

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

TECHNICKÁ FAKULTA

Katedra vozidel a pozemní dopravy



Homologace silničních motorových vozidel
(s ohledem na problematiku emisních předpisů)

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Boleslav Kadleček, CSc.

Autor diplomové práce: Bc. Ladislav Zach

Praha 2009

Vysoká škola:	Česká zemědělská univerzita v Praze	Fakulta:	technická
Katedra:	vozidel a pozemní dopravy	Akademický rok:	2007/2008

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant: **Ladislav Zach**

Studijní obor: Silniční a městská automobilová doprava

Studijní zaměření:

Název práce: **Homologace silničních motorových vozidel**

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

Provést popis, rozbor a analýzu typového schvalování vozidel do provozu (homologací), včetně legislativních předpisů a zkušebních testů.

Osnova práce:

1. Rešerše současného stavu homologačních předpisů a testů motorových vozidel
2. Vývojové trendy homologačních testů a předpisů – globální, EU
3. Provést analýzu současného stavu v homologaci vozidel
4. Na homologačním pracovišti se zúčastnit schvalovacích měření
5. Vyhodnotit experimenty, vypracovat vlastní doporučení, závěry

Metodika práce:

- provést rešerši základní literatury o homologacích vozidel, legislativní předpisy
- vyhledat a kontaktovat významné organizace zabývající se problematikou homologací
- provést, příp. zúčastnit se experimentálního měření na homologačním pracovišti
- provést vlastní rozbor a vyhodnocení, uvést své názory, teoretické předpoklady
- navrhnout doporučení

Rozsah práce: 50 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Kröbl, L.: Automobily a životní prostředí. Praha: 1993
2. Vlk, F.: Zkoušení a diagnostika motorových vozidel. Brno: Nakladatelství Vlk, 2001.
3. internet: <http://www.businessinfo.cz>
4. internet: <http://www.dieseln.net>
5. Firemní literatura: Škoda, katalogy, prospekty, elektronická literatura.
6. Matějovský, V.: Automobilová paliva. Praha: Grada Publishing, 2005.
7. Růžička, A.: EOBD – evropská on board diagnostika (2. část). AutoEXPERT.

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Boleslav Kadleček, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 30. 11. 2007

Termín odevzdání diplomové práce: 30. 4. 2009



Doc. Ing. Boleslav Kadleček, CSc.

vedoucí katedry

Prof. Ing. Jiří Klíma, CSc.

děkan

V Praze dne 24. 1. 2008

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím literárních pramenů uvedených v seznamu literatury a po odborných konzultacích s vedoucím diplomové práce.

.....
podpis

V Praze 19. 3. 2009

Poděkování

Děkuji Doc. Ing. Boleslavu Kadlečkovi, CSc., vedoucímu diplomové práce, za jeho odborné vedení, připomínky a rady, které mi poskytoval v průběhu jejího zpracování. Zároveň velice děkuji panu Ing. Pavlu Štěřbovi z TUV SÚD Czech s.r.o., za poskytnutí informací a odborných materiálů.

Abstrakt: Cílem této diplomové práce je popsat přehled vývoje a současný stav typového schvalování vozidel do provozu. V kapitole „Historický vývoj homologačních předpisů a testů motorových vozidel” je stručně nastíněn vývoj homologačních předpisů a testů motorových vozidel v jednotlivých oblastech. V kapitole „Současný stav v homologaci vozidel” jsou popsány předpisy pro vozidla do a nad 3,5t celkové hmotnosti, limitované složky, pracovní režimy, emisní předpisy a emisní testy pro vozidla v provozu nebo pro nová vozidla při homologaci. Kapitola „Vývojové trendy homologačních testů a předpisů” se zabývá novými připravovanými předpisy a zamyšlením nad dalším vývojem.

Klíčová slova: Homologace vozidel, směrnice, homologační testy, emise výfukových plynů, emisní předpisy, měření emisí

Summary: The purpose of this diploma thesis is to describe the development in the type approval of vehicle for use and its current situation. In the chapter „The historical development of homologation regulations and tests of motor vehicles“ there is briefly drawn up the development in particular departments. In the chapter „Current situation of vehicles homologation“ there are described the regulations of vehicles below and above 3,5t of total weight, limited components, operation modes, exhaust emission regulations and tests of vehicles in use or the new one during homologation. The chapter „Developments of homologation regulations and tests“ deals the preparation of new regulations and takes a think about future development.

Keywords: Vehicles homologation, directions, acceptance test, exhaust fumes emission, emission regulation rules, emission testing

Obsah

1. Úvod	1
2. Historický vývoj homologačních předpisů a testů motorových vozidel	3
2.1 Homologační předpisy ČR	3
2.2 Vývoj emisních předpisů v hlavních oblastech	4
2.3 Emisní testy při homologaci vozidel v USA	7
2.3.1 Homologace lehkých vozidel (LDV)	7
2.3.2 Homologace těžkých vozidel (HDV)	11
2.3.3 Homologace nesilničních vozidel	14
2.3.4 Emisní kontroly vozidel v USA	14
2.4 Vývoj emisních předpisů v Evropě	16
2.4.1 Emisní předpisy pro vozidla do 3,5 t celkové hmotnosti	17
3. Současný stav v homologaci vozidel	21
3.1 Evropská unie	21
3.1.1 Emisní limity pro osobní automobily:	23
3.2 Emisní předpisy pro vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti	24
3.3 Emisní kontroly vozidel v provozu v Evropě.....	24
3.4 Režimy emisních testů EHK a Směrnic EU	26
3.4.1 Vozidla do 3,5 t.....	26
3.4.2 Vozidla nad 3,5 t	28
3.4.2.1 Předpis EHK 49 /Směrnice EU	28
3.4.2.2 Předpis EHK 24/Směrnice EU	36
3.4.3 Homologace nesilničních vozidel	36
3.5 Emisní předpisy v ČR	38
3.5.1 Schvalování nových typů vozidel	38
3.5.2 Emisní kontroly vozidel v provozu.....	38
3.6 Emisní kontroly vozidel s OBD (EOBD).....	38
3.7 Aktivní způsoby potlačení škodlivých emisí u zážehových motorů	39
3.8 Válcový vozidlový dynamometr	40
4. Měření na homologačním pracovišti	43
4.1 Používané přístroje	43
4.2 Postup měření	46
4.3 Naměřené hodnoty	48
4.4 Vyhodnocení měření	49
4.5 Individuální dovozy vozidel kategorií M1, N1 a L.....	49
4.5.1 Postup při dovozu vozidel z neevropských zemí.....	50
4.6 Homologační měření spotřeby paliva	51
5. Vývojové trendy homologačních testů a předpisů	54
5.1 Přiblížení podmínek měření podmínkám v běžném provozu.....	54
5.2 Trendy v omezování emisních složek osobních vozidel.....	55
5.3 Trendy snižování emisí u těžkých automobilů.....	56
5.4 Palubní diagnostika (OBD)	58
5.5 Zvláštnosti pro alternativní paliva.....	59
6. Závěr	61
Seznam použité literatury	63

1. Úvod

Automobily se staly nezbytným prostředkem při uspokojování jak osobních potřeb jednotlivců, tak prostředkem pro zabezpečení chodu prakticky všech resortů národního hospodářství. Počet automobilů stále roste a ve většině průmyslových zemí se jejich počet pohybuje v rozmezí 300 – 600 automobilů na 1000 obyvatel. Důvody, které vedly k tak značnému rozmachu automobilové dopravy, vyplývají především z rychlosti přepravy, pohodlí přepravovaných osob, nezávislosti na jiných dopravních systémech a možnosti přímé dopravy osob i věcí z výchozího do cílového místa určení bez překládky.

Lidé si rychle zvykli na všechny výhody, které automobilová doprava přináší. Je třeba si však uvědomit, že za všemi výhodami stojí i nevýhody. V první řadě jsou to negativní dopady na životní prostředí. Jedná se především o hluk, plynné a pevné emise škodlivých látek ve výfukových plynech, nežádoucí odpady ropných produktů na komunikacích, parkovacích plochách nebo v servisních opravárenských zařízeních. Přitom tento výčet negativních účinků se projevuje při užívání motorových vozidel v provozu. Při úplném souhrnu záporů by bylo třeba započítat veškeré vlivy průmyslu, zabývajícího se výrobou automobilů, jejich dílů včetně provozních hmot.

V souvislosti se zhoršováním životního prostředí vznikla nutnost tuto situaci řešit. Snaha omezovat nepříznivé účinky automobilů na životní prostředí se stala v posledním desetiletí součástí základních požadavků na vývoj nových typů automobilů. Nejdříve se začalo s odstraňováním nadměrného hluku, který vznikal nedostatečným tlumením výfukového systému, přes snižování kouřivosti vznětových motorů až po dnešní předpisy a normy většinou s mezinárodní platností. Tyto normy a předpisy omezují nejen vlastní produkci škodlivin při provozu vozidla, ale i ve výrobním procesu, a poslední dobou už stanovují pravidla nutná pro ekologicky přijatelnou likvidaci starých vozidel [2].

Každé nově vyráběné vozidlo, které se dostane na trh, musí splňovat příslušné homologační předpisy (typové schvalování). Proto jsou ještě před zahájením prodeje uskutečňována náročná schvalovací měření - tzv. homologační zkoušky. Součástí těchto předpisů je i ustanovení týkající se množství škodlivin ve výfukových plynech.

Evropský standard pro automobilové motory je vytvářen Evropskou hospodářskou komisí (EHK) v rámci Dohody o přijetí jednotných podmínek pro homologaci a vzájemné uznávání homologace výbavy dílů motorových vozidel. Tyto předpisy EHK jsou platné ve většině evropských států. V rámci Evropské unie je navíc kompetentním orgánem v oblasti předpisové báze, vztahující se k emisnímu hodnocení automobilů, Motor Vehicle Emmission Group (MVEG), která je součástí administrativy EU [3].

Cílem diplomové práce je popsat přehled vývoje a současný stav typového schvalování vozidel do provozu, legislativní předpisy a zkušební testy pro motorová vozidla různých kategorií z globálního a regionálního pohledu.

2. Historický vývoj homologačních předpisů a testů motorových vozidel

2.1 Homologační předpisy ČR

V České republice je stanovena povinnost plnit Předpisy, jejichž užívání náš stát notifikoval, vyhláškou Ministerstva dopravy o schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích č. 102/1995 Sb., kde jsou v příloze 5 všechny tyto předpisy konkrétně uvedeny.

Homologujícím orgánem v České republice je Ministerstvo dopravy a spojů ČR. Protože účelem Dohody je co nejvíce sjednotit evropské zákonodárství pro konstrukci a schvalování silničních vozidel, notifikovaly téměř všechny členské státy, které jsou smluvními stranami, velkou většinu vydaných Předpisů. V poslední době proběhla celková revize Dohody a bylo vydáno její nové znění (Revize 2), které vstoupilo v platnost dne 16.10.1995. Nový název Dohody vyjadřuje, čím se dohoda v průběhu svého dosavadního užívání skutečně stala: „Dohoda o přijetí jednotných technických pravidel pro kolová vozidla, zařízení a části, které se mohou montovat anebo užít na kolových vozidlech a o podmínkách pro vzájemné uznávání homologací, udělených na základě těchto pravidel“.

Jednotná ustanovení pro homologaci se týkají podle povahy věci buď jednotlivých konstrukčních skupin, které se zkoušejí samostatně a mohou se montovat na různá vozidla (homologační zkouška se provádí přímo na součásti vozidla), nebo se týkají vozidel jako celku (homologační značka je pak vyznačena na homologačním štítku vozu). Příslušné předpisy EHK – OSN jsou číslovány chronologicky. Obsahují kromě formálních ustanovení pro schvalování zejména pevnostní, životnostní a funkční technické specifikace a podrobnou zkušební metodiku, která zahrnuje zejména statické či dynamické destrukční zkoušky za předepsaných podmínek a na předepsaném zkušebním zařízení. Splnění homologačních předpisů se úředně ověřuje v autorizovaných zkušebnách kteréhokoli z členských států, které se svým dobrovolným přistoupením k předpisu zavázaly, že jsou ochotny připustit do provozu jen vozidla, která získala tzv. evropskou homologační značku v některé z autorizovaných zkušeben [3].

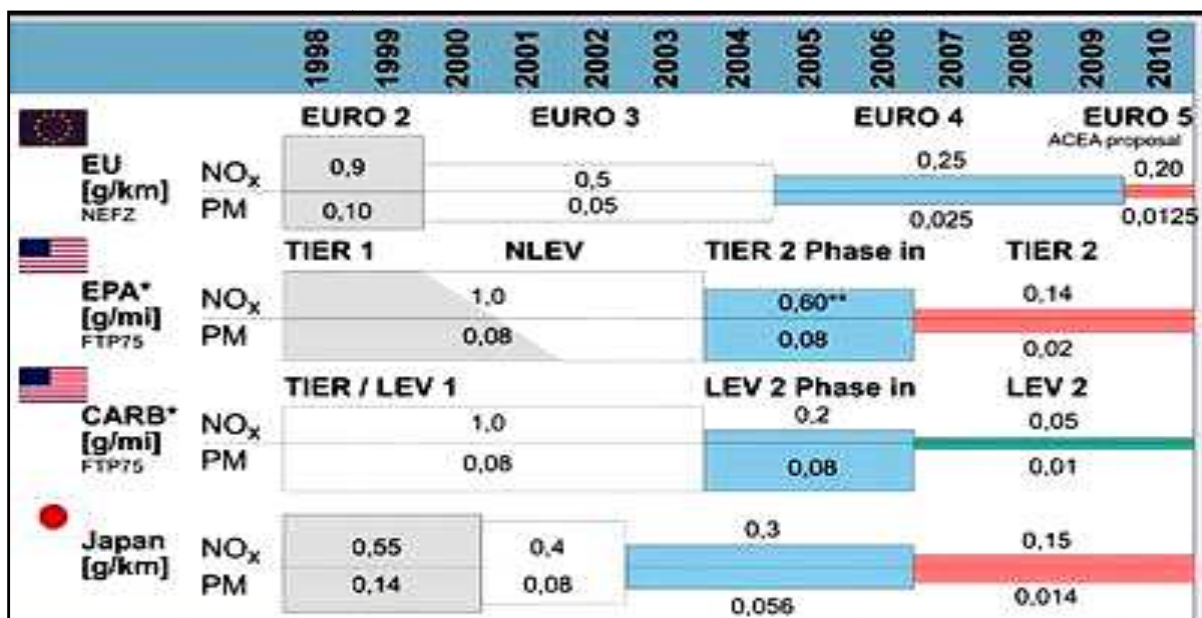
2.2 Vývoj emisních předpisů v hlavních oblastech

Vývoj emisních předpisů, omezujících emise škodlivin ve výfukových plynech motorů začal v USA – a dodnes jsou předpisy USA, včetně státu Kalifornie považované jako jedny z nejpřísnějších a tvořících technický základ pro formování předpisů. Jejich vývoj je možné teritoriálně rozdělit do čtyř oblastí:

- USA
- Japonsko
- Evropa
- Austrálie

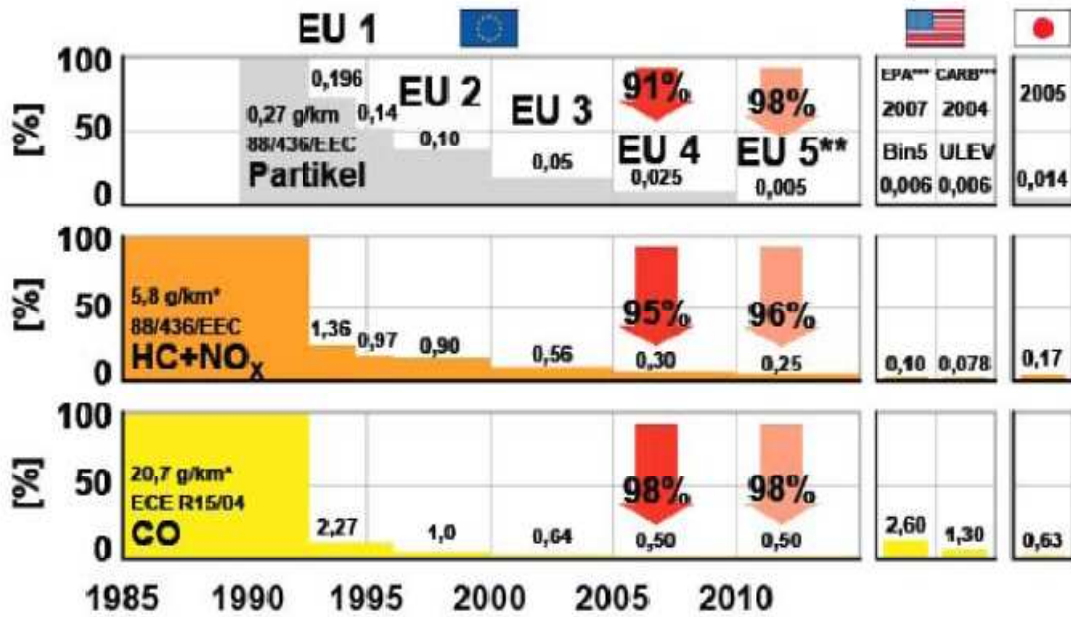
Rozdílnosti v předpisech těchto oblastí jsou jednak v rozsahu jejich platnosti (např. dělení vozidel do kategorií), ve zvolených měřících metodikách a ve stanovených mezních hodnotách jednotlivých složek, a jednak v termínech jejich platnosti. Volba předpisů je však v mnoha případech více než zeměpisnou polohou ovlivňována hospodářskými vazbami států. Omezování škodlivých emisí výfukových plynů osobních vozidel bylo povinně zavedeno poprvé v roce 1968 v USA ve státě Kalifornie. Nejdůležitější a nejpřísnější předpisy pocházejí z USA, Japonska a Evropy [1].

Obrázek 1 Vývoj emisních předpisů [1]

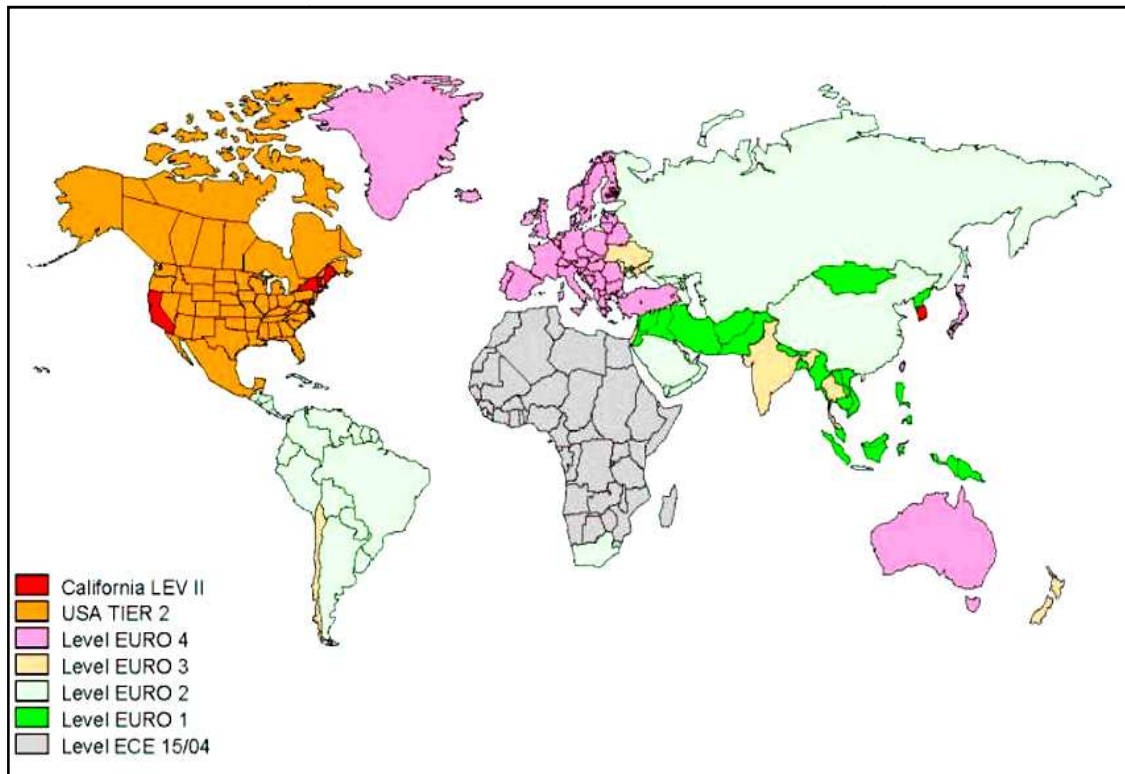


Emisní limity v Evropě, USA a Japonsku. Rozdíly mezi hodnotami EPA a CARB jsou v hodnotách najetých kilometrů. EPA platí pro automobily s předpokládaným ročním projezdem 50 000 mil, CARB pro ty, které najedou 100 000 mil a více za jeden rok.

Obrázek 2 Vývoj emisních limitů pro kategorie vozidel M1 a N1 [20]



Obrázek 3 Přehled úrovně emisních předpisů ve světě [1]



Tabulka 1 Emisní předpisy a testy ve světě [6].

	emisní předpis	emisní test	emise zaručeny
Zbytek světa	rozdílné	FTP 75	80.000 km popř. 5 let
	rozdílné	EURO 1 popř. EURO 2	80.000 km
Japonsko	Japan	11 Mode + 10.15 Mode	30.000 km
	Japan 2000	11 Mode + 10.15 Mode	80.000 km
USA a Kanada	TIER I	FTP 75	100.000 mil popř. 10 let
	TIER (LEV I)	FTP 75 + SFTP	100.000 mil popř. 10 let
	LEV (LEV i)	FTP 75 + SFTP	100.000 mil popř. 10 let
	ULEV (LEV I)	FTP 75 + SFTP	100.000 mil popř. 10 let
	P-ZEV (SULEV)	FTP 75 + SFTP	100.000 mil popř. 15 let
	TEIR 2	FTP 75 + SFTP	120.000 mil popř. 10 let
	LEV (LEV II)	FTP 75 + SFTP	120.000 mil popř. 10 let
	ULEV (LEV II)	FTP 75 + SFTP	120.000 mil popř. 10 let
	SULEV (LEV II)	FTP 75 + SFTP	120.000 mil popř. 10 let

- **Californie LEV 2** limity (10 let, 120 000 mil, optimální 150 000 mil / 5 let, 50 000 mil)

Tabulka 2 Limity emisního předpisu LEV 2 v kalifornii [6].

Kategorie	NOx (g/mi)	NMOG (g/mi)	CO (g/mi)	HCHO (g/mi)	PM (g/mi)
LEV II	0,07 / 0,05	0,090 / 0,075	4,2 / 3,4	0,018 / 0,015	0,01
ULEV II	0,07 / 0,05	0,055 / 0,040	2,1 / 1,7	0,011 / 0,008	0,01
SULEV II	0,02	0,01	1	0,004	0,01

USA - Tier 2 limity (10 let, 120 000 mil / 5 let, 50 000 mil)

Tabulka 3 Limity emisního předpisu Tier 2 v USA [6].

třída	NOx (g/mi)	NMOG (g/mi)	CO (g/mi)	HCHO (g/mi)	PM / full (g/mi)	Pozn.
11	0,9 / 0,6	0,28 / 0,195	7,3 / 5,0	0,032 / 0,022	0,12	zrušeno v r. 2008
10	0,6 / 0,4	0,156 / 0,125	4,2 / 3,4	0,018 / 0,018	0,08	zrušeno v r. 2008
9	0,3 / 0,2	0,09 / 0,075	4,2 / 3,4	0,018 / 0,015	0,06	zrušeno v r. 2008
8	0,2 / 0,14	0,125 / 0,100	4,2 / 3,4	0,018 / 0,015	0,02	
7	0,15 / 0,11	0,09 / 0,075	4,2 / 3,4	0,018 / 0,015	0,02	
6	0,1 / 0,08	0,09 / 0,075	4,2 / 3,4	0,018 / 0,15	0,01	
5	0,05	0,09 / 0,075	4,2 / 3,4	0,018 / 0,015	0,01	
4	0,04	0,07	2,1	0,011	0,01	
3	0,03	0,055	2,1	0,011	0,01	
2	0,02	0,01	2,1	0,004	0,01	
1	0	0	0	0	0	

Třída (Bin) – daňová třída (podle naměřených emisních parametrů je přidělena daňová třída)

TIER 1, LEV 1 - applicable till 2004, TIER 2, LEV 2 applicable from 2004

2.3 Emisní testy při homologaci vozidel v USA

Vývoj emisních testů pro homologaci vozidel je v USA historicky nejrozsáhlejší. Celý výčet těchto cyklů by přesáhl rozsah této práce, a proto v této kapitole budou uvedeny jen ty nejdůležitější zkušební cykly.

2.3.1 Homologace lehkých vozidel (LDV) [1], [15], [16]

Lehká vozidla (Light-duty vehicles, LDV) jsou dle CAAA (Clean Air Act Amendments) rozdělená do dvou kategorií.

1. Tier 1 standard - stále platný standard pro homologaci osobních automobilů, lehkých nákladních automobilů, sportovních automobilů (SUV), minivanů a pick-upů o celkové hmotnosti (GVWR, gross vehicle weight rating) do 8 500 liber.

2. Tier 2 standard - postupně zaváděný od roku 2004 - 2009. Tento standard zpřísňuje emisní limity u těžších vozidel. Doplnuje standard Tier 1 o kategorii vozidel (medium-duty passenger vehicles - MDPV), která zahrnuje těžší SUV automobily a osobní dodávky o celkové hmotnosti 8 500 - 10 000 liber. Tyto automobily jsou homologovány jako osobní automobily. Automobily používané v komerční sféře o hmotnosti nad 8 500 liber jsou nadále homologovány jako nákladní automobily (HDV).

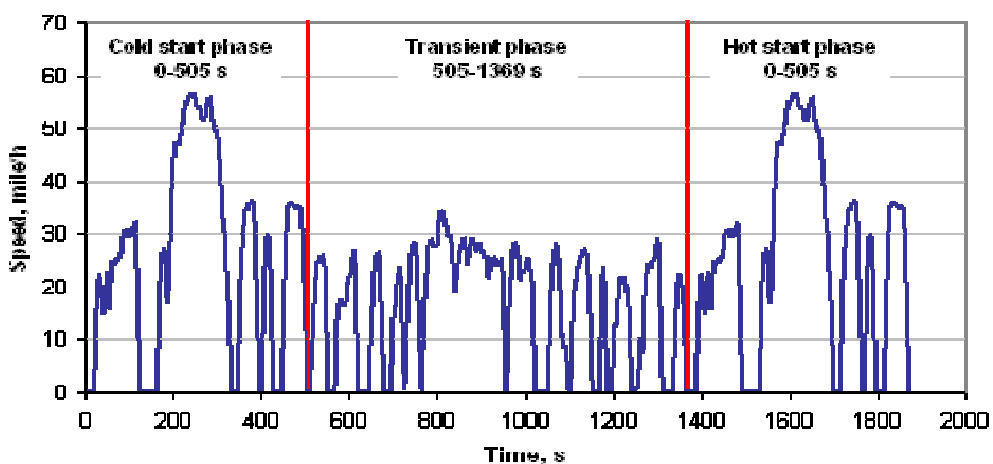
FTP 75 (Federal Test Procedure)

Zkušební jízdní cyklus na válcovém dynamometru pro certifikaci osobních a lehkých užitkových vozidel platný od r. 2000. Cyklus je nástupcem světově uznávaného cyklu FTP 72. FTP 75 cyklus vznikl přidáním další části tzv. hot start phase jinak je identický s původním a skládá se z následujících částí:

1. fáze studený start (cold start phase)
2. fáze neustálený režim (transient phase)
3. fáze teplý start (hot start phase)

Hot start phase je identická jako cold start phase a začíná 10 minut po transient phase.

Obrázek 4 Časový průběh rychlosti vozidla ve zkušebním cyklu FTP 75 [5]



Tabulka 4 Základní parametry zkušebního cyklu FTP-75

dráha cyklu	trvání cyklu	průměrná rychlost
11.04 míle (17.77 km)	1874s	21.2 mph. (34.1 km/h)

Výfukové exhalace jsou ukládány odděleně pro každou fázi do teflonových vaků a následně analyzovány a vyhodnocovány v g/mile (g/km). Váhy jednotlivých fází pro výpočet emisí jsou 0,43 pro (cold start), 1,0 pro (transient phase) a 0,57 pro (hot start phase).

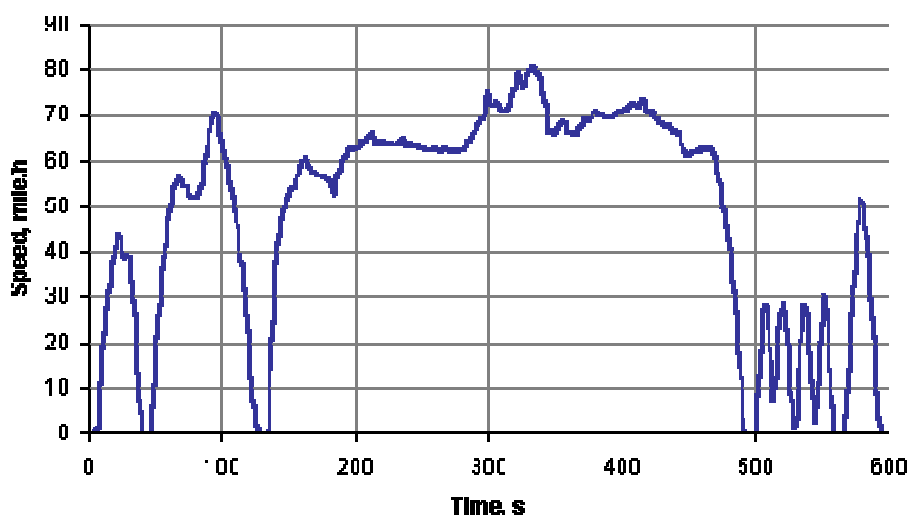
Vozidla musí být dodatečně testována dalšími dvěma doplňkovými federálními testy SFTP (Supplemental Federal Test Procedure).

1) **US06** (aggressive, high speed driving) – cyklus simulující agresivní způsob jízdy

2) **SC03** (the use of air conditioning) – simulace jízdy při zapnuté klimatizaci

US06 - Doplňkový test pro měření emisí charakterizovaný simulací agresivní jízdy s vysokým zrychlením při rozjezdu vozidla a vysokém kolísání otáček motoru.

Obrázek 5 Časový průběh rychlosti vozidla ve zkušebním jízdním cyklu US06 [5]

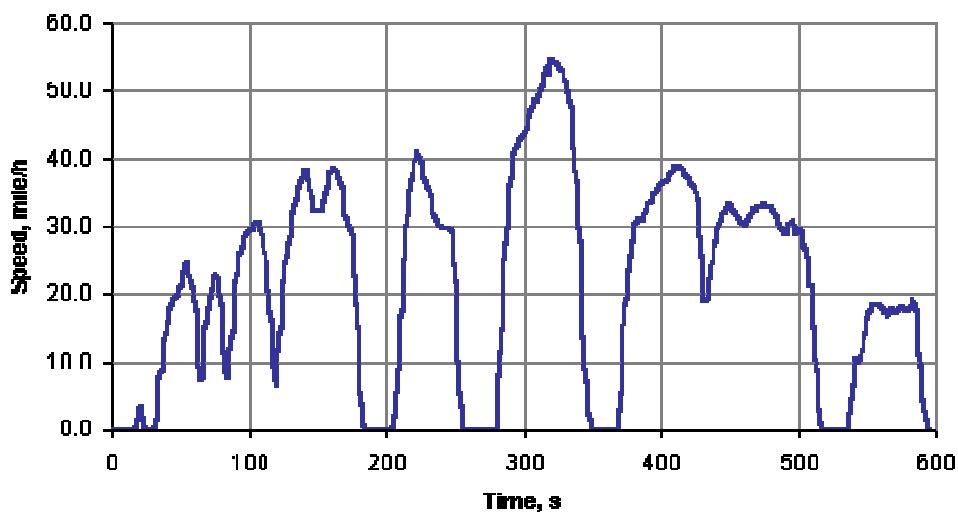


Tabulka 5 Základní parametry zkušebního cyklu US06

dráha cyklu	průměrná rychlost	nejvyšší rychlost	doba trvání
8.01 míle (12.8 km)	48.4mph (77.9 km/h)	80.3mph (129.2km/h)	596 sekund

SC03 - Doplňkový test pro měření emisí charakterizovaný simulací jízdy vozidla při použití klimatizace.

Obrázek 6 Časový průběh rychlosti vozidla ve zkušebním jízdním cyklu SC03 [5]



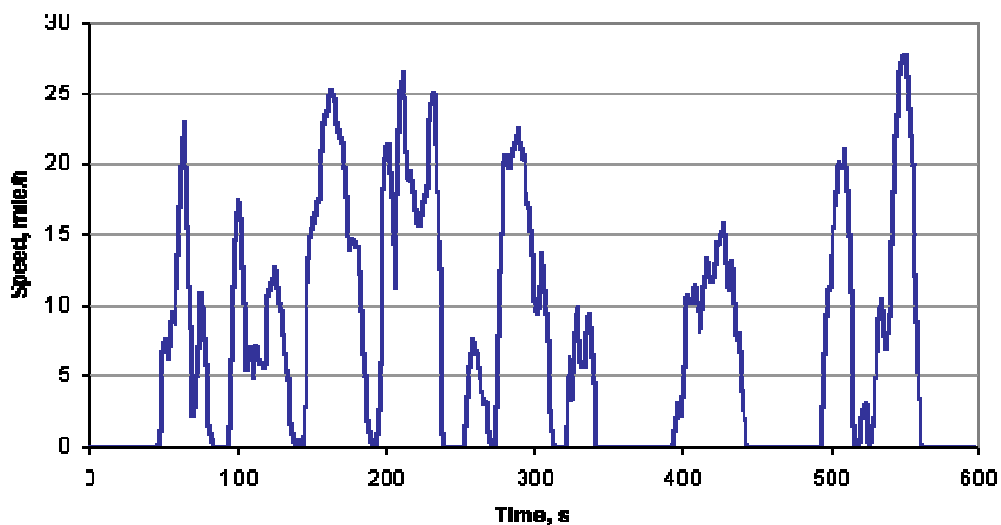
Tabulka 6 Základní parametry zkušebního cyklu SC03

dráha cyklu	průměrná rychlost	nejvyšší rychlost	doba trvání
3.6 míle (5.8 km)	21.6 mph (34.8 km/h)	54.8 mph (88.2 km/h)	596 sekund

EPA New York City Cycle (NYCC)

Zkušební jízdní test pro osobní a lehká užitková vozidla aplikovaný v New Yorku na válcovém dynamometru, simulující pomalou jízdu v hustém městském provozu s častými zastávkami.

Obrázek 7 Časový průběh rychlosti vozidla ve zkušebním jízdním cyklu NYCC [5]



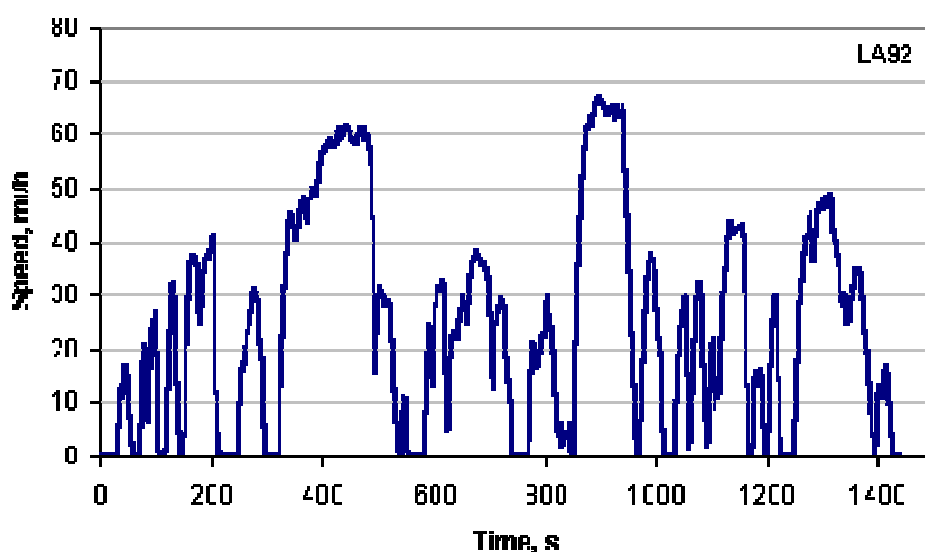
Tabulka 7 Základní parametry zkušebního cyklu NYCC

dráha cyklu	průměrná rychlost	nejvyšší rychlost	doba trvání
1.18 míle (1.89 km)	7.1 mph (11.4 km/h)	27.7 mph (44.6 km/h)	598 s

California LA92 Cycle

Zkušební jízdní test pro měření emisí simulující ještě více agresivní jízdu s vysokým zrychlením při rozjezdu vozidla, vysokém kolísání otáček a nižší jsou ztrátové časy. Je používán k homologaci vozidel v Kalifornii.

Obrázek 8 Časový průběh rychlosti vozidla ve zkušebním jízdním cyklu LA92 [5]



Tabulka 8 Základní parametry zkušebního cyklu LA92

dráha cyklu	průměrná rychlost	nejvyšší rychlost	doba trvání
9.82 miles (15.74 km)	24.61 mph (39.61 km/h)	67 mph (107.8 km/h)	1435 s

2.3.2 Homologace těžkých vozidel (HDV) [1], [15], [16]

Těžká vozidla (Heavy-duty vehicles, HDV) jsou definována jako vozidla o celkové hmotnosti (GVWR, gross vehicle weight rating) nad 8 500 liber ve federální jurisdikci a nad 14 000 liber v Kalifornii. Diesellové motory používané v těžkých vozidlech jsou dále rozděleny do tříd tímto způsobem:

1. Lehká těžká vozidla (LHDDE, Light heavy-duty diesel engines) o celkové hmotnosti 8 500 < LHDDE < 19 500 liber (14 000 < LHDDE < 19 500 v Kalifornii),

2. Středně těžká vozidla (MHDDE, Medium heavy-duty diesel engines) o celkové hmotnosti $19\,500 < \text{MHDDE} < 33\,000$ liber,

3. Velmi těžká vozidla (HHDDE, Heavy heavy-duty diesel engines) včetně městských autobusů o celkové hmotnosti $> 33\,000$ liber.

Homologační měření těžkých vozidel se provádí buď měřením motoru na zkušebním stanovišti (engine dynamometer), nebo simulací jízdy vozidla na válcovém dynamometru (chassis dynamometer). Při měření na zkušebním stanovišti se používá transienční cyklus Heavy-Duty FTP Transient Cycle a nově se doplňuje známým 13-bodovým testem ESC (v Americe obvykle označován EURO III test) a testem Not-to-exceed limit. Při zkoušení celého vozidla se používá cyklus Urban Dynamometer Driving Schedule (UDDS-HD).

Heavy-Duty FTP Transient Cycle (Federal Test Procedure) - aktuální zkušební cyklus pro homologační měření samotných motorů těžkých nákladních vozidel a autobusů prováděný na motorovém dynamometru, který musí být schopen motor nejen brzdit, ale také pohánět. Cyklus je založený na níže uvedeném testu (UDDS, obr. 10), prováděném na válcovém dynamometru, za účelem měření celého vozidla.

Cyklus sestává ze čtyř částí, které simulují:

NYNF (New York Non Freeway) - lehkou městskou dopravu s častými zastávkami a starty

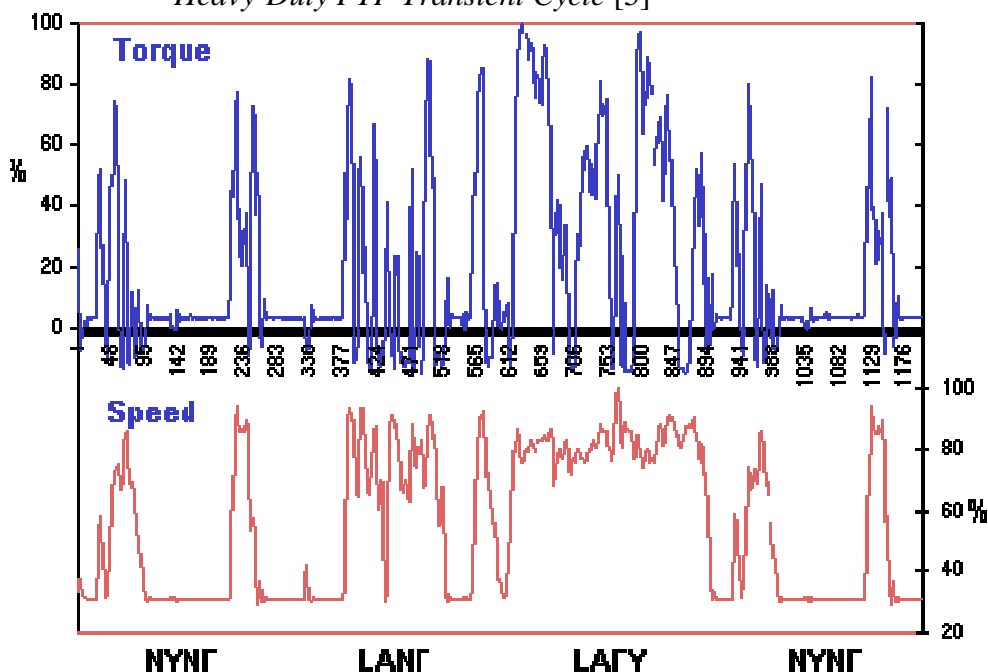
LANF (Los Angeles Non Freeway) - velmi hustou městskou dopravu v Los Angeles

LAFY (Los Angeles Freeway) - velmi hustý dálniční provoz v Los Angeles

NYNF (New York Non Freeway) - opakování první fáze lehké městské dopravy

Homologační test HDV FTP Transient Cycle je zahájen tzv. studeným startem, následuje chod naprázdno, několik zrychlení vozidla, jízda při nízké rychlosti a další předepsané simulace městských, silničních a dálničních provozních podmínek typických pro města New York a Los Angeles. V průběhu celého cyklu je relativně málo ustálených provozních podmínek a průměrný součinitel zatížení je cca 20 % - 25 % z maximálního výkonu dosažitelného v dané rychlosti vozidla. Cyklus se uskutečňuje dvakrát, přičemž druhé opakování je zahájeno s teplým startem po zastávce 1200 s (20 min) po dokončení prvního cyklu. Průměrná rychlost v celém cyklu je cca 30 km/h, celková dráha je cca 10,3 km pro jízdní dobu 1200 s. Jelikož je tento test prováděn na motorovém dynamometru, jsou tyto údaje jen přibližné. Časový průběh standardizovaných otáček motoru a točivého momentu je znázorněn na obr. 9

Obrázek 9 Časový průběh točivého momentu a otáček motoru při zkušebním cyklu Heavy-Duty FTP Transient Cycle [5]



Vozidla musí být dodatečně testována dalšími dvěma doplňkovými federálními testy.

1) SET (Supplemental Emission Test)

SET test je 13-módový stacionární test, který slouží pro kontrolu emisí při provozu ve stacionárních stavech (např. dálniční provoz). Test je totožný s ESC testem (v US obvykle označovaném jako "Euro III" test).

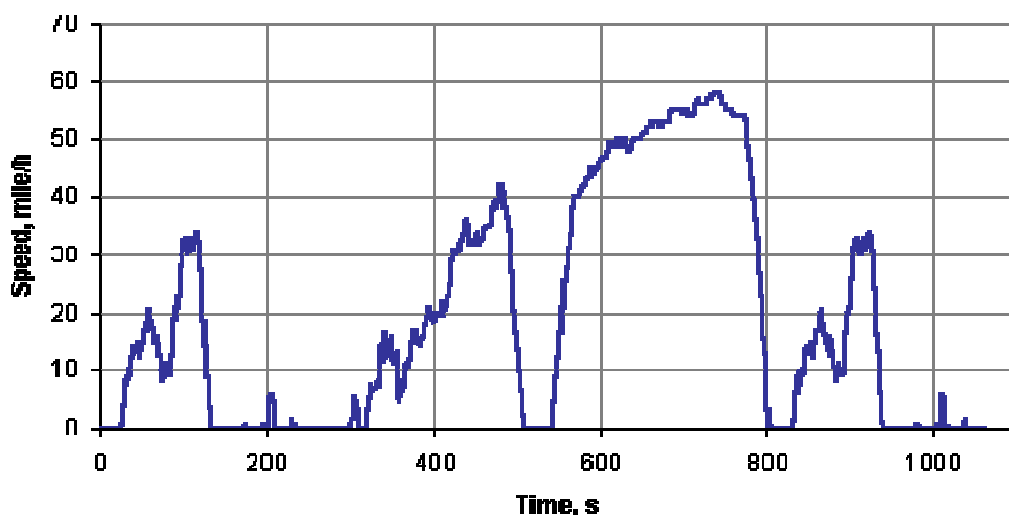
2) NTE (Not-to-Exceed)

Test představující další dodatečný nástroj pro ujištění, že emise z těžkých diesellových motorů jsou splněny v plném rozsahu otáček a zatížení obvyklé při provozu vozidla. NTE stanovuje plochu (NTE zone) pod křivkou točivého momentu motoru, ve které nesmějí emise motoru převyšovat jakoukoli specifickou hodnotu z regulovaných emisí. Postup zkoušky nezahrnuje zvláštní jízdní cyklus ani specifickou délku (dráhu, čas). Spíše zahrnuje jakýkoli možný stav, který může nastat v kontrolní zóně pod ustáleným nebo přechodovým stavem a pod proměnnými okolními podmínkami. Vypočítávají jsou průměrné emise po 30 sekundách a jsou srovnávány s platnými emisními NTE limity.

Urban Dynamometer Driving Schedule (UDDS-HD)

Zkušební cyklus pro těžké silniční nákladní automobily a autobusy prováděný na válcovém dynamometru

Obrázek 10 Časový průběh rychlosti vozidla ve zkušebním jízdním cyklu (UDDS-HD) [5]



Tabulka 9 Základní parametry zkušebního cyklu (UDDS-HD)

dráha cyklu	průměrná rychlost	nejvyšší rychlost	doba trvání
5.55 miles (8.9 km)	18.86 mph. (30.4 km/h)	58 mph. (93.3 km/h)	1060 s

2.3.3 Homologace nesilničních vozidel [15], [16]

Homologace těchto vozidel je obdobná jako v Evropě. Místo testu Non-Road Steady Cycle se používá test ISO 8178, který s ním dobře koreluje. Pro homologaci nejsilnějších vznětových motorů kategorie Tier 4 se používá stejně jako v EU test Non-Road Transient Cycle. V současné době EPA vyvíjí speciální transienční cykly pro homologaci zemědělských strojů. Pro každý typ zemědělského stroje by měl platit speciální cyklus, který má lépe simulovat práci motoru v provozu.

2.3.4 Emisní kontroly vozidel v USA [1]

Pravidelné emisní kontroly vozidel v provozu jsou v některých regionech Spojených států bezesporu na nejvyšší světové úrovni. Inspekce jsou zaměřeny nejen na emise výfukových plynů, ale i na emise hlukové a emise vypařováním paliva (plynotěsnost nádrží, jejich uzávěrů a kompletních palivových soustav).

Nejvýznamnějším rozdílem oproti „zbytku světa“ je, u některých států USA s vysokým stupněm emisního zatížení, aplikace víceúrovňové emisní kontroly a legislativní zavedení nových metod měření.

Tabulka 10 Přehled amerických emisních testů pro kontrolu vozidel v provozu [32]

Typ testu	Charakteristika	Měření emisí	Název testu
Unloaded test	bez zatížení motoru volnoběhové otáčky	ppm , % NDIR	Idle or 2-speed idle BAR97, BAR90
Akcelerační režimy (pouze motor)	měření kouřivosti vznětových motorů při volné akceleraci	% opacity	FAS
Steady State Loaded	ustálené režimy zatížení na válnčovém dynamometru	ppm , % NDIR , Ch-L	ASM 2 mode ASM 5015, 2525
Akcelerační režimy (celé vozidlo)	jednoduché akcelerační režimy na válčovém dynamometru	ppm , % (g/km) VMAS	Mass 31
Transient Loaded	neustálené režimy zatížení akcelerace, ustálené režimy na válč. dynamometru	g/km CVS , VMAS	IM240 BAR 120
Fuel Evaporative Tests Testy výparných emisí	kontrola těsnosti palivové soustavy	%, ppm	SHED
On Board Diagnostic palubní diagnostika emisí	kontrola záznamu chyb senzorů pro řízení emisí	Fault Codes SENSORS	OBD I , OBD II
Remote Sensing	dálkové snímání emisí vozidla na komunikaci	ppm , % NDIR , laser	RSD LASAIR HUGHES/ FEAT
<p>NDIR - Non Dispersive Infra-Red absorption, Ch-L Chemi-luminescence, VMAS - Vehicle Mass Analysis System, BAR97 - Bureau of Automotive Repair, 1997 technical standard, CVS - Constant Volume Sampling, ASM - Acceleration Simulation Mode, IM240 - Inspection Maintenance, 240 seconds</p>			

Dílčí závěr

Omezování škodlivých emisí výfukových plynů osobních vozidel bylo povinně zavedeno poprvé v roce 1968 v USA, ve státě Kalifornia. V současné době v každé zemi existují emisní homologační testy, které zajišťují, že škodlivé emise z nově uváděných vozidel do provozu nepřesáhnou zákonem stanovené hodnoty. Nejdůležitější a nejpřísnější předpisy pocházejí z USA, Japonska a Evropy.

Charakteristickým znakem homologačních zkoušek u vozidel o celkové hmotnosti do 3,5 t je provádění testu simulující jízdu vozidla na válcové zkušebně. Měření má kumulativní charakter, tzn. výfukové plyny se jímají do vaků a výsledné koncentrace jsou udávány v $\text{g}\cdot\text{km}^{-1}$. Charakteristickým znakem homologačních zkoušek u vozidel o celkové hmotnosti nad 3,5 t je testování pouze samotného motoru na zkušebním stanovišti. Měření se provádí při statickém a dynamickém zatěžování motoru.

V USA a v Evropě se při kontrole vozidel v provozu provádí měření emisí při zatížení motoru blízkému provoznímu. Produkce emisí stanovená při tomto zatížení tak výrazně lépe odpovídá produkci ve skutečném provozu. Do budoucna by bylo vhodné tímto způsobem nahradit emisní kontroly prováděné v ČR.

2.4 Vývoj emisních předpisů v Evropě

Členské státy Evropské hospodářské komise OSN (anglická zkratka ECE) uzavřely v Ženevě roku 1958 Dohodu (dále jen Dohoda) o přijetí jednotných podmínek pro homologaci a o vzájemném uznávání homologace výstroje a součásti motorových vozidel. Tato Dohoda stanoví rámcové podmínky. Konkrétní technická témata jsou řešena jednotlivými Předpisy, které formálně jsou přílohami k Dohodě a jsou označeny signaturou, skládající se z části označující Dohodu a z čísla přílohy o Dohodě. V průběhu platnosti Dohody k ní přistupovaly postupně další členské státy. Bývalé Československo k ní přistoupilo jako osmý stát v roce 1960. Česká republika oznámila generálnímu tajemníkovi OSN, že jako nástupnický stát se pokládá za vázanou mezinárodními smlouvami OSN, k nimž přistoupila dřívější ČSSR, mezi nimi i výše uvedenou *Dohodou* a v jejím rámci i *Předpisy*, jejichž užívání notifikovala dřívější ČSSR, resp. ČSFR.

Dohoda nezavazuje smluvní strany k uplatňování všech nebo určitých *Předpisů*, které jsou jejími přílohami. Užívání každého určitého *Předpisu* musí členské státy notifikovat OSN. Členský stát, který notifikoval užívání určitých *Předpisů*, je *Dohodou* zavázán uznávat homologace dle těchto *Předpisů* udělené v jiných členských státech, které tyto *Předpisy* užívají a nesmí, z hlediska předmětu takových *Předpisů*, činit překážky ke schválení a uvádění do provozu homologovaných vozidel nebo jejich homologovaných částí. Členský stát, který notifikoval užívání určitých *Předpisů*, tedy nemusí, ale může, uplatňovat na svém území tyto *Předpisy*, nebo určité z nich, jako povinné. To je již věcí národního zákonodárství každého státu [3].

2.4.1 Emisní předpisy pro vozidla do 3,5 t celkové hmotnosti [8]

Prvním předpisem platným v Evropě byla směrnice EHK 15 zavedená v roce 1971. Ta obsahovala v původní verzi 4 jízdní cykly a počítala s měřením obsahu oxidu uhelnatého (CO) a nespálených uhlovodíků (HC). Později přibýlo měření oxidů dusíku (NO_x). Test se během let měnil a doplňoval.

Po mnoha přepracováních bylo EHK 15 koncem osmdesátých let nahrazeno novou vyhláškou EHK 83. Ta se stala základem i pro dnes platné předpisy. Původní znění vstoupilo v platnost v roce 1989 (v ČR od 1991). Předpis specifikuje 3 typy hodnocení:

- **Typ A** je určen pro hodnocení vozidel se zážehovým motorem bez dodatečné úpravy spalín (dnes se již uplatňuje pouze na přezkušování emisních vlastností starších typů vozidel při jejich individuálním dovozu nebo při jejich přestavbě na použití alternativních paliv).
- **Typ B** se používá pro hodnocení vozidel se zážehovým motorem s katalyzátorem (používajících bezolovnatý benzín).
- **Typ C** je určen pro hodnocení vozidel se vznětovými motory (používajících motorovou naftu).

Předpis EHK 83 prošel od roku 1989 několika úpravami, které se většinou týkaly zpřísnění limitních hodnot.

Na počátku devadesátých let v rámci jednotné legislativy ve státech Evropské unie vychází nové emisní předpisy, jejichž základem je právě EHK 83, ale nesou již název podle zvyklostí EU. Tyto emisní předpisy jsou spíše známější pod názvem EURO (někdy se používá jenom zkratka EU) plus číslo revize předpisu. V rámci sjednocování legislativy jsou tyto předpisy přijímány i v ostatních státech mimo Evropskou unii. Zde nesou označení jako příslušná verze EHK 83 (např. EHK 83.03) [8].

Předpisy EURO, pro vozidla do 3,5t, jsou označovány arabskými číslicemi a pro vozidla nad 3,5t celkové hmotnosti římskými číslicemi.

EURO 1 (EU1)

V roce 1992 začal ve státech Evropské unie platit předpis 91 /441 /EG, známější spíše jako EURO 1, tento předpis začal platit v roce 1995 i jako druhá revize EHK 83 (označení EHK 83.02) v ostatních státech.

EURO 2 (EU2)

Od 1. 1. 1996 platily ve státech Evropské unie předpisy 94/12/EG a 96/69/EG, označované jako EURO 2. Tyto normy zavedly opět přísnější limity a ve státech řídících se podle předpisů EHK vstoupily v platnost jako třetí a čtvrtá revize EHK 83 (EHK 83.03 a EHK 83.04) v roce 1996, resp. v roce 1999.

EURO 3 (EU3)

Od 1. 1. 2000 platí ve státech Evropské unie předpis 98/69EG - A (EURO 3) a od 1. 4. 2001 jako předpis EHK 83.05 platí i v ČR. Tento předpis již počítá s odděleným vyhodnocováním emisí oxidů dusíku (NO_x) a nespálených uhlovodíků (HC), které byly dříve vyhodnocovány společně. Změny se též částečně týkají uspořádání jízdního cyklu.

EURO 4 (EU4)

Od ledna 2005 jsou v platnosti emisní limity Euro 4, které oproti předchozí normě (Euro 3), snižují obsah pevných částic a emisí oxidu dusíku ve výfukových plynech automobilů o 50%

EURO 5 (EU5, platnost od září 2009) [21]

Nová emisní norma EURO 5 tentokrát postihuje více dieselové motory a snaží se je, co se obsahu zplodin týče, srovnat s motory benzínovými. To je docela běžná praxe, neboť „palivový dualismus“ například v USA vůbec neexistuje. Nutno však dodat, že zatímco v Americe tvoří naftové automobily pouze 5% podíl na trhu, v EU je to téměř polovina. Dalším úskalím je, že na naftu jezdí většina vozidel veřejné dopravy, nákladních automobilů nebo vozidel záchranné služby. EURO 5 snižuje emisní limit pro PM na pětinu oproti současnému stavu, což se dá splnit jen při instalaci PM mikrofiltrů, které však nejsou zrovna nejlevnější. Rovněž bude třeba použít nových technologií pro dosažení limitů NO_x.

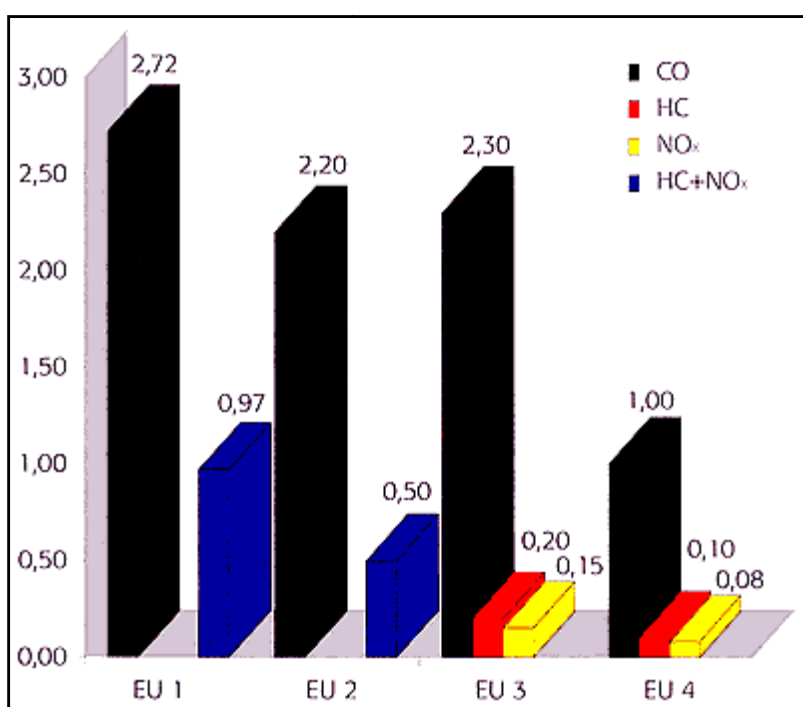
Naopak mnoho již dnes vyráběných benzínových motorů novou směrnicí EURO 5 splňuje. V jejich případě půjde pouze o 25% snížení limitů HC a NO_x, emise CO zůstávají nezměněny. Nově přibyla povinnost montovat filtry na olovnaté částice do benzínových motorů s přímým vstřikováním paliva.

Aby Evropská komise předešla problémům s normami u veřejně prospěšných vozidel, prodlužuje v těchto případech přechodnou dobu na nové standardy ještě o tři roky. Dále se Evropa shodla, že přechod od normy EURO 4 k „pětce“ finančně podpoří.

Například Německo, Francie či Holandsko dotují všechny nově vyrobené vozy, které splňují PM limit daňovou úlevou řádově okolo 500 eur.

Připravované normy Euro 5 by měly platit od září 2009. Zavedení normy EURO 5 bylo původně plánované již v roce 2008, ale Evropský parlament musel nátlaku automobilových výrobců o rok ustoupit. Navíc se tato restrikce bude týkat zatím jen nových modelů aut, starší modely s dobíhající výrobou ji plně pocítí až od roku 2011.

Obrázek 11 Vývoj emisních limitů [8]



Tabulka 11 *Emisní normy a jejich limity.*[21]

Název	Platnost	CO	HC	NOx	HC+NOx	PM
Diesel						
Euro 1	od 1993	2,72	-	-	0.97	0.14
Euro 2	1996	1.0	-	-	0.9	0.10
Euro 3	2000	0.64	-	0.50	0.56	0.05
Euro 4	2005	0.50	-	0.25	0.30	0.025
Euro 5	od září 2009	0.50	-	0.18	0.23	0.005
Euro 6 (návrh)	od září 2014	0.50	-	0.08	0.17	0.005
Benzín						
Euro 1	od 1993	2,72	-	-	0.97	-
Euro 2	1996	2,2	-	-	0.5	-
Euro 3	2000	1,3	0.20	0.15	-	-
Euro 4	2005	1.0	0.10	0.08	-	-
Euro 5	od září 2009	1.0	0.075	0.06	-	0.005

pozn. veškeré údaje jsou uváděny v g/km

Státy mimo EU se co do platnosti jednotlivých revizí předpisu EHK mohou lišit. V Německé spolkové republice platil po jistou dobu předpis označovaný jako EURO 3D. Jeho limity byly přísnější než norma EURO 2 a vozy, které jej splňovaly, měly jisté daňové zvýhodnění.

Všeobecně platí, že vždy od začátku platnosti nového předpisu nesmí být uvedeny do provozu nové typy vozidel, nesplňující tento předpis. Sériová výroba, nebo dovoz vozidel a prodej dříve schválených vozidel nesplňujících zpřísněné požadavky, musí být ukončena zpravidla do jednoho roku od data začátku platnosti nového předpisu. Legislativa řeší nejen schvalování nově vyráběných modelů, ale také kontrolu parametrů vozidel sériové výroby.

3. Současný stav v homologaci vozidel

3.1 Evropská unie

V současné době můžeme státy v Evropě podle emisní legislativy rozdělit do tří základních skupin:

- **Státy, které přejímají předpisy EHK (sem patřila i Česká republika do vstupu do EU).** Tyto země přijímají předpisy podle svých možností, proto se mohou i předpisy limitující hodnoty škodlivých složek výfukových plynů platné pro nová vozidla v jednotlivých státech lišit.
- **Členské země EU, které se povinně řídí směrnicemi.** Tady naopak platí, že výrobci vozidel ze států, které nejsou členy unie, zajišťují, aby vozy jejich produkce limitní hodnoty dané směrnicemi plnily, jinak jsou na západoevropských trzích neprodejně.
- **Státy, které samy zavedly přísnější limity množství emisí škodlivin, než jsou legislativně v rámci Evropy požadovány.** V kategorii vozidel M1 a N1 to jsou předpisy USA pod označením FTP 75, u těžších vozidel pak předpis USA – Transient Test. Tyto testy pocházejí z Kalifornie, která udává trend ve vývoji limitů emisí škodlivých látek ve výfukových plynech. Z evropských zemí je používají např. Švédsko, Švýcarsko, Dánsko, Finsko a Norsko. Legislativa v oblasti emisí je rozdělena podle kategorií vozidel. Systém označování předpisů EHK je patrný z následujícího schématu:

EHK xx.yy **xx – číslo předpisu** **yy – číslo úpravy**

U direktiv EU se systém označování liší, je podobný jako u našich zákonů. Obecně se značení direktivy EU skládá z dvojčíslí roku vydání a pořadového čísla direktivy v daném roce. Proto emisní direktivy systematiku v označování nemají [3].

V současnosti jsou pro homologaci vozidel EU platné předpisy nazývané souhrnně EURO 4. Pro vozidla do 3,5 t jsou to předpisy EHK (ECE) R 83-05 a zkušební testy ECE15, UDC a EUDC. Přičemž ECE 15 + EUDC je také označován jako NEDC (New European Driving Cycle).

Kompletní série emisních předpisů pro zážehové motory:

- **EHK R15** – směrnice 70/220/EEC
- **EHK R15.02** – směrnice 77/102/EEC
- **EHK R15.03** – směrnice 78/665/EEC
- **EHK R15.04** – směrnice 83/351/EEC

Tabulka 12 Tabulka předpisů EHK OSN a směrnic EU podle kategorií vozidel a úrovně limitů emisí škodlivin ve výfukových plynech - aktualizace 15. 12. 2005 [4]

	EURO 2	EURO 3	EURO 4 a vyšší úrovně
osobní automobily kat. M1 s celkovou hmotností do 2,5 t nebo obsazeností do 6 osob	R 83-03 B,C R 83-04 B,C ES 94/12 ES 96/44 ES 96/69 ES 98/77	R 83-05A ES 98/69A ES 1999/102A ES 2001/1A ES 2001/100A ES 2002/80A ES 2003/76A	R 83-05B ES 98/69B ES 1999/102B ES 2001/1B ES 2001/100B ES 2002/80B ES 2003/76B
- osobní automobily kat. M1 s celkovou hmotností nad 2,5 t a/nebo obsazeností nad 6 osob - užitková vozidla kat. N1 - některá užitková vozidla kat. M2 a N2	R 83-04 B,C ES 96/69 ES 98/77	R 83-05A ES 98/69A ES 1999/102A ES 2001/1A ES 2001/100A ES 2002/80A ES 2003/76A	R 83-05B ES 98/69B ES 1999/102B ES 2001/1B ES 2001/100B ES 2002/80B ES 2003/76B
- autobusy kat. M2 a M3 - užitková vozidla kat. N1, N2, N3 (EU II), (EU III), (EU IV)	R 49-02B ES 91/542B ES 96/1	R 49-03A R 49-04A ES 1999/96A ES 2001/27A	R 49-03B1 R 49-04B1 ES 1999/96B1 ES 2001/27B ES 2005/55B1, B2, C, EEV

3.1.1 Emisní limity pro osobní automobily:

Tabulka 13 Emisní limity pro zážehové motory v Evropě [7].

	Předpis 91/441 83-01 EURO 1 (g/km)	Předpis 93/59... 96/69 ECE 83-04 EURO2 (g/km)	Předpis 98/69... 2002/80 ECE 83-05 EURO 3 (g/km)	Předpis 98/69... 2002/80 ECE 83-05 EURO 4 (g/km)	Předpis 98/69 ... 2002/80, ECE 83-05 EOBD EURO 3 EURO 4 (g/km)	EC Předpis 98/69... 2002/80, ECE 83-05 nízká okolní teplota (-7° test) (g/km)
Benzín						
CO	2,72	2,2	2,3	1	3,2	15
HC+NO _x	0,97	0,5				
HC			0,2	0,1	0,4	1,8
Nox			0,15	0,08	0,6	
Odpařitelnost	2 g/test	2 g/test	2 g/test	2 g/test		

Tabulka 14 Emisní limity pro vznětové motory v Evropě [7].

	Předpis 91/441 83-01 EURO 1 (g/km)	Předpis 93/59... 96/69 ECE 83-04 EURO 2 (g/km)	Předpis 98/69... 2002/80 ECE 83-05 EURO 3 (g/km)	Předpis 98/69... 2002/80 ECE 83-05 EURO 4 (g/km)	Předpis 98/69 ... 2002/80, ECE 83-05 EOBD EURO 3 EURO 4 (g/km)	EC Předpis 98/69... 2002/80, ECE 83-05 nízká okolní teplota (-7° test) (g/km)
Motorová nafta						
CO	2,72	1	0,64	0,5	3,2	
HC+NO _x	0,97	0,7	0,56	0,3		
HC					0,4	
NO _x			0,5	0,25	0,6	
Prachové částice	0,14	0,8	0,05	0,025		

Podrobněji viz Příloha 4.

3.2 Emisní předpisy pro vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti

Pro vozidla nad 3,5 t jsou to předpisy EHK (ECE) R 49.01 až 05 a jim odpovídající Směrnice EU. Nejnovější zkušební testy označované ESC (European Stationary Cycle) - viz Obrázek 14, ELR (European Load Response) - viz Obrázek 15, ETC (European Transient Cycle) - viz Obrázek 16, 17, 18. Dále platí předpis EHK 24 (ECE) pro vozidla se vznětovým motorem.

ESC=European stationary cycle; **ETC**=European transient cycle; **ECE**=Economic Commission of Europe

Emisní předpisy EHK 49 jsou harmonizovány. Byly zahrnuty ve směrnici Evropské unie 72/306/EEC a dalších navazujících směrnicích.

Kromě výše uvedených předpisů platí v Evropě emisní předpisy pro traktorové motory (EHK 96) a směrnice EU (97/68/ES nebo 2000/25/ES) pro motory nesilničních mobilních strojů.

3.3 Emisní kontroly vozidel v provozu v Evropě

Celkové emise v dopravě rostou rovněž v EU, i když tento nárůst je méně výrazný než v ČR. V popředí zájmu legislativních, univerzitních aj. výzkumných institucí v oblasti dopravy je řešení problematiky finančně a časově přijatelných pravidelných technických a emisních kontrol vozidel takovými metodami, které lépe odpovídají skutečným provozním podmínkám. Tyto emisní kontroly by měly tedy především lépe charakterizovat míru skutečného zatížení životního prostředí provozem vozidla, např. vyjádřením výsledků testu v měrných emisích, tj. množstvím emisí na jednotku dráhy (g/km), resp. množstvím emisí na jednotku práce (g/kwh).

Tabulka 15 Emisní testy pro vozidla v provozu v Evropě [1].

Typ emisní kontroly Inspection & Maintenance	stručná charakteristika	výstup	název testu
Nezatížené režimy NO-Load Short Test	měření pouze koncentrace emisí volnoběžné a zvýšené otáčky	% ppm	Idle/fast idle test
	měření při volnoběhu a zvýšených otáčkách s lambda testem	% ppm	Idle/fast idle tests with lambda test
Akcelerační režimy (pouze motor)	měření koncentrace emisí při volné akceleraci motoru	% ppm	INCOLL/AUTONAT
	měření při volné akceleraci kouřivost vznětových motorů	m ⁻¹ HSU	EHK(ECE) R24
Ustálené režimy zatížení Steady-State Loaded Tests	jízda na válcovém dynamometru při ustálené rychlosti s konstantním zatížením; akcelerační přechody	% ppm	VdTÜV's - gasoline
		m ⁻¹ %	VdTÜV's - diesel
Akcelerační režimy (celé vozidlo)	jízda na válcovém dynamometru při akceleračních a ustálených režimech a jejich kombinace	% ppm (g/km)	pouze převzaté (USA)
Neustálený režim zatížení Transient Loaded Tests	jízda na válcovém dynamometru simulace jízdnicích režimů městských, mimo-městských a dálničních	g/km CVS	Modem IM long cycles (HYZEM)
			TÜV-A short cycles MODEM short
Dálkové snímání emisí Remote Sensing	dálková kontrola emisí a rychlosti vozidel při jízdě na vozovce	% ppm	LASAIR HUGHES/FEAT
Testy výparných emisí Fuel Evaporative Test	kontrola těsnosti uzávěru nádrže, nádoba aktivní uhlí → katalyzátor	% ppm	SHED
Palubní diagnostika On Board Diagnostik	kontrola záznamu chyb senzorů pro řízení emisí	Fault Codes	OBDI , OBDII (USA) EOBD (EU)

3.4 Režimy emisních testů EHK a Směrnic EU

3.4.1 Vozidla do 3,5t

Pro vozidla do 3,5 tuny celkové hmotnosti se vznětovým motorem mimo předpis EHK 15 resp. EHK 83, platí ještě předpis EHK 24, omezující kouřivost motoru.

Základním znakem EHK 24, charakterizujícím metodický postup pro stanovení množství škodlivin u této kategorie vozidel je, že zkoušce je podrobena vozidlo jako celek na válcovém dynamometru. Automobil je podroben zkušebním režimům, které vycházejí ze simulace jízdních podmínek. Měření má kumulativní charakter tzn., že výfukové plyny se jímají do vaků a výsledné koncentrace jsou udány v g / km, dříve gramy / test.

Vlastní postup měření limitovaných složek definoval předpis EHK č. 15, který vstoupil v platnost roku 1970 a v počátečním období do roku 1976 stanovil mezní hodnoty (limity pro složky CO a HC, od roku 1976 také limity NO_x příp. celkové hodnoty HC a NO_x).

Předepsané jízdní testy vozidla obsahují volnoběh, zrychlení, ustálenou rychlost i deceleraci a jsou zvoleny tak, aby se blížily městskému provozu. Teprve předpis EHK 83, který v roce 1989 nahradil dříve platný předpis EHK 15 (používaný v ČR od roku 1972) zahrnuje i režimy při vyšších rychlostech, charakteristických pro mimoměstský provoz. (Obr. č. 12)

Předpis EHK 83, je určen zejména pro vozidla kategorií M1 a N1 do 3,5 t celkové hmotnosti a limituje emise složek CO, HC, NO_x a od revize EHK 83.01 i emise škodlivých částic u vznětových motorů. Předpis EHK 83 byl do dnešní doby celkem 5krát novelizován v důsledku zvyšujících se požadavků na snižování hodnot výfukových emisí.

K emisním předpisům vydává Evropská unie ekvivalentní Směrnice, známé pod označením EURO (viz tab. 12). Ve státech EU začal v roce 1992 platit předpis 91/441/ES, známý jako EURO 1, který platil od roku 1995 i v ostatních státech jako druhá revize EHK 83 (označení EHK 83.02).

Od 1. 1. 1996 platily ve státech Evropské unie předpisy 94/12/ES a 96/69/ES, označované jako EURO 2. Tyto normy zavedly opět přísnější limity a ve státech řídících se podle předpisů

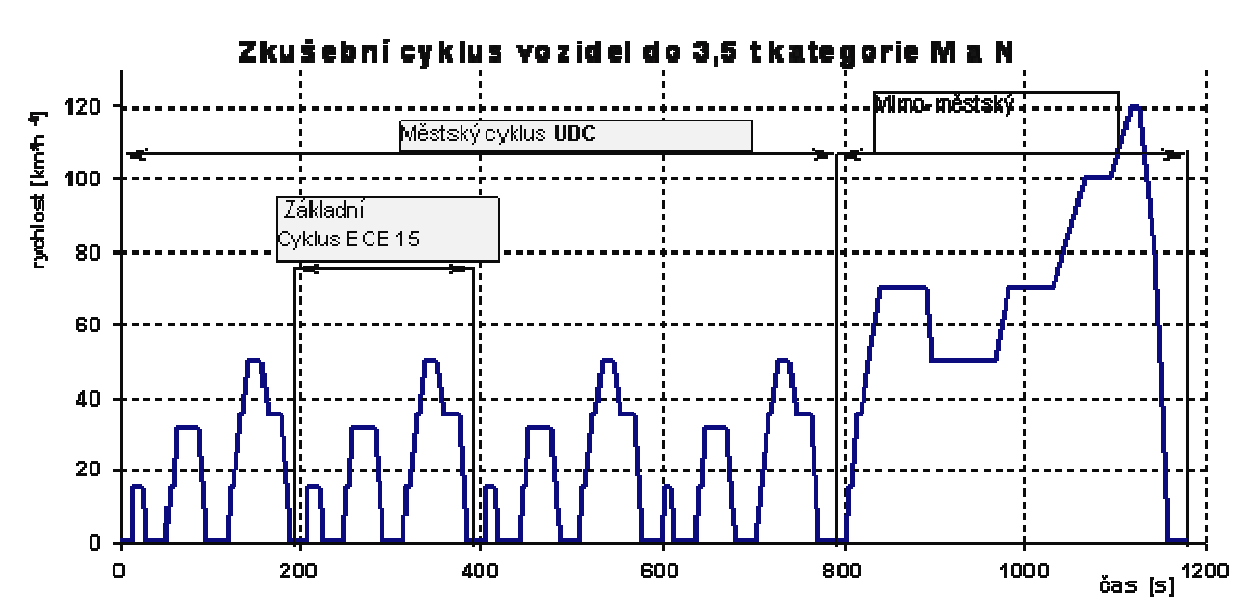
EHK vstoupily v platnost jako třetí a čtvrtá revize EHK 83 (EHK 83.03 a EHK 83.04) v roce 1996, resp. v roce 1999.

Od 1. 1. 2000 platí ve státech Evropské unie předpis 98/69/ES – A (EURO 3) a od 1. 4. 2001 jako předpis EHK 83.05 platí také v ČR. Tento předpis již počítá s odděleným vyhodnocováním emisí oxidů dusíku (NO_x) a nespálených uhlovodíků (HC), které byly pro starší vozidla hodnoceny společně. V současné době platí předpis 98/69/ES – B (EURO 4), pro vozidla uvedená do provozu od roku 2005. Další zpřísnění emisních limitů pod názvem EURO 5 by mělo vejít v platnost od září 2009.

Pro vozidla do 3,5 tun je simulace jízdního cyklu na řízeném válcovém dynamometru, souhrnně nazývaná NEDC (New European Driving Cycle), která zahrnuje 4x režim základního městského cyklu ECE15 a označuje se jako městský cyklus UDC a 1x režim mimoměstského EUDC. Toto měření je provedeno bezprostředně za sebou (UDC + EUDC), a hodnoty jednotlivých emisí se stanovují kumulativně za celý test a přepočítávají na g/km. Časový průběh testu je znázorněn na obr. 12 a parametry v tab. 16.

Přesný postup a popis této zkoušky je popsán ve Směrnici evropského parlamentu a rady 98/69/ES ze dne 13. října 1998 o opatřeních proti znečišťování ovzduší emisemi z motorových vozidel a o změně směrnice 70/220/EHS.

Obrázek 12 Průběh zkušebního cyklu pro homologační měření emisí vozidel do 3,5 t [1].



Tabulka 16 Parametry zkušebního cyklu NEDC měření emisí vozidel do 3,5 t kat. M [1].

část cyklu	Doba (s)	Dráha (m)	Ø Zrychlení (m/s ²)	Volnoběžná doba (s)	Ø rychlost (km/h)	Max. rychlost (km/h)
UDC=4 ECE15	780	4 052	0.487	252	27.6	50.0
EUDC	400	6 955	0.395	41	69.7	90* (120.0)
UDC+EUDC	1180	11 007	0.458	293	44.7	90* (120.0)

* níže naměřené hodnoty jsou určeny při max. rychlosti 90 km/h

3.4.2 Vozidla nad 3,5 t [2]

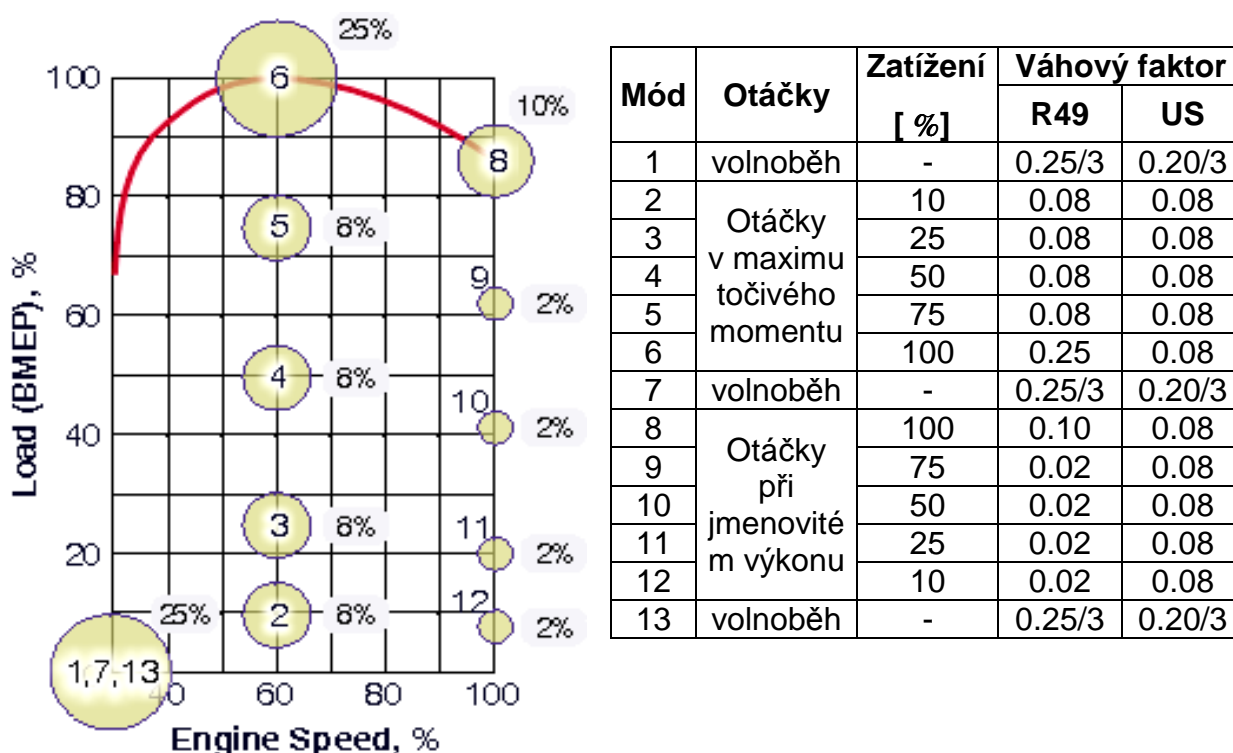
Na rozdíl od osobních a dodávkových automobilů je měření emisí škodlivin u vozidel nad 3,5 t celkové hmotnosti se vznětovým motorem kategorií M2, M3, N2 a N3 (autobusy a nákladní automobily, které jsou poháněny zpravidla vznětovými, tj. naftovými motory a v poslední době i plynovými zážehovými motory) prováděno na samostatném motoru, instalovaném na motorové zkušebně. Zástavbové podmínky motoru ve zkušebně, zejména co do jeho vybavenosti příslušenstvím, tlakových ztrát sacího a výfukového traktu, musí být v maximální míře přiblíženy zástavbovým podmínkám ve vozidle. Měření jsou prováděna podle dvou základních předpisů. EHK č. 24, který stanovuje podmínky měření a limity kouřivosti a EHK č. 49, který stanovuje postup a limituje emise plynných složek škodlivin CO, HC, NO_x [2].

3.4.2.1 Předpis EHK 49 /Směrnice EU

Předpis EHK 49 pro nákladní automobily s hmotností větší než 3,5 t vstoupil v platnost v roce 1983 a byl 5x novelizován. Hlavní změnou bylo snížení emisních limitů. Revize předpisu EHK 49.02, která vstoupila v platnost 1.10. 1993, kromě uvedených plynných složek zavedla měření a limitování částic, jež jsou definovány jako pevné a kapalné látky, obsažené ve výfukových plynech do teploty 52 °C.

Zkušební režim původního předpisu EHK 49 je založen na tzv. 13-ti bodovém testu v ustálených provozních režimech, který obsahuje režimy volnoběhu (3x), plné a částečné zatížení v oblasti max. točivého momentu (5 bodů) a plné a částečné zatížení při jmenovitém (maximálním) výkonu. Pro každý režim je předpisem stanovena váha (důležitost) a výsledek se vyjadřuje jako vážený průměr měrných emisí jednotlivých složek škodlivin v [g/kWh]. (Viz obr. 13)

Obrázek 13 ECE R 49.03 tzv. 13-ti bodový test (EURO II) [5].

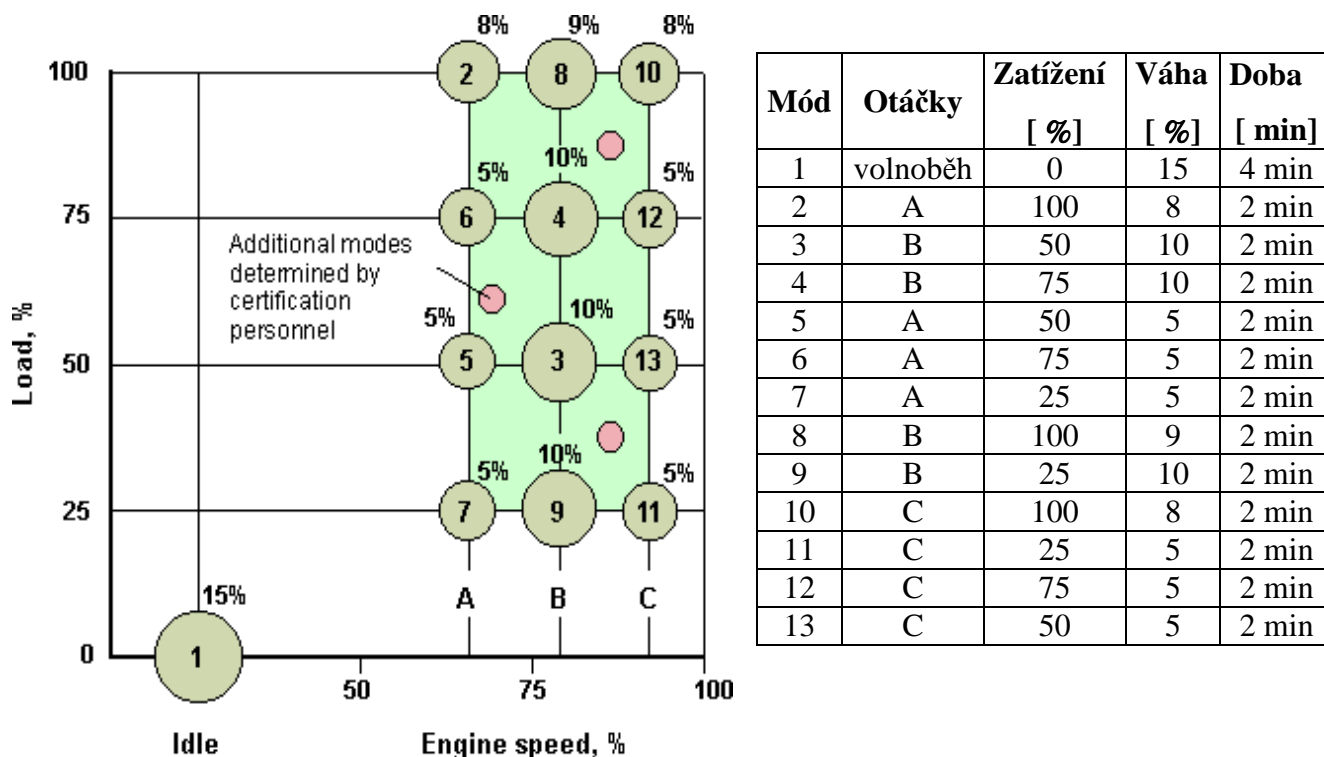


V současnosti platí následující test ESC.

Třináctibodový test (od EURO III)

Zavedením předpisu EHK 49.03 byl 13-ti bodový test upraven (jiné rozložení měřených bodů, měření ve 3 otáčkových hladinách) a zavedeno označení ESC dle obr. 14.

Obrázek 14 ESC (European Stationary Cycle), 13-ti bodový test (EURO III) [5].



ESC (European Stationary Cycle) – Emisní test ESC je variantou nového emisního testu EHK 49 pro kategorie vozidel M2, M3, N2 a N3, který ve 13 bodech testu pokrývá většinu provozní oblasti motoru (v každém režimu je motor měřen 2 minuty a výsledek se hodnotí výpočtově s uvažováním významové váhy jednotlivých režimů). Na obr. 14 jsou jednotlivé režimy emisního testu a jejich váhy pro celkový výsledek vyznačeny v provozní oblasti motoru vozidla kat. M3 (autobusy).

Tento test se vyznačuje vysokými průměrnými součiniteli zatížení a velmi vysokou teplotou výfukových plynů, přičemž A, B a C jsou pro každý motor určované otáčky, jak je znázorněné na obr. 14. V tabulce jsou uvedeny časy, ve kterých se v jednotlivých bodech měří emise a částice, resp. kouřivost [1].

Otáčky motoru A, B a C jsou ve zkušebním cyklu ESC definovány tímto způsobem:

$$A = n_{lo} + 0,25(n_{hi} - n_{lo})$$

$$B = n_{lo} + 0,50(n_{hi} - n_{lo})$$

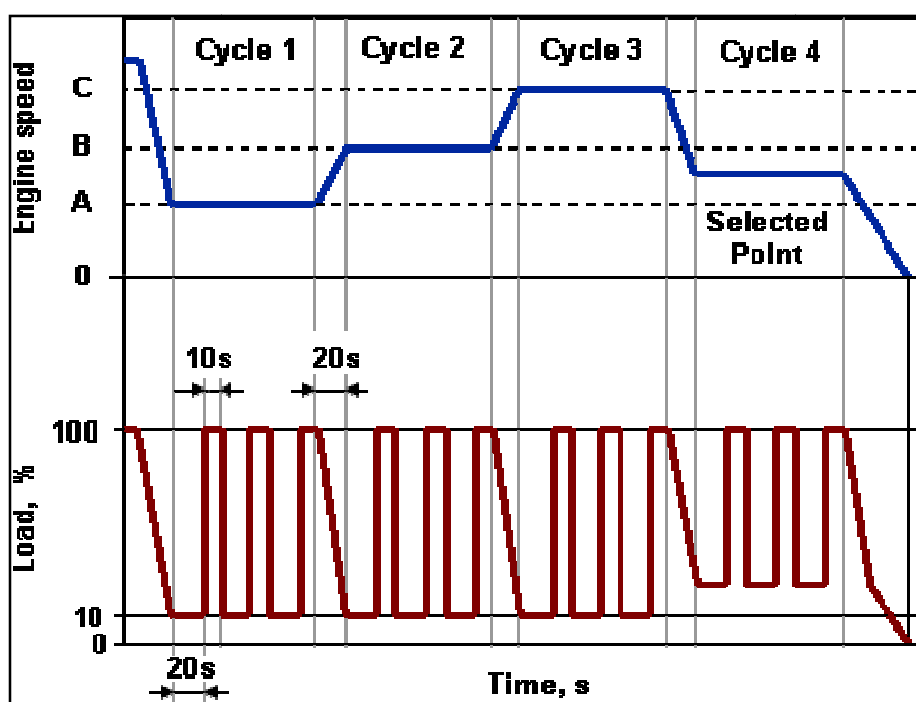
$$C = n_{lo} + 0,75(n_{hi} - n_{lo})$$

n_{lo} – otáčky nízké (low speed) jsou určeny jako 50% frekvence otáček při jmenovitém výkonu.

n_{hi} – otáčky vysoké (high speed) jsou určeny jako 70% frekvence otáček při jmenovitém výkonu.

Dále byl k tomuto testu zaveden tzv. „kvazidynamický“ test s měřením kouřivosti s režimem dle obr. 15

Obrázek 15 Test ELR (European Load Response) [5].



Test ELR (European Load Response) - zkouška se skládá ze sledu tří stupňů zatížení při každé ze tří hodnot otáček motoru A (cyklus 1), B (cyklus 2) a C (cyklus 3), po nichž následuje cyklus 4 při otáčkách, které jsou v kontrolní oblasti, a se zatížením mezi 10 % a 100 % vybraným technickou zkušebnou. Při běhu zkoušeného motoru na dynamometru se musí dodržet následující postup zkoušky znázorněný na obrázku 15.

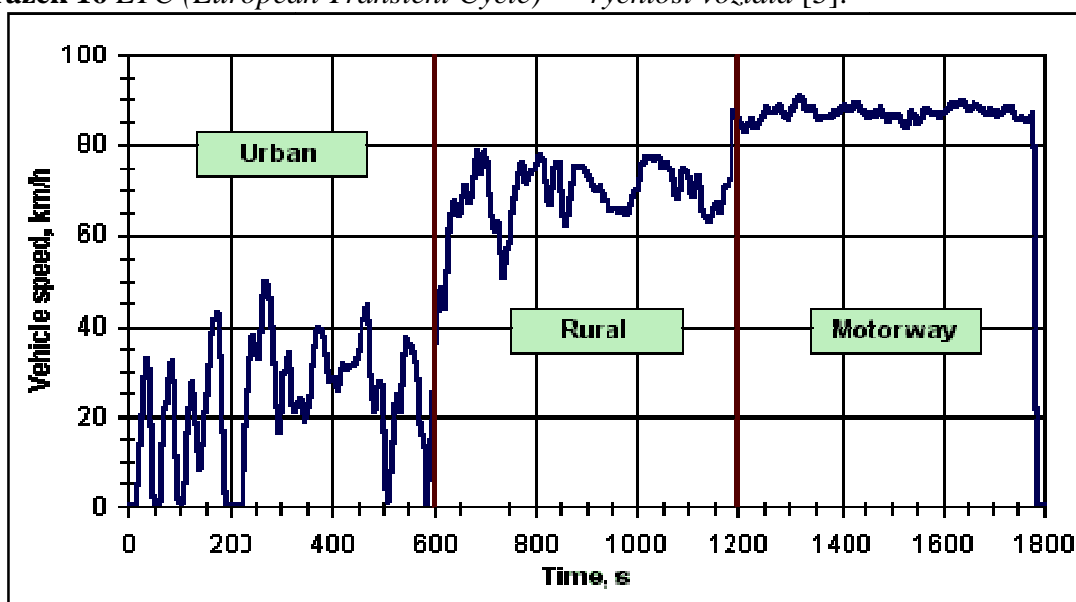
- a) Motor musí běžet s otáčkami A a se zatížením 10 % po dobu 20 ± 2 s. Uvedené otáčky se musí dodržovat v rozmezí $\pm 20 \text{ min}^{-1}$ a uvedený točivý moment v rozmezí ± 2 % maximálního točivého momentu při otáčkách zkoušky.
- b) Na konci předcházejícího úseku se ovládací páka otáček uvede rychle do zcela otevřené polohy a tam se udržuje po dobu 10 ± 1 s. Dynamometr musí působit zatížením potřebným k tomu, aby otáčky motoru kolísaly nejvýše o $\pm 150 \text{ min}^{-1}$ během prvních 3 s a nejvýše o $\pm 20 \text{ min}^{-1}$ v průběhu zbývajících částí úseku.
- c) Postup popsany pod písmeny a) a b) se opakuje dvakrát.
- d) Po ukončení třetího stupně zatížení se v průběhu 20 ± 2 s motor seřídí na otáčky B a na zatížení 10 %.
- e) Postup a) až c) se provede s motorem běžícím s otáčkami B.
- f) Po ukončení třetího stupně zatížení se v průběhu 20 ± 2 s motor seřídí na otáčky C a na zatížení 10 %.
- g) Postup a) až c) se provede s motorem běžícím s otáčkami C.
- h) Po ukončení třetího stupně zatížení se v průběhu 20 ± 2 s motor seřídí na zvolené otáčky a na jakékoli zatížení překračující 10 %.
- i) Postup a) až c) se provede s motorem běžícím se zvolenými otáčkami [9].

Test ETC (European Transient Cycle) [5]

Postupné zpřísnování emisních limitů se v poslední době projevilo výraznou snahou přiblížit zkušební test dynamickým provozním režimům, což se odrazilo ve změně předpisu EHK 49, která vychází z technické úrovně moderních technologií ve vybavení a řízení motorů i technologií z hlediska požadavků na nízkoemisní motory a nově obsahuje hodnocení emisních vlastností motoru i v přechodových režimech. Zkouška, která simuluje provoz motoru v dynamických provozních podmínkách (start, volnoběh, akcelerace, ustálený stav, decelerace), je známá jako TRANSIENT TEST a v modifikaci pro Evropu obsahuje 3 emisní testy:

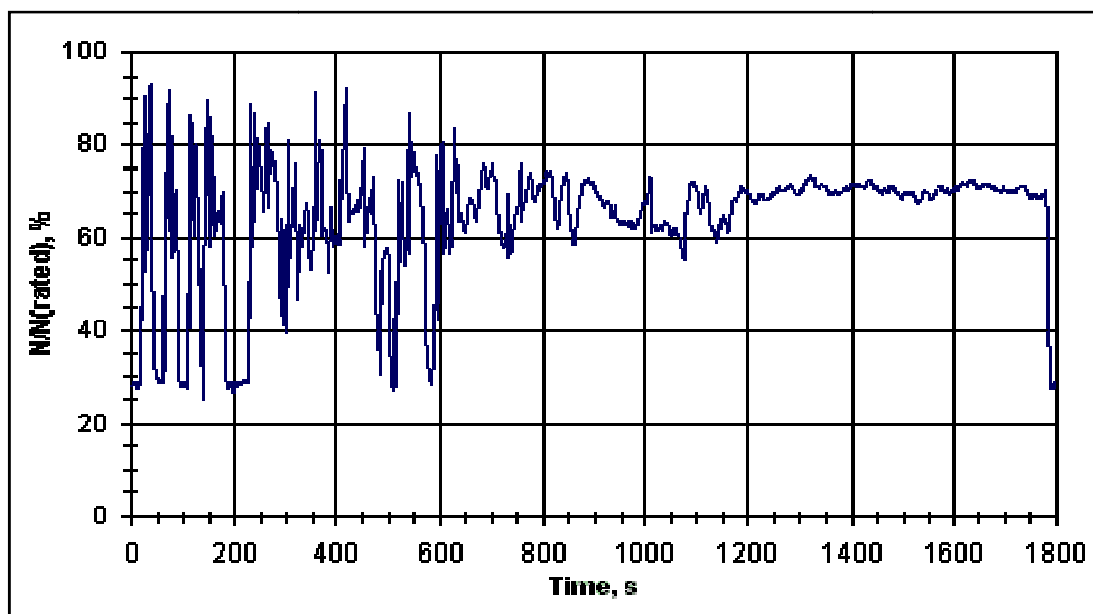
1. Test ESC, který je složen ze 13 ustálených provozních režimů motoru, a zjišťují se při něm všechny výfukové škodliviny.
2. Test ELR sestává z přechodových stavů různých provozních režimů a ověřuje se při něm kouřivost motoru.
3. Test ETC, který je složen ze sekundových sekvencí přechodových režimů, simuluje dynamiku specifických provozních (neustálených) režimů motorů nákladních automobilů a autobusů; výfukové škodliviny jsou vyhodnoceny jako integrální za celý test (stejně jako mechanická práce motoru). (viz obr. 16)

Obrázek 16 ETC (European Transient Cycle) – rychlost vozidla [5].

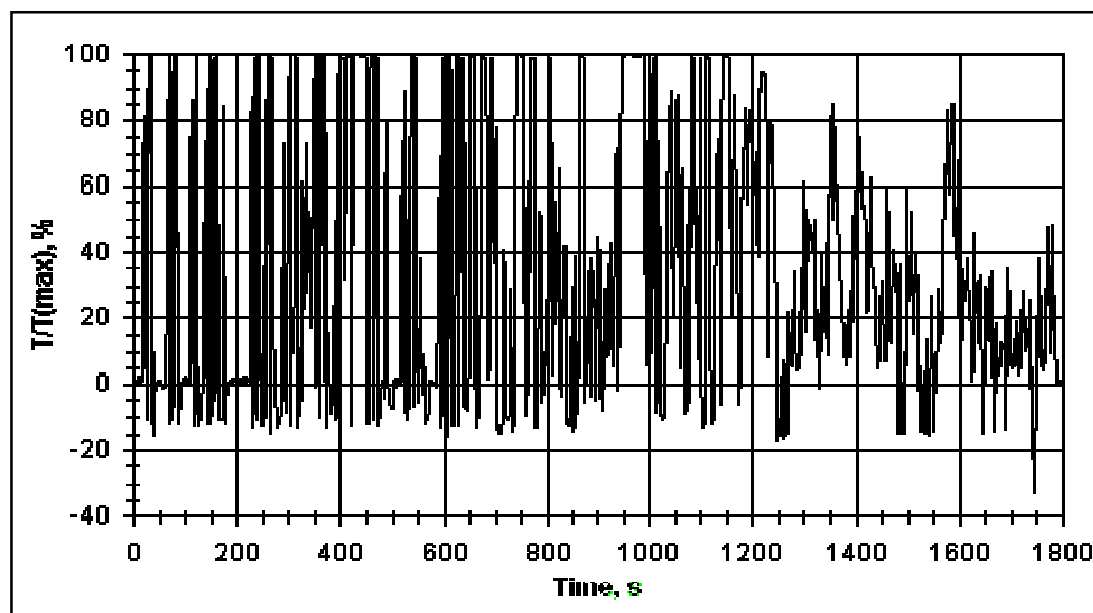


- **městský cyklus** reprezentuje jízdu s nejvyšší rychlostí 50 km/h s častými starty, zastavením, a běhu naprázdno.
- **mimo-městský cyklus** znamená jízdu počínající výraznou akcelerační částí a dále jízdou průměrnou rychlostí asi 72 km/h.
- **dálniční cyklus** je jízda s průměrnou rychlostí asi 88 km/h.

Obrázek 17 ETC (European Transient Cycle) – otáčky motoru [5].



Obrázek 18 ETC (European Transient Cycle) – moment motoru [5].



Emisní limity výfukových škodlivin pro vznětové motory i pro plynové varianty těchto motorů ukazuje Tabulka č.18, která poskytuje pohled na celkový vývoj jejich postupného zpřísnování od začátku platnosti předpisu EHK 49 (původní 13 bodový emisní test a jeho modifikace) až po emisní test ESC a ELR, ETC s limity EURO IV a EURO V (od r. 2001 je test ESC s emisními limity uvedenými v tabulce platný pouze pro naftové motory).

Tabulka 17 *Emisní limity výfukových škodlivin pro vznětové motory*

Předpis	Platný od	Limity měrných emisí [g/kWh]			
		CO	HC	NO _x	PM
EHK 49.00 (ECE R 49.00)	1983	14,0	3,5	18,0	-
EHK 49.01	1990	11,2	2,4	14,4	-
EHK 49.02 (EURO I)	1993	4,5	1,1	8	0,36
EHK 49.03 (EURO II)	1996	4	1,1	7	0,15
EHK 49.04 (EURO III)	2001	2,1	0,66	5	0,10
EURO IV - ESC	2005	1,5	0,46	3,5	0,02
EURO V - ESC	2009	1,5	0,46	2,0	0,02

Měření emisí vozidlových motorů pro ETC testy (TRANSIENT) vyžadují výrazně odlišnou a technicky složitější zkušební technologii proti ustáleným režimům, pro testy ETC musí být použitý asynchronní dynamometr s plně automatizovaným řízením provozu a automatizovaným sběrem všech dat (výkonových i emisních).

Emisní testy ESC a ELR jsou určeny pro vznětové motory bez přídatných zařízení pro dodatečnou úpravu výfukových emisí, emisní test ETC je potom pro plynové motory a vznětové motory s přídatnými zařízeními na dodatečnou úpravu výfukových emisí (katalyzátory, zachycovače částic). Pro emisní test ETC jsou emisní limity stanoveny s ohledem na výrazně dynamickou povahu testu jinými hodnotami, než jsou pro test ESC a pro kategorie vozidel M2, M3, N2 a N3 platí limity, uvedené v následující tabulce.

Tabulka 18 Emisní limity pro naftové a plynové motory podle testu ETC

Emisní limity pro naftové a plynové motory podle testu ETC [g/kWh]						
Předpis	Platný od	CO	NMHC	CH₄	NO_x	PM
EURO III	10.2000	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16
EURO IV	10.2005	4,0	0,55	1,1	3,5	0,03
EURO V	09.2009	4,0	0,55	1,1	2,0	0,03

Pozn.: Emisní limit pro CH₄ platí pouze pro motory na zemní plyn, emisní limit pro PM platí pro plynové motory od předpisu EURO 4.

3.4.2.2 Předpis EHK 24/Směrnice EU

Metodika měření kouřivosti vznětových motorů je dle předpisu EHK 24 založena na měření v ustálených režimech při plném zatížení. Vlastní měření se provádí v 6 bodech v rozmezí od otáček jmenovitých (tj. otáček max. výkonu) do 45% (nebo 1000 otáček/minutu) jmenovitých otáček. Naměřené hodnoty nesmějí překročit limitní křivku, stanovenou v závislosti na objemu produkovaných výfukových plynů.

Předpis EHK 24 byl u nás zaveden v roce 1975. Ke zjišťování hodnoty kouřivosti je předpisem předepsán opacimetr pracující na principu měření optické hustoty výfukových plynů.

Další hodnotou měřenou při této zkoušce je kouřivost motoru při tzv. volné akceleraci. Tato hodnota má v provozu význam hodnoty kontrolní a je využívána při emisních kontrolách vozidel se vznětovými motory v provozu.[2]

3.4.3 Homologace nesilničních vozidel [15], [16]

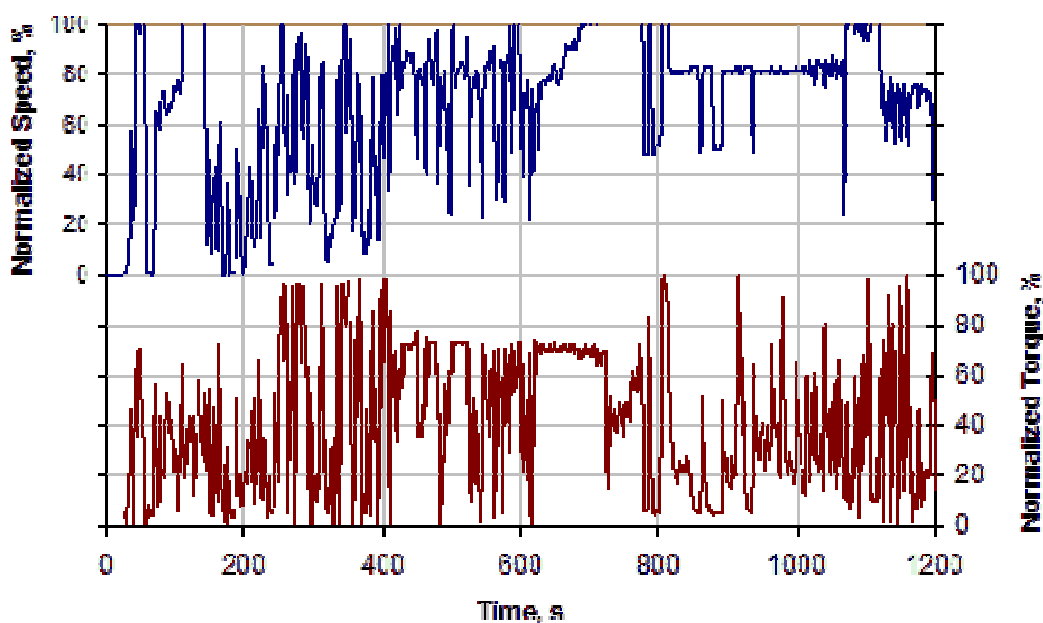
První zákonné omezení škodlivých emisí nesilničních vozidel bylo zavedeno v roce 1997. V současné době jsou platné standardy III/IV, které zpřísňují a postupně nahrazují standardy I/II. Podle těchto standardů se motory nesilničních vozidel testují na motorovém

dynamometru testem Non-Road Steady Cycle (NRSC) nebo cyklem Non-Road Transient Cycle (NRTC).

NRSC test je stacionární test sloužící pro homologaci motorů, které spadají do standardu I/II a nového standardu III. Tento test vychází z testu ISO 8178 korelující s 13 bodovým ESC testem. Motory jsou rozděleny do tříd podle výkonu motoru, typu motoru (zážehový, vznětový) a podle toho do jakého druhu stroje jsou použity např. zahradní sekačka, traktor, loď atd. V každé této třídě se testuje jiný počet módů (bodů) a platí jiné emisní limity.

NRTC test je nejnovější test (původně vyvinutý pro homologaci jen pevných částic) sloužící pro homologaci motorů standardu IV. Jedná se o jízdní test prováděný na motorovém dynamometru o celkové době trvání 1237 sekund. Test se provádí dvakrát za sebou, poprvé se studeným motorem a podruhé s teplým motorem. Finální hodnota emisí je určena váženým průměrem z průměrné hodnoty v každém cyklu, studený motor (váha 0,1), teplý motor váha (0,9).

Obrázek 19 Průběh otáček a točivého momentu motoru v testu NRTC [5]



3.5 Emisní předpisy v ČR

3.5.1 Schvalování nových typů vozidel [1]

Se vstupem ČR do EU platí pro schvalování vozidel do provozu homologace v plném rozsahu směrnice uvedené ve stati 3.1. Přejít z emisních předpisů EHK k Evropským směrnicím nepřinesl v ČR žádné podstatné zvýšení nároků, protože u nás byly průběžně uplatňovány nejnovější změny, které byly se Směrnicemi ES harmonizovány.

3.5.2 Emisní kontroly vozidel v provozu

V ČR povinnost pravidelného měření emisí u vozidel v provozu stanovuje zákon č. 56/2001 Sb. přičemž rozsah a praktické provedení emisních kontrol je dán vyhláškou MD č. 302/2001 Sb., o technických prohlídkách a měření emisí vozidel. Hlavním úkolem a cílem legislativy je udržet škodlivé emise automobilů v provozu v předepsaných limitech v průběhu celé životnosti vozidla pomocí emisních kontrol.

Emisní limity jsou stanovené příslušným předpisy, které by neměly být v průběhu životnosti vozidla zpříšňovány. Musí být dodrženy hodnoty, pro které bylo vozidlo konstruováno. U zážehových motorů se pokládají za přiměřeného ukazatele technického stavu z hlediska emisí především emise CO, měřené při otáčkách volnoběhu a zvýšeného volnoběhu. U motorů bez katalyzátorů nebo s neřízenými katalyzátory je předepsáno měření HC. U vznětových je při emisní kontrole v provozu měřena kouřivost při opakovaných volných akceleracích.

3.6 Emisní kontroly vozidel s OBD (EOBD)

V dnešní době, kdy se u nových vozidel již používají pouze emisní systémy tzv. palubní diagnostiky EOBD, jenž si vlastně všechny složky výfukových plynů hlídají sami a během jízdy si je automaticky testují a kontrolují, se např. používají dva katalyzátory a to jeden předřadný a druhý klasický třícestný. Lambda - sondy jsou také dvě, jedna je regulační a druhá je pouze monitorovací a hlídá stav katalyzátoru a přesnosti Lambda regulace. Lambda - sonda nejenže musí regulovat a dosahovat určitých regulačních pásem, ale také musí regulovat určitou rychlostí. Pokud se nějaký předepsaný parametr nedodrží a je zjištěna závada na systému, je tato okamžitě signalizována přístrojové desce pomocí kontrolky "MIL".

Tato kontrolka má tři funkce:

- 1) trvale svítí - v paměti chyb je zapsána závada, která má vliv na zhoršení emisí
- 2) kontrolka bliká - je ohrožený katalyzátor, emise jsou vysoké
- 3) kontrolka zhasnutá - systém je bez chyb a v pořádku

3.7 Aktivní způsoby potlačení škodlivých emisí u zážehových motorů

Pro správné spalování zážehových motorů je důležitá homogenní směs paliva se vzduchem. Průběh spalování je možné ovlivnit, dojde-li k cílenému vrstvení paliva při plnění válce. Výhodou tohoto typu plnění je, že je v blízkosti zapalovací svíčky bohatá směs, která je tak velmi dobře zapálena, poté hlavní průběh spalování probíhá v chudé směsi. Rozvrstveného plnění je možné dosáhnout cíleným ovlivněním pohybu směsi při jejím proudění do spalovacího prostoru nebo použitím systémů pro plnění spalovacího prostoru směsí [10].

V budoucnu je možné počítat s vývojem a úpravami motorů zvláště v těchto směrech:

- nahrazení kovových materiálů keramickými, použití a vývoj nových materiálů, hliníkové hlavy válců mají lepší odvod tepla a tím nižší teplotu stěn spalovacího prostoru. Tyto úpravy by měly vést ke snížení obsahu NO_x ve výfukových spalinách.
- kompaktnější spalovací prostor s kratší cestou plamene snižuje emise HC. Proto lepší výsledky v tomto směru vykazuje čtyřventilová technika s centrální polohou zapalovací svíčky.
- zvyšováním kompresního poměru se zlepšuje účinnost hoření, zvyšuje se však maximální teplota spalování a tím i emise NO_x .
- časováním ventilů s úpravami překrytí, u otevření ventilů může být dosaženo snížení emisí HC i snížení maximálních spalovacích teplot a tím i snížení tvorby NO_x při zachování určitého podílu výfukových plynů v čerstvé náplni.
- směšovací poměr – emise HC a CO se snižují při ochuzování směsi, naproti tomu naopak obsah NO_x vzrůstá.

Účinek těchto úprav však v blízké době žádné výrazné změny ve velikosti emisí ze zážehových motorů zřejmě nepřinesou, spíše jde o optimalizaci změn již započatých a jejich význam bude proto pouze dílčí.

3.8 Válcový vozidlový dynamometr [11]

Při velké většině testů, které se provádějí při homologacích vozidel, se používá válcový dynamometr. Je určen k měření spalovacího motoru vozidla bez nutnosti demontáže. Jeho činnost lze zjednodušeně popsat následovně. Spalovací motor přenáší výkon na hnací kola vozidla, ta třením roztáčí zkušební válec dynamometru (z konstrukčního hlediska se může jednat o monoválcové či duoválcové výkonové zkušebny). K válci je připojeno zařízení (z principu maření energie existují vířivé, hydraulické či elektrické brzdy), které klade otáčejícímu se kolu brzdný odpor a umožňuje regulaci jeho velikosti. Tento brzdný moment vyvolává reakční moment stejné velikosti ale s opačným smyslem, a jelikož válce jsou spojeny s rotorem brzdného zařízení a poháněny koly vozidla, přenáší se reakční moment přes stator na siloměrné zařízení - tenzometr. Měřením velikosti reakčního momentu lze určit obvodové hnací síly na kolech vozidla a při znalosti otáček, resp. rychlosti otáčení je možné vypočítat výkon [11].

Konstrukční řešení vozidlového dynamometru 4VDM E120-D

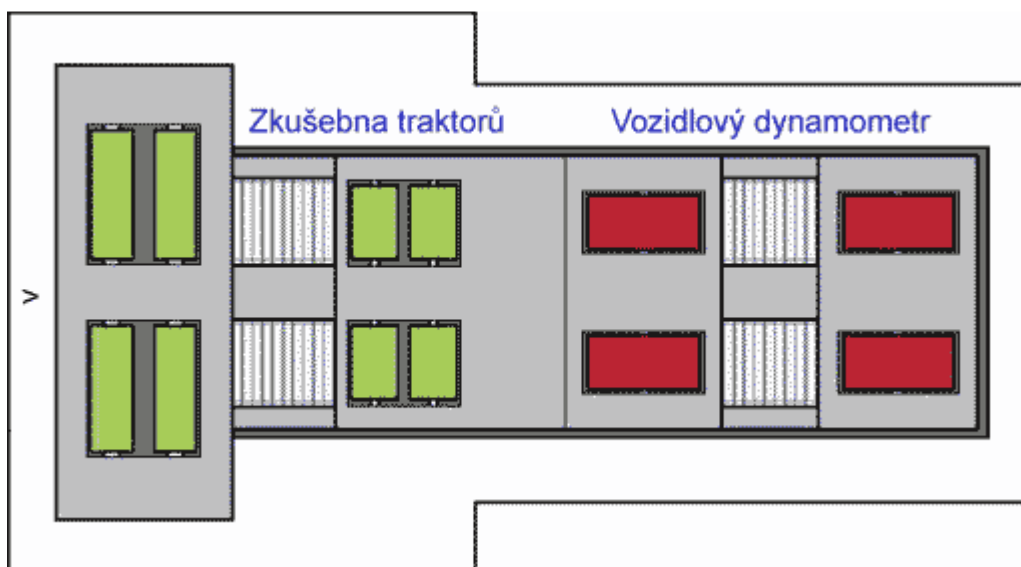
Konstrukční řešení vychází z tuhých základních rámu, na kterých jsou umístěny ložiska válců o průměru 1,2 m, stojin a základních rámu se ss. elektrickými dynamometry. Tyto rámy se stojinami tvoří základní bloky jednotlivých os.

Blok přední osy je umístěn pevně, blok zadní osy posuvně v rozmezí požadovaného rozvoru, společně s přední osou vozidlového dynamometru VDU E120 - T. Spojení levého a pravého válce zajišťuje elektricky ovládaná frikční spojka. Rozpojení pravého a levého válce umožňuje dynamické měření brzdných sil z vysokých rychlostí.

Propojení válcových jednotek s el. dynamometry typu SDS 225 5604 je provedeno pomocí ozubených řemenů. Každý válec je vybaven pneumaticky ovládanými brzdami pro umožnění najetí vozidla a bezpečnostní zabrzdění. Dále je každá válcová jednotka vybavena pneumaticky ovládaným nájezdovým a středícím zařízením a měřícími rolnami s odnímatelným krytem. Obě osy jsou umístěny na konstrukci z ocelových profilů upevněné na základním rámu, který je zalit betonem na dně montážní jámy.

Na základním rámu jsou rovněž uchyceny podpěry pevného a posuvného krytí vozidlového dynamometru. V podlaze okolo montážní jámy jsou kotvící drážky pro upevnění úvazků vozidla. Celá plocha okolo vozidlového dynamometru je v rovině podlahy překryta ocelovými krycími plechy. Přívod chladícího vzduchu do montážní jámy je vyústěn pod jednotlivými osami uprostřed (v zapuštěném kanálu). Před zkoušeným vozidlem je umístěn ventilátor náporového chlazení s usměrňovací hubicí, připojený pohyblivým přívodem do zásuvky spínané přes ovládací klávesnici z kabiny vozidla [11].

Obrázek 20 Schéma kompletní zkušebny [11].



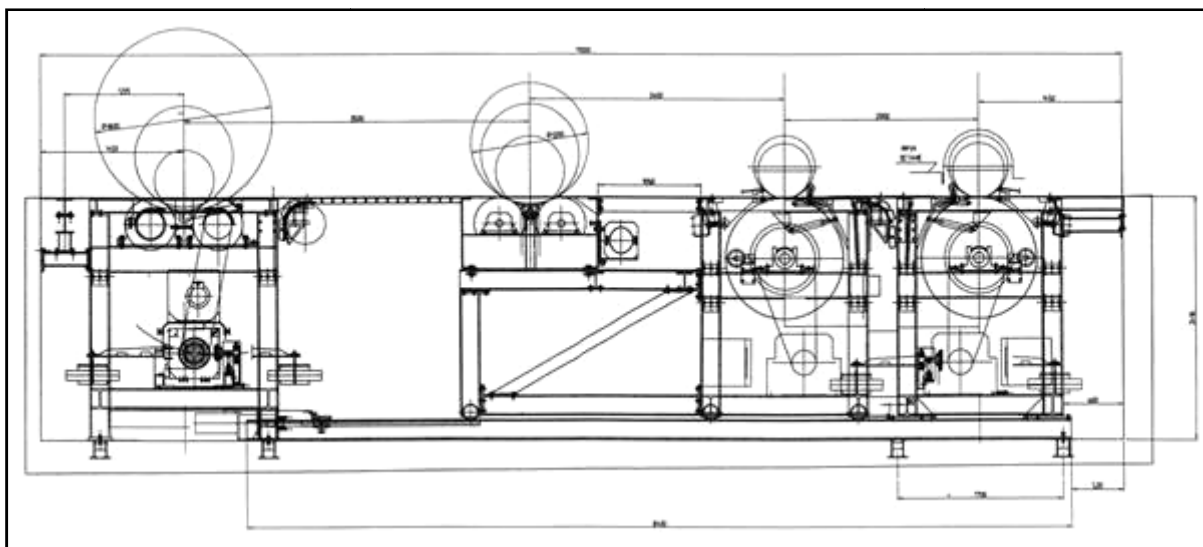
Vozidlová zkušebna sestává z dynamometru pro osobní automobily 4VDM-E120D a traktorového dynamometru VDU-E270T–E150T.

Dále se dělí na tyto části:

- Pevná část - přední monoválce pro osobní vozidla
- Posuvná část - zadní monoválce pro osobní vozidla a přední válce pro traktory a nákladní vozidla
- Pevná část s válci pro zadní nápravu traktoru a nákladního vozidla
- Pojezdové profily a pohon pojezdu
- Posuvné a pevné podlahy a kryty
- Upevňovací zařízení pro osobní vozidla, traktory a bezpečnostní zábrany

Pevná a posuvná část pro osobní vozidla se dělí na: rám, válce se spojkou, hnacími řemeny a brzdou, dynamometry s ventilací, snímací rolny, ustavovací zařízení.

Obrázek 21 Schéma kompletní zkušebny 4VDM E120D a VDU E270T – E150T [11].



4. Měření na homologačním pracovišti [19], [22]

Úkolem praktické části diplomové práce bylo provést, příp. zúčastnit se experimentálního měření na homologačním pracovišti.

Měření probíhala v prosinci roku 2008 a v únoru 2009 na pracovišti **TÜV SÜD Auto CZ s.r.o.**, lokální pracoviště Lihovarská 12, 190 00 Praha 9, pod vedením ing. Pavla Štěrbý.

Na tomto pracovišti provádějí:

Zkoušky na válcovém dynamometru

- Zkoušky emisí a spotřeby paliva dle mezinárodních předpisů
- Zkoušky pro potřeby individuálního schvalování pro ČR
- Zkoušky pro všechna používaná paliva: LPG, CNG, Methylestery a směsi, Methanol, Ethanol a směsi
- Měření spotřeby paliva dle EHK, ES, EPA, SORT, ČSN atd.
- Měření v laboratoři i na silnici

Zkoušky příslušenství motorů:

- Katalyzátory
- Výfukové systémy
- Systémy vstřikování paliva
- Systémy omezující úroveň emisí a pevných částic

Měřicí zařízení:

- Válcový dynamometr pro osobní automobily
- Válcový dynamometr pro motocykly
- Odběrové a analytické zařízení HORIBA

4.1 Používané přístroje

ESA 3.250 slouží pro emisní kontrolu zážehových a vznětových motorů (opacimetr a analyzátor). Jedná se o modulárně řešený systém, ve kterém je modul analyzátoru ETT 8.70 / ETT 8.71, opacimetru RTM 430 i měřicí modul MTM plus řízen počítačem.

Modul analyzátoru ETT 8.70 provádí měření čtyř základních složek výfukových plynů CO, HC, CO₂, O₂ a z nich pak vypočítává hodnotu součinitele přebytku vzduchu lambda pro právě měřené palivo (benzín, LPG, CNG a metanol). Modul ETT 8.71 je navíc připraven na montáž snímače pro měření NO_x.

Modul opacimetru Bosch RTM 430 se vyznačuje unikátně řešeným systémem vzduchových závěsů, který zaručuje vysokou přesnost měření a dlouhé intervaly údržby. Výfuková sonda s nastavitelnou délkou umožňuje bezproblémové připojení na výfuk i vozidel s extrémně krátkou nebo nezvykle tvarovanou koncovkou výfuku. Typy CO, CO₂, NDIR , HC (FID), NO_x (CLA)

Obrázek 22 Měřicí přístroje [28]



Měření limitovaných škodlivin

Tabulka 19 Používaná zařízení [23]

Odběrové zařízení	HORIBA CVS 7300 T
Analyzátoři	HORIBA MEXA 7200 HTR – CO, NO _x , HC
Měření pevných částic	HORIBA PMU 9000 – PM
Typ válcového dynamometru	SCHENCK 364/GS56

Obrázek 23 Vaky na odebrání vzorků výfukových plynů [28]



Obrázek 24 Zařízení pro odběr částic [28]



4.2 Postup měření

Měření zkoumala množství emisí u automobilů spalujících jak benzin, tak i alternativní paliva. V tomto případě se jednalo o kombinaci benzínu a LPG a benzínu a E30, což je 30% lihu přidaného do základního paliva.

Měření se prováděla na vozech:

- Ford Mondeo 2.0 FlexiFuel (107kW)
- Škoda Roomster 1.6 (77kW)
- Škoda Fabia 1.4 (50kW)

Vozidlo se umístí na válcový dynamometr, který simuluje setrvačné hmoty a jízdní odpor tak, jako by se vozidlo pohybovalo po silnici. Zde absolvuje jízdní test podle předepsaného rychlostního profilu, který je standardně předepsán v předpisech EHK 83 nebo jiný jízdní režim podle požadavku zadavatele měření. V tomto případě šlo o jízdní cyklus podle EHK 83.05B .

Výfukové plyny se odebírají v celém objemu pomocí odběrového zařízení, dochází k jejich ředění (z důvodu zamezení kondenzaci) a průběžnému odebírání částí vzorku, který se uschovává v teflonových vacích. Po skončení měření se obsah vaku analyzuje pomocí 21 analyzátorů.

Analyzátoary jsou následujícího typu: pro CO a CO₂ se používá typ NDIR, pro uhlovodíky typ FID (zážehové motory) a HFID (vznětové motory) a pro NO_x typ CLA.

Pevné částice jsou odebírány z měřícího tunelu, který opět odpovídá předpisům EHK 83. Zde je část vzorku plynu prosívána přes keramické filtry, ze kterých potom jejich zvážením na mikrometrických vahách bylo vypočteno množství pevných částic.

Obrázek 25 *Vozidlo připravené k měření [28]*



4.3 Naměřené hodnoty

Tabulka 20 Naměřené hodnoty Ford Mondeo

FORD MONDEO 2.0 FlexiFuel (107kW)						
Palivo	CO [g/km]	HC [g/km]	NO _x [g/km]	HC+NO [g/km]	CO ₂ město [g/km]	CO ₂ mimo město [g/km]
BA	0.583	0.040	0.023	0.063	322.548	180.169
LPG	0.659	0.050	0.026	0.076	297.545	162.489
LPG	0.470	0.044	0.034	0.078	287.492	162.577

Tabulka 21 Naměřené hodnoty Škoda Roomster

Škoda Roomster 1.6 (77kW)						
Palivo	CO [g/km]	HC [g/km]	NO _x [g/km]	HC+NO [g/km]	CO ₂ město [g/km]	CO ₂ mimo město [g/km]
BA	0.056	0.293	0.022	0.078	272.593	145.587
LPG	0.167	0.053	0.038	0.091	237.312	123.693
LPG	0.125	0.048	0.033	0.081	236.450	120.732

Tabulka 22 Naměřené hodnoty Škoda Fabia

Škoda Fabia 1.4 (50kW)						
Palivo	CO [g/km]	HC [g/km]	NO _x [g/km]	HC+NO [g/km]	CO ₂ město [g/km]	CO ₂ mimo město [g/km]
BA	0.815	0.138	0.058	0.196	278.082	138.117
E30	0.655	0.065	0.140	0.205	267.666	137.615

4.4 Vyhodnocení měření

Záměrem tohoto měření bylo porovnat spalování benzínu a alternativních paliv u nových osobních automobilů. Vozidla jsou již z výroby přizpůsobena ke spalování LPG a homologačním měření se kontrolují hodnoty emisí pro schválení typu vozidla, používající tato paliva, do provozu.

Používáním LPG docílíme snížení CO₂, ale vzrostou nám oxidy dusíku NO_x. Zbylé složky se pohybují přibližně ve stejných hodnotách (u každého vozidla nepatrně jinak) jak u benzínu, tak i u LPG.

E30 je použitelný, ale vedle snížení CO zvyšuje produkci NO_x, pokud na to není upravený management motoru, což v našem případě nebyl.

4.5 Individuální dovozy vozidel kategorií M1, N1 a L (osobní a dodávkové automobily a motocykly) [24]

Novelizovaný Zákon o technických podmínkách provozu na pozemních komunikacích počítá s neomezeným dovozem starších vozidel, pokud u nich bylo prokázáno udělení ES osvědčení o homologaci nebo bylo prokázáno, že typ vozidla byl typově schválen v jiném členském státu EU podle platných předpisů v takovém členském státu.

ES schválení typu vozidla (WVTA, slangově často označované jako globální homologace) musí být vždy uvedena na výrobním štítku vozidla a má např. následující tvar: "e11*70/156*02305"

Kontrola vozidla se odehrává primárně na STK, v případě potřeby doložení technických údajů vystaví STK zvláštní výpis, který doplní (za poplatek) akreditovaný zástupce značky.

V případě, že akreditovaný zástupce není schopen doložit některý technický údaj nebo plnění předpisů a tuto skutečnost sdělí písemně, nebo v případě dovozu z nečlenských států EU, je možno provést zkoušku/posudek. Typickými případy jsou dovozy z neevropských zemí (USA, Kanada, Korea, atd.).

4.5.1 Postup při dovozu vozidel z neevropských zemí [25]

Při dovozu vozidla z neevropských zemí je třeba dodržet postup stanovený zákonem 56/2001 Sb. ve znění pozdějších novelizací a metodické pokyny Ministerstva dopravy ČR (MDČR) o dovozech vozidel do ČR. Ze znění legislativy vyplývá, že u neevropského vozidla je potřeba vždy schválit technickou způsobilost před jeho uvedením do provozu.

V první řadě musí být splněna podmínka stáří vozidla. Přípustné stáří je stanoveno zákonem a pohybuje se v závislosti na kategorii vozidla mezi 5 až 8 lety, přičemž tato lhůta se počítá od okamžiku první registrace vozidla v zahraničí (1. přidělení SPZ) do okamžiku jeho dovozu na ČR (datum JCD). Pokud by bylo vozidlo starší (byť o 1 den), nebylo by možné jej přihlásit do provozu.

Po dovozu vozidla musíme vyřídit nezbytné formality, kterými jsou clo a DPH. Poté celní orgány propustí vozidlo do volného oběhu, popř. vyznačí podmínku nezcizitelnosti, pokud byly přiznány úlevy z cla či DPH.

Následujícím krokem je uvedení vozidla do souladu s českou (evropskou) legislativou, jelikož v zahraničí jsou pro vozidla často specifikovány odlišné technické podmínky, než jak je tomu v tuzemsku. Nejčastěji se jedná o osvětlení a výfukový systém, v řadě případů i o emise, zasklení, bezpečnostní pásy či pneumatiky. Podotkněme však, že není potřeba vše upravovat či měnit, z řady požadavků je možné v technicky odůvodněných případech udělit výjimky.

Po úpravě vozidla jej přistavíme do stanice technické kontroly (STK) ke kontrole. STK však zpravidla nebude schopna posoudit všechny položky, resp. řadu údajů vůbec nebude znát. V tom případě odešle žadatele k akreditovanému zástupci značky v ČR pro doplnění údajů a pro doložení plnění požadavků technických předpisů. Ve většině případů se však akreditovaný zástupce značky není schopen vyjádřit nebo značka vůbec nemá pro ČR zastoupení. V tom případě se žadatel obrátí na homologační zkušebnu s žádostí o přezkoušení vozidla a vystavení protokolů – nejčastěji se jedná o emise škodlivin, spotřebu paliva, hluk, popřípadě brzdy, elektromagnetickou kompatibilitu (EMC) či osvětlení. Tyto protokoly poté dodá zpět na STK, která dokončí technickou prohlídku. Podotkněme pouze, že vozidlo musí plnit technické požadavky platné v době jeho výroby.

Předposledním krokem je podání žádosti o udělení výjimek z neplnění určitých technických požadavků. Tato žádost se podává na MDČR. Výjimky je možné udělit pouze v technicky

odůvodněných případech (výměna dílu je nereálná nebo schválení brání pouze formální překážka) a nesmí se týkat emisí, brzd, hluku, EMC a skutečností, díky kterým by mohlo dojít k ohrožení bezpečnosti silničního provozu.

Na základě protokolu z STK, popřípadě homologačních protokolů a udělených výjimek, následně úřad obce s rozšířenou působností v místě trvalého bydliště žadatele schválí technickou způsobilost vozidla a vystaví tzv. čistopis technického průkazu. Posledním krokem je registrace vozidla, tj. jeho zaevidování na konkrétního majitele a provozovatele a vydání registrační značky (dříve SPZ).

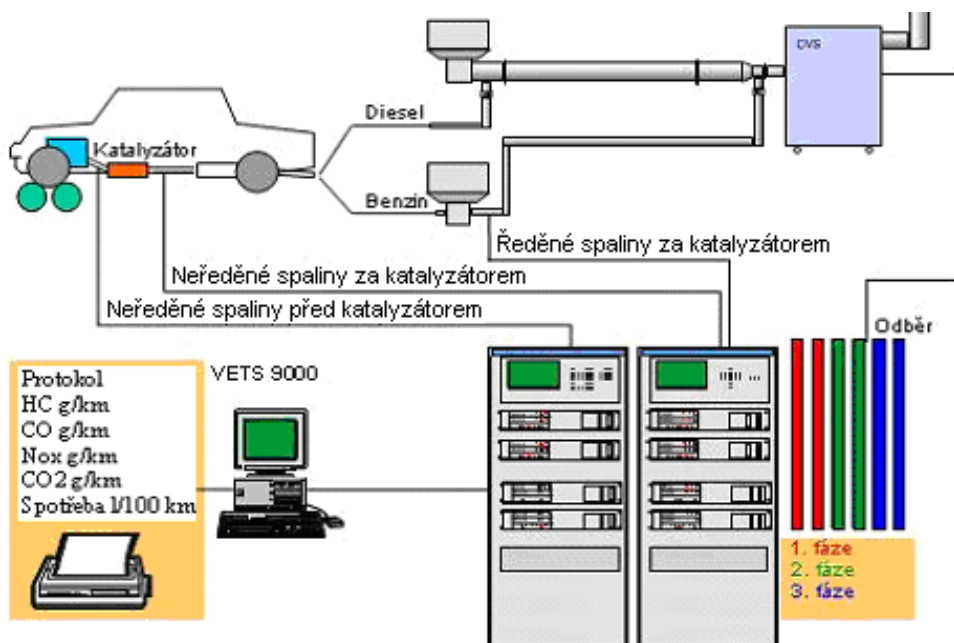
Problematika homologace u dovážených vozidel

Zatímco dovozy z USA a Kanady jsou vcelku bezproblémové, musíme být o to více obezřetní u vozidel pocházejících např. z Arabských zemí, Koreje, zemí Afriky, Jižní Ameriky či Číny. Zde je riziko neplnění i jen základních požadavků poměrně vysoké, přičemž úprava vozidla do souladu s požadavky platnými v ČR je silně nerentabilní. Samostatnou kapitolou jsou vozidla pocházející z různých vojenských nebo humanitárních misí – tato vozidla neplní prakticky žádné požadavky a často by nemohla být přihlášena do provozu ani před 30 lety, natož dnes. Rovněž musíme dávat pozor na neevropská vozidla, ke kterým byl vystaven německý technický průkaz a která byla v Německu individuálně schvalována. Tato vozidla také často neplní požadavky evropské, potažmo České legislativy a v Německu byla provozována pouze na základě výjimek, jejichž udělení není v ostatních státech možné

4.6 Homologační měření spotřeby paliva [1], [18]

V současnosti na homologačních zkušebnách není spotřeba paliva přímo měřena, ale je počítána z emisí oxidu uhelnatého CO, oxidu uhličitého CO₂ a nespálených uhlovodíků HC, které vznikají spalováním paliva. Tato metoda spočívá v měření ředěných spalin při ustáleném průtoku ředícího vzduchu. Průtok ředícího vzduchu je několikanásobkem průtoku spalin. Při změně zatížení motoru se výrazně mění koncentrace emisí přičemž, průtok zředěných spalin je takřka neměnný. Při tomto způsobu měření je nutné zajistit odsávání spalin velmi výkonným ventilátorem s konstantním průtokem zředěných plynů. Tato metoda je označována CVS (Constant Volume Sampling) a je používána ke stanovení spotřeby paliva při homologačních měření vozidel do 3.5 t.

Obrázek 26 Schéma metody CVS pro homologační měření vozidel



Z takto naměřených produkcí emisí se vypočte spotřeba paliva dle vzorce:

Pro benzínový motor

$$FC = \frac{0,1154}{\rho} \cdot \left[(0,866 \cdot M_{HC}) + (0,429 \cdot M_{CO}) + (0,273 \cdot M_{CO_2}) \right] \quad (4.1)$$

Pro naftový motor

$$FC = \frac{0,1155}{\rho} \cdot \left[(0,866 \cdot M_{HC}) + (0,429 \cdot M_{CO}) + (0,273 \cdot M_{CO_2}) \right] \quad (4.2)$$

kde: **FC** je spotřeba paliva [l/100km],

M_{HC} jsou měrné emise nespálených uhlovodíků [$g \cdot km^{-1}$], M_{CO} je měrná emise oxidu uhelnatého [$g \cdot km^{-1}$], M_{CO_2} je měrná emise oxidu uhličitého [$g \cdot km^{-1}$] a ρ je hustota zkušební paliva [$kg \cdot dm^{-3}$]

Dílčí závěr

Spotřeba paliva, resp. měrná spotřeba paliva, jak objemová tak hmotnostní, je důležitý diagnostický signál kontroly hospodárnosti každého vozidla. Stanovení spotřeby paliva, výpočtem z emisí je časově a finančně náročné. Používá se proto výhradně při homologaci vozidel, pro servisní praxi je tento způsob nevhodný. Měření hmotnostní měrné spotřeby je vhodné při vývoji motorů. Tato spotřeba se uvádí v g.kWh^{-1} nebo v g/test a vystihuje spotřebu paliva při daném režimu chodu motoru. Uvádí se pro režim jízdy po městě, mimo město a kombinace těchto dvou režimů. Vysoké pořizovací náklady činí tento způsob nevhodným pro kontrolu hospodárnosti vozidel v servisní praxi. Stále složitější konstrukce palivových soustav znemožňují zapojení běžných palivoměrů. I tento způsob kontroly hospodárnosti se tak postupně stává pro běžnou servisní praxi nevhodným.

Pro běžného uživatele je vhodnější objemová spotřeba paliva, udávaná většinou v $\text{l}/100 \text{ km}$, kterou si může sám spočítat. Nutno však podotknout, že objemová spotřeba paliva má pro uživatele spíše informativní charakter. Velice v tomto případě záleží na stylu jízdy uživatele vozidla.

Závěrem lze konstatovat, že v současné době nejsou v servisní praxi finančně přístupné metody pro kontrolu spotřeby paliva.

5. Vývojové trendy homologačních testů a předpisů

Časový průběh emisních limitů v předcházejících tabulkách názorně ukazuje postupné zpřísnování požadavků pro všechny složky výfukových škodlivin při emisních testech podle předpisu EHK 49. Výrazné snížení limitů je potom zejména u částic PM předpisem EURO 4. Tato skutečnost dokládá, jakým technickým vývojem v posledních 10 -15 letech prošly zejména vznětové motory a jejich příslušenství. Pro splnění limitů PM a NO_x (zejména pro EURO 4 a 5) musí být dnešní přeplňované vznětové motory vybaveny složitou technologií s tzv. elektronickým motormanagementem pro plnění válců a tvoření směsi i nákladnou technikou dodatečného „čištění“ výfukových plynů. Výrazné snížení výfukových škodlivin u moderních vznětových motorů tak vede ke zmenšování rozdílů mezi ekologickými vlastnostmi plynových a vznětových motorů v legislativou sledovaných složkách výfukových emisí. Přesto patří plynové motory svými emisními vlastnostmi do kategorie pohonů s velkým ekologickým přínosem pro životní prostředí (zejména pro oblasti s větším soustředěním lidí, např. městské aglomerace a lázeňské či rekreační území). Důvodem jsou ekologické efekty plynových motorů ve skupině hygienicky nejrizikovějších látek ve výfukových plynech (částic a složek), které ale zatím nejsou u těchto motorů legislativně sledovány. Z předcházejících údajů i z dalších požadavků na šetrnější vztah k přírodě je zřejmé, že tlak na omezování škodlivého působení provozu motorových vozidel na životní prostředí bude sílit. Nejde ale jenom o toxické látky ve výfukových plynech. Vážný problém vzniká využíváním a celkovou spotřebou fosilních paliv tím, že se do ovzduší dostává stále větší množství CO₂ jako produktu dokonalé oxidace uhlíku a tím dochází k narušování rovnováhy v procesu jeho biologického využití v přírodě. Omezování produkce CO₂ z provozu motorových vozidel je v současné době možné především snižováním jízdních spotřeb paliva.[29]

5.1 Přiblížení podmínek měření podmínkám v běžném provozu

V současné době je největší snaha o přiblížení evropských a amerických homologačních předpisů. Touto harmonizací by se značně zjednodušila legislativa a podstatně klesly náklady s tím spojené. Čím méně je podmínek v homologaci vozidel mezi jednotlivými státy, tím jsou náklady na export vozidel nižší. Proto by předpisy EHK měly být nadnárodní.

Dalším důležitým prvkem v homologaci vozidel je přiblížení podmínek měření ideálním podmínkám v běžném provozu.

Tato měření podávají daleko lepší a přesnější informace než zkoušky statické. Dynamické homologační zkoušky jsou ale daleko nákladnější a vyžadují přesnější měřicí přístroje. Některé současné měřicí přístroje již nejsou schopny pracovat v rozsahu těžko měřitelných hodnot.

5.2 Trendy v omezování emisních složek osobních vozidel [26]

Zástupci členských zemí Evropské unie, Evropského parlamentu a Evropské komise 1. prosince 2008 dosáhli kompromisu ohledně snižování emisí oxidu uhličitého u nových automobilů. Emise by měly do roku 2012 klesnout u 65 procent nových vozů v průměru na 120 gramů na kilometr. Do roku 2015 by se měl tento limit postupně rozšířit na všechny nové automobily.

Dlouhodobým cílem by mělo být snížení emisí na 95 gramů na kilometr do roku 2020. V současnosti se emise pohybují kolem 158 gramů na kilometr.

Podle kompromisního návrhu musí automobilky zajistit, aby 65 procent jejich nových automobilů plnilo limit do roku 2012. V roce 2013 má tento podíl stoupnout na 75 procent, v roce 2014 na 80 procent a v roce 2015 na 100 procent. Pokud se to automobilkám nepodaří, budou platit pokutu za každý vyrobený vůz, jejíž výše bude záviset na míře překročení limitu. Eurokomisař pro životní prostředí Stavros Dimas původně prosazoval, aby limit platil pro všechna nová auta již od roku 2012. Automobilky by měly snížit emise na 130 gramů prostřednictvím změn v motorech. Další desítky gramů by měly ušetřit energeticky úspornější technologie v autě, například klimatizace.

Dimasův návrh na omezení emisí u automobilů však podrobila kritice řada členských států Evropské unie, včetně České republiky a Slovenska. Automobilky, zejména němečtí výrobci luxusních modelů, prosazovaly odložení termínu pro snížení emisí a upozorňovaly, že nová legislativa omezí jejich podnikatelské aktivity a povede k rušení pracovních míst.

Během dlouhého vyjednávání o snižování emisí u aut se obecně státy EU rozdělily na dvě skupiny. Na jedné straně byly země jako Francie či Itálie, jejichž automobilky vyrábějí převážně malé vozy, a které se snižováním emisí neměly problém. Na druhé byly země s výrobci zaměřujícími se na střední a velké vozy. Mezi ty patří Německo a do určité míry i Česko.

Evropská komise schválila záchranný plán pro hospodářství Evropské unie, v jehož rámci by mohly automobilky dostat nejméně pět miliard eur (téměř 130 miliard Kč) na vývoj vozidel šetrných k životnímu prostředí. Budou mít navíc možnost žádat o další půjčky od Evropské investiční banky[12].

Další variantou, jak zabránit vyššímu množství spalin ve výfukových plynech, je upravení zdroje nečistot tj. paliva. Výrobou bezolovnatých benzínů odpadl podíl olova ve výfukových plynech automobilů se zážehovým motorem. Změny ve složení motorové nafty se týkají především snížení obsahu síry na dnešních 0,035% hm. síry oproti dřívějším 0,15 [13].

Velká pozornost je proto ve světě věnována objasnění vztahů mezi chemickým složením a zastoupením uhlovodíkových složek v autobenzínech a složením výfukových plynů. Obecně se předpokládá, že méně reaktivní a oxidačně stálější uhlovodíky (nasyčené uhlovodíky a aromáty) se menší měrou podílejí na tvorbě CO v průběhu spalování, ale zvyšují emise HC. Reaktivnější uhlovodíky (alkeny) vykazují opačný sklon k tvorbě CO a HC. Koncentrace NO_x ve spalinách je pak ovlivněna především teplotou ve spalovacím prostoru.

5.3 Trendy snižování emisí u těžkých automobilů [27]

Evropský parlament 16-12-2008 podpořil kompromisní návrh s Radou, který stanoví přísnější limity pro škodlivé emise z kamionů, nákladních automobilů a autobusů, včetně látek poškozujících ozonovou vrstvu, jako jsou oxidy dusíku a uhlovodíky. Vzhledem k tomu, že legislativní postup byl ukončen, bude nové nařízení Euro VI platit od 1. ledna 2014 pro všechna nová těžká vozidla, tj. o devět měsíců dříve, než původně navrhovala Komise.

Přijaté nařízení Euro VI, které přijal Parlament, stanoví harmonizovaná technická pravidla, která budou muset splňovat veškerá nová těžká nákladní vozidla o hmotnosti nad 2,610 kg, aby získala chválení typu. Nové limity pro emise případně nahradí limity stanovené v rámci „Euro IV“, které jsou v platnosti od listopadu 2006, a „Euro V“, které jsou platné od října 2008.

Přísnější limity pro znečišťující látky

Kompromisní text přebírá návrh Komise na zpřísnění limitů pro emise určitých typů znečišťujících látek (CO, THC, NMHC, CH₄, NO_x, NH₃). Například limit pro oxidy dusíku (NO_x), byl stanoven na 400 mg/kWh (o 80 % méně ve srovnání s Euro V) a emisní limit pro hmotnost částic na 10 mg/kWh (o 66 % méně ve srovnání s Euro V).

Tyto nové limity budou kromě toho představovat krok vpřed směrem ke globální harmonizaci, neboť v USA platí obdobné limity.

Poslanci nicméně žádají Komisi, aby v případě potřeby specifikovala také limity pro oxid dusičitý (NO₂). Pokud Komise dospěje k závěru, že by bylo vhodné stanovit limity i pro další látky, předloží Parlamentu a Radě dodatečné návrhy.

Pravidla pro nové nákladní automobily od 1. ledna 2014

Podle kompromisního návrhu budou muset všechny nové těžké automobily splňovat stanovené normy od 1. ledna 2014, tedy o devět měsíců dříve, než jak původně navrhovala Evropská komise, přičemž nové typy vozidel budou muset splňovat nové standardy o rok dříve. Registrace, prodej a provoz vozidel, která nebudou tyto standardy splňovat, budou zakázané. Komise by proto měla přijmout příslušné technické nařízení do 1. dubna 2010, aby měli výrobci dostatek času provést na vozidlech příslušné úpravy.

Přístup k informacím o opravách vozidel a finanční pobídky

Kompromisní text přebírá návrh Komise na začlenění opatření spojených s přístupem k informacím o opravách vozidel. To by podle poslanců umožnilo zajistit skutečnou konkurenci na trhu s opravami a údržbou vozidel. Připomínají totiž, že podobná opatření existují i v legislativě týkající se osobních automobilů.

Přijatý text v neposlední řadě také umožňuje členským státům poskytnout finanční pobídky, jež by měly urychlit uvádění na trh těch vozidel, která splňují stanovené normy.

5.4 Palubní diagnostika (OBD) [27]

Prováděcí právní předpisy neobsahují žádné prahové hodnoty stanovené pro OBD vozidel Euro 6, kromě prozatímních prahových hodnot určených pro brzké zavedení vozidel se vznětovými motory Euro 6. Úplný soubor prahových hodnot Euro 6 bude muset Komise potvrdit, než bude moci být takovým vozidlům uděleno schválení typu. Původní návrh Komise pro prahové hodnoty OBD Euro 6 je obsažen v tabulce 23. Tato Tabulka ukazuje prahové hodnoty, které by dle názoru Komise měly být pro vozidla Euro 6 zavedeny.

Tyto prahové hodnoty OBD z velké míry odrážejí prahové hodnoty používané v případě většiny lehkých vozidel ve Spojených státech a v Kanadě, kde většina palubních diagnostických systémů OBD vozidel vyhovuje předpisům stanoveným organizací Californian Air Resources Board (CARB). CARB stanovuje prahové hodnoty jakožto násobící koeficient pro mezní hodnoty emisí, kdy používá buď koeficient 1,5, nebo 1,75. Číselné údaje v tabulce 23 byly odvozeny na tomto základě, nicméně u mezních hodnot pro částice byl použit vyšší koeficient 2, odrážející nízké koncentrace v emisích výfukových plynů. CARB v současnosti povoluje u automobilů se vznětovými motory mírnější prahové hodnoty OBD, a to až do konce roku 2012. Prahové hodnoty Euro 6 by vstoupily v platnost asi o 2 roky později.

Průmyslové odvětví předložilo návrhy prahových hodnot OBD pro fázi Euro 6, které převyšují mezní hodnoty násobícími koeficienty v rozmezí od 1,9 do 5,5 u benzinových vozidel a od 2,6 do 5,5 u vozidel se vznětovými motory.

Komise se domnívá, že není důvod, aby se ve fázi mezních hodnot emisí Euro 6 evropské požadavky na palubní diagnostické systémy OBD výrazně odlišovaly od požadavků v Severní Americe. Zejména diagnostické principy v případě benzinových vozidel jsou dobře známy, byly vyvinuty ve Spojených státech, a tak mohou být snadno zavedeny i v EU. Práce konzultanta přezkoumávajícího prahové hodnoty OBD navíc naznačuje pozitivní ekologický přínos i nákladovou efektivnost nižších prahových hodnot OBD u benzinových vozidel.

Komise si uvědomuje, že prahové hodnoty pro vozidla se vznětovými motory jsou náročné z hlediska technologie, a to zejména pokud jde o částice. Takové prahové hodnoty se považují za nezbytné, neboť je žádoucí zjistit částečná selhání zařízení pro následné zpracování, jako jsou filtry částic, které mohou být v případě zanesení vystaveny neoprávněné manipulaci. Dobrá diagnostika u vozidel se vznětovými motory je navíc klíčová z hlediska dlouhodobé konkurenceschopnosti technologie vznětových motorů v ostatních částech světa. Přijetí

navrhovaných prahových hodnot OBD Euro 6 by proto mělo posílit budoucí konkurenceschopnost technologie vznětových motorů.

Přezkum proveditelnosti prahových hodnot OBD Euro 6 ze strany Komise by se měl zaměřit na technickou proveditelnost navrhovaných prahových hodnot pro vozidla se vznětovým motorem a prahových hodnot částic pro OBD u vozidel se zážehovými motory. Tento přezkum by měl zohlednit stav vývoje nové technologie výfukových sond, jako např. čidel částic, jakož i vývoj technik snímání tlaku a modelování umožňujících předvídat míru zanesení filtrů částic sazemi.

Mimoto má Komise v úmyslu přezkoumat, zda je nezbytné, aby se během fáze Euro 6 používaly prahové hodnoty OBD jak pro hmotnost, tak pro počet částic. V této fázi je obtížné předvídat, zda budou prahové hodnoty pro počet částic technicky proveditelné.

Přezkum prahových hodnot OBD by měl podle záměrů Komise proběhnout před 1. zářím 2010.

Komise rovněž zváží zavedení celosvětově harmonizovaných požadavků na klasifikaci poruch OBD, které by vstoupily v platnost společně se zavedením povinného používání mezních hodnot Euro 6.

Tabulka 23 Navrhované prahové hodnoty OBD pro Euro 6

Kategorie	Třída	Referenční hmotnost (RW) (kg)	Hmotnost oxidu uhelnatého (CO) (mg/km)		Hmotnost nemethanových uhlovodíků (NMHC) (mg/km)		Hmotnost oxidů dusíku (NO _x) (mg/km)		Hmotnost částic (PM) (mg/km)		Počet částic (P) (#/km)	
			PI	CI	PI	CI	PI	CI	PI (1)	CI	PI (2)	CI
M	-	Všechny	1500	750	100	140	90	140	9	9		$1,2 \times 10^{12}$
N ₁	I	$RW \leq 1305$	1500	750	100	140	90	140	9	9		$1,2 \times 10^{12}$
	II	$1305 < RW \leq 1760$	2700	940	130	140	110	180	9	9		$1,2 \times 10^{12}$
	III	$1760 < RW$	3400	1100	160	140	120	220	9	9		$1,2 \times 10^{12}$
N ₂	-	Všechny	3400	1100	160	140	120	220	9	9		$1,2 \times 10^{12}$

Legenda: **PI** = zážehové motory, **CI** = vznětové motory.

- (1) Normy pro hmotnost částic u zážehových motorů se vztahují pouze na vozidla s motory s přímým vstřikem.
- (2) Jakmile bude stanovena mezní hodnota emisí, zváží se prahová hodnota $\times 2$.

5.5 Zvláštnosti pro alternativní paliva

Zvláštnosti pro alternativní paliva z hlediska homologačních předpisů dle názoru autora nebudou nutné. Homologační předpisy emisí výfukových plynů jsou sestaveny tak, aby vozidla splňovala limitní hodnoty jednotlivých složek spalin dle EHK. Jestliže vozidla konstruovaná pro alternativní paliva vyhovují stávajícím předpisům EHK a splňují všechny příslušné podmínky k udělení homologace, není důvod vytvářet předpisy nové. Autor je toho názoru, že zavedením nových homologačních předpisů pro vozidla využívající alternativní paliva, by se celá situace byla ještě více neprůhledná a náklady s tím spojené by se daly využít v jiných oblastech.

Z alternativních paliv je potřeba se zmínit zejména o plynovém pohonu. Pro spalování zemního plynu je ve světě uzpůsobeno cca 0,7 milionu vozidel a další 4 miliony spalují zkapalněný propan-butan. Výhodami plynového pohonu jsou zejména nižší provozní náklady a snížení emisí škodlivin. Motory poháněné plynem neprodukuje oxid siřičitý, a ve spalinách mají nižší obsah CO, benzolu a polyaromatických uhlovodíků. Také emise NO_x jsou redukovány z 90-95%.

6. Závěr

Homologace silničních motorových vozidel, s ohledem na emise výfukových plynů, zahrnuje velké množství předpisů. Vývoj emisních předpisů, omezujících emise škodlivin ve výfukových plynech motorů, začal v USA v Kalifornii a dodnes jsou tyto předpisy považovány za jedny z nejpřísnějších. Tyto předpisy tvoří technický základ pro formování dalších. Globálně lze vývoj v oblasti kontroly emisního zatížení prostředí provozem motorových vozidel teritoriálně rozdělit do čtyř oblastí a to USA, Japonsko, Evropa a Austrálie. Každá tato oblast má své vlastní homologační předpisy.

Automobily se významně podílejí na znečišťování okolního prostředí. Proto se ukázalo jako nezbytné, produkce škodlivin omezovat. Nejprve se začalo s omezováním viditelných emisí. Vozidla jsou rozdělena do kategorií podle tříd hmotnosti a používaného druhu paliva a podle těchto kategorií byly také zavedeny emisní předpisy. Ty zaručovaly, že emise vzniklé při spalování určitého druhu paliva budou omezeny limity jednotlivých složek spalin. Se zhoršujícím se ovzduším se emisní předpisy vyvíjely a limity produkovaných spalin snižovaly, až do dnešní podoby. Tento vývoj přispívá k tomu, že se produkce emisí nezvyšuje tak rychle, jako dopravní objemy a výkony. Omezování na úrovni mezinárodních předpisů je nezbytné, protože automobily jsou předmětem obchodu a jsou provozovány na území více států.

Vzhledem k rychlosti vývoje všech odvětví lidské činnosti se v dnešní době používají stále dokonalejší a vyspělejší technologie konstrukce a výroby automobilů. Při snižování produkce emisí z hlediska konstrukce se dnes klade důraz především na vstřikování paliva, recirkulaci výfukových plynů, variabilní časování ventilů a v neposlední řadě i na katalyzátory. Současně s tímto trendem se také stále více zpřísňují normy popisující maximální koncentrace škodlivin produkovaných spalovacím motorem. To vše směřuje k významnému snižování produkce škodlivých emisí připadajících na jeden automobil. Faktem ovšem také je, že celosvětově množství automobilů neustále narůstá, tudíž musíme počítat s tím, že ani v budoucnu není vyhlídka na ekologické motory pracující na principu spalování klasických uhlovodíkových paliv. Nezbyvá tedy jiná varianta, než se výhledově uchýlit k tzv. alternativním palivům nebo k elektromobilům.

Osobně jsem toho názoru, že na emisní situaci v dopravě, zejména v ČR, se nepříznivě projevuje absence namátkových kontrol emisí vozidel přímo na silnicích. Vozidla jsou kontrolována pouze 1-krát za 2 roky v emisních stanicích (příp. STK), relativně

jednoduchými metodami, které umožní při určitých cílených úpravách (tj. těsně před kontrolou) osvědčení dostat. Důsledkem je, že se v provozu objevují i vozidla, především nákladní, která silně znečišťují ovzduší. Doplnění těchto periodických technických prohlídek o kontroly „in situ“, tj. přímo za provozu, by přispělo ke snížení emisí u všech (nejvíce pak starších) vozidel, zejména nákladních.

Úkolem tohoto opatření by mělo být vytvořit systém emisních kontrol za provozu, který bude obsahovat určení odpovědností jednotlivých orgánů státní správy, regionálních a městských samospráv a Policie ČR. Vytvořit systém pokut a sankcí za překročení limitů a metodiky jak měření technicky zajistit.

Zároveň se domnívám, že bude potřeba vyvinout nové měřicí přístroje, které budou přesnější. Stávající rozsahy jednotlivých měřících zařízení přestávají podávat objektivní informace, což může zkreslovat jednotlivé homologační testy.

V současné době je vývoj technologií pro spalovací motory na velmi dobré úrovni. Možností jak snížit množství emisí produkovaných automobily je, dle mého názoru, zamyšlení nad maximálními povolenými rychlostmi vozidel na dálnicích. S větší rychlostí a potřebou většího výkonu vozidla nutně roste i množství produkovaných emisí. Další oblastí, kde by se dalo docílit snížení emisí, je školení řidičů. Pracoval jsem jako řidič mezinárodní autobusové dopravy a z praxe vím, že s jedním a tím samým autobusem se dá jet za 30 l/100km, ale i za 45 l/100km. Hodně v tomto případě záleží právě na řidiči a jeho technice jízdy. Samotné zpřísnování limitů proto nevidím jako jedinou a nejlepší cestu ke snižování automobilových emisí.

Přínosem této práce je zmapování a posouzení emisních homologačních předpisů a testů motorových vozidel v hlavních oblastech. Zejména je pak zajímavé porovnat hodnoty emisních limitů v jednotlivých státech.

Seznam použité literatury

- [1] Kadleček, B.: Systém péče o spalovací motory z hlediska vlivu na životní prostředí a ekonomiku provozu. Praha, habilitační práce KAT TF ČZU, 2003.
- [2] Kröbl, L.: Automobily a životní prostředí. Praha 1993
- [3] Vlk, F. Zkoušení a diagnostika motorových vozidel. Brno: Nakladatelství vlk, 2001.
- [4] internet: <http://www.businessinfo.cz>
- [5] internet: <http://www.dieselnets.com>
- [6] Firemní literatura: Škoda, katalogy, prospekty, elektronická literatura.
- [7] Matějovský, V.: Automobilová paliva. Praha, Grada Publishing, 2005.
- [8] Růžička, A.: EOBD – evropská on board diagnostika (2. část). AutoEXPERT, 2001, roč. 6, č. 6, s. 36-38
- [9] Úřední věstník Evropské unie, 27.12. 2006
- [10] Vlk, F.: Vozidlové spalovací motory. Brno, 2003.
- [11] Autozkušebna [online]. [cit.2007-09-10].
Dostupný z WWW:
< <http://old.mendelu.cz/autozkusebna/konstdyn.htm> >
- [12] internet: <http://news.autovia.sk/aktuality/eu-rozhodla-emise-co2-vyrazne-klesnou.html>
- [13] Fürstová J.: Ekoprodukty z Kaučuku, EKO 4/92, Praha, 1992.
- [14] Designing the I/M Test to Match the Technology and Meet the Goals [online]. [cit.2006-09-10].
Dostupný z WWW:
<http://www.adb.org/Documents/Events/2001/RETA5937/Chongqing/documents/cq10_armstrong.pdf#search=%22ASM%20%20mode%20test%20%22>.
- [15] Dieselnets – Emission Test Cycle, [online]. [cit.2006-10-27].
Dostupný z WWW:
< <http://www.dieselnets.com/standards/cycles/> >.

- [16] EPA – Vehicle chassis Dynamometer Driving Schedules, [online]. [cit.2006-10-21].
Dostupný z WWW: < <http://www.epa.gov/otaq/labda.htm#vehcycles> >.
- [17] STEVEN, H.: Development of a World-wide Harmonized Heavy-duty Engine Emissions Test Cycle [online]. [cit.2006-09-11].
Dostupný z WWW:
< <http://www.unece.org/trans/doc/2001/wp29grpe/TRANS-WP29-GRPE-41inf01.pdf> >.
- [18] Směrnice 93/116/ES [online]. [cit.2004-09-10].
Dostupný z WWW:
< <http://europa.eu.int/eur-lex/cs/dd/docs/1999/31999L0100-CS.doc> >.
- [19] Individuální dovozy vozidel [online]. [cit.2009-03-10].
Dostupný z WWW:
< http://www.tuevsued.de/cz/odvetvi/automobilovy_prumysl/individualni_dovozy_vozidel/individualni_dovozy_vozidel >
- [20] Emisní vlastnosti automobilů a automobilových motorů [online]. [cit.2009-03-10].
Dostupný z WWW:
< <http://www.ksd.tul.cz/studenti/texty/ZVM/VM-7pr.pdf> >
- [22] Zkoušky na válcovém dynamometru [online]. [cit.2009-03-10]
Dostupný z WWW:
< http://www.tuev-sued.de/cz/odvetvi/automobilovy_prumysl/testovani/zkousky_na_valcovem_dynamometru >
- [21] Článek o dopravě [online]. [cit.2009-03-30]
Dostupný z WWW:
< <http://www.nazeleno.cz/doprava/emise/euro-5-zdrazi-emisni-limity-automobily.aspx> >
- [23] Metodika stanovení emisního toku silniční dopravy pro sledování, hodnocení a řízení kvality ovzduší [online]. [cit.2009-03-10]
Dostupný z WWW:
< http://www.cdv.cz/text/szp/13912/zprava_2005_13912.pdf >
- [24] Individuální dovozy vozidel kategorií M1, N1 a L [online]. [cit.2009-03-10]
Dostupný z WWW:
< http://www.tuev-sued.de/cz/sluzby/individualni_dovozy_vozidel_z_usa_a_evropy >
- [25] Postup při dovozu vozidel z neevropských zemí [online]. [cit.2009-03-10]
Dostupný z WWW:
< http://www.tuev-sued.de/cz/sluzby/individualni_dovozy_vozidel_z_usa_a_evropy >

[26] Ekolist [online].[cit.2009-03-30]

Dostupný z WWW:

< <http://www.ekolist.cz/zprava.shtml?x=2133805> >

[27] Palubní diagnostika [online].[cit.2009-03-10]

Dostupný z WWW:

< <http://www.europarl.europa.eu> >

[28] vlastní fotografie z měření na pracovišti TÜV SÜD Auto CZ s.r.o., lokální pracoviště
Lihovarská 12, 190 00 Praha 9

[29] Beroun, S.: Vozidlové motory [online].[cit.2009-03-10]

Dostupný z WWW:

< <http://www.ksd.tul.cz/studenti/texty/VOZMOT.pdf> >

Seznam zkratek

CARB	California Air Resource Board
CO	oxid uhelnatý
ECE	Economic Commission of Europe
EHK	Evropská hospodářská komise
ELR	European Load Response
EN	evropská norma
EOBD	System palubní diagnostiky
EPA	Environmental Protection Agency
ESC	European Stationary Cycle
ETC	European Transient Cycle
EU	Evropská unie
EUDC	Extra Urban Driving Cycle
FTP	Federal Test Procedure
HC	uhlovodíky (jako složky škodlivých emisí)
ILEV	Inherently Low Emission Vehicle
LEV	Low Emission Vehicle
MIL	Malfunction Indicator Light
MVEG	Motor Vehicle Emmission Group
NEDC	New European Driving Cycle
NO_x	oxidy dusíku
PM	(Particulate Matters) – částice ve výfukových plynech
SULEV	Super Ultra Low Emission Vehicle
ULEV	Ultra Low Emission Vehicle
TLEV	Transitional Low Emission Vehicle

Seznam příloh

Příloha 1 Průběh zkušebního cyklu pro homologační měření emisí vozidel do 3,5 t.

Příloha 2 Emisní předpisy a jejich limity pro benzínové motory v USA.

Příloha 3 Emisní předpisy a jejich limity pro naftové motory v USA.

Příloha 4 Emisní předpisy a limity pro zážehové motory v Evropě

Příloha 5 Složení spalín

Seznam tabulek

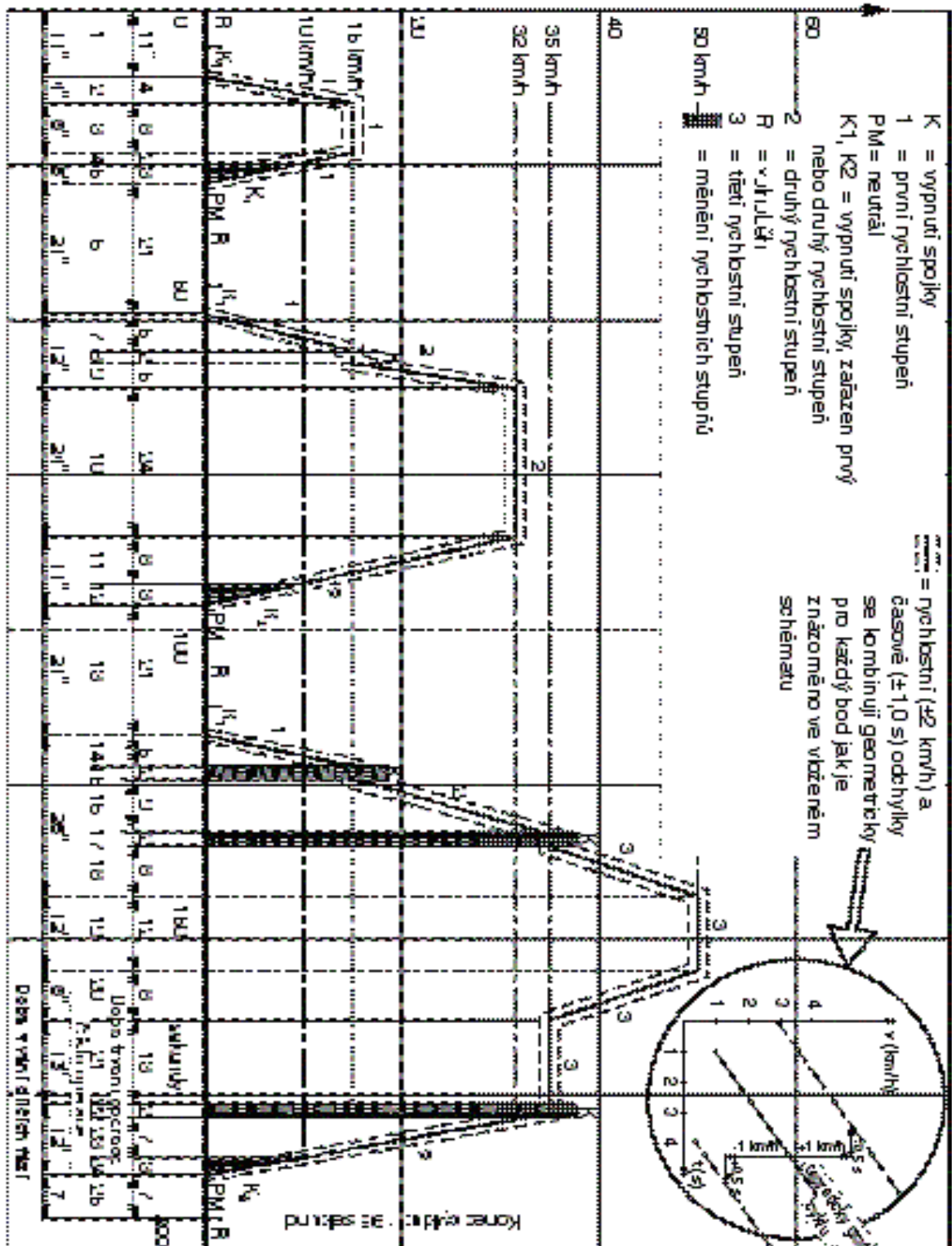
Tabulka 1	Emisní předpisy a testy ve světě .	6
Tabulka 2	Limity emisního předpisu LEV 2 v kalifornii	6
Tabulka 3	Limity emisního předpisu Tier 2 v USA	7
Tabulka 4	Základní parametry zkušebního cyklu FTP-75	8
Tabulka 5	Základní parametry zkušebního cyklu US06	9
Tabulka 6	Základní parametry zkušebního cyklu SC03	10
Tabulka 7	Základní parametry zkušebního cyklu NYCC	11
Tabulka 8	Základní parametry zkušebního cyklu LA92	11
Tabulka 9	Základní parametry zkušebního cyklu (UDDS-HD)	14
Tabulka 10	Přehled amerických emisních testů pro kontrolu vozidel v provozu	15
Tabulka 11	Emisní normy a jejich limity	19
Tabulka 12	Tabulka předpisů EHK OSN a směrnic EU podle kategorií vozidel a úrovně limitů emisí škodlivin ve výfukových plynech - aktualizace 15. 12. 2005	22
Tabulka 13	Emisní limity pro zážehové motory v Evropě	23
Tabulka 14	Emisní limity pro vznětové motory v Evropě	23
Tabulka 15	Emisní testy pro vozidla v provozu v Evropě	25
Tabulka 16	Parametry zkušebního cyklu NEDC měření emisí vozidel do 3,5 t kat. M.	28
Tabulka 17	Emisní limity výfukových škodlivin pro vznětové motory	35
Tabulka 18	Emisní limity pro naftové a plynové motory podle testu ETC	36
Tabulka 19	Používaná zařízení	44
Tabulka 20	Naměřené hodnoty Ford Mondeo	48
Tabulka 21	Naměřené hodnoty Škoda Roomster	48
Tabulka 22	Naměřené hodnoty Škoda Fabia	48
Tabulka 23	Navrhované prahové hodnoty OBD pro Euro 6	59

Seznam obrázků

Obrázek 1 Vývoj emisních předpisů.....	4
Obrázek 2 Vývoj emisních limitů pro kategorie vozidel M1 a N1	5
Obrázek 3 Přehled úrovně emisních předpisů ve světě.....	5
Obrázek 4 Časový průběh rychlosti vozidla ve zkušebním cyklu FTP 75	8
Obrázek 5 Časový průběh rychlosti vozidla ve zkušebním jízdním cyklu US06.....	9
Obrázek 6 Časový průběh rychlosti vozidla ve zkušebním jízdním cyklu SC03	10
Obrázek 7 Časový průběh rychlosti vozidla ve zkušebním jízdním cyklu NYCC.....	10
Obrázek 8 Časový průběh rychlosti vozidla ve zkušebním jízdním cyklu LA92.....	11
Obrázek 9 Časový průběh točivého momentu a otáček motoru při zkušebním cyklu Heavy-Duty FTP Transient Cycle	13
Obrázek 10 Časový průběh rychlosti vozidla ve zkušebním jízdním cyklu (UDDS-HD)	14
Obrázek 11 Vývoj emisních limitů	19
Obrázek 12 Průběh zkušebního cyklu pro homologační měření emisí vozidel do 3,5 t	27
Obrázek 13 ECE R 49.03 tzv. 13-ti bodový test (EURO II)	29
Obrázek 14 ESC (European Stationary Cycle), 13-ti bodový test (EURO III)	30
Obrázek 15 Test ELR (European Load Response)	31
Obrázek 16 ETC (European Transient Cycle) – rychlost vozidla	33
Obrázek 17 ETC (European Transient Cycle) – otáčky motoru	34
Obrázek 18 ETC (European Transient Cycle) – moment motoru.....	34
Obrázek 19 Průběh otáček a točivého momentu motoru v testu NRTC	37
Obrázek 20 Schéma kompletní zkušebny	41
Obrázek 21 Schéma kompletní zkušebny 4VDM E120D a VDU E270T – E150T	42
Obrázek 22 Měřicí přístroje	44
Obrázek 23 Vaky na odebrání vzorků výfukových plynů	45
Obrázek 24 Zařízení pro odběr částic	45
Obrázek 25 Vozidlo připravené k měření	47
Obrázek 26 Schéma metody CVS pro homologační měření vozidel.....	52

Příloha 1

Průběh zkušebního cyklu NEDC pro homologační měření emisí vozidel do 3,5 t [6]



Příloha 2

Emisní předpisy a jejich limity pro benzínové motory v USA [6].

Pollutant	Tier 0 (all 1999)	Tier 1 (from 1995 through 2003)	Tier 1 (from 1995 through 2003)	CARB LEV I (LEV) (m)	CARB LEV I (LEV) (m)	CARB LEV I (ULEV) (m)	CARB LEV I (ULEV) (m)	CARB LEV I (ULEV) (m)	CARB LEV I (ULEV) (m)	CARB LEV I (ULEV) (m)	CAI temp test -7°C	SFTP +A/C test (m)	SFTP +A/C test (m)	SFTP California +A/C test (m)	Limits at 10°C CARB TLEV	Limits at 10°C CARB LEV	Limits at 10°C CARB ULEV	CB0 Emts Tier 1	CB0 Emts CARB	Highway NOx
THC	0.41	0.41	0.41	0.125	0.075	0.04	0.196	0.09	0.56						0.25	0.13	0.08	1.5 x	1.5 x	
NMHC / NMOC*		0.25	0.31	0.125	0.075	0.04	0.196	0.09	0.56						0.25	0.13	0.08	1.5 x	1.5 x	
CO	3.4	3.4	4.2	3.4	3.4	1.7	4.2	4.2	2.1	10	30 (A/C), 9.0 (US06), 3.4 Composite	37 (A/C), 11.1 (US06), 4.2 Composite	27 (A/C), 8.0 (US06)	3.4	3.4	1.7	1.5 x	1.5 x	1.33 x	
NOx	1	0.4	0.6	0.4	0.2	0.2	0.6	0.3	0.3						0.4	0.2	0.2	1.5 x	1.5 x	
HCHO		2g/kt (3 durnal)		0.015	0.015	0.008	0.018	0.018	0.011						0.03	0.026	0.016			
Evaporative		2.5 g/kt (2 durnal supplement)																1.5 x	1.5 x	
NMHC+NOx												0.66 Composite	0.91 Composite	0.20 (A/C), 0.14 (US06)						
Refueling		0.05 g/kt (refueling emissions)																		

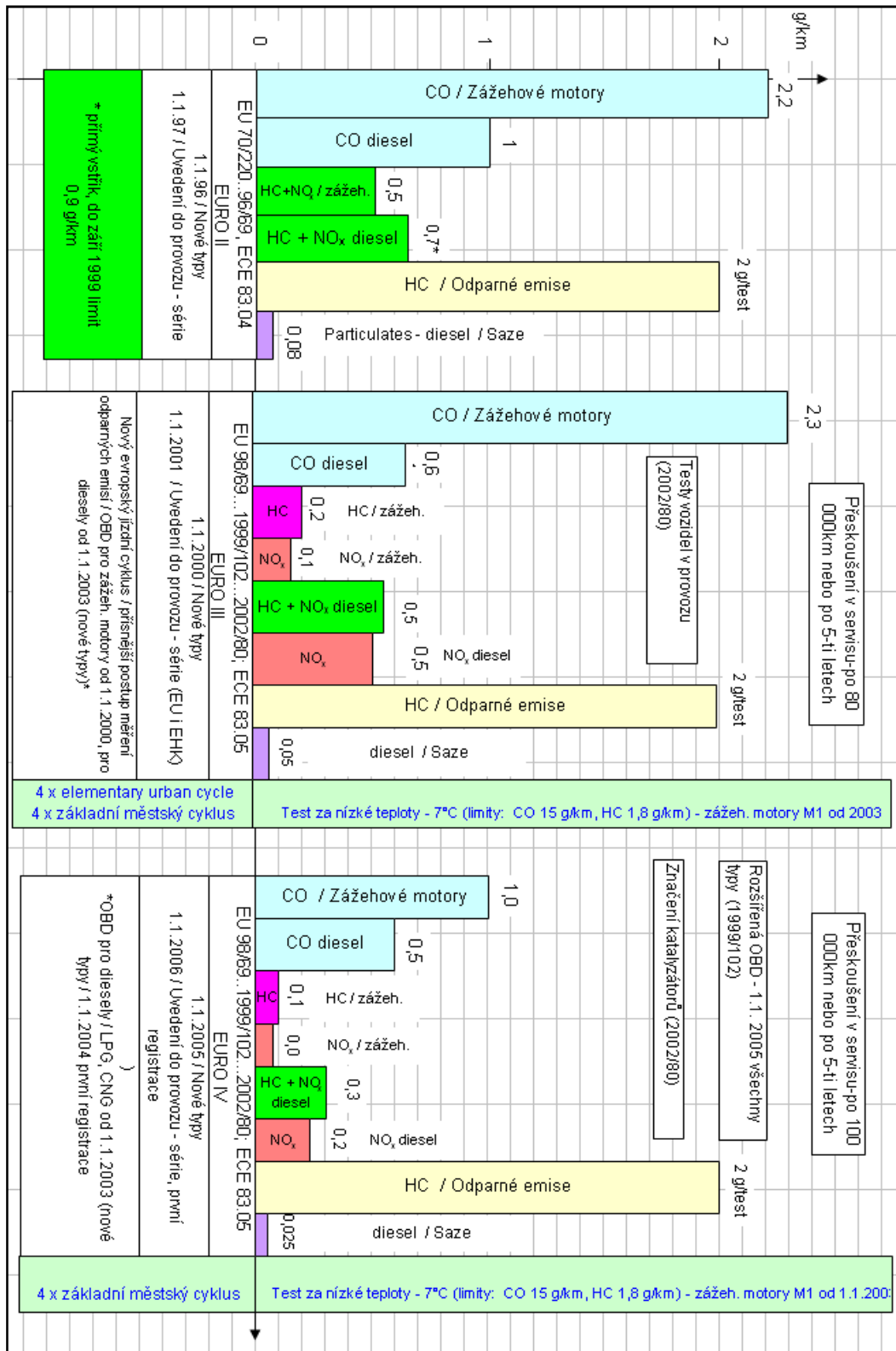
Příloha 3

Emisní předpisy a jejich limity pro naftové motory v USA [6].

Pollutant g/mi	Tier 0 (till 1994)	Tier 1 (from 1995 through 2003)	Tier 1 (from 1995 through 2003)	C.A.R.B. LEV 1 (TLEV) (50000 mi)	C.A.R.B. LEV 1 (50000 mi)	C.A.R.B. LEV 1 (ULEV) (50000 mi)	C.A.R.B. LEV 1 (TLEV) (100000 mi)	C.A.R.B. LEV 1 (ULEV) (100000 mi)	C.A.R.B. LEV 1 (ULEV) (100000 mi)	Cold temp. test -7°	SFTP US06 test + A/C test (50000 mi)	SFTP US06 test + A/C test (100000 mi)	SFTP California US06 test + A/C test from 2001	OBD limits Tier 1	OBD limits C.A.R.B.	Highway NOx
	THC	0,41	0,41													
NMHC / NMOG*		0,25	0,31**	0,125**	0,075**	0,04**	0,156	0,09	0,55					1,5 x **	1,5 x **	
CO	3,4	3,4**	4,2	3,4**	3,4**	1,7**	4,2	4,2	2,1		9,0 US06 3,4 Composite	11,1 US06 4,2 Composite	2,7 (A/C) 8,0 US06	1,5 x **	1,5 x **	
NOx	1	1***	1,25***/**	0,4***/**	0,2***/**	0,2***/**	0,6***	0,3***	0,3***					1,5 x **	1,5 x **	1,33 x ***
HOHO				15	15	8	18	18	11							
Particulat e							0,08**	0,08**	0,04**					1,5 x **	1,5 x **	
NMHC+NOx											1,48	2,07	0,20 (A/C) 0,14 US06			

Příloha 4

Emisní předpisy a limity pro zážehové motory v Evropě



Příloha 5

Složení spalin - škodlivé složky

Již ze samotného označení příslušné složky spalin jako škodliviny je zřejmé, že její produkce by měla být co nejmenší. To je ovšem nezřídka spojeno se zhoršením jiných vlastností motoru, např. snížení produkce jedné škodliviny může vyvolat výrazné zvýšení tvorby jiné škodlivé látky. Proto je důležité v otázce emisních parametrů nalézt optimální řešení. Pro stanovení priorit je tedy nutné posoudit způsob a intenzitu působení jednotlivých složek na člověka a životní prostředí. Také je nutné posuzovat vliv snížení jejich podílu ve spalinách na chod motoru.

Největší pozornost se věnuje emisím těchto plynů:

- **Oxid uhelnatý (CO)** - Váže se na krevní barvivo a blokuje přenos kyslíku krví. Nejcitlivějším orgánem na nedostatek kyslíku je mozek.
- **Oxidy dusíku (NO_x)** - Některé z těchto oxidů způsobují již při malých koncentracích pocit dušení a nucení ke kašli. Na černou listinu sledovaných škodlivých látek se ovšem oxidy dusíku dostaly zejména kvůli významnému podílu na tvorbě tzv. letního smogu. Pro letní smog jsou typické především zvýšené koncentrace přízemního ozónu (O₃), který je pro člověka jedovatý. Oxidy dusíku přispívají k chemické reakci, při níž ozón vzniká. Za jistých klimatických podmínek (teplé slunečné počasí a bezvětří) je tvorba tohoto smogu nejvýznamnějším negativním dopadem emisí na životní prostředí. Takové podmínky panují např. v Kalifornii, proto se někdy používá označení "kalifornský smog".
- **Nespálené uhlovodíky (HC)** - Některé skupiny uhlovodíků dráždí sliznici a oči. Také podporují tvorbu jedovatého ozónu. Uhlovodíky jsou tedy významnou složkou při vzniku letního smogu. Navíc některé skupiny uhlovodíků mohou být karcinogenní.
- **Pevné částice** - Vznikají nejčastěji při provozu vznětových motorů. Jedná se zejména o pevný uhlík ve formě sazí. Saze mohou být nosičem rakovinotvorných látek, které se po vdechnutí usazují v plicních sklípcích. Pevné částice jsou též hlavní příčinou výskytu tzv. zimního smogu, typického pro inverzní charakter počasí v zimních měsících. Jedná se většinou o směs kouře a mlhy. Zimní smog se také projevuje zvýšenými koncentracemi oxidů dusíku.
- **Oxid uhličitý (CO₂)** - Není přímou škodlivinou, proto není legislativně omezen. Avšak přispívá k tvorbě tzv. skleníkového efektu, který má za následek globální oteplování Země.

Snižování emisí spalovacích motorů

Na tvorbu škodlivin má vliv několik základních faktorů. Jedním z nich, který však nesouvisí s konstrukcí motoru, je provozní režim motoru. Rozdílné množství škodlivin lze sledovat v různých provozních stavech, jako jsou: studený start, akcelerace, brzdění a řazení. Například pro studený start zážehových motorů jsou typické vysoké koncentrace oxidu uhelnatého a nespálených uhlovodíků a nízké koncentrace oxidů dusíku.

Opatření, která vedou ke snížení produkce škodlivin, jsou pro zážehové a vznětové motory odlišná. Všechna však lze zahrnout do následujících kategorií:

- Ovlivnění součinitele přebytku vzduchu λ a tvorby směsi.
- Vnitřní opatření v motoru k ovlivnění průběhu spalování.
- Dodatečná redukce škodlivin za motorem.

Proces spalování zážehových a vznětových motorů

Vlastní hoření směsi ve spalovacích motorech je složitý děj, který je ovlivňován mnoha faktory. Při spalování uhlovodíkového paliva (benzin, nafta) se vzduchem vzniká při dokonalém hoření oxid uhličitý (CO_2) a voda (H_2O). Dokonalého spalování je však za běžných podmínek prakticky nemožné dosáhnout. Vlivem nedokonalého spalování a jiných faktorů je ve spalinách přítomný také oxid uhelnatý (CO), vodík (H_2) a nespálené uhlovodíky (HC). Protože vzduch použitý při spalování obsahuje také dusík (N_2), bude i on a jeho oxidy (NO_x) produktem hoření. U vznětových motorů vznikají navíc nedokonalým shořením kapiček paliva saze.