřikovač se otevírá 2x za pracovní cyklus motoru.

4.3.1.1 Vstřikovací trysky

Zcela jistě nejdůležitější částí systému vstřikování paliva, na jejichž plně funkčním stavu závisí kvalita tvořené směsi a výkonové a emisní parametry agregátu. Jednou z nejpodstatnějších vlastností vstřikovací trysky je rychlost jejího otevírání, kdy se zvyšujícími se otáčkami klesá čas potřebný k provedení úplného vstřiku paliva. Dále s výkonovými požadavky narůstá i potřebná dávka paliva, takže pro větší průtoky je potřeba větších trysek, jenž díky vyšší hmotnosti zpomalují právě proces otevírání vstřikovacích trysek. S tímto nedostatkem se lze vypořádat za pomoci nižší impedance elektrického obvodu vstřikovače [1, 4].



Obr. 21: Vstřikovací systém Common Rail [43]

4.3.1.2 Regulace tlaku paliva

Kromě velikosti vstřikovací trysky nám také tlak paliva rozhoduje o velikosti vstřikované dávky do sání motoru. Ze zásobníku je palivo dopravováno do palivového filtru, jenž ho zbaví nečistot a pokračuje k regulátoru tlaku paliva, který je uložen v tělese rozdělovače množství paliva. Regulátor se skládá z kovového tělesa rozděleného membránou na dvě části. Z jedné strany na membránu působí šroubová pružina, jejíž předpětí rozhoduje o maximálním tlaku v palivové soustavě (přibližně 0,5 MPa) a z druhé strany pak tlak paliva z rozdělovacího potrubí. Při překročení nastaveného tlaku se ventil řízený membránou otevře a propustí nadbytečné palivo (palivové čerpadlo přivádí více paliva, než je v motoru spotřebováno) do zpětného potrubí k nádrži, kde je tlak paliva

minimální. Proto, aby regulátor udržoval stálý rozdíl mezi tlakem paliva a tlakem v sání, je do pružinové části přiváděn podtlak ze sacího potrubí. Doba otevření trysky pak určuje množství vstřikovaného paliva [1, 3].



Obr. 22: Regulátor tlaku paliva [44]

4.3.1.3 Palivové čerpadlo

Hlavním a stěžejním úkolem palivového čerpadla je dopravování paliva z nádrže ke vstřikovačům v požadovaném objemu a tlaku. Na trhu je mnoho nejrůznějších druhů a provedení palivových čerpadel, nicméně nás bude zajímat, především zda jeho parametry splní to, co si od něho slibujeme. Konečné rozhodnutí, zda-li je čerpadlo pro dané účely vhodné, přichází až po zkoušce na válcové brzdě či jízdni zkoušce se všemi provozními režimy. Nicméně kontrola nebo prvotní návrh, lze vzejít z jednoduchého vzorce, kdy **výkon palivového čerpadla [lit./hod] = C * výkon palivového čerpadla [kg/hod]**, C pro benzín je 0,72 – 0,77 a pro naftu 0,82 – 0, 86. Výkon palivového čerpadla je závislý také na napájecím napětí, které u moderních systémů slouží k regulaci tlaku místo ventilů [1].

4.3.2 Zapalovací soustava

Jak již bylo zmíněno, většina odvětví automobilového průmyslu prochází neustálým vývojem, výjimkou tak není ani oblast zapalovací soustavy. Moderní zážehové agregáty pomalinku opouštějí koncepci s rozdělovačem a zapalovací cívkou, kdy právě zapalovací cívka s potřebným příslušenstvím je integrována do samotné jednotky pro jednotlivé zapalovací svíčky, stejně jako tomu je u vícebodového vstřikování benzínu. Tento způsob řízení zapalování u jednotlivých válců je jedinou možností, jak udržet kontrolu nad optimálním řízením okamžiku zážehu. U běžného chiptuningu narozdíl od rozsáhlého tuningu motoru je výhoda v minimálním mechanickém zasahování do motorového prostoru. Není nezbytně nutné provádět výměnu originální zapalovací soustavy za výkonnější provedení, jelikož tovární soustava je dostatečně dimenzovaná na vyšší zatížení motoru [1].

4.3.3 Regulace plnicího tlaku u turbomotorů

Emisní a výkonové parametry přeplňovaných motorů se velmi výrazně odvíjejí od správně regulované funkce turbodmychadla, jež plně spadá do kompetence EMS. Nejpodstatnější podmínkou regulace je udržet plnicí tlak v sacím potrubí na požadované hodnotě. Turbodmychadlo je konstruováno tak, aby zajistilo potřebný plnicí tlak už v nízkých otáčkách. Při vysokých otáčkách motoru a velkém zatížení, dochází k nárůstu plnicího tlaku s následnou tendencí k detonačnímu hoření, jehož velikost je nutno regulovat. Snižování otáček turbodmychadla a tím pádem i plnicího tlaku, se provádí za pomoci vypouštění výfukových plynů obtokovým ventilem, známým jako wastegate. Tato regulace se provádí buďto pneumaticko-mechanicky, kdy je wastegate řízen přímo plnicím tlakem za turbodmychadlem, popřípadě elektrickou regulací, jenž je řízena napěťovými impulsy z ECU a tlak se přivádí přes taktovací ventil. Moderní soustavy využívají plynulé regulace plnicího tlaku, kdy zpožděnou odezvu turbodmychadla při zrychlování z nízkých otáček tzv. turbo-efekt zlepšují nové prvky v konstrukci dmychadel. Jednou z nich je turbo s proměnnou geometrií lopatek VGT (Variable Geometry Turbocharger) u něhož se využívá nastavitelných vodících lopatek turbíny. Dochází zde ke zvýšení množství nasávaného vzduchu a tím i zlepšeném spalování ve válcích, což má za následek navýšení výkonu (až o 15%) a kroučícího momentu v oblasti nízkých otáček (až o 10%). Tak dochází k podstatnému snížení produkovaných emisí a spotřeby paliva. Další variantou je pak turbodmychadlo s regulačním šoupátkem, kde se průtočný průřez turbíny mění postupným otevíráním dvou průtokových kanálů regulačním šoupátkem. Třetím typem je sekvenční dvojité turbo, jenž se skládá ze dvou dmychadel, z nichž jedno pracuje již v nízkých otáčkách motoru a druhé se připojuje v otáčkách vyšších [1, 3, 45].



Obr. 23 a 24: Turbo s proměnnou geometrií lopatek VGT a jeho průřez [45]

5 Programování elektronických řídicích jednotek

Než začneme vlastní pojednání o pravém chiptuningu, bude nejlepší lehce připomenout, jakým způsobem se pracuje s daty, uložených v paměti ECU, jež hodláme upravovat. Microcontroller v elektronické řídicí jednotce pracuje se strojovým kódem, kterým lze vykonávat jednotlivé instrukce řídicího programu. Využívá pro tento účel čísla šestnáctkové (hexadecimální) soustavy. Jelikož, ale veškeré hodnoty a data týkající se délky vstříku, předstihu, vstupních teplot apod. jsou vedena v decimální (desítkové) soustavě, je zapotřebí pro řídicí jednotku provést transformaci mezi těmito soustavami, pomocí kvalitního softwaru.

Struktura dat v ECU nemá žádný daný standard toho, jakým způsobem mají být jednotlivé parametry v paměti řídicí jednotky uloženy. Je proto nutné popis datové struktury řešit zvlášť pro každou jednotlivou řídicí jednotku. Automobilky, nepočítáme-li nedobrovolné úniky, žádnou důležitou informaci o umístění a popisu datové struktury na veřejnost jen tak nepustí a proto je zapotřebí najít jinou cestu pro získání těchto dat. Ta se nazývá reverse-engineering (reverzní inženýrství) a spočívá ve vystopování dat uložených v paměti řídicí jednotky za pomoci definovaných vstupů a výstupů v oblasti ECU.

Klasický kontrolní součet pro kontrolu integrity dat v paměti tzv. checksum je jedním z úskalí, na které při modifikaci řídicí jednotky narazíme. Slouží pro jistotu řídicí jednotky, že hodnoty, se kterými pracuje jsou v pořádku. Tento algoritmus navíc zajišťuje, aby nebylo beztrestně zasahováno do továrních dat elektronické řídicí jednotky. Chiptuning je ovšem především o zásahu do ECU, proto je zapotřebí použít kvalitního softwaru, jenž dokáže poupravovat data tak, aby výsledný checksum korespondoval s hodnotou požadovanou programem v řídicí jednotce.

dec	hex	dec	hex	dec	hex	dec	hex	dec	hex	dec	hex	dec	hex	dec	hex	dec	hex
0	0	30	1E	60	3C	90	5A	110	6E	140	8C	170	AA	200	C8	230	E6
1	1	31	1F	61	3D	91	5B	111	6F	141	8D	171	AB	201	C9	231	E7
2	2	32	20	62	3E	92	5C	112	70	142	8E	172	AC	202	CA	232	E8
3	3	33	21	63	3F	93	5D	113	71	143	8F	173	AD	203	CB	233	E9
4	4	34	22	64	40	94	5E	114	72	144	90	174	AE	204	CC	234	EA
5	5	35	23	65	41	95	5F	115	73	145	91	175	AF	205	CD	235	EB
6	6	36	24	66	42	96	60	116	74	146	92	176	B0	206	CE	236	EC
7	7	37	25	67	43	97	61	117	75	147	93	177	B1	207	CF	237	ED
8	8	38	26	68	44	98	62	118	76	148	94	178	B2	208	D0	238	EE
9	9	39	27	69	45	99	63	119	77	149	95	179	B3	209	D1	239	EF
10	A	40	28	70	46	100	64	120	78	150	96	180	B4	210	D2	240	F0
11	B	41	29	71	47	101	65	121	79	151	97	181	B5	211	D3	241	F1
12	C	42	2A	72	48	102	66	122	7A	152	98	182	B6	212	D4	242	F2
13	D	43	2B	73	49	103	67	123	7B	153	99	183	B7	213	D5	243	F3
14	E	44	2C	74	4A	104	68	124	7C	154	9A	184	B8	214	D6	244	F4
15	F	45	2D	75	4B	105	69	125	7D	155	9B	185	B9	215	D7	245	F5
16	10	46	2E	76	4C	106	6A	126	7E	156	9C	186	BA	216	D8	246	F6
17	11	47	2F	77	4D	107	6B	127	7F	157	9D	187	BB	217	D9	247	F7
18	12	48	30	78	4E	108	6C	128	80	158	9E	188	BC	218	DA	248	F8
19	13	49	31	79	4F	109	6D	129	81	159	9F	189	BD	219	DB	249	F9
20	14	50	32	80	50	110	6E	130	82	160	A0	190	BE	220	DC	250	FA
21	15	51	33	81	51	111	6F	131	83	161	A1	191	BF	221	DD	251	FB
22	16	52	34	82	52	112	70	132	84	162	A2	192	C0	222	DE	252	FC
23	17	53	35	83	53	113	71	133	85	163	A3	193	C1	223	DF	253	FD
24	18	54	36	84	54	114	72	134	86	164	A4	194	C2	224	E0	254	FE
25	19	55	37	85	55	115	73	135	87	165	A5	195	C3	225	E1	255	FF
26	1A	56	38	86	56	116	74	136	88	166	A6	196	C4	226	E2		
27	1B	57	39	87	57	117	75	137	89	167	A7	197	C5	227	E3		
28	1C	58	3A	88	58	118	76	138	8A	168	A8	198	C6	228	E4		
29	1D	59	3B	89	59	119	77	139	8B	169	A9	199	C7	229	E5		

Obr. 25: Převodní tabulka mezi hexadecimální a decimální číselnou soustavou [46]

Z informací, které byly uvedeny v úvodu této kapitoly, lze vyvodit závěr, že zvolíme-li při modifikaci dat metodu odhadu, bez potřebného zdroje dat a softwaru pro konverzi hodnot může s vysokou pravděpodobností nastat situace, kdy se úprava nepovede. Tato varianta má pak za následek i paralyzování činnosti celého elektronického systému řízení motoru (EMS) [1].

5.1 Paměti PROM

Energeticky nezávislá (obsah zůstává zachován i po odpojení napájecího napětí) polovodičová paměť s možností zápisu skládající se z bipolárních tranzistorů, které umožňují obsah paměti uchovávat po relativně dlouhou dobu. Prvním a dnes již vzácně používaným typem je paměť PROM (Programmable Read Only Memory), či jinak také OTP PROM (One Time Programmable), kdy po naprogramování již nelze obsah dále měnit. Druhou variantou je polovodičová paměť EPROM (Erasable PROM), jejíž obsah je mazatelný ultrafialovým zářením (UV) a umožňuje jednorázový zápis dat. EEPROM

(Electrically Erasable PROM) pak k opakovatelnému přepisování dat používá komfortnější, byť zdlouhavou elektrickou cestu. Poslední a nejefektivnějším druhem paměti je ekvivalent chipu EEPROM, nazývaný jako Flash EPROM, u níž lze data přepisovat rychleji, díky skutečnosti, že programování lze provádět přímo v počítači, čímž odpadá nutnost jejího vyjímání [1, 47].



Obr. 26: Polovodičová paměť EPROM [48]

5.1.1 Programování paměti EPROM a EEPROM

Při programování paměti EPROM a EEPROM je zapotřebí zprvu fyzicky vyjmout chip ze základové desky ECU a umístit jej do speciální čtečky. Samozřejmě nesmíme zapomenout, že tomuto kroku předchází samotné vyjmutí řídicí jednotky z motorového prostoru, či přinejmenším alespoň odstranění jejího krytu. Náročnost se pak odvíjí od toho, zda je paměť do patice pouze vsazena nebo připájena. Vlastní programování probíhá v externím zařízení programátoru, připojeném k počítači, jenž používá speciální software pro přístup do paměti, který umožňuje komunikaci počítače s EPROM čtečkou a současně dokáže data zobrazit do uživatelského formátu. Při výběru vhodného programátoru existuje několik kritérií, které bychom měli zohlednit. Ať už se jedná o typ paměti EPROM nebo řídicí jednotky, kterou hodláme upravovat či pravidlo, že ne vždy dražší znamená lepší. Je celkem pochopitelné, že vyjmutím chipu z řídicí jednotky ztrácí EMS jakékoliv informace a nastartování motoru je zcela nemožné. V dnešní době je proto velmi oblíbená on-line metoda ladění motoru, použitím tzv. emulátorů, které nahrazují v řídicí jednotce chip a umožňují plnou funkci EMS, tak i možnost okamžité úpravy dat. Pořízením emulátoru nám odpadá problém s adaptací softwaru a jejich funkce je optimalizována přímo za tímto účelem. Po skončení modifikace data můžeme uložit a následně naprogramovat paměť,

kteřou vložíme zpátky do řídící jednotky. Tato metoda je mnohem efektivnější než varianta neustálé výměny chipu, nicméně cenou za tento komfort je investice do potřebného vybavení [1].



Obr. 27 a 28: ECU po odstranění krytu a programátor EPROM [49]

5.2 Přístup k řídící jednotce pomocí OBD portu

Přepisování paměti ECU přímo prostřednictvím počítače připojeného k diagnostickému portu neboli flashování lze provádět pouze u automobilů, které jsou vybavené systémem palubní diagnostiky OBD (po roce 2000 povinná) a paměťovými prvky typu flash [5].

5.2.1 Komunikace a standardizace OBD

K navázání komunikace ECU s diagnostickým portem OBD (On Board Diagnostic) je zapotřebí, aby diagnostický přístroj nebo počítač dokázal akceptovat standard pro navázání spojení. Všechna vozidla jsou vybavena standardizovaným konektorem podle normy SAE J1962 umístěným v kabině řidiče. Dále je pak důležitá standardizace komunikačních protokolů, což v praxi znamená, že za pomoci diagnostického zařízení můžeme komunikovat se všemi řídícími jednotkami, které splňují požadavky OBD. Hardwarová komunikace ovšem může probíhat podle několika základních norem (ISO

9141 - 2, SAE J1850 nebo CAN), takže nevlastníme-li odpovídající adaptér (převodník), spojení s vozidlem nenavážeme [5].



Obr. 29: Propojovací kabel (převodník) pro komunikaci mezi počítačem a vozidlem [50]

5.3 Přídavné systémy ECU

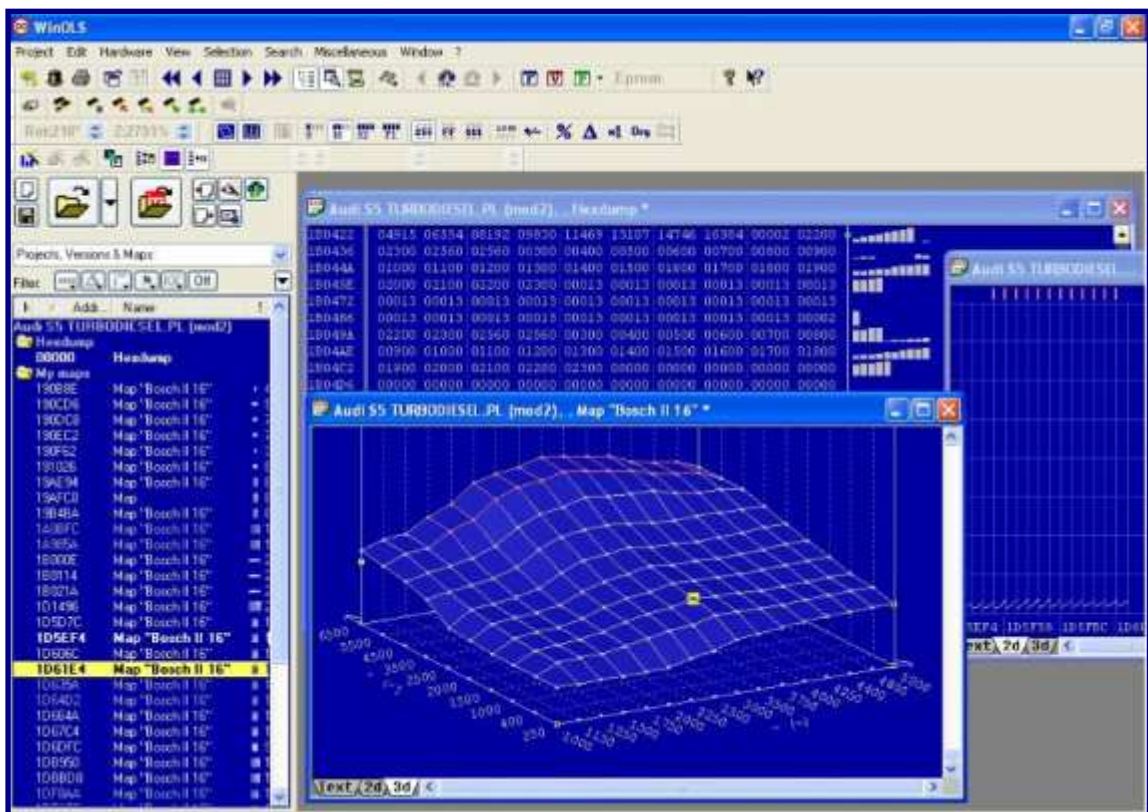
U přídavných systémů se jedná o tzv. dodatečné systémy (podobné powerboxu), které obsahují upravená data pro zvýšení výkonu motoru. Nedochozí zde tedy k přeprogramování ani fyzické výměně chipu, ale modifikovaná data buď upravují data tovární nebo je plně nahrazují. Tato přídavná zařízení tzv. piggy-back systémy upravují vybrané signály z řídicí jednotky, čímž ovlivňují výkon motoru. Pokud má ECU k dispozici port pro připojení takového zařízení, tak dodatečný systém vyřazuje původní paměťový modul z činnosti a přebírá jeho funkci [1].



Obr. 30: Přídavné zařízení tzv. Piggy-back systém [51]

5.4 Software k chiptuningu

Pro komfortní práci a modifikaci dat je zapotřebí vlastnit patřičně odpovídající software, který dokáže zobrazovat datová pole, jak ve formě 2D a 3D grafů, tak i ve formě tabulek závislostí jednotlivých parametrů a zároveň umožňuje editaci údajů závislostí. Pro snadnou práci softwaru je třeba znát zdrojového kódu řídicí jednotky, který určuje proces vkládání čísel do datového pole. Kvalitní software, by měl ve své nabídce zahrnovat několik základních funkcí. Již zmíněná vizualizace dat formou 2D a 3D grafů, pro přehledné zobrazení závislostí dvou resp. tří parametrů (map) je první z nich. Dále následuje funkce zobrazení dat formou tabulky, funkce trasování dat (zvýraznění dat v mapě nebo tabulce, které odpovídají oblasti momentálního režimu motoru), možnost srovnání mezi originálními a upravenými daty (přehled o postupu prací při modifikaci) a v neposlední řadě struktura datových polí paměti tzv. checksum sloužící pro kontrolu integrity dat v paměti řídicí jednotky [1].



Obr. 31: Příklad datové mapy v programu na jejich úpravu WinOLS [52]

5.5 Programování ECU

Skutečným základem pro ladění motoru na vyšší výkon je dokonalá znalost podstaty a principů dějů ve spalovacím motoru, díky nimž mají změny provedené v datech řídicího programu potřebný význam. Jádrem, jenž ovlivňuje správnou funkci motoru jsou závislosti vstupních a výstupních parametrů. Vstupní parametry přicházejí většinou ze snímačů a patří sem údaje o tlaku v sacím potrubí, teplota a množství nasávaného vzduchu, tlak paliva, hodnoty z lambda sond, poloha škrtící klapky, přítomnost detonačního spalování či údaje o plnicím tlaku a teplotě výfukových plynů u přeplňovaných agregátů. Druhou tvář regulace jsou pak výstupní parametry, které přímo určují vlastní chod motoru. Jedná se hlavně o množství vstřikovaného paliva a velikost předstihu zapalování. Tyto parametry dokáže elektronická řídicí jednotka ovlivňovat na základě vztahů, definovaných v dvourozměrných či trojrozměrných datových polích neboli mapách. Editaci jednotlivých map lze provádět jak v tabulce tak i v 2D nebo 3D grafech, avšak nejdůležitějším aspektem je schopnost správné modifikace a výběru hodnot, určených k této úpravě [1].

5.5.1 Palivové mapy

Jedna z nejdůležitějších charakteristik elektronické řídicí jednotky, v níž jsou zohledněny kromě výkonových i ekonomické požadavky motoru je množství paliva dodávaného do válců a jeho správné složení. V těchto mapách jsou uloženy délky vstřiku paliva, jejichž dodávané množství se odvíjí od několika základních vstupních parametrů.

Základní vstupní parametry, na kterých závisí množství vstřikovaného paliva:

- **Délka vstřiku v závislosti na zatížení motoru** je dána konstrukcí motoru a nastavena výrobcem tak, aby složení směsi splňovalo požadované optimum ve všech režimech. Nejrozšířenější provedení vychází z faktu, že řídicí jednotka vybírá hodnoty délky vstřiku z jediné mapy. Tato metoda je oblíbená pro svoji modifikaci dat během chodu motoru. Vstupními parametry jsou zde zatížení motoru a otáčky. Druhá varianta pak spočívá ve vytvoření několika palivových map pro různé režimy motoru (plně otevřená, částečně otevřená a uzavřená škrtící klapka). ECU tak vybírá hodnotu délky vstřiku nejen podle zatížení, ale rovněž přepíná mezi mapami podle polohy plynového pedálu.

- **Vliv parametrů vstřikovací trysky** nám nastiňuje fakt, že k dosažení určitých výkonových cílů je zapotřebí kromě modifikace dat v řídicí jednotce také zvážit, zda stávající vstřikovací trysky mají dostatečný potenciál tyto ambice naplnit. Souvislost mezi množstvím vstřikovaného paliva a výkonem motoru můžeme znázornit pomocí vzorce, kdy **teoretický výkon na jeden válec (kW) = průtok vstřikovací trysky (l/min) / 0.0068**. Pro stanovení délky vstřiku v jednotlivých režimech řídicí jednotky se využívá několika údajů. Prvním z nich je tzv. **pulzní čas [ms]**, což je celková doba otevření ventilu, kdy probíhá vstřikování paliva, jejíž úpravou délky lze dosáhnout změn v bohatosti směsi. Dalším údajem je pak **pulzní perioda [ms]**, jenž znamená časový úsek mezi okamžiky, kdy vstřikovač dostává z řídicí jednotky pokyn k otevření, po sobě následujících cyklech. Navazujícím parametrem je **cyklus vstřiku [%]**, který je poměrem právě mezi pulzní periodou a pulzní délkou. Jak tedy bylo zmíněno, základním výpočtem lze stanovit množství paliva, které vychází z parametrů trysky při daném tlaku paliva. Dochází-li ovšem k odchylce či ke kolísání tlaku, je zapotřebí tuto situaci řešit pomocí **korekce tlaku paliva**, hodnotami uložených v samostatném datovém poli. Dále, není-li ventil vstřikovače úplně otevřen, což může být důsledkem poklesu napětí v palubní síti, narůstá celkový čas potřebný k otevření, který má vliv na výsledné složení směsi. Tato charakteristika se nazývá **korekce délky vstřiku v závislosti na palubním napětí** a ECU s ní kalkuluje při stanovení celkové doby vstřiku.
- **Korekce délky vstřiku v závislosti na složení bohatosti směsi** je dalším důležitým parametrem, jenž využívá ke svému účelu bezvadnou funkci lambda sondy, kterou jsme si podrobně probrali v kapitole o snímačích. Připomeňme si, že správná funkce lambda sondy má vliv nejenom na složení výfukových exhalací, ale díky zpětné vazbě předurčuje velikost součinitele přebytku vzduchu, jenž má vliv na vlastní výkon motoru. Přesnou regulaci lze dosáhnout zadáním cílových hodnot, ve kterých se má poměr vzduch/palivo – λ pohybovat v daných podmínkách a algoritmus zpětné vazby tzv. close loop se bude snažit tyto hodnoty pomocí korekce dodávky paliva dodržet. Požadovaný výkon a kroutící moment lze získat v oblastech, kde je složení spalované směsi o něco bohatší než je ideální poměr, což vyjádřeno součinitelem přebytku vzduchu znamená směs odpovídající $\lambda = 0,83$ až $0,95$. Při hledání optimálního poměru je

nutno pohybovat se v rozmezí dvou limitních hodnot, kterými jsou nejbohatší a nejchudší směs pro maximum točivého momentu a zohlednit i další důležité faktory jako je například rychlost hoření paliva.

- **Přechodové režimy motoru** jsou situace, kdy nebývá plně otevřena škrtkící klapka (průjezd zatáčkou, ubrání plynu, akcelerace, apod.) a je od chodu motoru požadována rovnoměrnost a plynulost reakce na pohyb plynového pedálu. Na základě pohybu škrtkící klapky a aktuálních otáček řídicí jednotky se rozhoduje, do jaké míry bude hodnota z hlavní palivové mapy korigována a na jak dlouho. Z hlediska chiptuningu je tato oblast docela významná, jelikož správné nastavení akcelerace může přinést mnohdy překvapivé výsledky v dynamice vozidla, aniž by mu předcházelo výrazné zvýšení výkonu motoru.
- **Korekce délky vstřiku v závislosti na vnějších podmínkách** je funkce, která spolupracuje s několika parametry. Prvním z nich je **obohacení směsi při startu**, která se ovšem od dob sytičů radikálně změnila. Druhým parametrem je **korekce bohatosti směsi v závislosti na teplotě motoru**, jenž zajišťuje kvalitní směs jak během startu, tak během samotného provozu, kdy se teplota z nejrůznějších důvodů nedostala na optimální provozní hodnotu. Základní palivová mapa dokáže vždy správně definovat složení směsi pouze v určitém rozmezí a případné odchylky na jedné či druhé straně je tedy dále nutno řešit pomocným aparátem. Tomuto algoritmu se říká **korekce množství vstřikovaného paliva v závislosti na množství nasávaného vzduchu** [1].

5.5.2 Mapy předstihu zážehu

Pro dosažení maximálního možného výkonu agregátu je zapotřebí vychytat správný okamžik pro zapálení směsi. Předstih zážehu se taktéž odvíjí od několika vstupních parametrů, které si následně popíšeme.

Základní vstupní parametry, na kterých závisí předstih zážehu:

- **Předstih v závislosti na zatížení motoru** a mapa tohoto předstihu, představuje závislost okamžiku zážehu, okamžitých otáček motoru a zatížení motoru, zobrazených v 3D poli. Úprava dat paměti řídicí jednotky pak probíhá stejně

jako u map palivových a podléhá zákonitostem procesů spalovacího motoru. Optimální průběh hoření směsi by měl probíhat za stavu, kdy maximální vzniklý tlak vrcholí společně s dosažením horní úvratě pístu při kompresním zdvihu ovšem tak, aby nedocházelo k detonačnímu hoření (klepání). Z toho vyplývá fakt, že s rostoucími otáčkami musí též narůstat i velikost předstihu. Tato záležitost je ovlivňována krom mnoha dalších faktorů především tvarem spalovacího prostoru a kvalitou přiváděného paliva, podle jehož oktanového čísla by měli být nastaveny základní mapy předstihu.

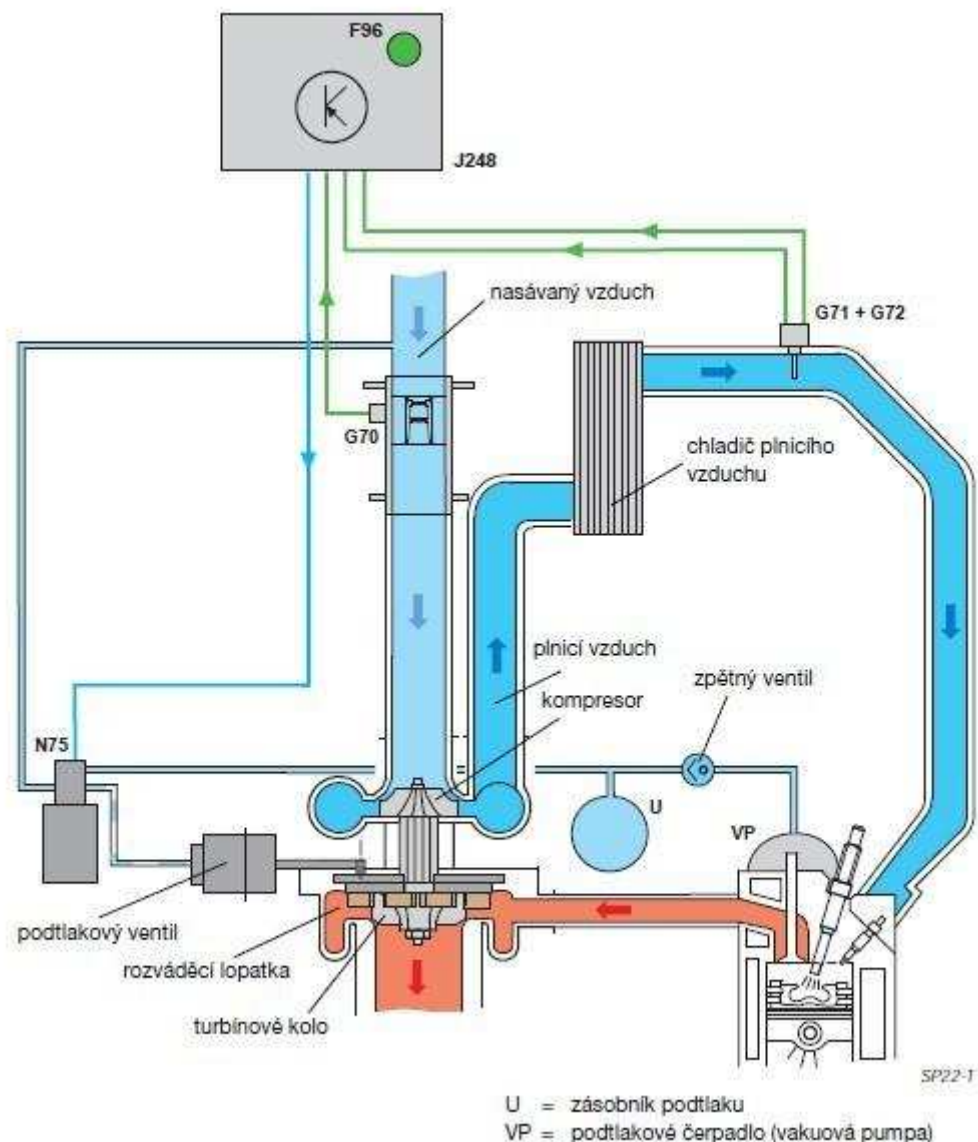
- **Korekce okamžiku zážehu v závislosti na vnějších podmínkách**, představuje soubor několika charakteristik, které si následně podrobněji představíme. První z nich je charakteristika **korekce předstihu při zahřívání motoru**, která má co do činění se studeným startem. Následuje charakteristika **korekce předstihu při přehřívání motoru**, jejímž cílem je předcházet klepání motoru a dalšímu přehřívání, jenž zásadně ovlivňuje výkon a životnost motoru. Třetím faktorem je **redukce točivého momentu** působící snížením rázů v automatické převodovce během řazení, využitím pro stabilizační a protiprokluzové systémy kontroly automobilu, až po trakční kontrolu. Poslední charakteristiky tohoto souboru jsou tzv. pomocné funkce **stabilizace volnoběhu**, dohlížející na rovnoměrnost volnoběžných otáček a **EGR korekce předstihu zapalování (Exhaust Gas Recirculation)**, aktivovaná při zpětné recirkulaci výfukových plynů zpět do sací soustavy [1].

5.5.3 Mapy regulace plnicího tlaku turbodmychadla

Nemusí se jednat právě o profesionálního odborníka pro oblast zvyšování výkonů, aby člověk věděl, že právě výkon je závislý na množství nasávaného vzduchu, který je u přeplňovaných motorů daný plnicím tlakem turbodmychadla. Pokud se rozhodneme zasáhnout do regulace plnicího tlaku dmychadla, měli bychom si uvědomit, že větší množství vzduchu vyžaduje také více paliva a vyšší tlaky ve válci s potřebnou regulací předstihu zapalování. Pro dosažení většího výkonu je zapotřebí, kromě mechanické úpravy v podobě výměny vstřikovačů a palivových pump za větší a výkonnější, i přizpůsobení palivových map a zapalování. Způsob, jakým je regulace prováděna se odvíjí od systému

používaným samotným turbem. Jedná-li se o systém obtokového ventilu wastegate, tak ten využívá k regulaci míru přepuštění otevřeného ventilu, zatímco motory vybavené variabilní geometrií lopatek VGT (též VNT) používají míru natočení lopatek turbíny.

Sladění turbodmyhadla a motoru tak, aby se dosáhlo maximálního možného výkonu ve spolupráci s dobrou ovladatelností vozidla není jednoduchou záležitostí a klíčovým faktorem, s kterým by se mělo v první řadě počítat je rychlost reakce při nárůstu plnicího tlaku u akcelerace [1].



Obr. 32: Regulace plnicího tlaku turbodmyhadla pomocí nastavitelných rozváděcích lopatek turbíny [53]

5.5.4 Mapování nestandardních prvků

Mapováním nestandardních prvků myslíme mapování extra tuningových záležitostí mezi něž můžeme začlenit i velmi populární úpravu vstřikování oxidu dusíku (NOS) do sání motoru, jenž pracuje jako přídavné okysličovadlo, což umožňuje vstřikování více paliva a tím zvýšení výkonu. Nejprimitivnější provedení NOS (Nitrous Oxide Systems) není s ECU nijak propojena a jeho použití závisí čistě na aktuálních podmínkách. Podle potřebných podmínek pak senzory v sací soustavě zareagují na nižší teplotu vzduchu (oxid dusíku snižuje teplotu vzduchu), lambda sonda zase na přebytek kyslíku ve spalínách a výsledným efektem by měla být automatická korekce dodávky paliva, kterou můžeme zkontrolovat pomocí některé z diagnostik, popřípadě doladit základní nebo korekční mapy. Odlišnou metodou jsou tzv. NOS kity, jenž obsahují samostatnou řídicí jednotku pro dávkování oxidu dusíku a přídavného paliva. Celá soustava je nezávislá na hlavní řídicí jednotce a přídavné vstřikování paliva se děje samostatnou tryskou, která je sdružena spolu se vstřikovací tryskou oxidu dusíku. Nejpropracovanější variantou je však použití neoriginální elektronické řídicí jednotky obsahující funkce pro řízení vstřikování oxidu dusíku, s možností vytvoření palivových map a regulace předstihu pro tento účel. **Správné obohacování směsi by mělo probíhat v poměru 1 : 9,5 (palivo/oxid dusíku) a při adaptaci předstihu zapalování by se mělo počítat s tím, že na každých 75 kW nárůstu výkonu je nutno o 2° tento předstih snížit [2, 55].**



Obr. 33: NOS kit [54]

6 Diagnostika funkce motoru

Jednou z podstatných a důležitých věcí, která by měla předcházet před zahájením úprav a zároveň následovat po každém zásahu do elektronické řídicí jednotky je kontrola systému jako celku. Děje se tak proto, aby se vyhnulo možným závadám při procesu úpravy ECU či po jeho skončení. Samotná diagnostika motoru představuje servisní operaci, jejímž úkolem je vyhodnotit správnost funkce motoru, za pomoci speciálního zařízení, která dokáží komunikovat s ECU a monitorovat hodnoty některých veličin tak, aby bylo možno odhalit případné závady.

Z pohledu chiptuningu, nás bude zajímat palubní diagnostika OBD, která je založena na čtení uložených chybových hlášení z paměti řídicí jednotky (sekce Freeze Frames), sledování okamžitých hodnot některých parametrů motoru v chodu či na tom, že prostřednictvím OBD, lze měnit nastavení v řídicí jednotce. Dále se setkáme se systémy ke sledování elektrických veličin jako jsou osciloskopy apod. a datalogery (záznamníky dat), jejichž hlavní funkcí je nepřetržitý záznam všech důležitých parametrů a provozních veličin na časové ose a jejich zápis do paměti pro pozdější zpracování [1].

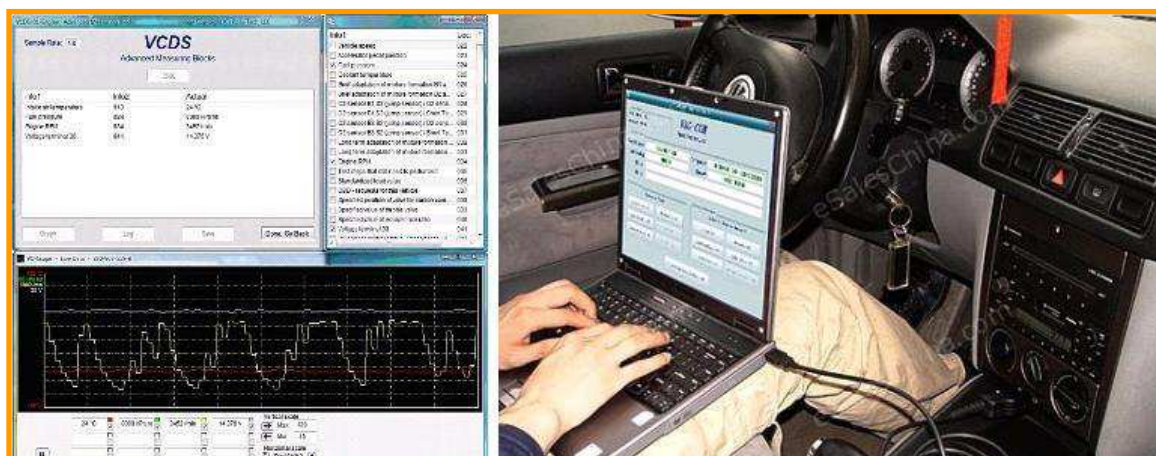
6.1 OBD diagnostika

Systém palubní diagnostiky OBD (On Board Diagnostic), jenž je součástí moderních vozidel, rozšiřuje vlastní diagnostiku elektronické řídicí jednotky a zejména standardizuje přístup k jednotlivým diagnostickým údajům. Rozšíření vlastní diagnostiky spočívá ve vyhodnocování elektrických signálů z jednotlivých senzorů, kdy při zaznamenání odchylky, která by mohla zvýšit emisi škodlivin nad povolené limity, má za úkol hlásit možnou závadu. Základní systémy, které se v rámci palubní diagnostiky kontrolují jsou u zážehových motorů: účinnost katalyzátoru, činnost lambda sond, odvětrávání palivové nádrže, výpadky zapalování a elektrické odpojení snímačů nebo jednotlivých komponent. U vznětových agregátů to je pak: účinnost katalyzátoru, účinnost zachycovače pevných částic a systému snižování emisí a elektrické odpojení snímačů nebo jednotlivých komponent.



Obr. 34: Kontrolky OBD neboli MI (Malfunction Indicator) umístěné na přístrojové desce [57]

Diagnostika přes rozhraní OBD probíhá za pomoci specializovaného diagnostického přístroje nebo laptopu s odpovídajícím programovým vybavením (Carsoft, VAG-COM apod.) a komunikačním adaptérem, který zapojíme mezi sériový port a vozidlo [5, 6, 56].



Obr. 35: Sledování veličin programem VAG-COM [58, 59]

6.2 Diagnostika elektrických veličin

Jedná se o měření skutečných hodnot elektrických veličin za pomoci multimetrů a osciloskopů, popřípadě univerzálních přístrojů, díky nimž získáme potřebné informace o jednotlivých komponentech motoru. Multimetr slouží pro měření základních veličin jako proud, napětí a odpor u elektrických součástí, kdežto osciloskopy umožňují sledování signálů na vstupech a výstupech elektronické řídicí jednotky. Osciloskop obecně je velmi účinným nástrojem pro odhalování závad v elektronických systémech automobilů. Jeho síla spočívá v naprosté univerzálnosti a schopnosti zobrazovat požadovaný signál

v reálném čase a následné zakreslování do grafu. Příkladem použití je monitorování průběhu hoření ve válci či kontrola nastavení rozvodů motoru [5, 60].



Obr. 36 a 37: Automobilový osciloskop a zobrazení jeho signálu v reálném čase [62, 61]

6.3 Datalogery

Datalogery neboli záznamníky dat nám slouží pro sofistikovanější monitorování funkce motoru a uchování měřených veličin. Součástí tohoto zařízení bývá analytický software, který dovoluje detailnější rozbor uložených dat a posouzení některých problematických režimů motoru. Záznamy ze zkušební jízdy mohou dále sloužit k porovnání zatížení motoru v důsledku úpravy a dovolit tak učinit potřebná opatření [5].



Obr. 38 a 39: Datalogger a analytický software záznamu dat AEM [63, 64]

7 Vliv chiptuningu na základní parametry motoru

Vyhodnocování chování motoru po úpravě dat řídicí jednotky se většinou provádí za pomoci dynamometru nebo během zkušební jízdy vozidla. Kontrolují se jednotlivé hodnoty (tlak, teplota apod.), zda nepřekračují stanovené limity či splňují-li jejich skutečné průběhy požadovaný efekt, který jsme si od chipování slibovali. Použitím propracovanějšího softwaru pro analýzu dat disponujícím nejrůznějšími grafickými zobrazeními a závislostmi jednotlivých parametrů se pak můžeme dokonce na celou kontrolu parametrů motoru podívat z několika úhlů. Tyto analýzy dat, parametrů nebo charakteristik motoru, rovněž dokáží odhalit mnohé problémy a informace, které by jinak zůstaly skryty ve změti čar zaznamenaných dat. V této problematice, která zahrnuje velmi širokou oblast, se budeme detailněji věnovat základním parametrům motoru. Jedná se především o výkon a kroutící moment, emise, spotřebu paliva a životnost samotného agregátu [1].

7.1 Výkon a točivý moment

Výkon v závislosti na otáčkách je základním udávaným parametrem motoru. Je proto příhodné při rozsáhlejší modifikaci motoru jakou je právě chiptuning, změřit výkon před samotnou úpravou a po ní, a to nejlépe na stejném měřicím zařízení. Hlavní roli zde nehrají absolutní čísla, ale rozdíly hodnot a průběhů charakteristik. Způsoby jakým lze měřit výkon motoru je několik. Patří sem měření na motorové brzdě, válcovém dynamometru anebo za pomoci sériové diagnostiky OBD či dat z dataloggeru.

Motorová brzda slouží ke zjištění čistého výkonu motoru. Tento nejpřesnější způsob měření je ovšem dosti pracně, časově a finančně náročný, jelikož agregát se musí demontovat z motorového prostoru a usadit na speciální měřicí stolicí.

Výrazně přijatelnější variantou je měření výkonu a točivého momentu na kolech poháněné nápravy pomocí válcového dynamometru (válcové brzdy). Automobil přistavený na válcovou brzdou, která je nastavena na rozvor daného typu vozidla, tak aby obě nápravy byly ve válcích, se posléze ukotví na obou jeho koncích. Dále se zapojí vzduchotechnika, která přivádí vzduch k motoru a rovněž odvádí výfukové plyny. Samotné měření se odvíjí od rotační hmoty kol a mechanického odporu převodového ústrojí, kdy pro stanovení

přesného výsledku je nutná provozní teplota motoru. Proto bude výkon o tyto ztráty menší a je potřeba stanovit přepočtení pomocí dobové zkoušky. Motor se zařazenou rychlostí se vytočí do maxima, vyřadí se rychlost a během pozvolného dotáčení, při kterém převodové ústrojí klade odpor vůči válci dynamometru je zcela přesně doložitelný ztrátový výkon. Po odměření automobilu jsou výsledná data nahrána do počítače, kde se provede výpočet průběhu výkonu a točivého momentu. Naměřená data se pak poctivě vyhodnotí a přehledně zpracují do grafů s protokolárním výstupem.

Posledním způsobem je měření probíhající za jízdy, za pomoci sériové diagnostiky, tedy použitím počítače se speciálním softwarem a připojením k diagnostické zásuvce. Naměřený výkon automobilu je ovlivněn nejen ztrátami v převodovém ústrojí, ale i valivým odporem pneumatik a odporem vzduchu. Proto je v dnešní době nejlepším variantou měření ve válcové zkušebně, které je oproti měření sériovou diagnostikou mnohem přesnější [8, 68, 70].



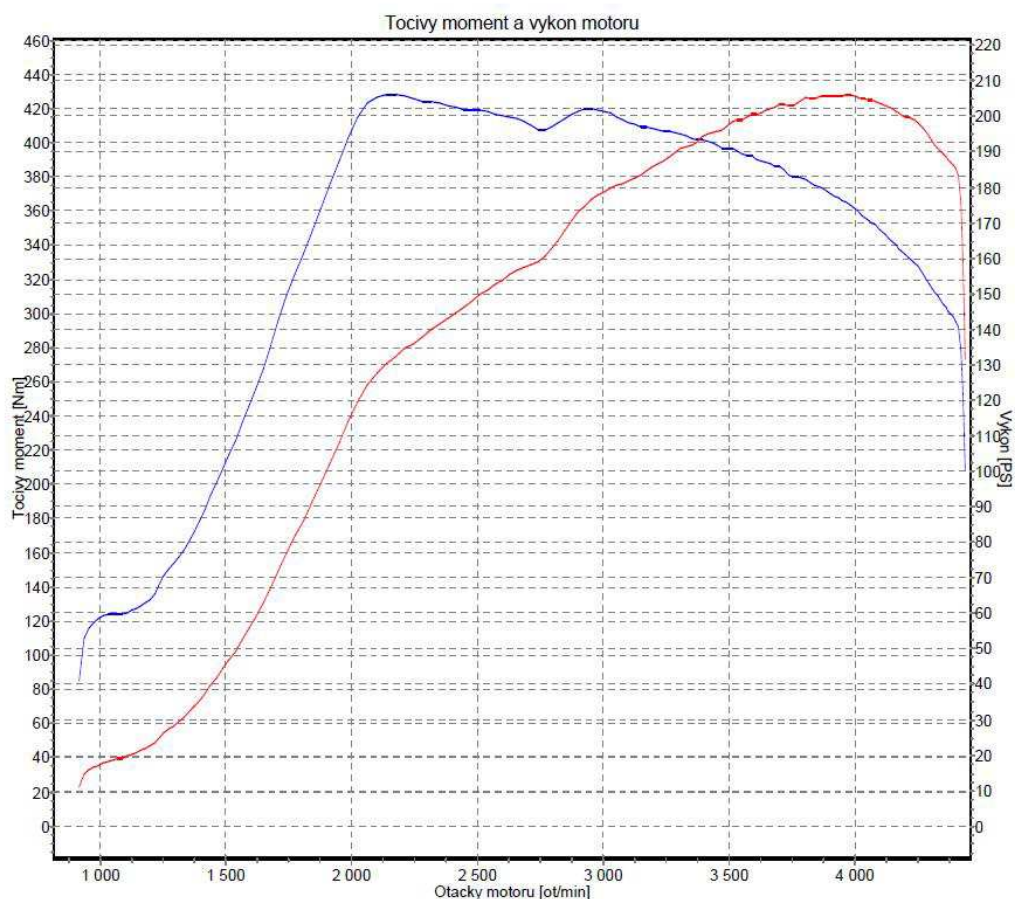
Obr. 41: Měření výkonu na válcovém dynamometru [70]

Chiptuning má na výkon a točivý moment motoru pozitivní dopad. Mezi jeho hlavní výhody patří pružnější chod motoru, sníží se prodleva mezi sešlápnutím plynového pedálu a začátkem akcelerace a nástup točivého momentu se projeví již v nízkých otáčkách. Díky tomu se zvýší komfort jízdy s menší nutností řazení, ale i zvýší bezpečnost např. při předjíždění a v krizových situacích, kdy je potřeba maximálního výkonu motoru. Závěrem je

dobré dodat, že výkon a točivý moment se po této modifikaci zvýší o 35% u přeplňovaných spalovacích motorů a o 10% u motorů nepřepřňovaných [66].

	Před	Po chiptuningu
Výkon	170 HP	206 HP
Výkon	125 kW	151 kW
Točivý moment	350 N.m	440 N.m
Maximální rychlost	225 KM/H	233 KM/H
Zrychlení 0-100 km/h	8.5 s	7.4 s
Spotřeba - město	7.7 L/100KM	7 L/100KM
Spotřeba - mimo město	4.5 L/100KM	4.1 L/100KM
Spotřeba - kombinovaná	5.7 L/100KM	5.2 L/100KM

Obr. 42: Přehled výkonnostních rozdílů u automobilu Škoda Octavia II 2.0 TDI RS [67]



Obr. 40: Grafické vyjádření průběhu výkonu a točivého momentu v závislosti na otáčkách motoru u automobilu Škoda Octavia II 2,0 TDI RS, 125 kW / 170 PS / 350 Nm, po chiptuningu zvýšení o + 36 PS / + 78 Nm [65]

7.2 Emise

Každá modifikace motormanagementu sebou nese vždy problematiku týkající se dodržování limitu daných přísnými emisními normami. Výfukové plyny vznikající při spalování paliva obsahují kromě oxidu uhličitého CO_2 a vody v plynném stavu H_2O i určité množství oxidu uhelnatého CO , oxidu dusíku NO_x , nespálených uhlovodíků HC , které jsou považovány za zdravý škodlivé a proto je úroveň jejich emisí stanovena mezinárodními normami (limity). Jelikož je CO_2 neodstranitelným produktem spalování uhlovodíků a nejdůležitější z tzv. skleníkových plynů, jenž mají vliv na klimatické změny, je jedinou možnou cestou k omezení emise tohoto plynu, snížení spotřeby paliva výrobcí automobilů. Podíváme-li se blíže na jednotlivé složky výfukových plynů, tak u zážehových motorů jsou obsaženy v mnohem větší míře, jelikož vznětové motory pracují s přebytkem vzduchu, takže oxid uhelnatý se u nich vyskytuje v menším množství. **Oxid uhelnatý CO** vzniká při neúplném shoření paliva vlivem nedostatku kyslíku. Jeho velikost je tedy závislá na složení směsi (poměr vzduchu a paliva). Pro eliminaci oxidu uhelnatého u zážehových motorů spalující bohatší směs je zapotřebí užití katalyzátoru. Emise **oxidu dusíku NO_x** , vznikají při vysokých teplotách a tlacích ve spalovacím prostoru, oxidací atmosférického dusíku obsaženého ve spalovacím vzduchu. U vznětových motorů jsou tyto emise NO_x , 10x až 20x vyšší, než u zážehových motorů, které dokáží tyto složky eliminovat pomocí třícestného katalyzátoru. Diesellové agregáty, k tomuto účelu používají optimalizaci spalovacího procesu nebo recirkulaci výfukových plynů EGR (Exhaust Gas Temperature). Tyto postupy lze využít i v případě benzínových motorů. **Nespálené uhlovodíky HC** (parafíny, olefiny a aromáty) jsou výsledkem předčasně ukončených oxidačních procesů ve spalovacím prostoru motoru. U vznětových motorů jsou ve větší míře v emisích zastoupeny složky **oxidu siřičitého** a **aldehydy**, které způsobují nepříjemný zápach výfukových plynů. Dalším problémem je pak tvorba **sazí** (barví výfukové plyny do tmava) a **pevných částic** (karbon, sloučeniny síry apod.), na které se nabalují nespálené části paliva a oleje, jenž vytváří mikročástice s karcinogenními účinky.

Měření emisí se provádí na válcové brzdě s dynamometrem, tzv. metodou CVS (Constant Volume Sampling – vzorkování konstantního objemu). Speciálním uspořádáním čerpadel jsou výfukové plyny nasávány tak, aby se co nejméně měnil tlak na koncovce výfuku. Odebírané množství zředěných výfukových plynů se vzduchem (kvůli zamezení

kondenzace) je hromaděno ve vacích, ze kterých jsou pak stanoveny absolutní hmotnosti každé ze složek výfukových plynů.



Obr. 43: Měření emisí výfukových plynů [71]

Profesionální chiptuningový úpravce provádí veškeré modifikace tak, aby nedocházelo k překročení emisních norem. Modifikace bude mít v tomto ohledu jistou garanci, tak že přijedete-li na STK, nebude problém zkouškou měření emise projít. Tato záruka ovšem padá, svěříme-li svůj automobil do rukou amatérského úpravce. Je pak pochopitelně věcí každého, jak se v tomto směru zachová a dále přednost jedinému logickému aspektu, tedy zvýšení výkonu, před dodržováním emisních norem [1, 3, 7].

7.3 Spotřeba paliva

Spotřeba paliva je jedním ze základních ukazatelů ekonomiky provozu automobilu, kterou lze měřit několika metodami. Jedná se o metody **objemového měření**, kdy se měří proteklé množství paliva do motoru za pomoci odměrných válců nebo spotřeboměrů, **hmotnostní měření** a **měření pomocí emisí z výfuku**, kde potřebujeme znát fyzický vyprodukované množství emisí z výfuku při daném jízdním cyklu. Existují i mezinárodně normované předpisy pro měření paliva, jako je například předpis 90/120/město (ustálená rychlost 90 km/h, 120 km/h a simulace městského provozu), kde se měří spotřeba paliva ve třech různých režimech s využitím již zmiňované objemové metody. Ustálené rychlosti se měří, buď na rovné silnici a úseku o délce jednoho letmého kilometru tam a zpět nebo stejně jako při simulaci městského provozu v laboratorních podmínkách na válcové brzdě [6].

Spotřeba paliva je velmi diskutovaným tématem, právě jedná-li se o úpravu motoru za pomoci chiptuningu, jehož hlavním cílem je především zvýšení výkonu motoru. Na samotnou spotřebu paliva má dopad hlavně zvolený styl jízdy, kvalita paliva a celkový technický stav vozidla. Po úpravě nám, při zachování stejného stylu jízdy narůstá nejenom výkon, ale i točivý moment v nízkých otáčkách, díky němuž dochází ke snížení počtu pracovních cyklů motoru, lepší akceleraci a následnému snížení spotřeby paliva až o 15% u přeplňovaných motorů a 5% u běžných automobilů. Dalším vlivem je recirkulace výfukových zplodin EGR (Exhaust Gas Recirculation), kdy se do motoru dostává neustále nový vzduch bez nečistot a dochází kromě zvýšení výkonu i k zefektivnění spalovacího procesu, a tím snížení spotřeby až o 5% při konstantní jízdě. V dnešní době se s rostoucími cenami pohonných hmot dokonce začínají na trhu objevovat úpravci, kteří se zaměřují prioritně na snížení spotřeby paliva [66, 72, 76].



Obr. 44: Laboratorní měření spotřeby paliva na válcové brzdě, německým autoklubem ADAC [73]

7.4 Životnost motoru

Životnost motoru závisí především na stylu jízdy a jeho pravidelné údržbě. Je-li tedy motor upravený s rozumem v rámci jeho konstrukčních možností, nedochází k jeho nadměrnému zatěžování (zvýšenému tepelnému namáhání) a tím pádem ke snížení životnosti. Ovšem ne vždycky se setkáme s kvalitním chiptuningem. Důsledky těchto neodborných úprav jako jsou propálené písty, prasklé hlavy motoru, zničená turbodmychadla a mnoho dalších, pak mohou mít v konečném součtu neblahý až katastrofální vliv právě na životnost agregátu. Příkladem může být nepřiměřené zvýšení výkonu pouze za pomoci prodlouženého vstříku nafty. Naměřené hodnoty na válcové

brzdě nám sice mohou ukazovat požadovaný výkon, ale po určitém množství najetých kilometrů se s vysokou pravděpodobností dostaví kouř a rachot z motorového prostoru. Výsledkem jsou vydržené stěny válců a díky nespálené naftě, která vede k nadměrné kouřivosti a smytí olejového filmu ze stěn válců i vypálené krátery na povrchu pístů. Škoda se pak pohybuje řádově ve stotisících a ve většině případů znamená totální odepsání motoru.



Obr. 45: Písty motoru poškozené příliš dlouhou délkou vstříku [75]

Po chiptuningové modifikaci automobilu je i nadále nutné pro dosažení dlouhověkosti vašeho motoru dodržovat požadované jízdní zásady. Při dlouhé a rychlé jízdě či překonávání většího stoupání je dobré nechat agregát zchladit sníženou rychlostí nebo volnoběhem. U vznětových motorů s přímým vysokotlakým vstřikováním Common Rail je doporučeno používat aditiva do nafty a zvýšit tak mazací schopnosti, jenž mají vliv na životnost palivové soustavy. Po 15 000 odjetých kilometrech by měla následovat pravidelná údržba (např. výměna vzduchového filtru) a výměna provozních náplní. Přepřínovaný motor by neměl být po spuštění ihned zatěžován, jelikož je potřeba zajistit dostatečné mazání turbodmychadla. To samé platí i pro jeho vypnutí. Výfukové plyny u vznětových motorů dosahují teploty okolo 950° a u zážehových až 1400°, takže pokud motor vypneme, přestane se otáčet rotor turbodmychadla a rozžhavené lopatky se vlivem gravitace začnou mírně deformovat. Výsledkem je pak nevyváženost lopatek a tím zvětšení vůle v kluzném ložisku mazaném tlakovým olejem, což může vést k poškození turbodmychadla [69, 74, 75, 77].

8 Experimentální ověření chiptuningových úprav

Vliv chiptuningu na základní parametry motoru, jako jsou výkon, točivý moment, emise výfukových plynů, spotřeba paliva a životnost upraveného motoru, jsme názorně předvedli na vozidle Volkswagen Bora 1.9 TDI PD, rok výroby 2002. Jedná se o automobil se vznětovým přeplňovaným řadovým čtyřválcem o zdvihovém objemu 1896 cm³, přední hnanou nápravou a manuální pěti stupňovou převodovkou. Kód motoru je ATD s výkonem 101 PS / 74 kW při 4 000 RPM (otáčkách za minutu), točivým momentem 240 Nm při 1 800 RPM a 125 000 najetými kilometry.



Obr. 46 a 47: VW Bora 1.9 TDI PD, 74 kW / 101 PS / 240 Nm

Motor 1.9 TDI (Turbocharger Direct Injection) s přímým vstřikováním paliva disponuje slušným výkonem a nízkou spotřebou. Pro rychlejší odezvu při sešlápnutí plynu se využívá turbodmychadla s proměnlivou geometrií lopatek, jehož reakční doba je okolo 0,25 s. Maximální plnicí tlak turba, které velice dobře pracuje při nízkých otáčkách, nepolevuje ani v otáčkách vyšších. Obvykle začíná spínat kolem 1 500 RPM a naplno pracuje okolo 2 000 RPM, což vyjadřuje fakt, že v rozmezích 1 500 – 2 000 otáček za minutu se cítí nejlépe. Oproti zážehovým agregátům je mnohem níže položen vrchol točivého momentu, jenž vytváří určitou výhodu, například při předjíždění, kdy vozidlo využívá veškerého výkonu motoru a není tedy zapotřebí podřazovat o jeden rychlostní stupeň níže. Obecně největší výhodou motoru TDI je jeho přibližně o 35% nižší spotřeba než u motorů benzínových o totožném zdvihovém objemu.

Čtyřválcový agregát 1.9 TDI má v každém válci umístěné vysokotlaké čerpadlo a vstříkovací trysku spojené v jeden celek ovládané vačkovou hřídelí. Vysokotlaké vedení je odstraněno a nevznikají tudíž tlakové ztráty. Tento systém palivové soustavy vznětových přeplňovaných motorů konstrukčně vychází z předešlých agregátů 1.9 TDI, rotační čerpadlo zde však nahradily elementy čerpadlo – tryska (německy Pumpe – düse, PD). Hlavní plus tohoto motoru je silný záťah a schopnost vyvíjet vysoký výkon. Nevýhodou je tvrdší chod motoru a hlučnost daná vstříkovacím tlakem 2 100 barů. Největší potíží je ovšem to, že vstříkovače jsou hůře upravitelné pro práci s částicovými filtry, které si vynucují, čím dál tím přísnější emisní předpisy. V dnešní době PD nahradil systém přímého vysokotlakého vstříkování nafty Common Rail.



Obr. 48: Vstříkovací tryska z VW Bora 1.9 TDI / 74 kW

Elektronická řídicí jednotka v testovaném automobilu Volkswagen Bora je konstrukcí firmy BOSCH a jedná se o typ 038906019DL.



Obr. 49: Elektronická řídicí jednotka (ECU) BOSCH 038906019DL

8.1 Výkon a točivý moment

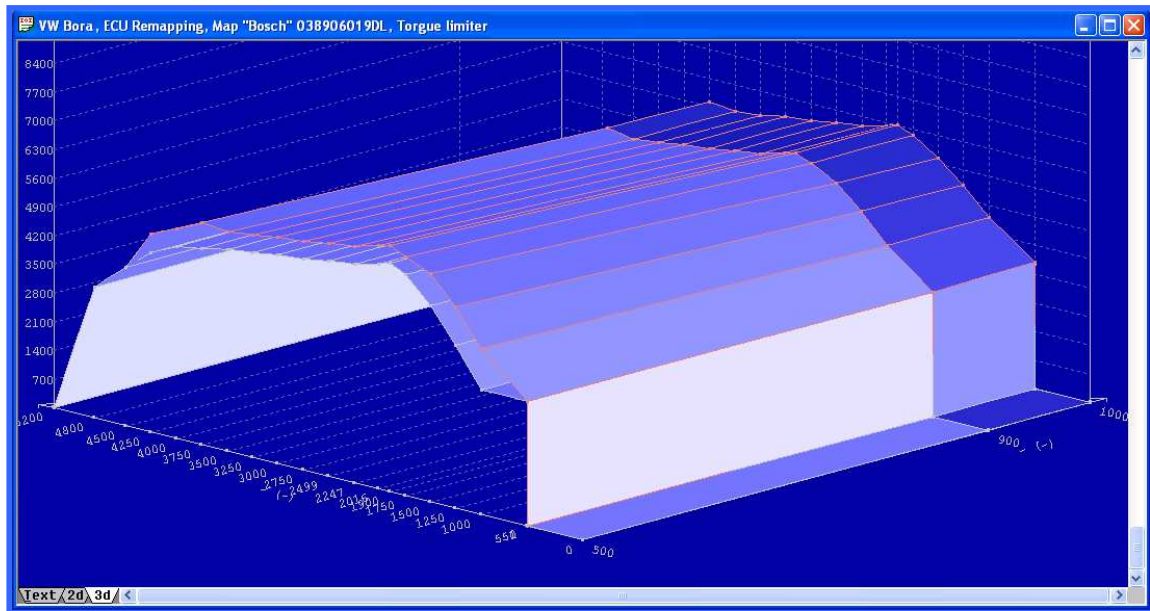
Výkon, jak už bylo zmíněno, je v závislosti na otáčkách základním udávaným parametrem motoru. V našem případě představuje výkon 101 PS / 74 kW při 4 000 RPM (otáčkách za minutu) a točivý moment 240 Nm při 1 800 RPM. Pro změření přesných hodnot výkonu a točivého momentu motoru, před a po modifikaci řídicí jednotky jsme použili totožnou válcovou brzdu (dynamometr). Hlavní roli zde nehrají absolutní čísla, ale rozdíly hodnot a průběhů charakteristik. Jelikož naše testované vozidlo je vybaveno tzv. Flash – EPROM pamětí, kterou je možné přepisovat, není zapotřebí demontovat elektronickou řídicí jednotku ven z automobilu. Úprava tak probíhá záměnou dat pomocí jednoduchého propojení laptopu s diagnostickým portem OBD. Tímto spojením je načteno sériové nastavení parametrů z ECU do počítače a po provedení požadovaných úprav, je takto upravený software nahrán zpět do řídicí jednotky vozidla.



Obr. 50: Volkswagen Bora 1.9 TDI PD 74 kW / 101 PS na dynamometru (válcové brzdě)

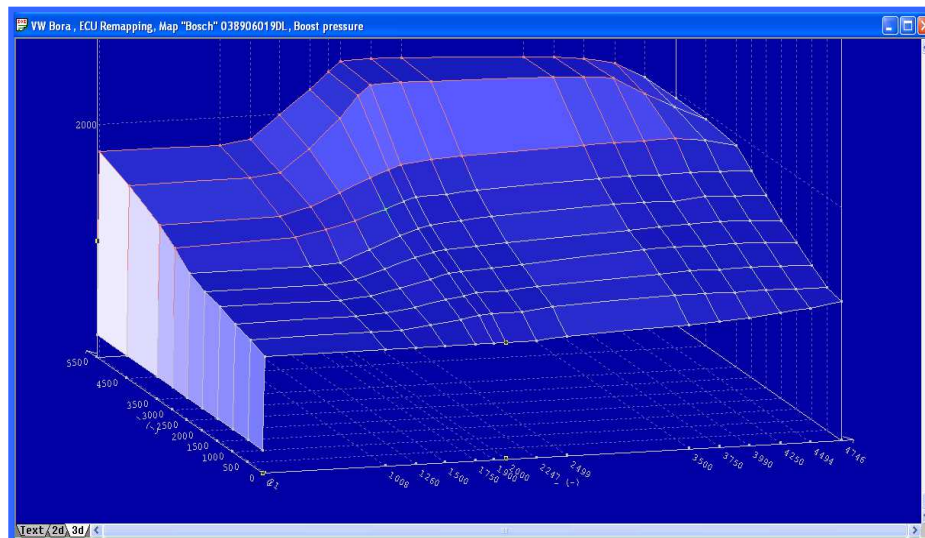
Úpravu elektronické řídicí jednotky za pomoci flash tuningu (chiptuningu) provedl bývalý profesionální chiptuningový úpravce, jenž se této činnosti i nadále věnuje ve svém volném čase za cenu 3 500 Kč. Pro komfortní práci a modifikaci dat je zapotřebí vlastnit patřičně odpovídající software, který dokáže zobrazovat datová pole, jak ve formě 2D a 3D grafů, tak i ve formě tabulek závislostí jednotlivých parametrů a zároveň umožňuje editaci údajů závislostí. V našem případě byla úprava řídicí jednotky prováděna v programu WinOLS.

Jak už bylo zmíněno, softwarové úpravy byly provedeny profesionálním editačním programem WinOLS od německé firmy EVC. Nejprve jsme upravovali mapu omezovače točivého momentu (limitéru točivého momentu), který se posunul směrem nahoru.

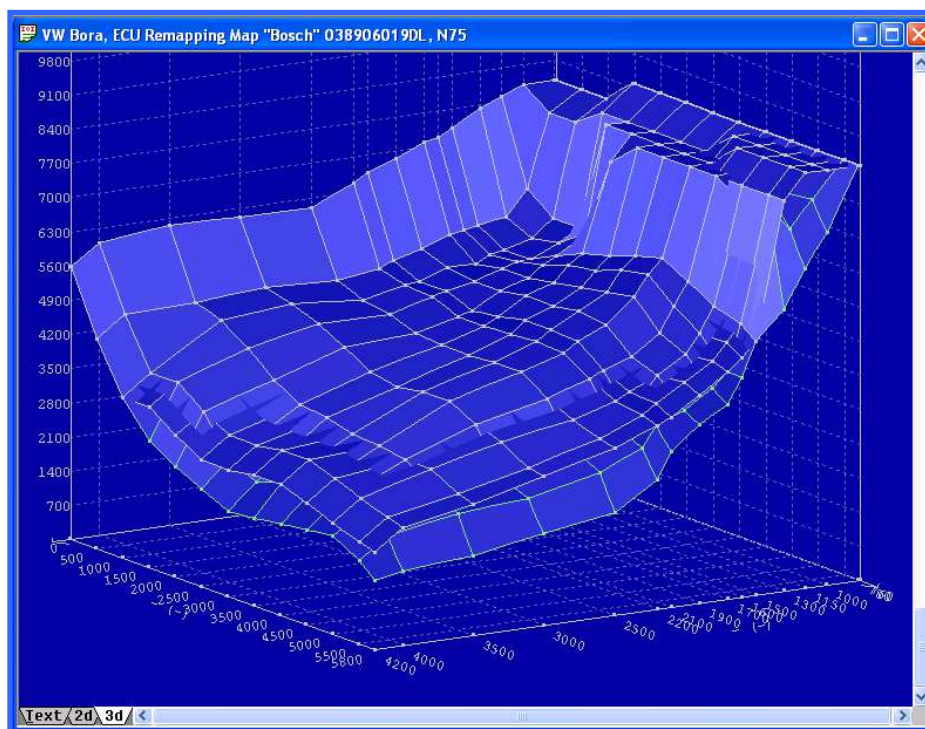


Obr. 51: Úprava mapy omezovače točivého momentu VW Bora 1.9 TDI v 3D grafu

Jelikož je výkon závislý na množství nasávaného vzduchu, bylo nutné zvednout plnicí tlak v turbodmychadlu. Pokud se rozhodneme zasáhnout do regulace plnicího tlaku dmyhadla, měli bychom si uvědomit, že větší množství vzduchu vyžaduje také více paliva a vyšší tlaky ve válci s potřebnou regulací předstihu zapalování. Byly proto upraveny i mapy vstřikovaného paliva a předstřiku paliva. Regulace plnicího tlaku dmyhadla se pak provádí za pomoci variabilní geometrie lopatek VGT používající míru natočení lopatek turbíny. K natáčení lopatek turba slouží ventil N75. Tím, že lopatky turbodmyhadla naklápí, dosahuje rychlejšího nástupu tlaku potřebného pro výkon motoru již v nízkých otáčkách.

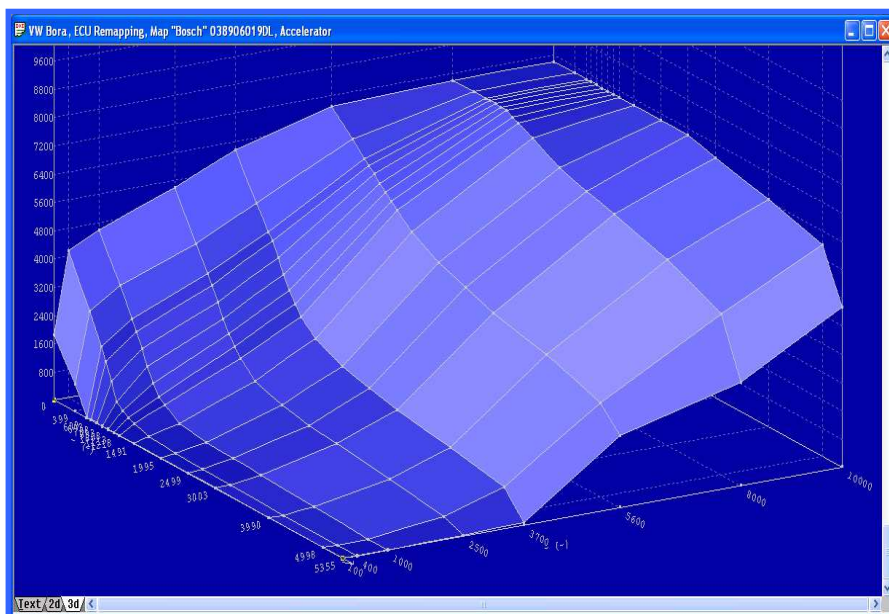


Obr. 52: Úprava mapy plnicího tlaku turba VW Bora 1.9 TDI v 3D grafu

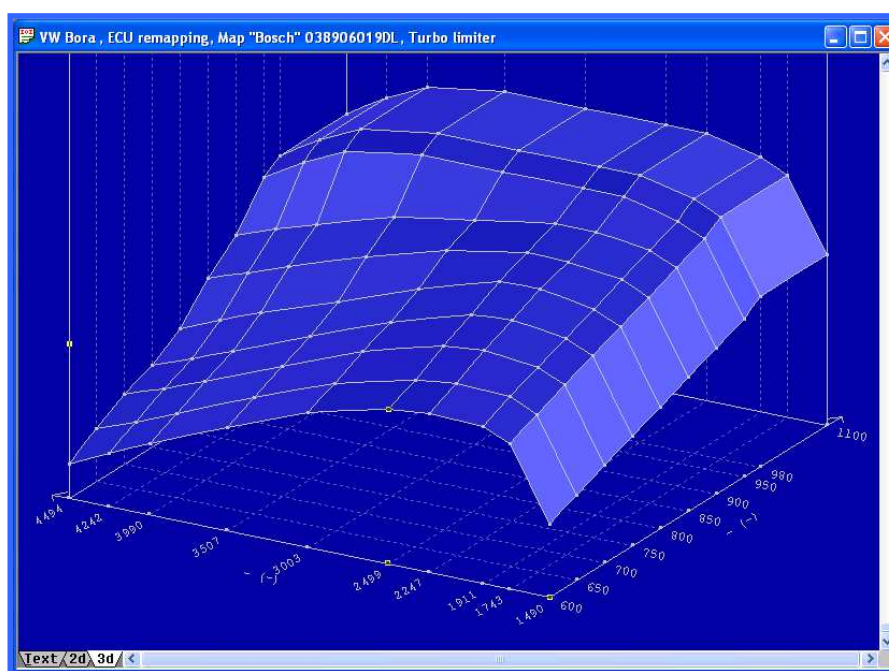


Obr. 53: Úprava mapy ventilu N75 VW Bora 1.9 TDI v 3D grafu

Z originálního softwaru VW Bora 1.9 TDI jsou zde na ukázkou představeny mapy plynového pedálu a limitéru Turbodmychadla. Úprava mapy plynového pedálu je opět závislá na limitérech a požadavcích nafty v dalších mapách řídicí jednotky. Musí se také dodržovat poměry směsi nafta x vzduch, aby nedošlo k velkému navýšení teploty výfukových plynů, jenž má za následek popraskání pístů. Úprava této mapy vede k docílení větší citlivosti plynu, rychlejšímu nástupu motoru a velmi dobře se projevuje na spotřebě paliva.



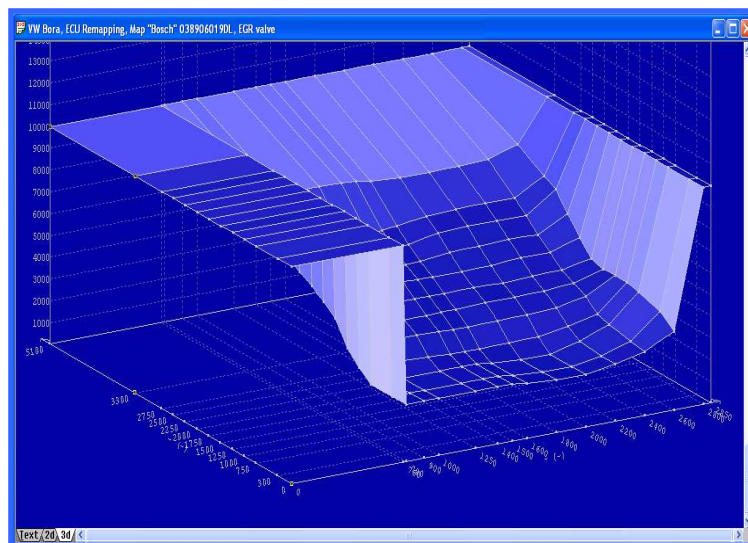
Obr. 54: Mapa plynového pedálu VW Bora 1.9 TDI v 3D grafu



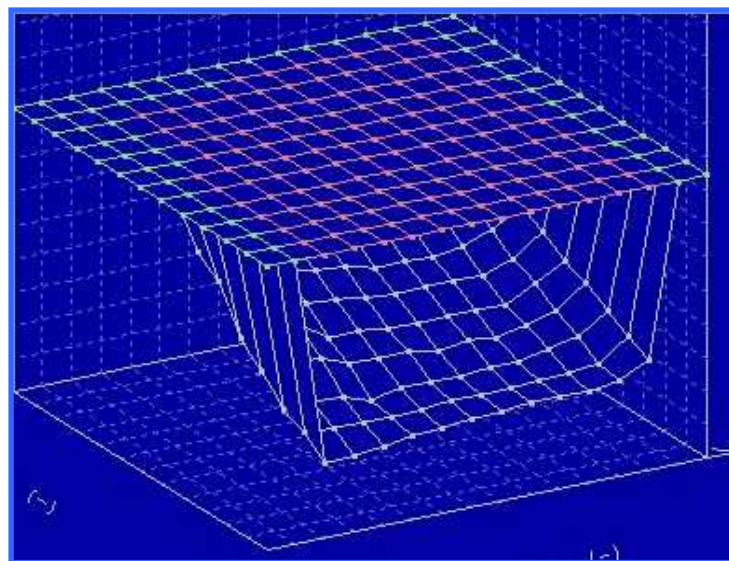
Obr. 55: Mapa limitéru turbodmychadla VW Bora 1.9 TDI v 3D grafu

Úprava elektronické řídicí jednotky obnášela také softwarové vyřazení EGR ventilu, zavření jeho mapy v ECU a mechanické zaslepení ventilu podložkou. Důvod pro vyřazení EGR ventilu je zcela prostý. EGR ventil (Exhaust Gas Recirculation) míší výfukové plyny s nasávaným vzduchem, čímž dochází k opětovnému spalování zplodin ke snížení teploty ve válci a tím k nižším emisím oxidu dusíku, jenž vznikají právě ve vysokých spalovacích

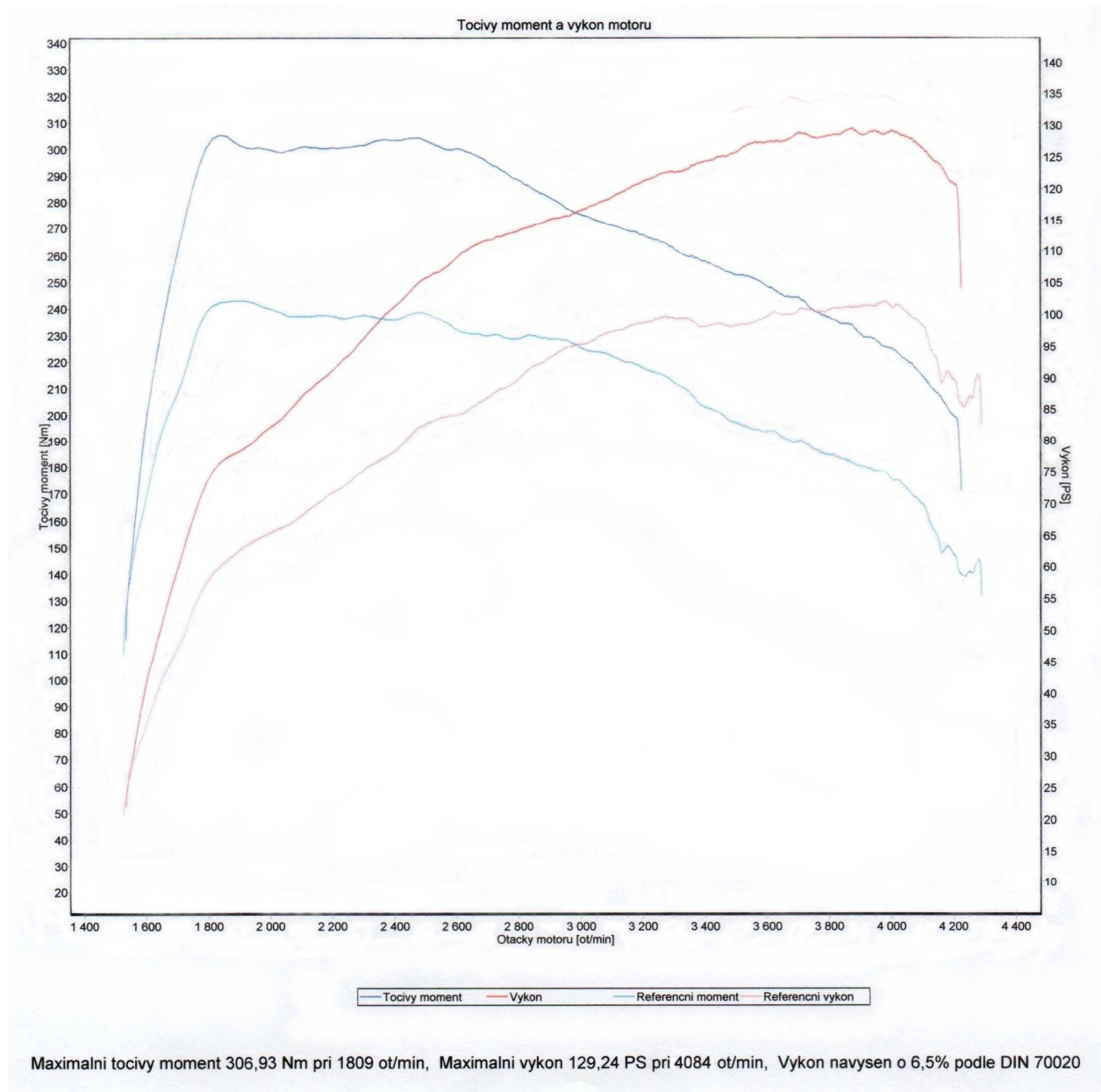
teplotách. EGR ventil je do vozů montován kvůli přísnějším emisním normám přičemž, při jeho odstranění tyto normy motor i nadále plní. Je otevřený v závislosti na poloze plynového pedálu a otáčkách. EGR ventil sice šetří životní prostředí, ale následkem přepouštění již spálených plynů se saze a karbon, tvořené při spalování nafty, ukládají na stěnách ventilu a postupně ho zanášejí. Zmenšuje se průchodnost vzduchového potrubí a zanášejí se klapky a čidla v sání. Dochází ke snížení výkonu v celém pásmu otáček, zvýšení kouřivosti, cukání, škubání a zhoršení akcelerace vozidla. Pokud nepomůže čištění, musí se celý ventil vyměnit, což je otázka řádově několika tisíc korun. Proto jsme se rozhodli pro zaslepení a softwarového vyřazení EGR ventilu.



Obr. 56: Mapa EGR ventilu VW Bora 1.9 TDI v 3D grafu



Obr. 57: Softwarové vyřazení EGR ventilu VW Bora 1.9 TDI v 3D grafu



Obr. 58: Graf s protokolárním výstupem výkonu a točivého momentu motoru, před a po úpravě ECU

Shrneme-li výsledky dosažené úpravou řídicí jednotky, tak můžeme říci, že chiptuning má na výkon a točivý moment motoru pozitivní vliv. Oproti továrnímu nastavení se dané parametry zvýšily o 28%. Přesněji řečeno nám vzrostl výkon na 129 PS / 95 kW při 4 084 ot/min a točivý moment na 307 Nm při 1 809 ot/min (protokol z válčové brzdy viz příloha 3). Je také dobré dodat, že nástup točivého momentu po modifikaci řídicí jednotky přichází již v nízkých otáčkách, chod motoru je daleko pružnější a snižuje se prodleva mezi sešlápnutím plynového pedálu a začátkem akceleraace.

8.2 Emise

Měření emisí vozidla s naftovým motorem před úpravou řídicí jednotky proběhlo na pracovišti měření emisí ve firmě Auto Freiberg na opacimetru MDO2 pro měření kouřivosti vznětových motorů, který umožňuje jak měření metodou volné akcelerace, tak kontinuální měření při zatížení. V areálu STK v Mníšku pod Brdy, pak proběhlo měření emisí po modifikaci ECU na kouřoměru AT 601.



Obr. 59 a 60: Opacimetr AT 601 (vlevo) a emisní analyzátor AT 501 (včetně kouřoměru, vpravo)

U vznětových motorů se mimo měření kouřivosti, dále provádí vizuální kontrola (stav sací, výfukové a palivové soustavy) a kontrola závad elektronické řídicí jednotky (ECU). Narozdíl od zážehových motorů se u naftových agregátů neměří emise plynů CO, NO_x a HC udávané v miligramech na ujetý kilometr. Není ovšem od věci si tento přehled limitů, alespoň nastínit (viz tabulka emisních norem EURO I – VI).

Rok/norma		CO (g/km)		NO _x (g/km)		HC + NO _x (g/km)		HC (g/km)	PČ (g/km)
1992	I	3,16	3,16	-	-	1,13	1,13	-	0,18
1996	II	2,20	1,00	-	-	0,50	0,70*	-	0,08**
2000	III	2,30	0,64	0,15	0,50	-	0,56	0,20	0,05
2005	IV	1,00	0,50	0,08	0,25	-	0,30	0,10	0,025
2009	V	1,00	0,50	0,06	0,18	-	0,23	0,10	0,005
2014	VI	1,00	0,50	0,06	0,08	-	0,17	0,10	0,005

BENZÍNOVÉ MOTORY, NAFTOVÉ MOTORY

Tab. 1: Přehled limitů jednotlivých emisních norem EURO

Měření kouřivosti se provedlo na kouřoměru opacitní metodou (tab. 2), která je založena na měření optického útlumu světla procházejícího sloupcem kouře v měrné kyvetě. Během akceleračního testu (čtyř po sobě jdoucích měření) přístroj registroval volnoběžné a přeběhové otáčky motoru, stejně tak zaznamenával dobu akcelerace a konečnou hodnotu kouřivosti. Přeběhové otáčky (do omezovače) jsou právě těmi otáčkami, do kterých se musí motor dostat v emisním testu, aby byla změřena kouřivost dle stanovené metodiky. Ať se toto drastické vytáčení motoru bez zátěže někomu líbí nebo ne, je tento test stále legislativou prosazován a je platný.

Měření kouřivosti automobilu VW Bora 1.9 TDI PD				
akcelerace č.	před úpravou řídicí jednotky			
	volnoběžné otáčky [1/min]	přeběhové otáčky [1/min]	doba akcelerace [s]	kouřivost [1/m]
I	900	4 850	1,44	0,87
II	900	4 850	1,54	0,73
III	900	4 850	1,58	0,65
IV	900	4 850	1,57	0,67
Průměr			1,53	0,73
Rozpětí			0,14	0,15
akcelerace č.	po úpravě řídicí jednotky			
	volnoběžné otáčky [1/min]	přeběhové otáčky [1/min]	doba akcelerace [s]	kouřivost [1/m]
I	900	4 850	1,19	0,72
II	900	4 850	1,42	0,63
III	900	4 850	1,73	0,59
IV	900	4 850	1,53	0,67
Průměr			1,47	0,65
Rozpětí			0,54	0,13

Tab. 2: Naměřené hodnoty kouřivosti před (MDO2) a po modifikaci ECU (AT 601)

Zkouška měření emisí přinesla očekávané výsledky garantované profesionálním úpravcem. Výstupní hodnoty potvrdily, že svěříme-li svůj vůz do rukou odborníků, máme jistou záruku, že nepřekročíme stanovené emisní předpisy. Kouřivost se po úpravě řídicí jednotky dokonce v průměru snížila, z 0,73 [1/m] na 0,65 [1/m]. Vozidlo z hlediska měření emisí tedy vyhovuje (protokoly z pracoviště měření emisí viz příloha 1 – 2).

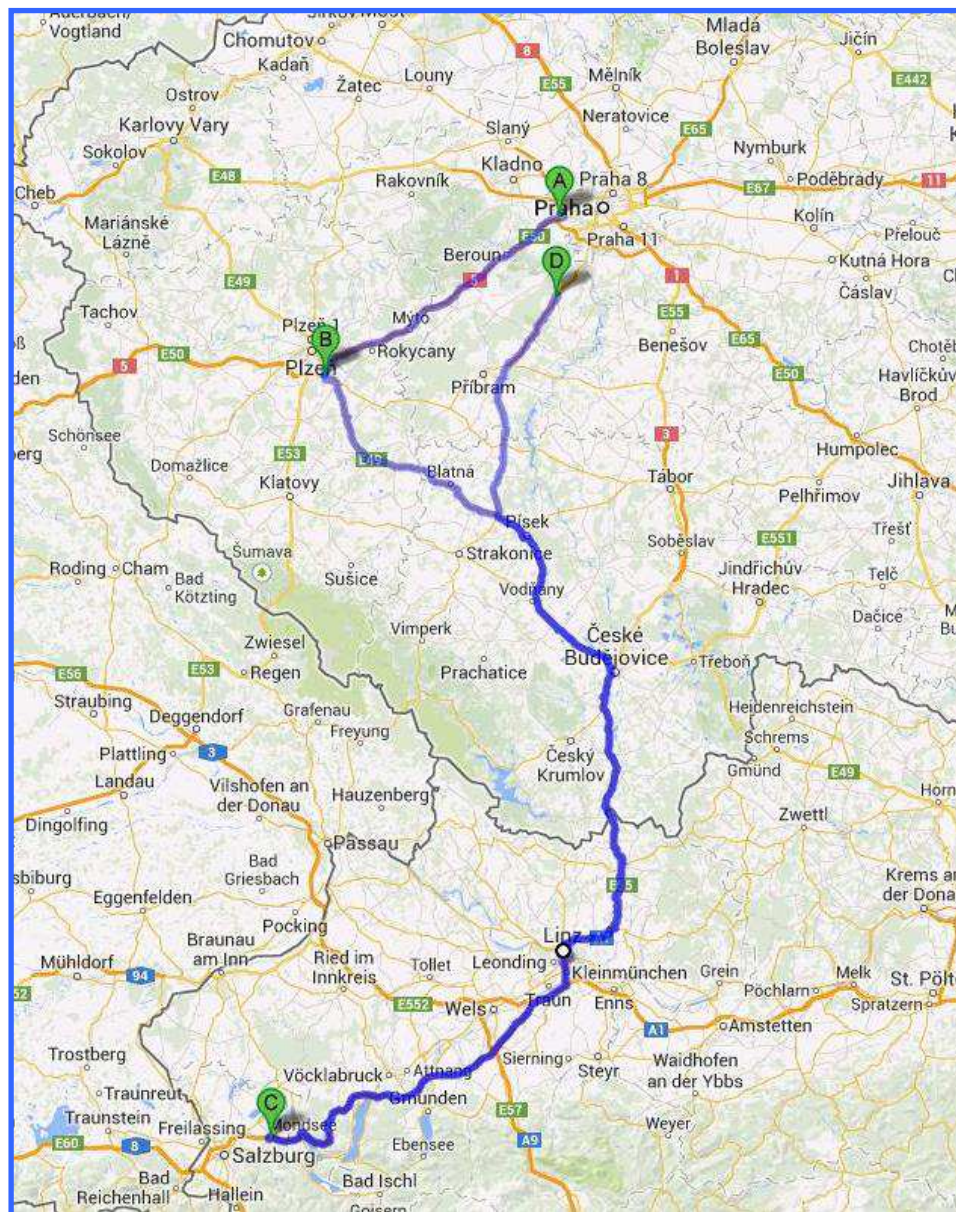
8.3 Spotřeba paliva

Spotřeba paliva je jedním ze základních ukazatelů ekonomiky provozu vozidla, kterou lze měřit několika metodami, jako jsou objemová (za pomoci odměrných válců nebo spotřeboměrů) nebo hmotnostní měření, či měření za pomoci vyprodukovaných emisí výfukových plynů. Pro naše účely nám však bohatě postačí ten nejprostší způsob měření spotřeby, a to průměrná spotřeba odečítaná z palubního počítače během jízdního testu.

Údaj o průměrné spotřebě paliva patří k nejzákladnějším funkcím palubního počítače. Spotřeba je odvozována ze snímače rychlosti v tachometru a doby otevření vstřikovacích ventilů, společně s ujetou vzdáleností. Z takového postupu však zákonitě vyplívá nepřesnost a proto je zapotřebí počítat s odchylkou mezi 5 – 25% od reálné spotřeby. Přesnost palubního počítače ovlivňuje několik faktorů, mezi které patří správný rozměr kol a pneumatik, či nepřesný rychloměr (vyšší rychlost o 5%) spolu s počítadlem kilometrů. Proto, aby se zmiňovaná odchylka přiblížila ke hranici 5% a ne alarmujícím 25%, jsme nechali pomocí autodiagnostiky překalibrovat palubní počítač.

Asi se všichni shodneme na tom, že hodnoty spotřeby paliva udávané podle evropské normy NEDC (New European Driving Cycle) jsou nevypovídající. Není proto překvapením, že spotřeba paliva v běžném provozu se od té, kterou udávají výrobci, liší. Skutečná spotřeba totiž hovoří v neprospěch hodnot udávaných automobilkou, jelikož je o poznání vyšší. A důvod? Parametry spotřeby paliva udávané ve **velkém technickém průkazu**, v našem případě jsou to hodnoty **6,9 l/100km** ve městě, **4,5 l/100km** při rychlosti 90 km/hod a **5,4 l/100km** při jízdě s rychlostí 120 km/hod, se měří v laboratorních podmínkách podle normy NEDC 93/116/ECE. Měření probíhá na válcové brzdě (dynamometru), kdy vozidlo musí mít najeto alespoň 3 000 km, sériové pneumatiky a je zatíženo 175 kg. Samotná spotřeba paliva se pak měří množstvím vypuštěného CO₂ (oxidu uhličitého). Reálná spotřeba paliva je vyšší tedy proto, jelikož se nám vozidlo nepohybuje pouze po rovině a za ideálních teplotních podmínek jako je to v případě laboratorního měření. Navíc většina řidičů akceleruje v praxi mnohem rychleji a dosahuje vyšší průměrné rychlosti, než jakou předepisuje normovaný postup.

Testovací Volkswagen Bora 1.9 TDI má mít tedy spotřebu 6,9 l/100km ve městě, 4,5 l/100km při rychlosti 90 km/h a 5,4 l/100km při jízdě s rychlostí 120 km/h. Pro test spotřeby paliva byla vybrána 755 kilometrů dlouhá trasa z Chrášťan u Prahy do města Thalgau a nazpátek, končící v Mníšku pod Brdy. Jedná se o pravidelnou pracovní cestu, kterou podnikají řidiči firmy LABEL design, a.s. (sídlo Chrášťany) do rakouského města Thalgau (20 km od Salzburgu) pro firmu Sony DADC. Je nutné podotknout, že trasa vede přes Plzeň (nachází se zde pobočka Sony DADC) a běžný služební vůz, nahradil námi testovaný automobil VW Bora.



Obr. 61: Trasa testu spotřeby paliva (Chrášťany – Plzeň – Thalgau - Mníšek pod Brdy)

Trasa testu spotřeby paliva byla absolvována jak s továrním nastavením vozidla, tak s upravenou řídicí jednotkou (tab. 3). Je složena zhruba z 330 km dálnic a rychlostních silnic, 375 km silnic s mnoha stoupáními a 50 km jízdy městem. Obě měření probíhala za stejných podmínek při plynulé jízdě (žádné dopravní zácpy) a bez „překračování“ rychlostních limitů. Otáčky se pohybovaly okolo 2 000 ot/min (2 500 při řazení a jízdě po dálnici) během, kterých se motor cítí nejlépe a jelikož v rozmezí 2 000 – 2 200 ot/min máme k dispozici veškerý výkon (Turbo začíná spínat kolem 1 500 ot/min a naplno tlačí kolem 2 000 ot/min).

Test spotřeby paliva VW Bora 1.9 TDI PD		
před úpravou řídicí jednotky		
Trasa testu spotřeby paliva	Ujetá vzdálenost [km]	Spotřeba paliva [l/100 km]
Město	50	6,5
Silnice II. – III. třídy	375	4,9
Dálnice a rychlostní silnice	330	5,3
Dlouhodobý průměr po 755 km		5,6
po úpravě řídicí jednotky		
Trasa testu spotřeby paliva	Ujetá vzdálenost [km]	Spotřeba paliva [l/100 km]
Město	50	6,3
Silnice II. – III. třídy	375	4,6
Dálnice a rychlostní silnice	330	5,0
Dlouhodobý průměr po 755 km		5,3

Tab. 3: Test spotřeby paliva odečítaný z palubního počítače VW Bora 1.9 TDI

Na konci testu spotřeby paliva ukazuje palubní počítač dlouhodobý průměr továrního nastavení 5,6 l/100km a 5,3 l/100 km u modifikované ECU. Po cca 755 km se rozdíl pohybuje okolo 0,3 l/100 km, což činí snížení spotřeby paliva o 5,4% ve prospěch automobilu s upravenou řídicí jednotkou. I když na samotnou spotřebu paliva má dopad hlavně zvolený styl jízdy, kvalita paliva a celkový technický stav vozidla je zřejmé, že po úpravě nám při zachování stejného stylu jízdy narůstá nejenom výkon, ale i točivý moment v nízkých otáčkách, díky němuž dochází ke snížení počtu pracovních cyklů motoru, lepší akceleraci a následnému snížení spotřeby paliva.

9 Ekonomické zhodnocení chiptuningových úprav

Elektronickou úpravou jednotlivých map řídicí jednotky vozidla jsme docílili vyššího výkonu a kroutícího momentu při zachování garantované životnosti motoru a limitů čistoty výfukových plynů dle platných norem Evropské unie. V této kapitole pro nás však bude nejdůležitějším faktorem spotřeba paliva, která se úpravou řídicí jednotky snížila o 5,4% a na které můžeme názorně demonstrovat ušetřené peníze, jenž nám tato modifikace ECU přináší (více tab. 4). V druhé části pak porovnáme chiptuningové úpravy dle cen a nabízených služeb jednotlivých firem.

Zhodnocení vlivu chiptuningu na spotřebu paliva při ujetí 100 000 km		
před úpravou řídicí jednotky		
Cena nafty k 1. 4. 2014 je 35,77 Kč	Spotřeba paliva [l]	Cena [Kč]
Průměrná spotřeba paliva [l/100 km]	5,60	200,31
Spotřeba paliva na 100 000 km	5 600,00	200 312,00
Spotřeba paliva na 1 km	0,06	2,00
po úpravě řídicí jednotky		
Cena nafty k 1. 4. 2014 je 35,77 Kč	Spotřeba paliva [l]	Cena [Kč]
Průměrná spotřeba paliva [l/100 km]	5,30	189,58
Spotřeba paliva na 100 000 km	5 300,00	189 581,00
Spotřeba paliva na 1 km	0,05	1,90
Vyhodnocení vlivu chiptuningu = snížení spotřeby paliva o 5,4% ve prospěch upravené ECU		
Upravená ECU	Ušetřené palivo [l]	Ušetřené peníze [Kč]
Na jednu nádrž (55 litrů)	2,97	106,24
Po ujetí 100 000 km	300,00	10 731,00

Tab. 4: Zhodnocení vlivu chiptuningu na spotřebu paliva při ujetí 100 000 km

Podle společnosti Cebia průměrný vůz najede 20 000 km za rok, což v našem případě činí 300 litrů nafty a 10 731 Kč ušetřených za 5 let, díky chiptuningu. Na jednu ujetou nádrž nám pak upravená řídicí jednotka ušetří 2,97 litrů nafty za cenu 106, 24 Kč.

Úpravu elektronické řídicí jednotky za pomoci flash tuningu (chiptuningu) provedl bývalý profesionální chiptuningový úpravce, jenž se této činnosti i nadále věnuje ve svém volném čase za cenu 3 500 Kč. Jednalo se o modifikaci ECU zahrnující diagnostiku vozidla a měření na válcové brzdě před úpravou a po úpravě. V následující tabulce (tab. 5) porovnáme chiptuningové úpravy dle cen a nabízených služeb jednotlivých firem.

Porovnání chiptuningových úprav VW Bora 1.9 TDI PD			
Chiptuningový úpravce	Provozovna (město)	Cena úpravy [Kč]	Balíček úpravy zahrnuje
Chiptuning PowerTEC	Kladno	3 493	Chiptuning + diagnostika vozidla + přístrojová diagnostika turba + průtoková analýza sání vzduchu + kontrola vzduchového filtru a čištění váhy vzduchu + originální záloha na CD + zdarma nahrání do originálu při prodeji
Camp Performance	Praha 5	3 333 (EASY)	Chiptuning + diagnostika vozidla
-	-	4 666 (CLASSIC)	Chiptuning + diagnostika vozidla + měření na válcové brzdě
-	-	6 666 (EXPERT)	Chiptuning + diagnostika vozidla + měření na válcové brzdě + analýza aktuálních dat ze senzorů
AutoChip™	Praha 9	3 843	Chiptuning + diagnostika vozidla + měření na válcové brzdě + renovace měřiče hmotnosti vzduchu + originální záloha na CD + zdarma nahrání do originálu při prodeji
GREAT CARS s.r.o.	Praha 5	7 200	Příjezd k zákazníkovi + chiptuning + diagnostika vozidla
TDIfun	Český Těšín	5 500	Chiptuning + diagnostika vozidla + měření na válcové brzdě + záloha dat
TopTuner™	Praha 9	2 498	Chiptuning + záloha dat
All-in Servis	Litvínov	3 000	Chiptuning + diagnostika vozidla + záloha dat
1ST M+H	Plzeň	4 490	Chiptuning
Chiptuner (JH Trade)	Praha 3	3 490	Chiptuning + diagnostika vozidla + záloha dat
Carelectronic	Liberec	3 500	Chiptuning + diagnostika vozidla
STEINBERGER CHIPTUNING	Zlín	3 990	Chiptuning + diagnostika vozidla + záloha dat
DIESEL - TECHNIK	Kladno	4 990	Chiptuning + záloha dat
Richter autoservis s.r.o.	Turnov	4 000	Chiptuning + diagnostika vozidla + záloha dat

Tab. 5: Porovnání chiptuningu VW Bora 1.9 TDI dle cen a nabízených služeb jednotlivých firem

10 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo seznámení se s problematikou zvyšování výkonu motoru bez jakéhokoliv fyzického zásahu v jeho oblasti za pomoci chiptuningu. Představili jsme si jednotlivé druhy úprav, ať už se jednalo o klasický chiptuning, flash tuning, dvojitý chiptuning, novou generaci řídicích jednotek, powerbox či záměnu originálního systému. Následným měřením jsme pak na voze Volkswagen Bora 1.9 TDI zhodnotili jeho vliv na základní parametry motoru.

Chiptuning se zakládá na faktu, že elektronická řídicí jednotka (ECU) provádí vesměs všechny podstatné funkce současných moderních motorů. Změnou jejích hodnot, tak lze vylepšit parametry, které mají zásadní vliv na celkový výkon motoru. Moderní typy elektronických řídicích jednotek jsou navíc vybaveny tzv. Flash-EPROM pamětí, kterou je možné přepisovat. V dnešní době flash tuning pomalu ale jistě přebírá trend v úpravě motorů od klasického chiptuningu, díky progresivní technologii, jenž využívá k záměně dat z pevné paměti. Jestliže klasický chiptuning využívá k úpravě mechanickou výměnu chipu, tak flashování ji nahrazuje elegantnějším procesem záměny dat pomocí jednoduchého propojení laptopu s diagnostickým portem OBD. Současné nastavení parametrů je tak tímto spojením načteno z řídicí jednotky do počítače a po provedení požadovaných úprav je upravený software nahrán zpět do řídicí jednotky automobilu.

Shrneme-li výsledky dosažené úpravou řídicí jednotky u vozu VW Bora 1.9 TDI PD, tak můžeme říci, že chiptuning má na výkon a točivý moment motoru pozitivní dopad. Dané parametry se oproti továrnímu nastavení zvýšily o 28%. Přesněji řečeno nám vzrostl výkon na 129 PS / 95 kW při 4 084 ot/min a točivý moment na 307 Nm při 1 809 ot/min. Mezi další výhody této úpravy patří pružnější chod motoru, sníží se prodleva mezi sešlápnutím plynového pedálu a začátkem akcelerace a nástup točivého momentu se projeví již v nízkých otáčkách. Díky tomu se zvýší komfort jízdy s menší nutností řazení, ale i zvýší bezpečnost např. při předjíždění a v krizových situacích, kdy je potřeba maximálního výkonu motoru.

Profesionální chiptuningový úpravce provádí veškeré modifikace tak, aby nedocházelo k překročení emisních norem. Zkouška měření emisí tedy přinesla očekávané výsledky garantované úpravcem. Výstupní hodnoty potvrdily, že svěříme-li svůj vůz do rukou odborníků, máme jistou záruku, že nepřekročíme stanovené emisní předpisy.

Kouřivost se po úpravě řídicí jednotky dokonce v průměru snížila z 0,73 [l/m] na 0,65 [l/m]. Vozidlo z hlediska měření emisí tedy vyhovuje.

Jelikož hlavním cílem chiptuningu je především zvýšení výkonu, je dalším velmi diskutovaným tématem spotřeba paliva a životnost motoru. Spotřeba paliva se snížila oproti sériovému nastavení o 5,4%, což činí rozdíl zhruba 0,3 l/100 km. Na jednu ujetou nádrž nám pak upravená řídicí jednotka ušetří skoro 3 litry nafty. I když na samotnou spotřebu paliva má dopad hlavně zvolený styl jízdy, kvalita paliva a celkový technický stav vozidla, je zřejmé, že po úpravě nám při zachování stejného stylu jízdy narůstá nejenom výkon, ale i točivý moment v nízkých otáčkách, díky němuž dochází ke snížení počtu pracovních cyklů motoru, lepší akceleraci a následnému snížení spotřeby paliva. V dnešní době se s rostoucími cenami benzínu a nafty, dokonce začínají na trhu objevovat úpravci, kteří se zaměřují prioritně na maximální možnou úsporu pohonných hmot, tzv. Ekotuning.

Životnost motoru závisí především na stylu jízdy, jízdních zásadách a jeho pravidelné údržbě. Je-li tedy motor upravený s rozumem, v rámci jeho konstrukčních možností, nedochází k jeho nadměrnému zatěžování, zvýšenému tepelnému namáhání a tím pádem ke snížení životnosti. Ovšem ne vždycky se setkáváme s kvalitním chiptuningem. Důsledky těchto neodborných úprav jsou pak propálené písty, prasklé hlavy motoru, zničená turbodmychadla atd., jenž mohou mít v konečném součtu neblahý až katastrofální vliv právě na životnost agregátu a ve většině případů znamenají totální odepsání motoru.

Závěrem můžeme říci, že elektronickou úpravou jednotlivých map řídicí jednotky vozidla jsme docílili vyššího výkonu a kroutícího momentu při zachování garantované životnosti motoru a limitů čistoty výfukových plynů dle platných norem Evropské unie. Chiptuning je relativně mladé odvětví úprav automobilů a díky stále se rozvíjejícím technologickým možnostem ho dnes může poskytovat celá řada specializovaných i nespécializovaných úpravců. Slovem na závěr pak podotknu, že úprava řídicí jednotky za pomoci chiptuningu se vyplatí spíše pro vozidla s přeplňovaným spalovacím motorem, kde nárůst výkonu a točivého momentu je až 35%, oproti 10% u agregátů atmosférických.

Použitá literatura

- [1] RŮŽIČKA, Bronislav. *Jak na chiptuning*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2007, 184 s. ISBN 978-80-251-2096-5.
- [2] RŮŽIČKA, Bronislav. *Jak na tuning automobilu*. Praha: Computer Press, 2002, 105 s. Auto moto. ISBN 80-722-6468-0.
- [3] FERENC, Bohumil. *Spalovací motory: karburátory a vstřikování paliva*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2004, 388 s. ISBN 80-251-0207-6.
- [4] HROMÁDKO, Jan. *Spalovací motory: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 296 s. ISBN 978-80-247-3475-0.
- [5] ŠTĚRBA, Pavel. *Elektronika a elektrotechnika motorových vozidel: seřizování, diagnostika závad a chybové kódy OBD*. 1. vyd. Brno: CPress, 2013, 191 s. ISBN 978-80-264-0271-8.
- [6] PAPOUŠEK, Miroslav a Pavel ŠTĚRBA. *Diagnostika spalovacích motorů. 2., aktualiz. vyd.* Brno: Computer Press, 2007, 223 s. Auto-moto-profi (Computer Press). ISBN 978-80-251-1697-5.
- [7] VLK, František. *Diagnostika motorových vozidel*. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2006, 444 s. ISBN 80-239-7064-X.
- [8] KAMENÁŘ, Jan. *Tuning: garážový manuál*. Vyd. 1. Praha: J. Kamenář, 2009, 151 s. ISBN 978-80-903835-1-7.
- [9] HISTORIE CHIPTUNINGU. *Diesel-technik* [online]. 2006 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.diesel-technik.cz/chip-tuning-historie>
- [10] Chiptuning - historie, výhody, rady a typy. *Camp performance: DYNO TUNING ECU MODIFICATION* [online]. 2013 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.mereni-vykonu.cz/clanek/chiptuning-historie-vyhody-rady-a-tipy>
- [11] Chiptuning. SAJDL, Jan. *Autolexicon.net* [online]. 2012 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/chiptuning/>

- [12] CHIPTUNING. *TDIchip* [online]. 2013 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z:
<http://www.tdichip.cz/chiptuning>
- [13] Co je to chiptuning?. *ABCtuning* [online]. 2012 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z:
<http://www.abctuning.cz/index.php?pg=faq>
- [14] Definition Chiptuning. *Chiptuning Blog* [online]. 2010 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z:
<http://www.chiptuning-blog.de/definition-chiptuning>
- [15] Vše o chiptuningu. *M+H* [online]. 2011 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z:
<http://www.mh.cz/vse-o-chiptuningu.htm>
- [16] EPROM/CHIP. *Ferracci* [online]. 2014 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z:
<http://www.ferracci.com/fast-by-ferracci-parts/tuning-parts/eprom.html>
- [17] Dimsport Race Evo with Genius. *Tuning Tools* [online]. 2013 [cit. 2014-03-05].
Dostupné z: <http://www.tuningtools.co.uk/dimsport-race-2000-evo-tuning-software.html>
- [18] Flash tuning a záměna originálního systému. *Chiptuningpower* [online]. 2012 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.chiptuningpower.cz/flash.php>
- [19] Zvýšení výkonu. *E-Chiptuning* [online]. 2012 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z:
<http://www.e-chiptuning.cz/chiptuning-zvysenivykonu.php>
- [20] Diagnostická zařízení vám prozradí, co se ve vozidle děje. *AUTO.idNES.cz* [online]. 2013 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: http://sdeleni.idnes.cz/diagnosticka-zarizeni-vam-prozradi-co-se-ve-vozidle-deje-pkq-/auto-sdeleni.aspx?c=A130123_111745_auto-sdeleni_ahr
- [21] Počítač napovídá opravářům. To umí servisní systém Ford. PECÁK, Radek. *Aktualne.cz* [online]. 2011 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z:
<http://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/pocitac-napovida-opravarum-to-umi-servisni-system-ford/r~i:article:704958/>
- [22] ELM327 OBDII USB. *Motordiag* [online]. 2014 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z:
<http://www.motordiag.cz/produkt/elm14>

- [23] Chiptuning. *Upsolute: The Chiptuning company* [online]. 2012 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: http://www.chiptuning.ro/media/produse_img_02.jpg
- [24] Škoda Octavia 2.0 TDI vs. power box - jednoduše k lepším parametrům. DITTRICH, Lukáš. *Autorevue.cz* [online]. 2013 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.autorevue.cz/skoda-octavia-20-tdi-vs-power-box---jednoduse-k-lepsim-parametrum>
- [25] Chiptuning nebo powerbox. *Profi-chiptuning* [online]. 2012 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.profi-chiptuning.cz/clanky/chiptuning/chiptuning-nebo-powerbox/>
- [26] Engine Management System for 1995-2005 NSX. *Science of Speed: Engine performance products* [online]. 2011 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: http://www.scienceofspeed.com/products/engine_performance_products/NSX/ScienceofSpeed/EMS_1995-2005_NSX/
- [27] Co je chiptuning. *PowerTEC* [online]. 2012 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.chiptuning.cz/chiptuning/pruvodce-chiptuningem/co-je-chiptuning>
- [28] Snímač úhlu polohy klikové hřídele. KLOC, Pavel. *HANTEK.CZ* [online]. 2011 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://hantek.cz/snimac-uhlu-polohy-klikove-hridele>
- [29] SNÍMAČ OTÁČEK KLIKOVÉ HŘÍDELE EPS. *Autodilycz.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.autodilycz.cz/zbozi/snimac-otacek-klikove-hridele-eps-eps-1-953-021/182391/200888/>
- [30] MAF. *Audiklub.cz* [online]. 2008 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://audiklub.cz/techwiki/maf>
- [31] MAF. *Auto.zumm.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: http://auto.zumm.cz/index.php?id_product=17&controller=product&id_lang=6
- [32] MAP senzory. *ELÁN CAR* [online]. 2014 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.elancar.cz/snimace/119-map-senzor.html>
- [33] Snímač tlaku sacího potrubí Bosch. *Autodilycz.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: http://www.autodilycz.cz/zbozifoto/is_232698_snimac-tlaku-saciho-potrubibosch-bo-0261230035.jpg

- [34] Čidla. KASTNER, J. *Fordfans.cz* [online]. 2008 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.fordfans.cz/efi/efi.php?p=cidla>
- [35] Snímač tlaku paliva BOSCH. *Autodilycz.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: http://www.autodilycz.cz/zbozifoto/is_232907_snimac-tlak-paliva-bosch-bo-0281002534.jpg
- [36] Snímač teploty nasávaného vzduchu. *Autodilycz.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: http://www.autodilycz.cz/zbozifoto/is_232792_snimac-teploty-nasavaneho-vzduchu-bosch-bo-0280130039.jpg
- [37] EGT (Exhaust Gas Temperature). SAJDL, Jan. *Autolexicon.net* [online]. 2008 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/egt-exhaust-gas-temperature/>
- [38] EGT Probe. *Thesensorconnection.com* [online]. 2014 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: http://thesensorconnection.com/sites/default/files/imagecache/product_full/product_files/product_images/EGT%20Probe_MP%20Series_Muffler%20Clamp_Exhaust%20Gas%20Temperature_90%20degree_2.jpg
- [39] Lambda sonda BOSCH. *Autodilycz.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: http://www.autodilycz.cz/zbozifoto/is_232571_lambda-sonda-bosch-bo-0258005007.jpg
- [40] Princip a použití Lambda sondy. VOJÁČEK, Antonín. *Automatizace.hw.cz* [online]. 2006 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/view.php%3Fcisloclanku%3D2006061301>
- [41] Lambda sonda. SAJDL, Jan. *Autolexicon.net* [online]. 2007 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/lambda-sonda/>
- [42] Knock senzor. *Fiatbravoklub.com* [online]. 2008 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: http://www.fiatbravoklub.com/fiat/diskuze/?msg_group=1&action=show&id=269063
- [43] Komponenty Bosch pro levná vozidla - Řízení motoru a vstříkovací technika. *MotoFocus.cz* [online]. 2009 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.motofocus.cz/novinky/111,komponenty-bosch-pro-levna-vozidla-rizeni-motoru-a-vstrikovaci-technika>

- [44] Regulátor tlaku paliva. *Land-rover.eliott.in* [online]. 2014 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: http://land-rover.eliott.in/_data/s_69/shop/big_regulator-tlaku-paliva-lr009732_2.jpg
- [45] Turbo s proměnnou geometrií lopatek VGT. *TipCars* [online]. 2005 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.tipcars.com/magazin-turbo-s-promennou-geometrii-lopatek-vgt-1082.html>
- [46] Převodní tabulka. *Výpočetní centrum VŠE* [online]. 2012 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: http://nb.vse.cz/kmat/inf_soubory/image273.gif
- [47] Paměť. *Mikrokontroléry PIC: Web o číslicové technice a mikrokontrolérech PIC* [online]. 2011 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://mikrokontrolery-pic.cz/zaciname/pamet/>
- [48] PROM. *Embedds.com* [online]. 2013 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.embedds.com/wp-content/uploads/2007i/0710/8051.jpg>
- [49] Eeprom programator BEEPLOG 3499 kn. *Njuškalo* [online]. 2012 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.njuskalo.hr/informatika-sve-ostalo/eeprom-programator-beeplog-oglas-2571719>
- [50] INSTALACE SOFTWARE K PŘEVODNÍKU KKLINĚ OBD2 USB. *Autodiagnostika navody a postupy* [online]. 2010 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://autodiagnostika-navody-a-postupy.tym.cz/instalace-software-k-prevodniku-kkline-obd2-usb/>
- [51] Piggy-back. *JSCspeed.com* [online]. 2013 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: http://www.jscspeed.com/images/catalog/category11450_thumb_full.jpg
- [52] WinOLS. *Turbodiesel.pl* [online]. 2011 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.turbodiesel.pl/wp-content/gallery/ols/ols.jpg>
- [53] Regulace plnicího tlaku turbodmychadla. *Škodaoctavia.cz* [online]. 2011 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.skodaoctavia.cz/diskuze/octavia-tdi-66kw-vs-81kw>
- [54] NOS. *Holley.com* [online]. 2013 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.holley.com/data/HolleyNews/Pictures/Large%20N-70.jpg>

- [55] Nitro Oxide Systems. *Speed.estranky.cz* [online]. 2013 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.speed.estranky.cz/clanky/nitro.html>
- [56] Co je to autodiagnostika?. *Motordia* [online]. 2007 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.motordia.cz/info/uvod>
- [57] Malfunction Indicator. *Ene.gov.on.ca* [online]. 2007 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: http://www.ene.gov.on.ca/stdprodconsume/groups/lr/@ene/@category/@driveclean/documents/images/stdprod_102324.gif
- [58] VAG-COM. *Photo.esaleschina.com* [online]. 2008 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://photo.esaleschina.com/97/1-tech-gadgets-latest-car-usb-obdii-409-interface-vag-com-cable-784-74.jpg>
- [59] VCDS. *VAG-COM.cz* [online]. 2009 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: http://www.vag-com.cz/fotografie/texty/merene_hodnoty_uds.jpg
- [60] Automobilový osciloskop - universální diagnostika závad v elektronických systémech automobilů. *Motordia* [online]. 2007 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.motordia.cz/produkt/osciloskop>
- [61] Autodiagnostika. *AUTOSERVIS GARANT* [online]. 2014 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.autoservis-garant.cz/diagnostika.html>
- [62] Osciloskop. *Motordia* [online]. 2010 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.motordia.cz/foto/osciloskop/osciloskop.jpg>
- [63] Data Logging System. *IMPORTTUNER.com* [online]. 2012 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: http://image.importtuner.com/f/reviews/parts/impp_1110_cusco_turbosmart_aem_kicker/37713657/impp-1110-03-o%2Baem%2Bdata-logger.jpg
- [64] AEM Data. *AEMelectronics.com* [online]. 2012 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: http://www.aemelectronics.com/images/aq1_log1.jpg
- [65] Výkon a točivý moment. *TDIfun* [online]. 2012 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: http://www.tdifun.cz/wp-content/uploads/2013/01/AUDI_A6_2.7TDI.pdf

[66] Co je to Chiptuning?. *AutoChip: Profesionální chiptuning* [online]. 2013 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.autochip.eu/cz/chiptuning/zakladni-informace/co-je-to-chiptuning/>

[67] Měření výkonu. *Camp performance: DYNO TUNING ECU MODIFICATION* [online]. 2012 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.mereni-vykonu.cz/mereni-vykonu>

[68] MĚŘENÍ VÝKONU - VÁLCOVÁ ZKUŠEBNA VÝKONU. *TDIchip* [online]. 2010 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: http://www.tdichip.cz/mereni_vykonu

[69] Jak se projeví chiptuning na životnosti motoru?. *M+H* [online]. 2011 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.mh.cz/chiptuning-a-zivotnost-motoru.htm>

[70] Jak se měří výkon motoru. ČANDA, Tomáš. *TopDrive* [online]. 2011 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.topdrive.cz/clanky/jak-se-meri-vykon-motoru/#ic=gallery-header&icc=backlink>

[71] Měření emisí. *Auto Tesárek* [online]. 2014 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.autotesarek.cz/emise/>

[72] Prosadí se chiptuning snižující výkon a spotřebu?. *Autoweb* [online]. 2011 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.autoweb.cz/prosadi-se-chiptuning-snizujici-vykon-a-spotrebu/>

[73] ADAC měří spotřebu aut a šetrnost k životnímu prostředí: uspěly malé i velké vozy. *Autembezpečně.cz* [online]. 2012 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.autembezpecne.cz/cz/s40/Testy/c1478-Ekologicke-testy/n2689-ADAC-meri-spotrebu-aut-a-setrnost-k-zivotnimu-prostredi-uspely-male-i-velke-vozy>

[74] Co je chiptuning?. *Xtuning* [online]. 2013 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.xtuning.cz/10-o-chiptuningu.html>

[75] Ovlivní oprava řídicí jednotky životnost motoru?. *CIMBU Autosport* [online]. 2012 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.cimbu.cz/index.php?page=faq&lng=cze>

[76] Pravdy a mýty - spotřeba paliva. *PowerTEC* [online]. 2012 [cit. 2014-03-06].
Dostupné z: <http://www.chiptuning.cz/chiptuning/pruvodce-chiptuningem/pruvodce-pravdy-a-myty>

[77] Chiptuning pouze od skutečných odborníků – CIMBU
autosport. *AUTOINDEX* [online]. 2013 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z:
<http://www.autoindex.cz/clanek.php?pid=404>

[78] Dva výkony v jednom voze. *E-Chiptuning* [online]. 2012 [cit. 2014-03-05]. Dostupné
z: <http://www.e-chiptuning.cz/chiptuning-doublechip.php>

[79] DTK. *Chiptuning247.co.uk* [online]. 2013 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z:
http://www.chiptuning247.co.uk/media/catalog/product/cache/12/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/d/t/dtk_int_1_2649.gif

[80] Robert Bosch GmbH. *Přehled systému řízení vznětového motoru*. Praha : Robert
Bosch odbytová s.r.o., 2009.

Příloha 1 – 2: Protokoly z měření emisí, před a po úpravě ECU



AutoFREIBERG
 Praha 6, Radimova 39
 Pracoviště měření emisí
 číslo 41.06.17

SME č. 410614 TEL: ___ / ___ FAX: ___ / ___

PROTOKOL č. 32,10

o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Značka vozidla: <u>VA</u>	Druh vozidla: <u>020391</u>
Typ vozidla: <u>ROVA</u>	Kategorie vozidla: <u>VA</u>
Typ motoru: <u>ATD</u>	Registrační značka: <u>1A72844</u>
Výrobní č. mot. *):	Rok výroby (1. registrace): <u>2002</u>
Stav počítáče ujeté vzdálenosti: <u>84904</u> km	Druh paliva: <u>U4</u>
Typ emisního systému: <u>WT107</u>	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa): QUANTAT WARTIA CÍSOVICE 46

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy):	<u>UPOZNIT</u>
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou:	<u>UPOZNIT</u>

Otáčky [min ⁻¹]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	<u>800 - 1000</u>	<u>400</u>
Maximální	<u>4000 - 5000</u>	<u>4800</u>

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [m ¹]		<u>0,10</u>
Hodnota kouřivosti [m ¹]	dovolená	<u>1,50</u>
	naměřená	<u>0,43</u>
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m ¹]:	dovolené	<u>0,17</u>
	naměřené	<u>0,17</u>

Použitý kouřoměr (výrobce, typ): UWAMA

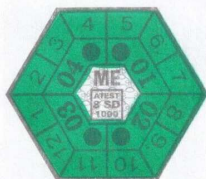
Záznam z kouřoměru tvoří přílohu tohoto protokolu. Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:

Vozidlo z hlediska měření emisí: <u>UPOZNIT</u>	Číslo osvědčení o ME: <u>EPD 668 460</u>
Příští měření emisí v termínu do: <u>24.5.2014</u>	Kontrolní nálepka: <u>UPOZNIT</u>
Měření emisí provedl: <u>[Signature]</u>	, osvědčení ev. č. <u>410614</u>
Datum provedení měření emisí: <u>24.5.2014</u>	
Za správnost: <u>[Signature]</u>	<u>[Signature]</u> podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP vozidla





SME č. 42.10.11

Název a sídlo SME: INTERAUTO s.r.o.

Nádražní 439
252 1 Mníšek pod Brdy
Tel.: 318592640
Fax: 318592276

PROTOKOL č.: 672/2014N**o měření emisí vozidla se vznětovým motorem**

Značka vozidla: VOLKSWAGEN	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: BORA	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: ATD	Registrační značka: 1A7 8844
Číslo motoru *): NEEVIDOVÁNO	Rok výroby(1. registrace): 2002
Stav počítáče ujeté vzdálenosti: 125 675	Palivo: NAFTA
Typ emisního systému: Řízený	
Provozovatel vozidla (jméno, adresa)	

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly (stav sací, výfukové a palivové soustavy): **OK,**

Výsledek kontroly závad řídicí jednotky: **OK,**

Otáčky [1/min]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné	800-1000	900
Přeběhové	4600-5000	4850

Korigovaný součinitel absorpce (ze štítku) [1/m]		
Hodnota kouřivosti [1/m]:	dovolená	1,50
	naměřená	0,65
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [1/m]:	dovolené	0,25
	naměřené	0,13

Použitý kouřoměr (výrobce, typ): AT 601

Záznam z opacimetru je přílohou tohoto protokolu.

Poznámky:

Vozidlo z hlediska měření emisí **VYHOVUJE**
Příští měření emisí v termínu do **20.3.2016**
Měření emisí provedl **Miroslav Řanda**

Datum provedení měření emisí **20.3.2014**
Za správnost:

Číslo osvědčení: **EDB970726**
Kontrolní nálepka **BYLA VYLEPENÁ**
, osvědčení ev. č. **BNA 1882**

razítko

podpis



*) Pouze je-li uvedeno v TP vozidla

Příloha 3: Protokol z měření výkonu a toč. momentu motoru

Moto COM Test
systém pro měření motorů

Jmeno:

Vozidlo:

BORA 74KW ATD

Datum:

18.3.2014 14:25:52

Tlak vzduchu :

955

Teplota okolí:

22,5°C

Tlak sani :

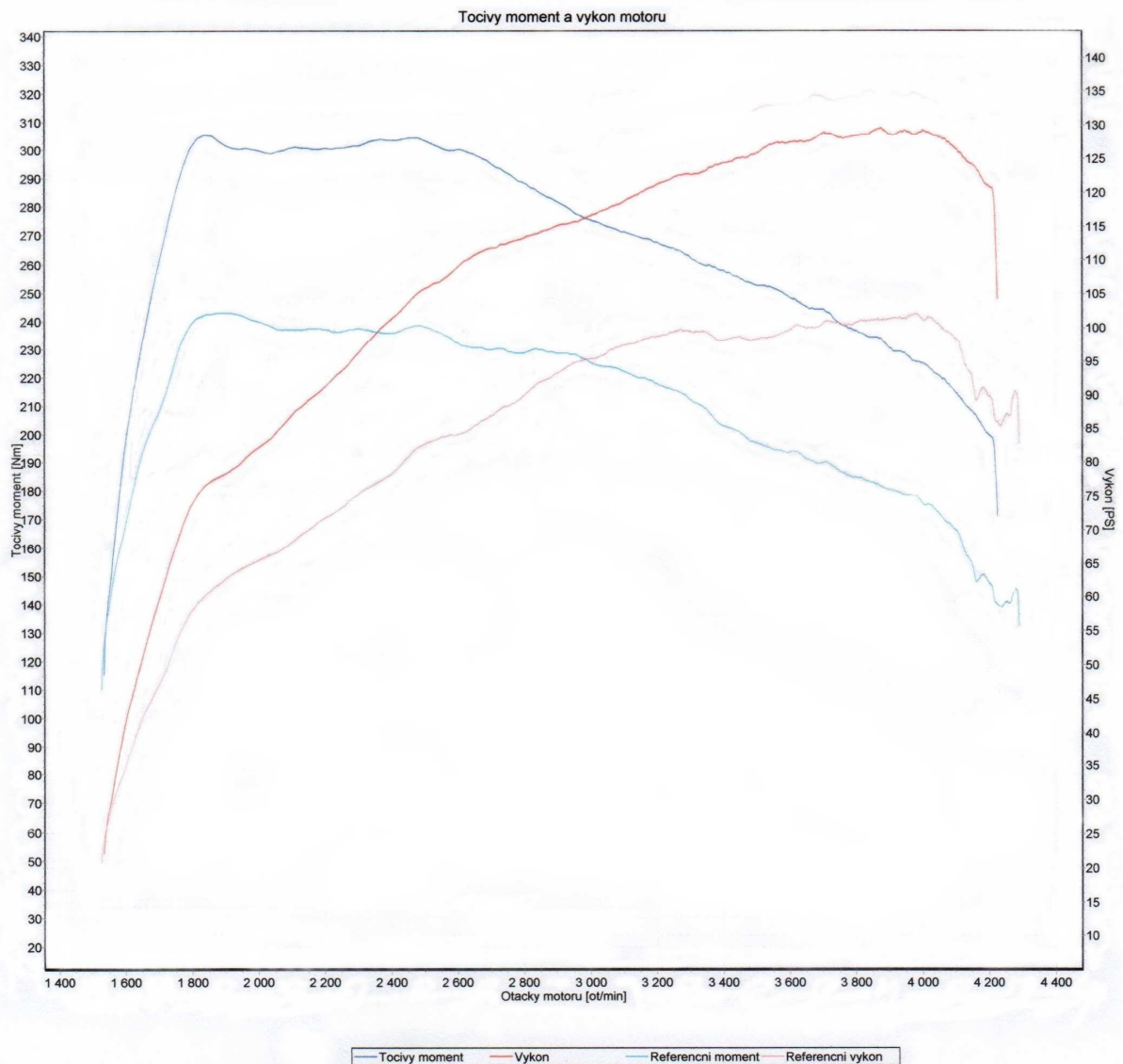
1000

Teplota sani:

30°C

Tlak v pneumatice:

0



Maximalni tocivy moment 306,93 Nm pri 1809 ot/min, Maximalni vykon 129,24 PS pri 4084 ot/min, Vykon navysen o 6,5% podle DIN 70020