



Měření výfukových škodlivin silničních vozidel ve Stanicích měření emisí

Diplomová práce

Studijní program: N2301 – Strojní inženýrství
Studijní obor: 2302T010 – Konstrukce strojů a zařízení
Autor práce: **Bc. Martin Pešťák**
Vedoucí práce: doc. Ing. Josef Laurin, CSc.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martin Pešťák**
Osobní číslo: **S14000333**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Konstrukce strojů a zařízení**
Název tématu: **Měření výfukových škodlivin silničních vozidel ve Stanicích měření emisí**
Zadávací katedra: **Katedra vozidel a motorů**

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

1. Popište a kriticky zhodnoťte současné způsoby zjišťování škodlivých výfukových emisí ze silničních motorových vozidel ve Stanicích měření emisí podle předpisů platných v ČR.
2. Vzhledem k tomu, že současné způsoby měření některých škodlivých výfukových emisí a přípustné limity emisí jsou zejména pro vozidla vyhovující při homologačních zkouškách požadavkům Euro 5 a Euro 6 nevhodné, navrhněte:
 - dokonalejší způsoby měření výfukových emisí,
 - nové limity přípustných hodnot výfukových emisí.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: cca 50 str.

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- [1] Zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.
- [2] Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů ČR č. 302/2001 Sb., o technických prohlídkách a měření emisí vozidel.
- [3] Odborná a firemní literatura dostupná na [www zabývající se měřením výfukových emisí](http://www.zabývající.se).


Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Josef Laurin, CSc.
Katedra vozidel a motorů

Datum zadání diplomové práce: 15. listopadu 2015

Termín odevzdání diplomové práce: 15. února 2017


prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
děkan




Ing. Robert Voženílek, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 15. listopadu 2015

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval těm, kteří přispěli k vypracování této diplomové práce. Jmenovitě bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Josefu Laurinovi, CSc. za cenné rady, věcné připomínky a poskytnuté informace, které sloužily k vypracování mé diplomové práce. Dále pánům doc. Michalu Vojtíškovi, M.Sc. Ph.D. a Ing. Martinu Pechoutovi za poskytnutí měřicího přístroje využívajícího ionizační komoru k měření částic a panu Liboru Fleischhansovi za poskytnuté informace, užitečné rady, spolupráci při měření a poskytnutí jak prostor, tak vozidel potřebných k měření.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat svým rodičům za jejich podporu v době studia.

Anotace

Tato diplomová práce se zabývá popisem současného stavu ve Stanicích měření emisí.

Práce obsahuje popis škodlivých látek, emisní Euro normy, způsoby eliminace škodlivých látek, podrobný popis průběhu měření emisí, rozbor vyhlášek a metodiky zabývajících se měřením emisí a porovnávací měření mezi opacimetrem a přístrojem využívajícím ionizační komoru k měření částic.

Klíčová slova: výfukové emise, stanice měření emisí, emisní Euro normy, emisní vyhlášky, emisní systémy, opacimetr, ionizační komora

Annotation

This diploma thesis deals with the description of current state in Emission measuring stations.

The work discusses pollutants, Euro emission standards, ways of elimination pollutants, a detailed description of the emission measurement, analysis of regulations and methodology for dealing with emission measurement and comparative measurement between the opacimeter and device using the ionization chamber for particulate measurement.

Keywords: exhaust emissions, emission measuring stations, euro emission standards, emission regulations, emission systems, opacimeter, ionization chamber

Obsah

1. Úvod.....	11
2. Výfukové emise	13
2.1 Výfukové emise obecně.....	13
2.2 Historie měření emisí.....	14
2.3 Složení výfukových plynů	14
2.3.1 Oxid uhličitý (CO ₂).....	16
2.3.2 Oxid uhelnatý (CO)	16
2.3.3 Nespálené uhlovodíky (HC)	17
2.3.4 Oxidy dusíku (NO _x).....	17
2.3.5 Pevné částice (PM)	17
2.3.6 Oxidy síry (SO _x)	18
2.4 Emisní normy.....	19
2.4.1 Historie a vývoj Euro norem.....	19
2.4.2 Emisní Euro normy.....	19
2.4.2.1 Norma Euro 1.....	21
2.4.2.2 Norma Euro 2.....	22
2.4.2.3 Norma Euro 3.....	22
2.4.2.4 Norma Euro 4.....	23
2.4.2.5 Norma Euro 5.....	23
2.4.2.6 Norma Euro 6.....	24
2.5 Způsoby snižování výfukových emisí	25
2.5.1 Recirkulace výfukových plynů – EGR	25
2.5.2 Filtr pevných částic – DPF.....	26
2.5.3 Katalytický konvertor	27
2.5.3.1 Oxidační katalytický konvertor	28
2.5.3.2 Redukční katalytický konvertor.....	28
2.5.3.3 Třísložkový katalytický konvertor.....	28
2.5.3.4 Katalytický konvertor se selektivní katalytickou redukcí (SCR)	29
2.5.3.5 Zásobníkový katalytický konvertor	29
3. Homologační zkušební cykly.....	30
4. Měření emisí ve stanicích měření emisí	31
4.1 Identifikace vozidla.....	31

4.1.1	Kontrola identifikačních údajů vozidla.....	31
4.1.2	Kontrola shody typu motoru	31
4.1.3	Přiřazení diagnostických parametrů k vozidlu.....	32
4.2	Vizuální kontrola	32
4.3	Kontrola paměti závad řídicího systému hnacího agregátu	33
4.3.1	Systémy s OBD.....	33
4.3.2	Řízené systémy bez OBD	34
4.4	Měření koncentrací škodlivých složek	35
4.4.1	Zážehové motory	35
4.4.2	Vznětové motory.....	37
5.	Emisní vyhlášky.....	40
5.1	Rozdíly vyhlášek č. 302/2001 Sb. a č. 342/2014 Sb.....	40
5.1.1	Součinitel absorpce u vznětových motorů	40
5.1.2	Diagnostika a Readiness kódy	40
5.1.3	Osvědčení o měření emisí.....	42
5.1.4	Ochranná nálepka	43
5.1.5	Měření emisí motorů v záběhu	43
5.2	Přechodné období	43
5.2.1	Vyčítání Readiness kódů	43
5.2.2	Přílohy k protokolům o měření emisí u vozidel s OBD	44
5.2.3	Měření kouřivosti.....	44
5.3	Zhodnocení současného stavu	45
6.	Měření kouřivosti.....	48
6.1	Přístroje pro měření kouřivosti u vznětových motorů	48
6.1.1	Požadavky na opacimetry	49
6.1.2	Opacimetry používané k měření kouřivosti v SME.....	50
6.1.2.1	Opacimetr Brain Bee OPA 100	50
6.1.2.2	Opacimetr Bosch BEA 070.....	51
6.1.2.3	AVL DISMOKE 480 BT	52
6.1.3	Přístroj pro měření částic využívající detektor kouře (přístroj s ionizační komorou).....	53
6.2	Odstraňování systémů snižujících emise	55
6.3	Porovnávací měření mezi opacimetrem a přístrojem s ionizační komorou.....	57
6.3.1	Renault Trafic	58

6.3.2 Volkswagen Passat	61
6.3.3 Škoda Octavia Scout.....	65
6.3.3.1 DPF filtr před regenerací	65
6.3.3.2 DPF filtr po regeneraci	65
6.4 Vyhodnocení měření.....	71
7. Závěr	73
Seznam grafů	76
Seznam tabulek	76
Seznam obrázků	77
Seznam použité literatury	78
Přílohy.....	81

Seznam zkratk a symbolů

CO	oxid uhelnatý	[%]
HC	uhlovodíky	[%]
NO _x	oxidy dusíku	[%]
NO	oxid dusnatý	[%]
NO ₂	oxid dusičitý	[%]
PM	pevné částice	[%]
CO ₂	oxid uhličitý	[%]
H ₂ O	voda/vodní pára	[%]
SO _x	oxidy síry	[%]
SO ₂	oxid siřičitý	[%]
O ₂	molekula kyslíku	[-]
N ₂	molekula dusíku	[-]
λ	součinitel přebytku vzduchu	[-]
PAH	Polycyklické aromatické uhlovodíky	
OBD	On Board Diagnostics (palubní diagnostika)	
MIL	Malfunction Information Lamp (kontrolka funkčnosti)	
LPG	Liquefied Petroleum Gas (zkapalněný zemní plyn)	
CNG	Compressed Natural Gas (stlačený zemní plyn)	
EGR	Exhaust Gas Recirculation (recirkulace výfukových plynů)	
DPF	Diesel Particulate Filter (filtr pevných částic)	
FAP	Filtre Anti Particules (filtr pevných částic)	
NEDC	New European Driving Cycle	
RDE	Real Driving Emission	
WLTP	Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures	
SME	Stanice měření emisí	
SCR	Selektivní katalytická redukce	

1. Úvod

Počet vozidel na českých, evropských, ale i na silnicích v nejrůznějších koutech světa roste. Můžeme se setkat jak s vozidly novými, tak s těmi, která už mají svá nejlepší léta za sebou. Tato vozidla se liší v mnoha ohledech, ale jednu věc mají společnou. Tím je vypouštění škodlivých emisí, obsažených ve výfukových plynech, do ovzduší.

Podle odhadů z roku 2014 by se na silnicích po celém světě mělo pohybovat přibližně 1,2 miliardy vozidel všech kategorií. Prognóza pro rok 2035 je až 2 miliardy vozidel [13]. To je až nepředstavitelně vysoké číslo. Vzhledem k těmto vysokým počtům vozidel je nutné co nejefektivněji eliminovat emise, které do ovzduší vypouštějí. Z tohoto důvodu existuje velké množství předpisů, které obsahují limitní hodnoty pro vypouštění škodlivé látky, velké množství rozličných zařízení, která mají za úkol eliminovat vypouštěné emise, a také se můžeme na silnicích setkat s vozidly, která pro svůj pohon využívají ať už alternativní paliva nebo alternativní pohony, jejichž emise škodlivých látek jsou velmi blízké nule. Snaha tedy o co největší eliminaci dopadu výfukových zplodin na životní prostředí je zřejmá a v mnoha ohledech i úspěšná.

Předpokladem pro stále zlepšování je vydávání byť přísnějších, ale stále splnitelných emisních limitů, které odpovídají reálným provozním podmínkám vozidel. Proto je nutná spolupráce mezi těmi, kdo emisní limity vydávají, a automobilkami, které podle těchto limitů vyvíjejí svá vozidla. Lze dojít k závěru, že emisní Euro normy (především norma Euro 6) ne u všech limitovaných složek dokonale zohledňují současný technologický vývoj. Proto automobilky, aby stále prodávaly nová vozidla, jsou nuceny uchýlit se k optimalizaci až podvodům. Ty se týkají plnění emisních limitů pouze při homologaci vozidla. Při běžném provozu poté vozidlo některé limity složek překračuje až několikanásobně. Osobně věřím, že vývoj technologií eliminujících škodlivé emise ve výfukových plynech půjde stále kupředu a v příštích letech se již nebudeme setkávat s podobnými podvody. Věřím, že v budoucnu budou vozidla „čistá“ jak při homologacích, tak při normálním provozu.

V mé diplomové práci se zaměřím na popis jednotlivých škodlivých složek obsažených ve výfukových plynech. Dále zde uvedu některé z možností pro jejich eliminaci. V práci budou také uvedeny doposud vydané emisní Euro normy, které

stanovují limitní hodnoty emisí pro homologační zkoušky. Vzhledem k cílům mé diplomové práce se zde pokusím zhodnotit současný stav zjišťování emisí ve stanicích měření emisí a také se pokusím navrhnout přísnější limity, především pro vozidla splňující emisní normy Euro 5 a Euro 6. Také provedu měření, díky němuž se pokusím navrhnout dokonalejší způsoby zjišťování výfukových emisí ve stanicích měření emisí. Veškeré uvedené informace ohledně emisí se budou týkat převážně osobních vozidel kategorie M1 se zážehovými a vznětovými motory. Vozidla at' už jiných kategorií nebo využívající pro svůj pohon jiná paliva, než jsou benzín nebo nafta, zde zmiňována nebudou.

2. Výfukové emise

Po úvodu k mé diplomové práci a krátkém představení její náplně uvedu v této kapitole zobecněný přehled toho, co se výfukových emisí týče. Vysvětlím zde, co výfukové emise jsou, dále uvedu stručnou historii měření výfukových emisí a také se zmíním, co vůbec výfukové emise obsahují. Uvedu zde také jednotlivé emisní Euro normy a na závěr prostředky, kterými se dají obsahy škodlivých látek ve výfukových plynech snížit.

2.1 Výfukové emise obecně

Během spalování paliv ve spalovacích motorech vznikají ve spalovacím prostoru výfukové plyny, které obsahují škodlivé látky neboli emise. V mé diplomové práci se budu zabývat převážně emisemi zážehových a vznětových spalovacích motorů.

Výfukové plyny vznikají při spalování uhlovodíkových paliv. Jsou to směsi několika chemických látek či sloučenin, avšak obsahují i pevné částice. Složení těchto plynů ovlivňuje mnoho faktorů. Může to být například typ použitého paliva a tím tedy i typ spalovacího zařízení, zařízení ke snižování emisí, okolní podmínky, parametry spalovacího zařízení, či jestli je motor studený nebo již zahřátý. A právě jednotlivé složky výfukových plynů jsou důsledkem toho, že výfukové emise jsou tak diskutovaným a stále aktuálním tématem. Někdo by se mohl podívat, proč to, co uniká z výfuku automobilu, je tak důležité. Vždyť jde jen o „nějaké plyny“. Bohužel jednotlivé složky výfukových plynů, samozřejmě ne všechny, jsou, ať už v nižší či vyšší koncentraci, škodlivé. Proto se Evropská unie (a nejen ta) snaží o jejich snižování vydáváním emisních Euro norem.

Konkrétnímu složení výfukových plynů či emisním Euro normám se budu věnovat podrobněji v následujících kapitolách.

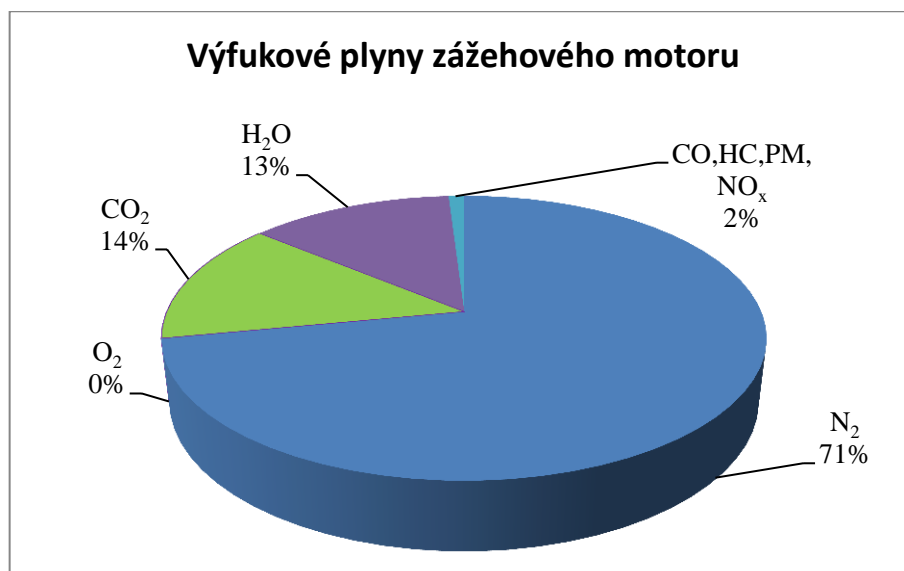
2.2 Historie měření emisí

Krátce po skončení druhé světové války se začalo zjišťovat, že silniční vozidla, vypouštějící výfukové plyny, jsou jedním z hlavních znečišťovatelů ovzduší. Toto zjištění mělo za následek zavedení kontrol pro výfukové emise a rozvoj odvětví, která se zabývají jejich výzkumem a vývojem různých opatření ke snižování těchto emisí. Tento rozvoj pokračuje i nadále.

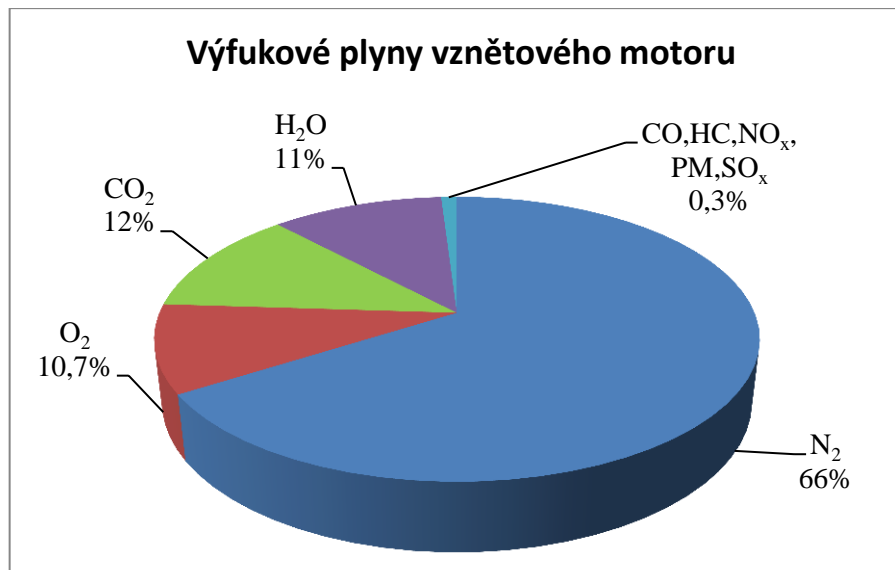
V té době byly rozpoznány celkem čtyři problematické složky, kterým začala být věnována zvýšená pozornost, a to nejen vědci, ale také zákonodárci. K těmto složkám patřily oxid uhelnatý (CO), nespálené uhlovodíky (HC), oxidy dusíku (NO_x), a pevné částice (PM). [8] Více o těchto složkách v dalších kapitolách.

2.3 Složení výfukových plynů

Jak již bylo uvedeno výše, výfukové plyny jsou směsí několika chemických látek či sloučenin. Následující grafy zobrazují přibližné procentuální složení výfukových plynů jak ve vozidlech se zážehovými motory, tak s motory vznětovými.



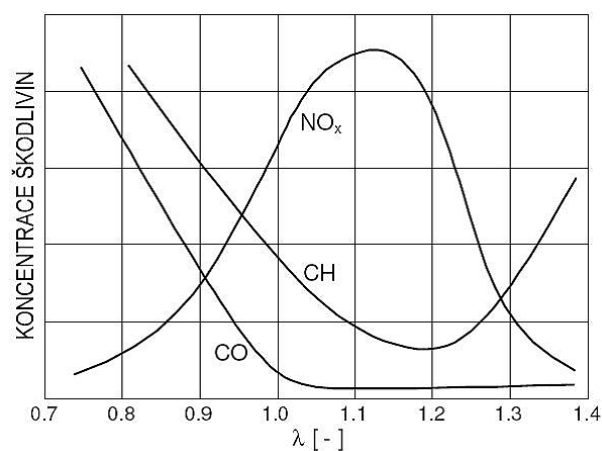
Graf 1 - Složení výfukových plynů zážehového motoru



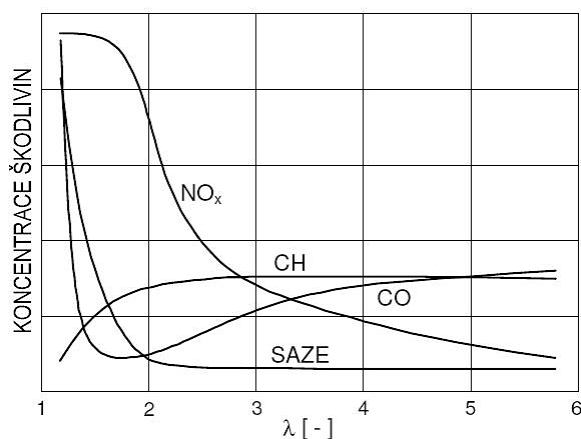
Graf 2 - Složení výfukových plynů vznětového motoru

Jak je z grafů složení výfukových plynů zřejmé, nejvýznamnější složkou spalin je dusík (N₂). Při dokonalém spalování ve spalovacím prostoru vzniká oxid uhličitý (CO₂) a voda (H₂O). Ovšem v reálných podmínkách je dosažení dokonalého spalování téměř nemožné, tudíž jsou v průběhu spalování emitovány i složky spalování nedokonalého. To jsou právě ty látky, které jsou škodlivé a velmi hlídané. Patří sem oxid uhelnatý (CO), nespálené uhlovodíky (HC), oxidy dusíku (NO_x), pevné částice (PM) a oxidy síry (SO_x).

Je potřeba dodat, že koncentrace škodlivých emisí závisí také na součiniteli přebytku vzduchu lambda (λ). Závislosti jak u zážehových, tak u vznětových motorů jsou vyobrazeny v následujících grafech.



Graf 3 – Koncentrace emisí v závislosti na λ u zážehového motoru [11]



Graf 4 - Koncentrace emisí v závislosti na λ u vznětového motoru [11]

Nyní se tedy podrobněji podíváme na jednotlivé látky vznikající při spalování.

2.3.1 Oxid uhličitý (CO₂)

Oxid uhličitý je plyn, který je bezbarvý, bez chuti a bez zápachu. Míra oxidu uhličitého, který vzniká při spalování, je přímo úměrná množství spotřebovaného paliva, tedy čím vyšší spotřeba, tím více CO₂.

Co se týče účinků oxidu uhličitého na člověka, při jeho nadýchání může dojít ke zvýšení krevního tlaku a při koncentraci nad 8 % způsobuje bolest hlavy a ztrátu vědomí po několika minutách.

2.3.2 Oxid uhelnatý (CO)

Oxid uhelnatý je také plyn bez zápachu a bez barvy. Vzniká buď při spalování za nízké teploty nebo neúplnou oxidací CO₂ při nedostatku O₂, tedy když je bohatá směs. Koncentrace CO je tudíž určena součinitelem přebytku vzduchu lambda.

Ohrožení člověka spočívá především v tom, že CO se váže na hemoglobin v červených krvinkách a tím snižuje množství kyslíku v krvi. To dále způsobuje zrychlené dýchání, bolesti hlavy, ztrátu vědomí a může vést až k smrti.

2.3.3 Nespálené uhlovodíky (HC)

Nespálené uhlovodíky vznikají několika způsoby. Může to být například předčasným zastavením oxidačních reakcí na konci hoření, dále se mohou vyskytovat v malých štěrbinách, kde se obtížně šíří plamen, nebo průnikem nespálené směsi do výfuku v době překrytí ventilů. Dalším mechanismem může být vznik HC z mazacího oleje, a to přes pístní kroužky, vodítka ventilů či ovětráním klikové skříně. Na vznik nespálených uhlovodíků má vliv technický stav a teplotní režim motoru a také vlastnosti paliva.

Pro člověka představují problém v tom, že poškozují dýchací cesty a některé nespálené uhlovodíky mohou být i karcinogenní. To jsou především polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH).

2.3.4 Oxidy dusíku (NO_x)

Pokud se bavíme o oxidech dusíku, je řeč především o oxidu dusnatém (NO - bezbarvý, bez zápachu) a oxidu dusičitém (NO₂ – červenohnědý, nepříjemný zápach). Tyto plyny vznikají oxidací dusíku kyslíkem při vysokých teplotách (u vznětových motorů během kinetické fáze hoření) nebo při rychlém ochlazení spalin, při němž zamrznou reakce. U motorů bez přeplňování je NO_x tvořeno přibližně z 95 % NO a z 5 % NO₂. U vznětových motorů přeplňovaných tvoří NO₂ až 15 % z NO_x. Ke snížení produkce oxidů dusíku přispívá chlazený EGR ventil.

Oxidy dusíku člověku způsobují nespavost, zrychlené dýchání a modrání kůže. Taktéž dráždí oči, dýchací cesty a plíce.

2.3.5 Pevné částice (PM)

Pevné částice označované PM (z angl. Particulate matter) se mohou vyskytovat jak v pevné, tak v kapalně fázi. Jsou tvořeny sazemí, popelem, oxidy síry, sírany kovů, vodou, palivem nebo olejem. Pevné částice vznikají neúplnou oxidací, a to buď při nízkých teplotách hoření, nebo pokud má palivová směs součinitel přebytku vzduchu lambda menší než 0,6.

Velikost emitovaných částic je v rozmezí 20 nm až 5 μm , přičemž nejvyšší četnost je kolem 100 nm. Pevné částice se ve výfukových plynech vyskytují u vznětových motorů a také u zážehových motorů s přímým vstříkem paliva. V případě vznětových motorů dochází ke kompromisu při jejich seřizování, co se týče poměru mezi NO_x a PM. Čím větší snižování NO_x , tím více vzroste množství pevných částic a naopak.

Nejnebezpečnější pro lidský organismus jsou částice o velikosti 0,1 až 1 μm . Tyto částice mají karcinogenní a mutagenní účinky.

2.3.6 Oxidy síry (SO_x)

Co se týče oxidů síry, bavíme se především o oxidu siřičitém (SO_2). Ten vzniká v průběhu hoření oxidací síry, která je obsažena v palivu a v oleji. Je to štiplavě páchnoucí, bezbarvý a nehořlavý plyn.

U člověka napadá především sliznici a plíce a podporuje vznik onemocnění dýchacích cest.

2.4 Emisní normy

2.4.1 Historie a vývoj Euro norem

Ačkoli se začaly emise motorových vozidel sledovat již po druhé světové válce, první norma, která by předepisovala povolené emisní limity, byla vydána až v roce 1967 ve státě Kalifornie ve Spojených státech amerických. Kalifornie se tímto stala jedním z nejvýznamnějších států, který se nejvíce angažuje v problematice škodlivých látek v ovzduší. Má zavedené velmi přísné emisní limity, což podněcuje vývoj nových technologií ve snaze o snižování emisí motorových vozidel. Proto na jejím území můžeme najít rozvinutou síť jak elektrických dobíjecích stanic, tak také síť vodíkových čerpacích stanic.

První evropskou normou se stala vyhláška EHK 15, která byla vydána v roce 1971. Byla platná až do konce osmdesátých let, kdy byla nahrazena vyhláškou EHK 83. Počátkem devadesátých let se Evropská unie zasadila o vznik jednotné legislativy předepisující limity emisí škodlivých látek ve výfukových plynech. Základem této legislativy byla vyhláška EHK 83 a tyto nové standardy emisních limitů dostaly označení Euro normy. [12]

2.4.2 Emisní Euro normy

Emisní Euro normy jsou předpisy vydané Evropskou unií, které stanovují limity škodlivých látek ve výfukových plynech. Jejich cílem je právě snížit tyto emise škodlivých látek a zlepšit kvalitu ovzduší. Normy jsou předepisovány jak pro zážehové, tak pro vznětové motory. Nejsou to ovšem normy shodné. Liší se buďto druhem jednotlivých látek, nebo povoleným množstvím těchto látek. Například vznětové motory mají přísnější předpis oproti zážehovým motorům, co se týče CO, ale limity pro emise NO_x mají vyšší. Dále se Euro normy liší v závislosti na kategorii vozidla a jeho hmotnosti. Normy jsou vydávány jak pro osobní automobily, tak i pro lehké užitkové automobily, nákladní automobily, vlaky, traktory a jinou těžkou techniku.

Euro normy mají v sobě zahrnuty nejen limity pro emise škodlivých látek, ale také předpisy týkající se paliva. Od roku 2000 (Euro 3) musí mít cetanové číslo dieselu hodnotu minimálně 51 [22]. Dále jsou zde předpisy pro obsah síry v palivech.

Ten poslední, z roku 2009 (Euro 5), udává, že obsah síry jak pro benzin, tak pro diesel, musí být nižší než 10 ppm [24].

Ať už jsou ale normy předepsány pro jakékoli motorové vozidlo, jejich záměr je stejný, a to snižování množství emitovaných škodlivých látek, tedy emisí u nově vyrobených motorových vozidel. V mé diplomové práci uvedu pouze normy pro osobní automobily.

Doposud bylo vydáno celkem šest Euro norem. První byla vydána v roce 1992 a ta poslední, Euro 6, v roce 2014. Čím vyšší číslo Euro norma má, tím přísnější limity jsou v ní předepsány.

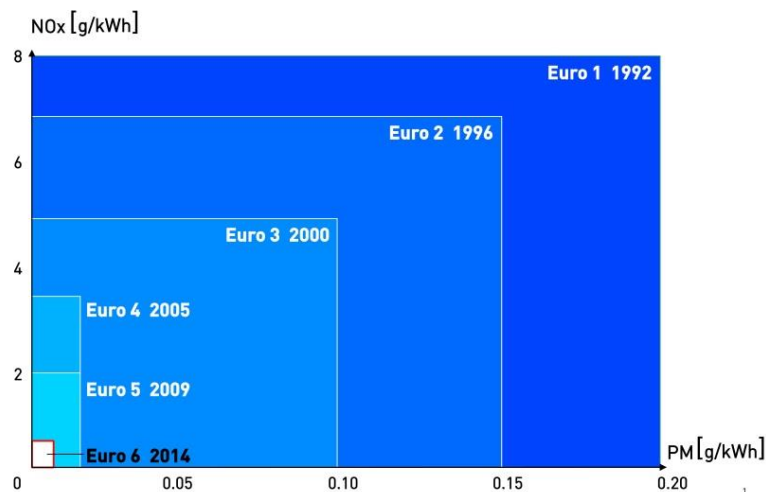
Euro normy udávají limity pouze k homologačním zkouškám. Spojitost mezi limity z Euro norem a limity, podle kterých se měří ve stanicích měření emisí, neexistuje. Jednotlivé Euro normy pro emise škodlivých látek jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka 1. Emisní Euro normy pro zážehové motory [19]

Norma	Rok vydání	CO [g/km]	HC [g/km]	HC + NO _x [g/km]	NO _x [g/km]	PM [g/km]
Euro 1	1992	2,72	-	0,97	-	-
Euro 2	1996	2,20	-	0,5	-	-
Euro 3	2000	2,30	0,20	-	0,15	-
Euro 4	2005	1,0	0,10	-	0,08	-
Euro 5	2009	1,0	0,10	-	0,06	0,005
Euro 6	2014	1,0	0,10	-	0,06	0,005

Tabulka 2. Emisní Euro normy pro vznětové motory [19]

Norma	Rok vydání	CO [g/km]	HC [g/km]	HC + NO _x [g/km]	NO _x [g/km]	PM [g/km]
Euro 1	1992	2,72	-	0,97	-	0,14
Euro 2	1996	1,00	-	0,70	-	0,08
Euro 3	2000	0,64	-	0,56	0,50	0,05
Euro 4	2005	0,50	-	0,30	0,25	0,025
Euro 5	2009	0,50	-	0,23	0,18	0,005
Euro 6	2014	0,50	-	0,17	0,08	0,005



Obr. 1. Tendence snižování koncentrací NO_x a PM v závislosti na Euro normách

2.4.2.1 Norma Euro 1

V roce 1992 vešla v zemích Evropské unie v platnost emisní norma Euro 1. O tři roky později, tedy v roce 1995, se tato norma rozšířila i do ostatních zemí, a to v podobě druhé revize vyhlášky EHK 83. Tato nově vzniklá emisní norma v sobě obsahovala opatření, jejichž účelem bylo omezení emisí CO_2 , stanovení pravidelných kontrol a zavedení programu pro výzkum a vývoj, který bude podněcovat k uvádění „čistých“ vozidel na trh. Norma Euro 1 předepisuje maximální povolené limity oxidu uhelnatého a nespálených uhlovodíků společně s oxidy dusíku. Pro vznětové motory pak předepisuje i maximální koncentraci pevných částic.

Pro schválení nového typu vozidla a jeho následného uvedení na trh bylo nutné zavést zkoušky, které se budou zabývat měřením emisí ve výfukových plynech, tedy tzv. homologační zkoušky. Pro vozidla se zážehovým motorem byly předepsány celkem tři typy zkoušek. Jednalo se o napodobení průměrných emisí z výfuku po studeném startu, měření emisí oxidu uhelnatého při volnoběžných otáčkách a měření emisí plynů z klikové skříně. Pro vozidla se vznětovými motory byl předepsán pouze jeden typ zkoušky, který se týkal napodobení průměrných emisí z výfuku po studeném startu, a to pouze pro plynné znečišťující látky.[20]

2.4.2.2 Norma Euro 2

Emisní norma Euro 2 vstoupila v platnost na začátku roku 1996 ve všech zemích Evropské unie. Do ostatních zemí se norma Euro 2 dostalo opět jako revize vyhlášky EHK 83. V tomto případě se jednalo o třetí (rok 1996) a čtvrtou revizi (1999). Tato norma předepisuje přísnější limity škodlivých látek, které vychází z normy Euro 1. Dále norma předepisuje zdokonalení požadavků pro zkušební metody, především pro studený start či startování za nízkých nebo zimních teplot, trvanlivost protiemisních zařízení a pro opatření v oblasti schvalování typu vozidla, kterými se podpoří zpřísněné požadavky na kontrolu. V Euro 2 byla zavedena také doplňková technická opatření, která předepisovala zdokonalení jakosti paliva z hlediska emisí nebezpečných látek (zejména benzenu) a zpřísnění požadavků na program kontrol a údržby. [21]

2.4.2.3 Norma Euro 3

Na počátku roku 2000 vstupuje v platnost v zemích Evropské unie emisní norma Euro 3. Tato norma opět zavádí přísnější limity škodlivých látek ve výfukových plynech. Ovšem oproti předchozím emisním Euro normám se norma Euro 3 z části liší v druzích hlídaných látek. U vozidel se zážehovým motorem se již neměří součet nespálených uhlovodíků a oxidů dusíku, ale obě látky se měří odděleně. U vznětových motorů se začínají měřit oxidy dusíku také odděleně, ne pouze v součtu s nespálenými uhlovodíky.

Tato norma se vztahuje na emise výfukových plynů při běžné a nízké teplotě okolí, na emise způsobené vypařováním, emise plynů z klikové skříně a životnost zařízení proti znečišťujícím látkám. Dále se zde zavádí palubní diagnostické systémy, tzv. OBD (z angl. On-Board Diagnostics). Tyto systémy jsou určeny pro kontrolu emisí a využívají se pro motorová vozidla vybavená zážehovými a vznětovými motory.

Norma Euro 3 také upravuje zkoušky potřebné ke schválení vozidla. Vozidla se zážehovými motory se musí podrobit následujícím zkouškám: ověření průměrných emisí z výfuku po studeném startu, měření emisí oxidu uhelnatého při volnoběhu, měření emisí plynů z klikové skříně, měření emisí způsobených vypařováním, zjišťování životnosti zařízení proti znečišťujícím látkám, ověření průměrných emisí oxidu uhelnatého a uhlovodíků z výfuku po studeném startu při nízkých teplotách okolí a také zkouška systému OBD. Pro vozidla se vznětovými motory jsou předepsány

zkoušky pro ověření průměrných emisí z výfuku při studeném startu, zjišťování životnosti zařízení proti znečišťujícím látkám a tam, kde to přichází v úvahu, zkouška systému OBD. [22]

2.4.2.4 Norma Euro 4

Emisní norma Euro 4 přichází v platnost na počátku roku 2005 a stejně jako u předchozích norem dochází i zde ke zpřísnění limitů emisí škodlivých látek. Tato norma se dále zaobírá tzv. katalyzátorem původní výbavy, náhradním katalyzátorem a náhradním katalyzátorem původní výbavy. Předepisuje jejich značení, rozdílnost či stejnost konstrukce nebo jejich parametry. Dále norma obsahuje typy zkoušek pro vozidla se zážehovým motorem na LPG nebo na CNG (ať už pro jednopalivové nebo pro dvoupalivové systémy).

Norma Euro 4 obsahuje technické vlastnosti referenčního paliva pro zkoušky vozidel se zážehovými či vznětovými motory. Dále obsahuje technické vlastnosti referenčních paliv pro LPG a pro CNG. [23]

2.4.2.5 Norma Euro 5

Tato norma vstoupila v platnost roku 2009 a již při prvním pohledu na tabulky v kapitole 2.4 je zřejmé, že více tato norma postihuje vznětové motory. A to především s ohledem na povolené limity oxidů dusíku a pevných částic ve výfukových plynech. Nejmarkantnější je právě změna v limitu koncentrace pevných částic u vznětových motorů. V normě Euro 4 byl limit 25 mg/km, kdežto v normě Euro 5 je to již 5 mg/km. U zážehových motorů došlo k mírnému zpřísnění limitů oxidů dusíku a také se zavedlo měření pevných částic, jejichž povolené množství je stejné jako u vznětových motorů. Ohledně pevných částic by mělo dojít ještě k jedné změně, a to nejpozději do nástupu nové normy Euro 6. Doposud se totiž měřila hmotnost pevných částic ve výfukových plynech. Nově by se měl zavést přístup, který je založen na měření celkového počtu pevných částic. S normou Euro 5 je zde i povinnost montovat do vozidel se vznětovými motory filtry pevných částic.

Jako u všech předchozích Euro norem je i zde snaha o snižování emisí oxidu uhličitého a zajištění, aby se tyto limity týkaly skutečného výkonu vozidel při provozu. [24]

2.4.2.6 Norma Euro 6

Zatím poslední vydaná emisní norma, Euro 6, vstoupila v platnost roku 2014. Co se týče zážehových motorů, zůstaly limity totožné jako u předchozí normy Euro 5. Ke změnám došlo u vznětových motorů a to především v množství oxidů dusíku ve výfukových plynech, kde většinový podíl v oxidech dusíku má oxid dusnatý. Limitní hodnota pro oxidy dusíku se snížila z 18 mg/km v Euro 5 až na 8 mg/km v Euro 6. Aby bylo možno dosáhnout tohoto limitu, používají výrobci vozidel katalyzátor se selektivní katalytickou redukcí. Ten pracuje na principu vstřikování močoviny (rozklad na amoniak) do výfukového potrubí k eliminaci emisí oxidů dusíku.

Vzhledem ke změnám v měření pevných částic ve výfukových plynech, kdy se bude měřit jejich počet místo jejich hmotnosti, je u zážehových motorů s přímým vstřikováním nastaven limit v prvních třech letech platnosti Euro 6 na 6×10^{12} částic na ujetý kilometr. Poté bude limit snížen o jeden řád, tedy na 6×10^{11} částic na ujetý kilometr. U vznětových motorů bude již od začátku platnosti normy Euro 6 limit 6×10^{11} částic na ujetý kilometr.

Jak již bylo uvedeno v předchozích Euro normách, je i v této normě požadavek na snižování emisí oxidu uhličitého. Pro normy Euro 5 a Euro 6 vychází tento požadavek z nařízení Evropského parlamentu z roku 2009. Toto nařízení stanovuje normy pro nové osobní automobily v souvislosti s jejich emisemi oxidu uhličitého. Současný limit, vyplývající z tohoto nařízení, je stanoven na 130 g/km. Tento limit by se ale měl do roku 2020 snížit na 95 g/km, což by mělo také vést ke snižování spotřeby vozidel. [24]

2.5 Způsoby snižování výfukových emisí

V této kapitole se zaměřím na způsoby snižování škodlivých emisí ve výfukových plynech. Pro toto snižování máme dvě možnosti, které závisí na umístění prostředků vedoucích ke snižování emisí. Rozlišujeme aktivní prostředky, které jsou buď před spalovacím motorem, nebo přímo v něm, a prostředky pasivní, které najdeme až za spalovacím motorem. V mé diplomové práci se budu podrobněji zabírat pouze pasivními prostředky, které slouží především k zachytávání a eliminaci již vzniklých škodlivých emisí.

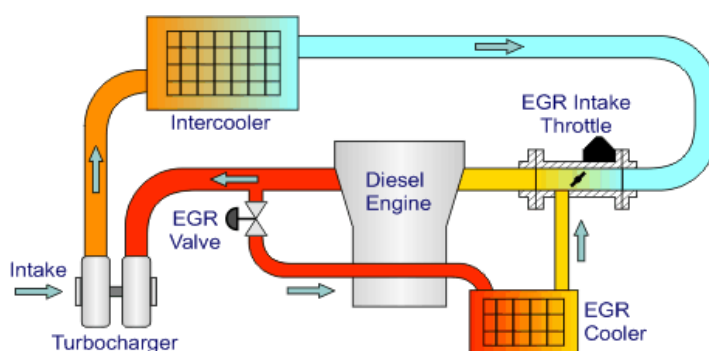
Aktivní prostředky a princip jejich fungování spočívá především v úpravě palivové směsi a spalovacího procesu. To může vést ke zvyšování účinnosti paliva a zároveň k poklesu spotřeby a některých škodlivých emisí. Aktivními prostředky tedy mohou být:

- tvorba směsi,
- vstřikování paliva,
- víření směsi ve válci.

Dále již pasivní prostředky pro snižování výfukových emisí.

2.5.1 Recirkulace výfukových plynů – EGR

Prvním prostředkem pasivního způsobu snižování výfukových emisí je technologie EGR (z angl. Exhaust Gas Recirculation; v překladu „recirkulace výfukových plynů“). Principem této technologie je znovuvyužití výfukových plynů, které jsou nasávány zpět do spalovacího prostoru. Rozeznáváme dva způsoby recirkulace. Vnější recirkulace probíhá prostřednictvím speciálního vedení včetně chladiče výfukových plynů a zpětných ventilů.



Obr. 2. Schéma vnější recirkulace pomocí EGR ventilu [9]

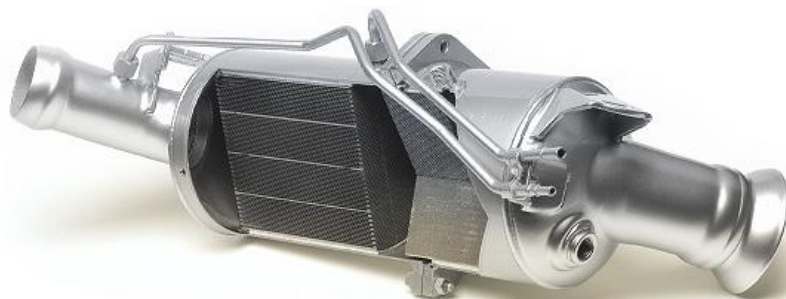
Druhým způsobem je vnitřní recirkulace, která nastává při současném otevření sacích a výfukových ventilů. Zde záleží tedy na vhodném načasování ventilového rozvodu. Výhodnějším způsobem je vnější recirkulace vzhledem k ochlazení výfukových plynů.

Hlavním důvodem recirkulace výfukových plynů je omezení vzniku oxidů dusíku, a to již při samotném spalování. To je způsobeno tím, že recirkulované výfukové plyny snižují teploty spalování a zároveň snižují obsah kyslíku v palivové směsi. Následkem je snížená tvorba oxidů dusíku, jehož obsah jinak se vzrůstajícími teplotami spalování roste. Zároveň je nutno dodat, že vzhledem ke snížené spalovací teplotě a obsahu kyslíku ve směsi dochází ke zhoršení účinnosti spalování a taktéž k nárůstu spotřeby paliva.

Dalším negativem je fakt, že snižování oxidů dusíku jde ruku v ruce s nárůstem obsahu pevných částic ve výfukových plynech. Proto je nutné spolu s technologií EGR využívat i filtr pevných částic (tzv. DPF), který obsah pevných částic snižuje. [9]

2.5.2 Filtr pevných částic – DPF

Jak jsem již uvedl u předchozí technologie EGR, filtr pevných částic slouží ke snižování obsahu pevných částic ve výfukových plynech. Označení DPF pochází z anglického jazyka a znamená Diesel Particulate Filter. Filtry pevných částic se doposud používaly převážně u vznětových motorů. Vzhledem k poslednímu trendu častějšího využívání zážehových motorů s přímým vstřikováním, jejichž kouřivost je velmi vysoká, bude nutné DPF instalovat i do těchto vozidel.



Obr. 3. Řez filtrem pevných částic (zde včetně oxidačního katalyzátoru) [17]

Při spalování směsi ve vznětových motorech vznikají pevné částice, jejichž množství se odvíjí od kvality spalování. Ta je závislá například na způsobu vstřikování paliva, víření směsi ve spalovacím prostoru a jejím shoření a také na kvalitě paliva. Co se týče konstrukce filtru pevných částic, základem je kovový plášť, ve kterém je uloženo voštinové keramické těleso s poloprůchodnými kanálky vytvořené z karbidu křemíku. Průchodem výfukových plynů se pevné částice zachycují na pórovité keramické stěně filtru. Aby nebyl filtr neustále zanášen a nedošlo k jeho celkovému ucpání, je potřeba provádět regeneraci filtru pevných částic. Ta spočívá ve vypálení zachycených pevných částic. Teplota jejich zapálení se pohybuje v rozmezí 550 – 650 °C. Tuto teplotu lze snížit katalyticky působící vrstvou na 300 – 450 °C nebo aditivem na 400 °C. Způsoby regenerace se dělí na aktivní a pasivní.

Pasivní regenerace probíhá samovolně. Nastává vždy, když teplota výfukových plynů dosáhne přibližně 300 – 500 °C. Tato teplota umožní hoření pevných částic, které jsou zachycené ve filtru. Takovéto podmínky odpovídají režimu vyššího zatížení motoru, tedy když motor po delší dobu setrvává ve vyšších otáčkách. To může být například jízda na dálnici.

Aktivní regenerace nastává po ujetí 500 – 1000 km bez předchozí pasivní regenerace. To se děje především u automobilů, které se pohybují hlavně v městském provozu. Při tomto způsobu regenerace je teplota výfukových plynů uměle navýšena přibližně na 500 – 800 °C. Toho je docíleno například změnou časování vstřiku paliva (využití tzv. dostřiku) v kombinaci s jeho vyšším množstvím. Tím se nespálené palivo dostane do filtru pevných částic, kde hoří a tím zvedá teplotu uvnitř filtru a umožní vypálení zachycených pevných částic. Další možností je přidávání aditiva, které podporuje hoření. [16]

Můžeme se také setkat s označení filtru pevných částic zkratkou FAP. Jedná se ovšem pouze o jiné označení, které vychází z francouzského jazyka. FAP tedy znamená, Filtre Anti Particules. Žádné jiné rozdíly mezi DPF a FAP nejsou.

2.5.3 Katalytický konvertor

Posledním z pasivních prostředků, který zde uvedu, je katalytický konvertor. Toto zařízení má za úkol snižování škodlivých emisí výfukových plynů vzniklých při spalování ve spalovacím motoru. Pracuje na principu přeměny škodlivých látek pomocí

katalyzátoru na látky méně škodlivé. Katalytické konvertory tedy snižují obsah oxidu uhelnatého, nespálených uhlovodíků a oxidů dusíku ve výfukových plynech za přítomnosti katalyzátoru při vzniku oxidu uhličitého, vody a dusíku. Jako katalyzátor se využívají ušlechtilé kovy, jako jsou např. platina, paladium a rhodium.

Katalytický konvertor je tvořen z plechového obalu a z vlastní aktivní katalytické hmoty. Tato hmota se nanáší na povrch chemicky inertních materiálů, které nazýváme nosiče. Ty mohou být buďto keramické, nebo kovové. Dále je možné na nosič nanést vrstvu oxidu hlinitého pro zvětšení aktivní plochy. Katalytický konvertor může také obsahovat různá regulační zařízení, jakými může být např. lambda sonda. [10]

Celkem rozeznáváme pět katalytických konvertorů, které se liší jak konstrukcí, tak uvnitř probíhajícími reakcemi.

2.5.3.1 Oxidační katalytický konvertor

Tento druh katalytického konvertoru se používá jak pro zážehové, tak pro vznětové motory. Cílem je snížení oxidu uhelnatého a nespálených uhlovodíků za vzniku oxidu uhličitého a vody. Jako katalyzátory se zde využívají platina a paladium. [10]

2.5.3.2 Redukční katalytický konvertor

Redukční katalytický konvertor najdeme u vozidel využívajících zážehový motor. Má za úkol redukcí oxidů dusíku ve výfukových plynech za vzniku oxidu uhličitého, vody a dusíku. Katalyzátorem je zde rhodium. [10]

2.5.3.3 Třísložkový katalytický konvertor

Třísložkový, nebo také třícestrný, katalytický konvertor se využívá u zážehových motorů pracujících se stechiometrickou směsí $\lambda = 1$. Hlavním úkolem je snížení oxidů dusíku, nespálených uhlovodíků a oxidu uhelnatého za vzniku oxidu uhličitého, vody a dusíku. U třísložkového katalyzátoru je nutné, aby pracoval ve spolupráci s lambda sondou. [10]

2.5.3.4 Katalytický konvertor se selektivní katalytickou redukcí (SCR)

Tento katalytický konvertor se využívá u vozidel se vznětovými motory a slouží ke snižování oxidů dusíku. Selektivní katalytická redukce, kterou tento katalytický konvertor využívá, je založena na principu vstřikování vodného roztoku močoviny do výfukových plynů. Vodný roztok močoviny se vlivem tepla mění na čpavek, který reaguje s oxidy dusíku ve výfukových plynech za vzniku vody a dusíku. Tato metoda vede ke snížení oxidů dusíku ve výfukových plynech až o 90 %. [10]

2.5.3.5 Zásobníkový katalytický konvertor

Posledním typem, který zde uvedu, je zásobníkový katalytický konvertor. Využívá se pro snižování oxidů dusíku jak u zážehových, tak u vznětových motorů spalujících chudou palivovou směs. Při reakcích se využívá uhličitanu barnatého a katalyzátoru z platiny. Reakce probíhají za vzniku oxidu uhličitého a vody. [10]

3. Homologační zkušební cykly

Krátce se zde zmíním i o homologačních zkušebních cyklech. Účelem provozování těchto zkoušek je umožnění automobilce uvedení nového vozidla či nového motoru na trh, a to za předpokladu splnění podmínek zkoušky, jimiž se rozumí dodržení emisních limitů stanovených normou. V případě Evropské unie jsou tyto limity dány aktuální Euro normou. Homologační zkoušky nejsou totiž světově jednotné a liší se v závislosti na národních i mezinárodních vládách. Odlišnosti můžeme najít v rozmezí provozních teplot, v rychlosti vozidla, v době trvání zkušebního cyklu nebo ve velikosti hmotnostního zatížení vozidla.

Homologační zkušební cykly jsou zkoušky umožňující opakovatelné a srovnatelné měření emisí výfukových plynů pro různá vozidla a motory. Zkušební cykly obsahují předpisy specifických podmínek, které musí být v průběhu zkoušky dodrženy. V ideálním případě by tyto předpisy měly být stanoveny tak, aby přesně a realisticky odpovídaly reálným podmínkám, ve kterých bude vozidlo provozováno. To je ovšem prakticky nemožné. Vozidla se totiž během svého provozu pohybují v tolika rozličných a nesourodých režimech, že postihnout všechny ve zkušebním cyklu by bylo velmi obtížné.

Dalším problémem (v průběhu psaní této diplomové práce velmi aktuálním) je přístupování automobilek k těmto homologačním zkouškám. Výrobci vozidel a motorů jsou totiž schopni naprogramovat řídicí jednotku vozidla tak, aby v průběhu těchto homologačních zkoušek vozidlo vyhovovalo limitům škodlivých emisí obsažených ve výfukových plynech. Poté, co se vozidlo dostane do reálného provozu, pracuje již řídicí jednotka vozidla mimo tzv. režim měření emisí a limity škodlivých emisí jsou překračovány až několikanásobně. Tento „podvod“ se dá odhalit například tak, že se vozidlo podrobí zkoušce, která se liší od té homologační.

Navzdory těmto nedostatkům existuje několik homologačních cyklů, kterým jsou vozidla podrobována. V Evropské unii se využívá především cyklu NEDC. Ten je ovšem velmi kritizován za neodpovídající průběh v reálných jízdních podmínkách. Proto bude tento cyklus doplněn o další dva cykly. Jsou jimi RDE (měření emisí za jízdy) a WLTP, které více odpovídá reálnému provozu na silnicích. Oba tyto cykly vstoupí v platnost 1. září 2017.

4. Měření emisí ve stanicích měření emisí

V této kapitole popíšu průběh měření emisí u vozidel ve stanicích měření emisí (dále SME). Budu se přitom řídit vyhláškou č. 342/2014 Sb., která novelizovala vyhlášku č. 302/2001 Sb., a Metodickým postupem měření emisí vozidel v SME. V popisu průběhu budu postupovat přesně podle Metodického postupu, tedy tak, jak postupuje technik měření emisí ve SME.

4.1 Identifikace vozidla

4.1.1 Kontrola identifikačních údajů vozidla

Tato kontrola spočívá v ověření shody skutečného provedení vozidla s údaji, které jsou uvedené v Osvědčení o registraci vozidla, tedy v technickém průkazu vozidla. Zároveň se technik SME musí ujistit, zda má oprávnění měřit danou značku a typ vozidla.

Do protokolu je poté uvedena identifikace vozidla podle Osvědčení o registraci vozidla. [4]

4.1.2 Kontrola shody typu motoru

Technik SME zkontroluje, zda instalovaný typ motoru ve vozidle souhlasí s typem motoru v technickém průkazu. Zde se ovšem může vyskytnout první překážka. Výrobce totiž není povinen typ na motoru vyznačovat. Technik je tedy nucen řídit se vnějšími znaky, příslušenstvím motoru či svojí zkušeností.

Vnějšími znaky můžeme rozumět:

- používané palivo,
- provedení palivové soustavy,
- počet a uspořádání válců,
- sací a výfukové vedení včetně příslušenství,
- identifikaci za pomoci řídicí jednotky motoru.

V případě, že technik není schopen přesně určit typ motoru ani podle vnějších znaků, uvede se tato skutečnost do protokolu a měření se ukončí. [4]

4.1.3 Přiřazení diagnostických parametrů k vozidlu

Po provedené identifikaci vozidla přiřadí technik diagnostické parametry a limity měření podle stanovených údajů výrobcem nebo ze schválených databází. V případě, že výrobce tyto limity nikterak nestanovil, použije technik obecné limity dle vyhlášky v platném znění. [4]

4.2 Vizuální kontrola

Po identifikaci vozidla přejde technik k vizuální kontrole vozidla. Kontrolují se především díly či skupiny dílů, které ovlivňují tvorbu škodlivých emisí. Posuzuje se především úplnost a těsnost soustav, těsnost motoru a také nepřípustné modifikace.

Technik je rovněž povinen zkontrolovat motor vozidla s ohledem na svoji vlastní bezpečnost, ochranu zdraví a okolní prostředí. Kontroluje se technický stav motoru, jeho úplnost, případný únik provozních kapalin, stav rotujících součástí (řemenice, řemeny, ventilátory apod.).

V případě, že technik shledá závadu na vozidle, která by vedla k ohrožení bezpečnosti obsluhy či poškození životního prostředí nebo závadu znemožňující objektivnost měření, měření se okamžitě ukončí.

Kontrolují se především následující celky:

- palivová soustava
 - kontroluje se těsnost palivové soustavy při nastartovaném motoru, dodržení dostatečných vzdáleností od zdrojů tepla
- sací systém
 - kontroluje se úplnost sacího potrubí a jeho případné modifikace, stav turbodmychadla včetně regulačních ústrojí, mezichladiče stlačeného vzduchu

- výfukový systém
 - kontroluje se těsnost a úplnost výfukového systému (především přítomnost katalyzátorů, DPF, EGR a jiných systémů přispívajících ke snižování emisí škodlivin), viditelná poškození, upevnění lambda sond a nepřipustné modifikace
- odvětrání klikové skříně
 - kontrola se provádí především u čtyřdobých zážehových motorů, ve vozidlech vyrobených od roku 1972,
 - kontroluje se přítomnost a průchodnost,
 - odvětrání musí být provedeno formou recirkulace do sání motoru, (do vzduchového filtru za filtrační vložku), nikoli do atmosféry [4]

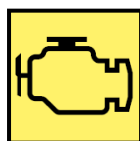
4.3 Kontrola paměti závad řídicího systému hnacího agregátu

4.3.1 Systémy s OBD

Tato kontrola probíhá u vozidel, která jsou vybavena palubní diagnostikou motoru neboli OBD. Systém OBD je pro výrobce vozidel povinný od uvedení normy Euro 3 v platnost (zážehové motory od roku 2000, vznětové motory od roku 2003).

Kontrola je rozdělena do několika kroků:

1. Identifikace softwarové verze řídicí jednotky motoru
2. Vizuální kontrola funkčnosti MIL (= kontrolka chybné funkce motorů vybavených OBD)
 - chování této kontrolky je závislé na druhu vozidla a plnění úrovně emisních limitů
 - kontrola se provádí při stojícím motoru v momentu zapnutí zapalování a následném startu motoru



Obr. 4. Standardizované provedení MIL kontrolky motoru [4]

3. Kontrola Readiness kódů

- kontrola probíhá při zapnutém zapalování vozidla, výsledek se zjišťuje on-line přenosem a stav kódů se zanesení do protokolu
- výsledek kontroly Readiness kódů je závislý na průběhu dalších měření
- Readiness kódy (indikující kontinuální monitorování) musí udávat proběhnuté testy; pokud testy neproběhly, je vozidlo hodnoceno jako nevyhovující

4. Kontrola paměti závad

- diagnostika se provádí při běžícím motoru ve volnoběžných otáčkách, ovšem v případě problémů je možno diagnostiku provést při stojícím motoru se zapnutým zapalováním

V případě nemožnosti navázání komunikace s OBD u vozidla, u kterého jsou tyto diagnostické systémy předepsány, je vozidlo hodnoceno jako nevyhovující. [4]

4.3.2 Řízené systémy bez OBD

Vozidla, která nemají zabudované OBD, se diagnostikují podle pokynů výrobce. Může nastat případ, že výrobce vozidla kontrolu řídicího systému nepředepisuje. V tom případě se do protokolu do příslušné kolonky uvede, že se vozidlo z hlediska kontroly paměti závad nehodnotí.

U některých vozidel se můžeme setkat s indikátorem chybné funkce motoru. Jeho palubní kontrolka je velmi podobná kontrolce MIL, kterou používají vozidla s OBD. Vzhledem ke skutečnosti, že tato kontrolka není legislativně předepsána, bere ji technik měření emisí v úvahu pouze tehdy, je-li tak uvedeno v pokynech od výrobce vozidla.

Diagnostika vozidel bez OBD probíhá on-line pouze tehdy, pokud to komunikační rozhraní a softwarové vybavení použité diagnostiky umožní.

Celkové vyhodnocení proběhnuté diagnostiky neprobíhá automatizovaně, nýbrž tak musí učinit technik měření emisí. [4]

4.4 Měření koncentrací škodlivých složek

V této části mé diplomové práce popíšu již samotné měření koncentrací škodlivých látek ve výfukových plynech. Samotný průběh měření bude rozdělen do jednotlivých kroků. Některé z nich budou totožné jak pro zážehové motory, tak pro motory vznětové.

Technik měření emisí je povinen používat pouze schválené měřicí programy, které jsou určeny pro měření škodlivých látek. [4]

4.4.1 Zážehové motory

Postup měření koncentrací škodlivých látek u zážehových motorů:

1. Vozidlo musí stát na místě, volič převodových stupňů musí být v poloze neutrálu nebo podle pokynů výrobce.
2. Motor musí být v chodu po dobu nejméně jedné minuty a zahřátý na provozní teplotu. Teplota motoru se přejímá z diagnostického rozhraní vozidla, konkrétně se jedná o teplotu chladicí kapaliny. Pokud není tento údaj k dispozici, využije se teplota oleje z olejové měřky. Pokud ani tuto teplotu není možné změřit, zadá se teplota do měřicího přístroje ručně s tím, že motor musí být v chodu nejméně 5 minut.
3. Následně se zkontroluje provozní teplota motoru. Ta by měla být nejméně 60 °C bez ohledu na to, z jakého zdroje byla získána. Pokud výrobce vozidla stanoví jinou provozní teplotu, řídí se technik pokyny výrobce.
4. Na měřicím přístroji zvolíme druh používaného paliva.
5. Dále je nutné zajistit snímání otáček motoru. Toho je možné dosáhnout například prostřednictvím OBD, pomocí spouštěcích kleští, snímačem horní úvratě motoru, svorkou generátoru W (svorka střídavého proudu z jedné fáze alternátoru) nebo pomocí kombinovaného snímače, který získává údaje ze dvou zdrojů signálu (vibrace přenášené motorem a vzdušný zvukový signál).
6. V dalším kroku se kontroluje regulace volnoběhu u vozidel s řízenými systémy.

7. Poté se umístí sonda do výfuku a přejde se k samotnému měření škodlivých látek.
8. Nejdříve dochází k měření při základním volnoběhu. Rozsah volnoběžných otáček, ve kterých se musí motor pohybovat, je stanoven výrobcem. Doba potřebná k měření škodlivých látek je závislá na použitém měřicím přístroji. Ovšem minimální potřebná doba k měření je 10 sekund. V průběhu této periody dochází k vyhodnocování průměrných naměřených hodnot otáček a koncentrací plyných škodlivých emisí. Při volnoběžných otáčkách se měří koncentrace oxidu uhelnatého.
9. Po měření při volnoběžných otáčkách následuje měření ve zvýšených otáčkách. Jejich rozsah je opět stanoven výrobcem vozidla. Obvykle se tyto hodnoty pohybují od 2500 min^{-1} až do 2800 min^{-1} . Opět se doba měření odvíjí od použitého měřicího zařízení. Minimální doba měření je zde 15 sekund a měřit se začíná od okamžiku dosažení spodní hranice otáčkového pásma. Prvních 5 sekund měření nedochází k vyhodnocování koncentrací škodlivých látek z důvodu nutného odeznění přechodového stavu. Ve zbylém čase, potřebném k proběhnutí měření, se vyhodnocují průměrné naměřené hodnoty otáček a koncentrace plyných škodlivých emisí. Při zvýšených otáčkách se měří koncentrace oxidu uhelnatého a také hodnota součinitele přebytku vzduchu lambda.
10. Při měření zážehového motoru s neřízeným emisním systémem se při volnoběžných otáčkách měří obsah oxidu uhelnatého a uhlovodíků. Při zvýšených otáčkách se měří stejné parametry jako při otáčkách volnoběžných. [4]

Limitní hodnoty koncentrací škodlivých látek udává výrobce vozidla. Pokud ovšem nejsou od výrobce tyto limity stanoveny, použijí se limitní hodnoty dle platné vyhlášky, a to následovně:

Pro zážehové motory s neřízeným emisním systémem nesmí přípustné hodnoty oxidu uhelnatého překročit jak při volnoběžných, tak při zvýšených otáčkách určitá objemová procenta, která se odvíjí od data výroby vozidla.

- a) do 31. 12. 1972 hodnotu 6 % objemu
- b) od 1. 1. 1973 do 31. 12. 1986 hodnotu 4,5 % objemu

c) od 1. 1. 1987 hodnotu 3,5 % objemu

Přípustné hodnoty uhlovodíků (udávány v ppm) stanoví výrobce vozidla. [2]

Pro zážehové motory s řízeným emisním systémem jsou již povolené hodnoty oxidu uhelnatého výrazně nižší. Navíc se zde, při zvýšených otáčkách, měří součinitel přebytku vzduchu lambda. Stanovené přípustné hodnoty jsou:

- a) 0,5 % objemu oxidu uhelnatého při volnoběžných otáčkách,
- b) 0,3 % objemu oxidu uhelnatého při zvýšených otáčkách a přitom součinitel přebytku vzduchu lambda musí dosahovat hodnoty $1 \pm 0,03$. [2]

Protokoly o provedení měření emisí jsou uvedeny v přílohách diplomové práce. Pro zážehové motory s neřízenými emisními systémy je to Příloha 1, pro zážehové motory s řízenými emisními systémy Příloha 2. [3]

4.4.2 Vznětové motory

Postup měření koncentrací škodlivých látek u vznětových motorů:

1. Vozidlo musí stát na místě, volič převodových stupňů musí být v poloze neutrálu nebo podle pokynů výrobce.
2. Motor musí být v chodu po dobu nejméně jedné minuty a zahřátý na provozní teplotu. Teplota motoru se přejímá z diagnostického rozhraní vozidla, konkrétně z teploty chladicí kapaliny. Pokud není tento údaj k dispozici, využije se teplota oleje z olejové měřky. Pokud ani tuto teplotu není možné změřit, zadá se teplota do měřicího přístroje ručně s tím, že motor musí být v chodu nejméně 5 minut.
3. Následně se zkontroluje provozní teplota motoru. Ta by měla být nejméně 60 °C bez ohledu na to, z jakého zdroje byla získána. Pokud výrobce vozidla stanoví jinou provozní teplotu, řídí se technik pokyny výrobce.
4. Na měřicím přístroji zvolíme druh používaného paliva.
5. Dále je nutné zajistit snímání otáček motoru. Toho je možné dosáhnout například prostřednictvím OBD, pomocí spouštěcích kleští, svorkou

generátoru W (svorka střídavého proudu z jedné fáze alternátoru) nebo pomocí modulu pro měření otáček ze zvlnění napětí na akumulátoru. V dalším kroku se kontroluje regulace volnoběhu u vozidel s řízenými systémy.

6. U vznětových motorů je potřeba zkontrolovat omezovač referenčních otáček. To probíhá tak, že postupně se sešlapuje pedál akcelérátoru do té doby, než se otáčky přestanou zvyšovat. Přitom kontrolujeme, zdali nedochází k překročení maximálních přípustných otáček, které jsou stanoveny výrobcem vozidla.
7. U vozidel, která byla do provozu uvedena do konce roku 2011, se doporučuje propláchnutí výfukového systému. To se uskutečňuje provedením třech akcelerací z volnoběžných otáček při plném sešlápnutí pedálu akcelérátoru. Doporučuje se dosáhnout alespoň 2/3 otáček při maximálním výkonu motoru nebo otáček OEM omezovače (omezuje otáčky na nižších hodnotách, než jsou maximální otáčky motoru).
8. Nyní se umístí sonda do výfuku a přejde se k samotnému měření škodlivých látek.
9. U vozidel se vznětovými motory se měří pomocí opacimetru kouřivost metodou volné akcelerace. Zkouška metodou volné akcelerace spočívá v tom, že akcelerační pedál se sešlápně do maximální polohy a v této poloze se drží, dokud není dosaženo tolerančního pásma referenčních otáček omezovače. Jakmile je tolerančního pásma dosaženo, musí se okamžitě akcelerační pedál pustit. Zaznamenána je pak nejvyšší hodnota kouřivosti, která se naměřila během akcelerace.
10. Pro akceleraci platí omezení, a to v době jejího trvání, která nesmí být delší než 5 sekund. Pokud tuto dobu akcelerace přesáhne, měření je neplatné, avšak započítává se do počtu provedených měření. Po poklesu otáček do pásma volnoběžných otáček musí následovat pauza v délce trvání nejméně 15 sekund, než může dojít k dalšímu měření.
11. U metody volné akcelerace totiž neprobíhá jen jedno měření. Celkový počet měření se odvíjí od doby, kdy bylo vozidlo homologováno. Celkem rozlišujeme tři možnosti:
 - u vozidel splňujících normu Euro 5 a novějších je dovoleno provést pouze jedno platné opakování měření

- u vozidel splňujících normu Euro 3 a Euro 4 je dovoleno provést pouze dvě platná opakování měření za předpokladu, že vzájemný rozdíl naměřených hodnot kouřivosti není větší než $0,25 \text{ m}^{-1}$; výsledná hodnota kouřivosti je stanovena jako aritmetický průměr z proběhnutých měření
- u ostatních vozidel se měření opakuje nejméně 4x; výsledná hodnota kouřivosti se poté stanoví jako aritmetický průměr 4 posledních platných měření

U prvních dvou možností musí měření proběhnout za předpokladu, že všechny Readiness kódy jsou nastaveny a naměřená hodnota kouřivosti nepřesahuje dovolený limit.

12. V případě, že bylo dosaženo povoleného rozptylu hodnot kouřivosti, který činí $0,25 \text{ m}^{-1}$ a výsledná hodnota kouřivosti nepřesahuje povolený limit, měření se ukončí. [4]

Limitní hodnoty koncentrací škodlivých látek udává výrobce vozidla. Pokud ovšem nejsou od výrobce tyto limity stanoveny, použijí se limitní hodnoty dle platné vyhlášky a to následovně:

Kouřivost motoru, vyjádřená součinitelem absorpce $k [\text{m}^{-1}]$, nesmí překročit:

- a) u vozidel vyrobených do 31. 12. 1980 hodnotu 4 m^{-1}
- b) u vozidel vyrobených od 1. ledna 1981 hodnotu korigovaného součinitele absorpce X_L stanovenou pro kontrolovaný typ vozidla při jeho homologační zkoušce [3]

$$k \leq X_L$$

Protokoly o provedení měření emisí jsou uvedeny v přílohách diplomové práce. Pro vznětové motory s neřízenými emisními systémy je to Příloha 3, pro vznětové motory s řízenými emisními systémy Příloha 4. [3]

5. Emisní vyhlášky

5.1 Rozdíly vyhlášek č. 302/2001 Sb. a č. 342/2014 Sb.

Vyhláška č. 342/2014 Sb., která novelizovala vyhlášku č. 302/2001 Sb., vstoupila v platnost 1. 1. 2015 a přinesla řadu změn, které nyní uvedu.

5.1.1 Součinitel absorpce u vznětových motorů

První změna, kterou přinesla tato vyhláška, se týká vznětových motorů. U těch se měří kouřivost, která je vyjádřena součinitelem absorpce. Ten se pak porovnává s korigovaným součinitelem absorpce, který udává výrobce. Jeho maximální hodnota je uvedena buď v technickém průkazu, nebo na štítku v motorovém prostoru. Podle vyhlášky č. 302/2001 Sb. bylo povoleno ke stanovené hodnotě výrobcem připočítat koeficient + 0,5 jako povolená tolerance. Nicméně tato tolerance byla již zahrnuta v údajích od výrobce, tudíž se tato tolerance připočítávala celkem dvakrát. S nástupem nové vyhlášky je povinnost již tento koeficient nepřičítat. Ovšem vzhledem k nedostatečné vybavenosti emisních stanic bylo stanoveno přechodné období, které platilo od data vstoupení vyhlášky v platnost až do 30. 6. 2015.

Toto byla hlavní změna pro rok 2015. V roce 2016 ovšem vyhláška přinese ještě další změny a to především povinné provádění diagnostiky vozidla s kontrolou všech emisních systémů. [3]

5.1.2 Diagnostika a Readiness kódy

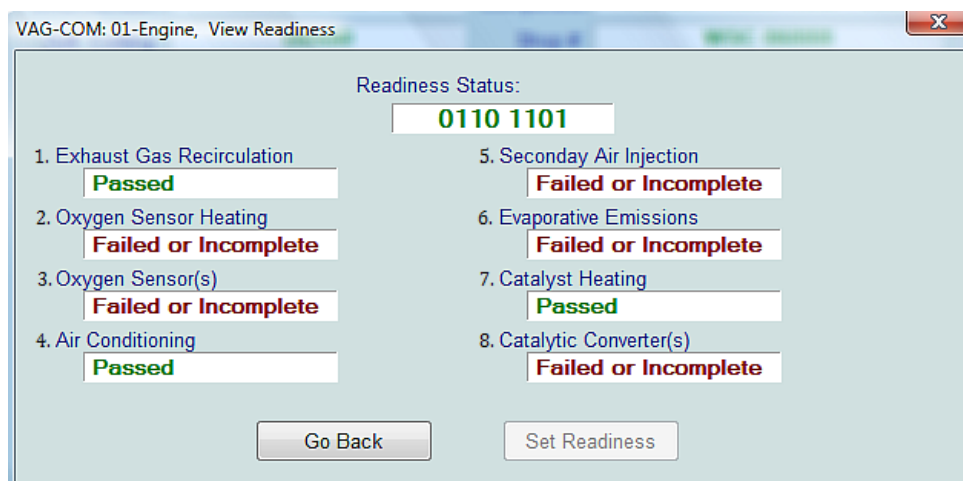
Diagnostika vozidla a vyčítání závad se provádělo již před novelizací vyhlášky č. 302/2001 Sb., ovšem nyní k vyčítání závad přibylo vyčítání tzv. Readiness kódů neboli kódů připravenosti. Readiness kódy jsou součástí palubní diagnostiky OBD a kontinuálně kontrolují jednotlivé systémy vozidla. Jsou to především systémy, které ovlivňují emise škodlivých látek ve výfukových plynech.

Readiness kód je jedenáctimístný kód, který udává proběhnuvší testy. Výsledky tohoto testu jsou interpretované buď pomocí 0, nebo pomocí 1. Pokud je výsledkem 0,

znamena to, že test úspěšně proběhl a vše je v pořádku. Pokud ovšem je výsledek 1, test neproběhl a někde je chyba. Pokud je tedy vše v pořádku a všechny testy kontrolovaných systémů proběhly úspěšně, výsledkem je: 000 – 00000000. Kód je rozdělen na nepřetržitě sledované systémy (první tři pozice) a na sporadicky sledované systémy (zbylé pozice). Nepřetržitě sledované systémy nám udávají Comprehensive component (neboli obsažené komponenty – všechny elektronicky sledované komponenty), Fuel system (neboli palivový systém – především vstřikování paliva) a Misfire monitoring (neboli výpadky zapalování). Sporadicky sledované systémy pak udávají emisně relevantní systémy. Jejich výčet z programu VAG – COM je zobrazen na Obr. 5.

Readiness kódy vyčítají hodnoty proběhnutých testů těchto míst:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. zpětné vedení výfukových plynů | 5. systém sekundárního přívodu vzduchu |
| 2. vyhřívání lambda sondy | |
| 3. lambda sonda | 6. odvětrávání palivové nádrže |
| 4. klimatizace | 7. vyhřívání katalyzátoru |
| | 8. katalytický konvertor |



Obr. 5. Tabulka s vyčtenými Readiness kódy z diagnostického zařízení [18]

Co se týče vyhodnocování výsledků Readiness kódů pro úspěšné absolvování měření emisí, nepřetržitě sledované systémy musejí být vždy v 0, v opačném případě se měření emisí ukončí. Testy těchto systémů se provedou ihned po nastartování vozidla a není tedy potřeba jízda vozidla. Sporadicky sledované systémy potřebují pro vykonání testů pohyb vozidla, aby byly splněny určité provozní podmínky. Těmi může být jízda

v městském provozu, jízda na dálnici či delší decelerace. Tyto testy by taktéž měly skončit, stejně jako testy nepřetržitě sledovaných systémů, s výsledkem 0. Jediný Readiness kód, u kterého je umožněn negativní výsledek po proběhnutých testech, je kód pro klimatizaci.

Když skončí některý z testů s výsledkem 1, má možnost emisní technik tento test nastavit do hodnoty 0 buďto zkušební jízdou vozidla a splněním provozních podmínek pro proběhnutí testů, nebo provedením určitých úkonů, které umožní proběhnutí testů těchto systémů, i když je vozidlo v klidu. Pokud se ani toto nepodaří, musí následovat doplňková měření.

Pro zážehové motory se provede test lambda sond přes OBD. Zde ovšem nastává problém. Zhruba polovina vozidel nemá tento test implementován do protokolu OBD. Ovšem jiný alternativní test metodika neuvádí.

U vznětových motorů se v rámci doplňkového měření provede čtyřikrát měření metodou volné akcelerace.

V přechodném období do 30. 6. 2016 je ovšem postup jiný, viz kapitola 5.2.

Co se týče vyčítání paměti závad z řídicí jednotky, paměť závad nesmí obsahovat žádné chyby. Pokud ovšem nějaké chyby přeci jen obsahuje, měly by být před návštěvou SME vymazány a to s dostatečným předstihem. Když se totiž paměť závad vymaže „před vraty“ SME, vymažou se společně s ní i Readiness kódy.

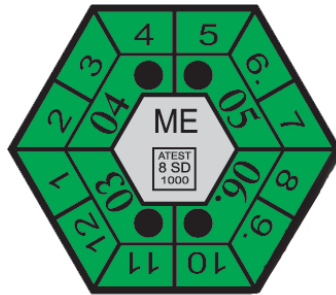
Nicméně i po skončení přechodného období bude možné pokračovat v průběhu emisní zkoušky dále i s neproběhnutými testy, tedy s výsledky 1, na pozicích sporadicky sledovaných systémů. Emisní technik navíc pouze provede doplňková měření. [3] [4]

5.1.3 Osvědčení o měření emisí

Podle vyhlášky č. 302/2001 Sb. se jako příloha k technickému průkazu přikládalo Osvědčení o měření emisí. To obsahovalo číslo technického průkazu, parametry motoru, přípustné hodnoty emisí stanovené výrobcem a dobu platnosti osvědčení o měření emisí. Toto osvědčení bylo ovšem s příchodem vyhlášky č. 342/2014 Sb. zrušeno bez náhrady. [3]

5.1.4 Ochranná nálepka

Další úprava, obsažená ve vyhlášce č. 342/2014 Sb., se týká vylepování zelené kontrolní nálepky SME na registrační značku vozidla. Tato nálepka je zrušena, a tudíž se nadále nebude na zadní registrační značku vylepovat. Bude ovšem nahrazena kontrolní nálepkou, velmi podobnou té původní, která se bude vylepovat na originál protokolu o provedení měření emisí. [3]



Obr. 6. Emisní ochranná nálepka [2]

5.1.5 Měření emisí motorů v záběhu

Jedná se o další nařízení, které bylo s příchodem vyhlášky č. 342/2014 Sb. bez náhrady zrušeno. Podle vyhlášky č. 302/2001 Sb. se u motoru, který doposud neprošel záběhem, měření emisí neaplikovalo. Měření emisí pak bylo odloženo o 3 měsíce. [3]

5.2 Přejícné období

Momentálně se nacházíme v přechodném období, které platí od 1. 1. 2016 až do 30. 6. 2016. V tomto období jsou upraveny následující postupy při měření emisí.

5.2.1 Vyčítání Readiness kódů

V přechodném období musí Readiness kódy u nepřetržitě sledovaných systémů udávat proběhnuté testy, tedy být v 0, nestanoví-li ovšem výrobce vozidla nebo jeho

akreditovaný zástupce jinak. U sporadicky sledovaných systémů, pokud výsledek neindikuje proběhlý test, se neprovádí doplňková měření.

Reálně se tedy můžeme setkat s dvojím přístupem, který vyplývá ze stanovisek jednotlivých výrobců vozidel. Tím prvním je, že výrobce vozidel, jakým je například Škoda Auto, požaduje všechny proběhnuté testy, jak nepřetržitě, tak i sporadicky sledovaných systémů, s výsledkem 0. Tedy že testy úspěšně proběhly a systémy jsou připraveny. Druhý přístup je takový, že výrobce vozidel připouští na pozicích nepřetržitě či sporadicky sledovaných systémů výsledek 1. Například Nissan připouští tento výsledek na všech pozicích. Ford pak připouští neproběhnutý test u Comprehensive component a Renault a Dacia povolují výsledek 1 na pozici Comprehensive component a Fuel System. [5]

5.2.2 Přílohy k protokolům o měření emisí u vozidel s OBD

Vzhledem k tomu, že ne všechny přístroje sloužící k vyčítání dat řídicího systému nebo k vyčítání Readiness kódů umožňují tisk potřebných dokumentů, je možné jako přílohu k protokolu o měření emisí přiložit výtisk obrazovky (při napojení na počítač) nebo fotografii obrazovky měřicího zařízení. Je rovněž potřeba, aby přílohy k protokolu obsahovaly registrační značku vozidla a VIN vozidla a také aby přílohy byly označeny číslem protokolu, ke kterému jsou vyhotoveny. [5]

5.2.3 Měření kouřivosti

Při měření kouřivosti metodou volné akcelerace u vznětových motorů provádíme její platná opakování čtyřikrát a to bez ohledu na úroveň homologačního emisního předpisu. [5]

5.3 Zhodnocení současného stavu

Vzhledem k faktu, že v průběhu psaní této diplomové práce se měření emisí v SME nachází v přechodném období, bude celkové hodnocení postrádat pohled na dobu, kdy už se bude měřit bez jakýchkoliv úlev a tolerancí.

Osobně se domnívám, že časový rozestup mezi dvěma posledními vyhláškami, týkajícími se měření emisí, je až příliš velký (necelých 14 let). Je mi jasné, že uvést v platnost novou vyhlášku, či pozměnit zákon, je velmi složité a nákladné a není možné toto provádět každý rok. Nicméně 14 let postupovat a měřit podle vyhlášky, která byla sepsována v době platnosti normy Euro 2 a podle níž se ještě v roce 2014 měřila vozidla s normou Euro 5, ba i s normou Euro 6, je dle mého názoru nepřijatelné.

Změna v povolených limitech měření emisí byla podle mě vyřešena jen částečně. U vznětových motorů se přestal připočítávat k výsledné kouřivosti koeficient $0,5 \text{ m}^{-1}$, což byla celou dobu specialita České republiky. U vozidel se zážehovými motory se v rámci úpravy limitů nezměnilo ovšem zcela nic. Polehčující okolností může být fakt, že limitní hodnoty by měly být podle platné vyhlášky brány dle hodnot, které stanoví výrobce vozidla. Ne vždy jsou ovšem tyto limitní hodnoty dostupné, proto se domnívám, že v úpravě limitních hodnot je stále velká rezerva.

Osobně bych doporučoval, alespoň u vozidel splňujících normy Euro 5 a Euro 6, tyto limitní hodnoty:

- zážehové motory:
 - volnoběžné otáčky 0,3 % CO místo původních 0,5 % CO
 - zvýšené otáčky 0,1 % CO místo původních 0,3 % CO
- vznětové motory
 - kouřivost 0,2 m^{-1}

Domnívám se totiž, že moderní vozidla jak se zážehovými motory, tak s těmi vznětovými, by tyto limity byla schopna s dostatečnou rezervou bez problémů splnit. Samozřejmě za předpokladu, že by vozidla byla bez jakýchkoli závad, především na emisně relevantních systémech.

Co se týče Metodického postupu měření emisí vozidel ve stanicích měření emisí, ten byl vydán v listopadu 2015 a již od 1. ledna 2016 vešel v platnost. Vypadá to tedy, že metodika pro měření emisí byla sepsána na poslední chvíli a dala jen minimální čas technikům na SME se připravit na nový postup měření. A nejen technikům. Jelikož se změnily i požadavky na to, co má obsahovat protokol o měření emisí, bylo nutné

vyvinout nové programy, které spolupracují s diagnostickými přístroji a s opacimetry. Tudíž ani výrobci samotných programů nebyli dostatečně připraveni na měření podle nové metodiky. Polehčující okolností může být již zmíněné přechodné období, které platí do 30. 6. 2016. Nicméně, co se bude dít, až toto přechodné období skončí, bude velice zajímavé.

Největší problémy v průběhu měření způsobuje vyčítání diagnostiky vozidla a především Readiness kódů. Ty právě nejvíce zapříčiňují, že měřené vozidlo proceduře měření emisí nevyhoví. Ale nemuselo by tomu tak být. V momentálním přechodném období je právě na Readiness kódech veliká tolerance. Stačí, aby proběhly testy nepřetržitě sledovaných systémů, a vozidlo projde. Na sporadicky sledované systémy se v přechodném období nemusí brát zřetel. Je ovšem pravdou, že některá vozidla momentálně udávají i na pozicích nepřetržitě sledovaných systémů 1. Nemusí to ovšem být způsobeno nějakou závadou na vozidle, ale nedostatkem již od výroby. Některá vozidla zkrátka nejsou připravena na to, že výsledek Readiness kódů bude záviset na úspěšnosti při měření emisí v SME. Proto se můžeme setkat s prohlášením automobilek (kapitola 5.2.1), že i na pozicích nepřetržitě sledovaných systémů je povolena 1, tedy neproběhnutý test.

Bohužel vše, co bylo sepsáno v předchozím odstavci, řada emisních techniků nevěděla (především na počátku roku 2016, kdy Metodický postup vešel v platnost), a tak posílala velké množství vozidel kvůli nenačteným Readiness kódům do servisů pro odstranění těchto nedostatků. Je ovšem pravdou, že prohlášení některých automobilek o přípustných neproběhnutých testech na pozicích nepřetržitě sledovaných systémů přišla až ve 2. polovině ledna 2016. Tudíž ne vždy bylo zapříčiněno ukončení měření emisí neznalostí a neinformovaností emisního technika.

V závislosti na uvedených faktech ohledně Readiness kódů ztrácí, alespoň podle mého názoru, jejich vyčítání v přechodném období smysl, když je umožněno mít na všech pozicích 1, a přesto projít. Jak to bude s Readiness kódy, až přechodné období skončí? Upřímně se toho moc nezmění. Výrobce vozidel bude mít stále právo povolit neproběhnuté testy u nepřetržitě sledovaných systémů. Se sporadicky sledovanými systémy to bude tak, že pokud budou indikovat neproběhnutý test, provede se doplňkové měření (kapitola 5.1.2) a za předpokladu, že naměřené hodnoty nepřekročí stanovené limity škodlivých látek (vznětové motory) či test lambda sond dopadne úspěšně (zážehové motory), vozidlo měřením emisí projde. Navíc pokud bude technik na SME pečlivý a svědomitý, může provést testy sporadicky sledovaných systémů sám

pomocí provedení určitých postupů a tím je dostat do hodnoty 0, tedy že testy úspěšně proběhly. Tudiž pro mě ztrácí vyčítání Readiness kódu celkově smysl. Jak v přechodném období, tak po jeho skončení.

Určitě je pozitivní, že po tak dlouhé době přišla konečně nějaká změna v měření emisí na SME. Oceňuji snahu o zlepšení, bohužel mám pocit, že s novou vyhláškou a metodikou žádné zlepšení nepřišlo. Celkově mám pocit, že vše bylo „ušito horkou jehlou“ a kýžený efekt se nedostavil. Ale jsme stále v přechodném období, a tak osobně doufám, že po jeho skončení a po doladění některých nedostatků se očekávaného zlepšení dočkáme a po silnicích nám budou jezdit vozidla, která vypouští pouze minimální množství škodlivých emisí do okolního prostředí.

6. Měření kouřivosti

Vzhledem ke stále se zpříšňujícím limitům hodnot emisí škodlivých látek ve výfukových plynech a tím i zdokonalování technologií pro eliminaci těchto emisí ve vozidlech začínají mít konvenčně používané přístroje pro měření emisí v určitých situacích problémy. Z toho důvodu jsem provedl měření s přístrojem, který by mohl tyto problémy eliminovat. Při měření jsem se zaměřil především na vozidla využívající vznětové motory.

V SME se u vozidel se vznětovými motory měří kouřivost, jejíž hodnota se odvíjí od množství pevných částic ve výfukových plynech. Moderní vozidla, splňující emisní normy Euro 5 a Euro 6, mají již povinnost být vybavena filtry pevných částic, které redukuje množství pevných částic ve výfukových plynech. Opacimetry, které se využívají pro měření kouřivosti v SME a které jsou schválené pro měření dle vyhlášky č. 342/2014 Sb., jsou schopny měřit kouřivost s rozlišitelností na $0,01 \text{ m}^{-1}$.

Nedostatky opacimetrů:

- neschopnost při volnoběhu odhalit chybějící či poškozený filtr pevných částic,
- malá citlivost na nanočástice (menší než vlnová délka světla používaného při měření), které jsou velmi nebezpečné pro lidský organismus,
- neschopnost měřit NO_2 , který dokáže pohlcovat viditelné světlo a tím způsobit tzv. falešnou opacitu při nízkých koncentracích částic. [7]

Proto jsem se rozhodl provést měření vozidel se vznětovými motory (s DPF i bez DPF) s využitím přístroje pana doc. Michala Vojtíška, M.Sc. Ph.D. a pana Ing. Martina Pechouta, Tento přístroj by měl eliminovat nedostatky opacimetrů. Jeho podrobnější popis je v kapitole 6.1.3.

Celý průběh měření se pak nachází v kapitole 6.2.

6.1 Přístroje pro měření kouřivosti u vznětových motorů

U vozidel se vznětovými motory se pro měření kouřivosti využívají přístroje dle vyhlášky č. 302/2001 Sb. v platném znění, které umožňují měřit světelnou absorpci výfukových plynů, dobu akcelerace motoru, otáčky a teplotu motoru. Současně taktéž musí umožňovat výpočet součinitele absorpce, tedy kouřivosti, pomocí referenčních

vzorců. Tyto přístroje se nazývají opacimetry a to proto, že principem jejich činnosti je měření optické hustoty výfukového plynu, tedy opacity.

Opacimetr pro měření kouřivosti u vznětových motorů se skládá z několika podsestav. Jsou jimi:

- kouřoměrná komora měřící světelnou absorpci výfukových plynů a umožňující výpočet součinitele absorpce,
- zařízení pro měření teploty motoru,
- zařízení pro měření otáček motoru,
- zařízení pro komunikaci s palubními sběrnicemi vozidla a OBD,
- zařízení pro tisk on-line protokolu.

Jak již bylo uvedeno v kapitole 4.4.2, kouřivost u vznětových motorů se měří metodou volné akcelerace. Tato metoda spočívá v tom, že akcelerační pedál se sešlápne do maximální polohy a v této poloze se drží, dokud není dosaženo tolerančního pásma referenčních otáček omezovače. Jakmile je tolerančního pásma dosaženo, musí se okamžitě akcelerační pedál pustit. Zaznamenána je pak nejvyšší hodnota kouřivosti, která se naměřila během akcelerace. [6]

6.1.1 Požadavky na opacimetry

Technické požadavky na opacimetry nebo jejich podsestavy, které se využívají pro měření opacity výfukových plynů vozidel se vznětovými motory v SME, vycházejí z normy ISO 11614.

Seznam některých technických požadavků na opacimetry:

1. Přístroj musí pracovat na principu měření absorpce světla výfukového plynu v měřicí komoře.
2. Měřicí komora musí mít neodrazivý povrch.
3. Je nutné, aby byla měřicí komora vyhřívána z důvodu zamezení kondenzace vodní páry a tím minimalizování ovlivnění naměřených hodnot (vyhřívání nad 70 °C).
4. Zdrojem světla musí být žárovka s barevnou teplotou 2510 - 3250 K, zelená dioda LED se spektrálním vrcholem 550 – 570 nm, nebo jiný ekvivalentní zdroj světla.

5. Přijímač světla musí obsahovat fotoelektrický článek nebo fotodiodu s křivkou spektrální citlivosti podobnou křivce vidění lidského oka.
6. Přístroj musí udávat opacitu v jednotkách opacity [m^{-1}], případně v procentech.
7. Je-li komora naplněna čistým vzduchem a prochází jí světelný tok, musí být přístroj nastavený tak, aby udával nulovou hodnotu součinitele absorpce.
8. Při vypnutém zdroji světla musí přístroj udávat hodnotu součinitele absorpce vyšší než 16 m^{-1} .
9. Odběr výfukových plynů se provádí pomocí odběrové sondy, která musí být konstruována tak, aby ji bylo možno zasunout do výfuku minimálně do hloubky 200 mm. Materiál sondy musí být odolný vůči korozi a teplotě výfukových plynů.
10. Rozlišitelnost indikace součinitele absorpce musí být do hodnoty $2,5 \text{ m}^{-1}$ alespoň $0,01 \text{ m}^{-1}$. [6]

6.1.2 Opacimetry používané k měření kouřivosti v SME

Nyní zde uvedu několik opacimetrů, které získaly osvědčení od Ministerstva dopravy pro měření emisí v SME na území České republiky.

6.1.2.1 Opacimetr Brain Bee OPA 100

První opacimetr, který zde uvedu, je od italské společnosti Brain Bee a nese označení OPA 100. Tento opacimetr umožňuje bezkabelový automatický přenos naměřených hodnot přímo do software EMISE od DEKRA a.s., kde je posléze rovnou ukládán do protokolu o měření emisí. Přístroj umožňuje měřit kouřivost, volnoběžné a přeběhové otáčky, teplotu motoru, teplotu spalin, dobu akcelerace atd. Zdrojem světla je zde zelená LED dioda, což je po dopadu na fotodiodu vyhodnocováno. Doba ohřevu měřící trubice na pracovní teplotu $20 \text{ }^\circ\text{C}$ je za maximálně 10 minut. Rozsah okolní teploty, ve které může tento opacimetr pracovat, je 5 až $40 \text{ }^\circ\text{C}$. Přístroj také umí kontrolovat hodnoty tlaku výfukových plynů. [25]



Obr. 7. Opacimetr Brain Bee OPA 100 [25]

Tabulka 3. Měřicí pole opacimetru Brain Bee OPA 100 [25]

	měřicí rozsah	rozlišitelnost
opacita (pohltnost záření)	0 – 99,9 %	0,1 %
hodnota kouřivosti	0 – 9,99 m ⁻¹	0,01 m ⁻¹

6.1.2.2 Opacimetr Bosch BEA 070

Dalším opacimetrem je přístroj s označením BEA 070 od společnosti Bosch. Tento přístroj, stejně tak jako přístroj předešlý, umožňuje bezkabelový automatický přenos naměřených hodnot do počítače. Ten pak pomocí software ESA přímo od společnosti Bosch ukládá naměřené údaje do protokolu o měření emisí. Rozsah teplot, ve kterém tento přístroj může pracovat, je 5 až 45 °C. Maximální teplota na vstupu do odběrové sondy je 250 °C a maximální teplota na vstupu do měřicího přístroje 200 °C. [15]



Obr. 8. Opacimetr Bosch BEA 070 [15]

Tabulka 4. Měřicí pole opacimetru Bosch BEA 070 [15]

	měřicí rozsah	rozlišitelnost
opacita (pohltivost záření)	0 – 100 %	0,1 %
hodnota kouřivosti	0 – 10 m ⁻¹	0,01 m ⁻¹

6.1.2.3 AVL DISMOKE 480 BT

Posledním opacimetrem, který zde uvedu, je přístroj DISMOKE 480 BT od firmy AVL. Přenos naměřených hodnot do počítače probíhá taktéž bezdrátově jako u předchozích přístrojů. Tyto hodnoty jsou pak vyhodnocovány v software ALV DITEST XDS 1000 od firmy AVL a posléze zaneseny do protokolu o měření emisí. Rozsah okolní teploty, ve které může tento opacimetr pracovat, je 5 až 40 °C. Teplota emisí na vstupu do odběrové sondy nesmí překročit 200 °C. [14]

**Obr. 9.** Opacimetr AVL DISMOKE 480 BT [14]**Tabulka 5.** Měřicí pole opacimetru AVL DISMOKE 480 BT [14]

	měřicí rozsah	rozlišitelnost
opacita (pohltivost záření)	0 – 99,9 %	0,1 %
hodnota kouřivosti	0 – 9,99 m ⁻¹	0,01 m ⁻¹

Tento opacimetr jsem využil při porovnávacím měření s ionizační komorou a nefelometrem.

6.1.3 Přístroj pro měření částic využívající detektor kouře (přístroj s ionizační komorou)

Alternativou pro měření částic opacimetrem, nejen u vznětových motorů, může být přístroj využívající detektor kouře ionizačního typu. Testovaný přístroj využívá ionizační komoru k detekci částic. Vzduch uvnitř komory je ionizován alfa částicemi, které jsou emitované radioaktivním zdrojem s malou intenzitou. Pokud je mezi dvě elektrody, umístěné v ionizační komoře, přivedeno malé napětí, tak velmi malý ionizační proud, který odpovídá toku iontů do elektrod, protéká mezi elektrodami. Částice, které procházejí ionizační komorou, se chovají jako pohlcovače iontů. Tím způsobí pokles koncentrace iontů v komoře a tím i pokles ionizačního proudu. Při zpracování v zesilovači se pak pokles ionizačního proudu projeví poklesem napětí. Ve výsledku je pak koncentrace částic v přivedeném vzorku úměrná úbytku výstupního napětí z ionizační komory.

Měření ionizačního proudu se obvykle provádí tak, že se komora rozdělí. První část, referenční, má menší objem a koncentrace iontů je zde vysoká. Druhá část, měřicí, má objem větší a je otevřena do okolního prostředí. Koncentrace iontů je zde nižší, což je způsobeno koncentrací částic uvnitř komory. Signál daný ionizační komorou pak odpovídá střednímu průměru částic nebo celkové koncentraci délky částic.

Měření délky částic je mnohem citlivější na obsažené nanočástice (o průměru jednotek až desítek nanometrů) než při měření založeném na principu pohlcování světelného toku (zde schopnost měřit nanočástice jen do průměru stovek nanometrů). Zároveň je ovšem metoda pro měření délky částic méně citlivá na větší částice, kterými mohou být prach nebo částičky vzniklé opotřebením součástí v motoru. Tímto však není užitečná hodnota dotčena, protože z hlediska počtu částic ve výfukových plynech, vycházejících přímo ze vznětového motoru, dominují právě částice do několika málo set nanometrů

Takováto metoda měření částic ve výfukových plynech je mnohem lepší, a to z toho důvodu, že lépe reflektuje zdravotní rizikovost (stejná hmotnost menších částic je rizikovější nežli v případě částic větších). Velikostní spektrum průměrů částic ve výfukových plynech je většinou v rozmezí jednotek až stovek nanometrů. Tyto částice bohužel běžný opacimetr není schopen při měření odhalit. A jsou to právě tyto částice, které způsobují největší zdravotní rizika.

Možným nedostatkem ionizační komory je citlivost na teplotu, tlak a vlhkost. Dalším nedostatkem může být, stejně jako u opacimetrů, skutečnost, že pro malé koncentrace je při měření malý rozdíl mezi tím, jestli ionizační proud v komoře nebude obsahovat žádné částice nebo jestli ionizační proud bude obsahovat pouze malé množství částic.

Nejnižší limit počtu částic, který je ionizační komora schopna zaznamenat, je 3×10^5 až 6×10^5 částic na cm^3 .

Kromě ionizační komory bylo při testování využito i zařízení pro měření emisí za reálného provozu. Součástí tohoto zařízení je i laserový nefelometr, který měří koncentraci látek na základě principu měření rozptylu světla. Pomocí nefelometru jsem měřil hmotnostní koncentraci částic na m^3 . Dále zařízení obsahuje analyzátor výfukových plynů, který je schopen měřit koncentrace HC, CO, CO₂ a NO_x. V mých grafických výsledcích jsem z analyzátoru využil pouze výsledky koncentrace CO₂ a NO_x. [7]



Obr. 10. Kompletní zařízení pro měření částic a koncentrací plynů

6.2 Odstraňování systémů snižujících emise

Jednou z motivací pro uskutečnění měření (kapitola 6.3) je skutečnost, že některé firmy se specializují na odstraňování emisně relevantních systémů, čímž zapříčiňují nárůst koncentrací emisí ve výfukových plynech. Těmto firmám nahrává pro jejich činnost hned několik věcí. Jsou jimi například příliš vysoké limity pro měření kouřivosti v SME a také nedostatky v zákoně, který tyto zásahy do vozidla nikterak nezakazuje.

Tyto firmy se zabývají především zaslepováním EGR ventilu, odstraňováním filtru pevných částic a v poslední době se také můžeme setkat s odstraňováním zařízení využívajících selektivní katalytické redukce (SCR) pro snižování NO_x ve výfukových plynech. Děje se tak jak u osobních, tak i u nákladních vozidel se vznětovými motory.

Motivace pro zákazníky těchto firem je jasná. Po odstranění výše uvedených zařízení se jim sníží spotřeba paliva, vzroste výkon motoru a nebudou nuceni řešit velmi nákladné opravy při případné poruše jednoho z těchto systémů. Toto je hlavní argumentace firem, které odstraňování emisně relevantních systémů nabízejí. Je to ovšem pouze jedna strana mince. Tou druhou je, a to si většinou ani zákazník neuvědomuje, že zároveň s odstraněním systému ztrácí vozidlo záruku a rovněž se stává technicky nezpůsobilým pro provoz na pozemních komunikacích. Jde o to, že EGR ventil, DPF a zařízení SCR se vyskytují většinou u nových vozidel, která mohou být ještě v záruční době. Jakýmkoli zásahem do vozidla ale toto vozidlo záruku ztrácí a při případné poruše nemusí být záruka uplatněna. Co se týká technické nezpůsobilosti provozu, odstraněním některého z výše uvedených systémů zaniká vozidlu platnost osvědčení o technickém průkazu. Navíc způsobí-li takto upravené vozidlo dopravní nehodu, může pojišťovna argumentovat tím, že vzhledem k odstraněnému systému pro snižování výfukových emisí, je vozidlo nezpůsobilé pro provoz na pozemní komunikaci a tím pádem mu nebude vyplácena žádná pojistka.

Otázkou pak je, jak tato vozidla prochází při měření emisí v SME. Odpověď je: bez větší problémů. Vozidlo s odstraněným zařízením SCR projde vždy, poněvadž koncentrace NO_x , kterou toto zařízení snižuje, se v SME neměří. To samé platí i pro EGR ventil. Navíc firmy jsou schopné upravit software řídicí jednotky tak, že bude jen obtížně dohledatelné, že tam někdy nějaké zařízení pro eliminaci emisí bylo. Odstraněním filtru pevných částic by se mohlo zdát, že takto upravené vozidlo nemá šanci měřením emisí projít. Opak je ale pravdou. Upravována jsou především novější

vozidla s DPF, u kterých naměříme kouřivost v rozmezí přibližně od $0,00 \text{ m}^{-1}$ do $0,03 \text{ m}^{-1}$, po odstranění DPF se pak dostaneme na hodnoty kouřivosti od $0,2 \text{ m}^{-1}$ do $0,5 \text{ m}^{-1}$. Například u vozidla s odstraněným DPF a emisní normou Euro 6 se můžeme dostat na hodnotu kouřivosti cca $0,2 \text{ m}^{-1}$. To je ovšem stále v limitu, protože štítková hodnota u těchto vozidel je většinou $0,3 \text{ m}^{-1}$, nebo i vyšší. U normy Euro 5 to je obdobné. Naměříme sice kouřivost o něco málo vyšší, ale i korigovaný součinitel absorpce bude mít limitní hodnotu o něco vyšší. Hranice pro rozpoznání chybějícího DPF je stanovena na $0,7 \text{ m}^{-1}$. Z výše uvedených hodnot je patrné, že tato stanovená hranice zcela neodpovídá současnému stavu. Osobně bych tuto hranici posunul až na $0,2 \text{ m}^{-1}$.

Jak je tedy vidět, co se týká měření kouřivosti, tak i vozidlo bez DPF je schopné měřením emisí projít. Upravit řídicí jednotku, která u DPF řídí jeho regeneraci, je pro firmy, zabývající se těmito úpravami, celkem snadné. Nicméně zkušený technik v SME dokáže pouhým okem poznat, zdali má vozidlo závadu na DPF, či zdali tento filtr chybí úplně. Stačí se podívat do výfukového potrubí, a pokud jsou na stěnách usazeny viditelné saze, je zřejmé, že filtr pevných částic zde chybí, nebo je výrazně poškozen.



Obr. 11. Koncovka výfuku s odstraněným či poškozeným DPF [16]



Obr. 12. Koncovka výfuku s funkčním DPF (ujeto cca 87 000 km) [16]

Jedním z důvodů pro uskutečnění mého měření je ukázat na možnost odhalení právě takto upravených vozidel. Opacimetr nedokáže totiž rozpoznat chybějící či jakkoli poškozený filtr pevných částic. Přístroj využívající pro měření ionizační komoru by to zvládnout mohl.

Vzhledem k omezenému počtu dostupných vozidel probíhalo měření pouze s ohledem na filtr pevných částic. Nicméně právě odstranění filtru pevných částic bývá nejčastější úpravou.

6.3 Porovnávací měření mezi opacimetrem a přístrojem s ionizační komorou

Měření se uskutečnilo ve spolupráci s panem Liborem Fleischhansem ve společnosti IHR-TECHNIKA s.r.o. v Kosmonosech u Mladé Boleslavi. Cílem bylo změřit vozidla se vznětovými motory (s DPF i bez DPF) opacimetrem, přístrojem využívajícím ionizační komoru (v grafech značen jako „ionizačka“), zařízením pro měření emisí za reálného provozu a výsledky mezi sebou porovnat.

Pomocí opacimetru byla měřena kouřivost a otáčky motoru a pomocí nefelometru a přístroje s ionizační komorou byly měřeny částice. Analyzátozem výfukových plynů byla měřena koncentrace CO_2 a NO_x . Nárůst koncentrace těchto plynů nám indikuje sešlápnutí plynového pedálu při metodě volné akcelerace.

Měření probíhalo všemi přístroji zároveň a vozidla byla měřena jak při volnoběhu, tak pomocí metody volné akcelerace. Měřena byla celkem 3 vozidla.



Obr. 13. Umístění všech měřicích sond ve výfukovém potrubí

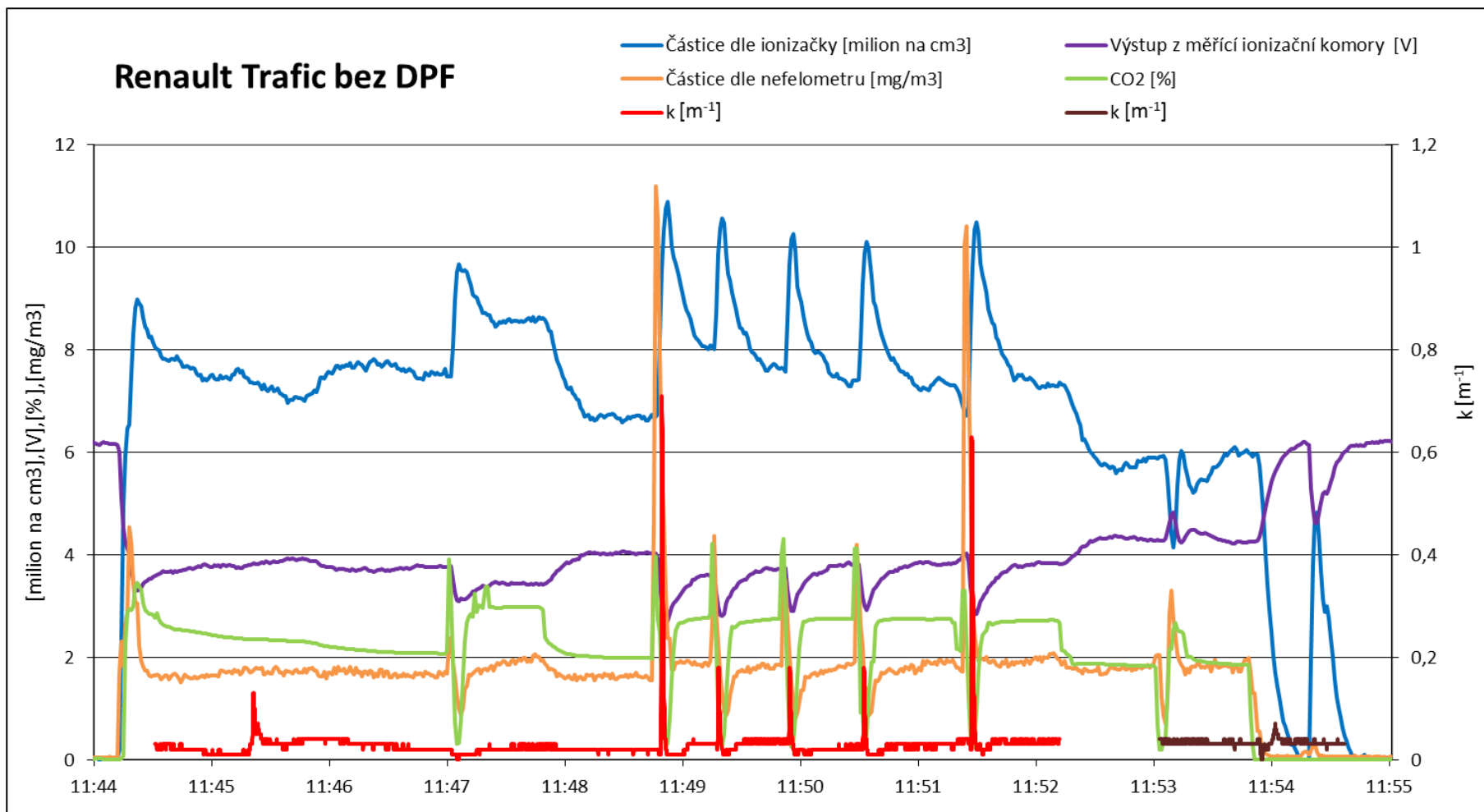
6.3.1 Renault Traffic

Tento vůz byl měřen jako první a jako jediný neobsahoval filtr pevných částic. Vůz byl vybaven vznětovým řadovým čtyřválcovým motorem 1.9 dCi (74 kW) se systémem vstřikování paliva Common Rail.

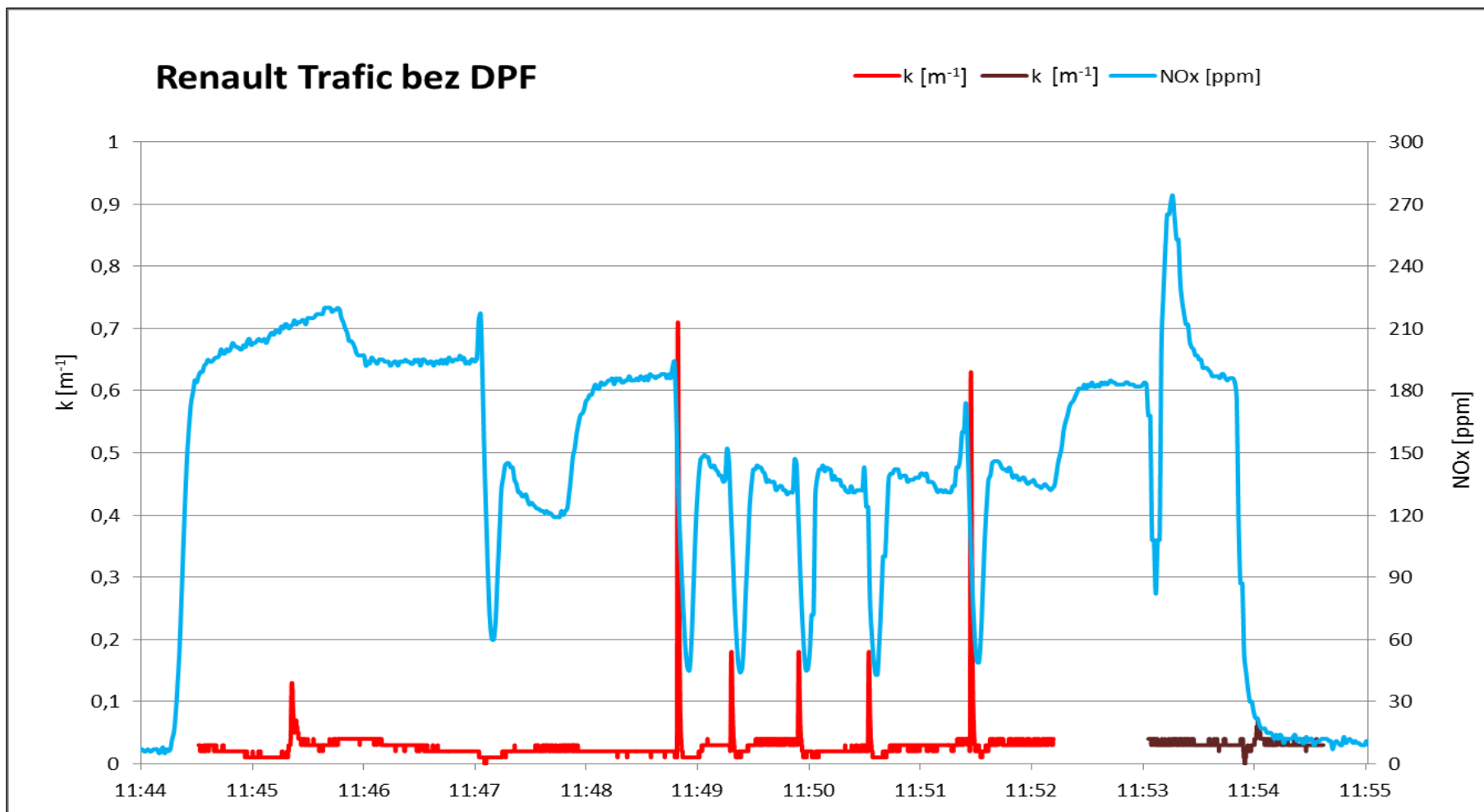
Měření tohoto vozidla bych rozdělil na 2 fáze. První fází je startování s vyšlápnutým spojkovým pedálem a následné měření metodou volné akcelerace. Při druhé fázi se žádné měření metodou volné akcelerace neprovádělo, vozidlo bylo pouze nastartováno bez vyšlápnutí spojkového pedálu pro zjištění hodnot koncentrací CO₂, NO_x a obsahu částic. Jak je možné vidět na Grafu 5, z hlediska koncentrace CO₂ a obsahu částic, je výhodnější startování bez vyšlápnutého spojkového pedálu. Hodnoty těchto veličin nedosahují takových hodnot jako při startu s vyšlápnutým pedálem. Hodnoty koncentrace NO_x (Graf 6) jsou ovšem při startu bez vyšlápnutého spojkového pedálu vyšší. To může být ale způsobeno zbytkovými plyny, které zůstaly po měření volnými akceleracemi v přístroji.

Ihned po startu vozidla je vidět reakce jak nefelometru, tak ionizační komory na zvýšený obsah částic ve výfukových plynech (Graf 5). Odezva ionizační komory se projeví na poklesu napětí. Pokud se neměří, pohybuje se hodnota napětí v průměru 6,1 V. Nefelometr i ionizační komora nám dávají spolehlivou odezvu na absenci filtru pevných částic i při volnoběhu. Naměřená kouřivost z opacimetru se pohybuje během volnoběhu v průměru na hodnotě 0,03 m⁻¹.

Při metodě volné akcelerace (max. 2740 min⁻¹) jsou patrná sešlápnutí plynového pedálu jak u nefelometru, ionizační komory, tak i u opacimetru. Ovšem první akcelerace, která proběhla přibližně v čase 11:47, není opacimetrem vůbec detekována, kdežto ostatními přístroji ano. Poté již jsou sešlápnutí plynového pedálu detekována všemi přístroji a nejvyšší kouřivosti je dosaženo při druhé akceleraci (čas cca 11:48:50), kde hodnota dosahuje 0,71 m⁻¹. Při šesté akceleraci (čas cca 11:51:30) je sešlápnutí plynového pedálu prováděno společně s vyšlápnutým spojkovým pedálem. Hodnota kouřivosti je zde 0,63 m⁻¹ a koncentrace CO₂ nižší než u předchozích akcelerací.



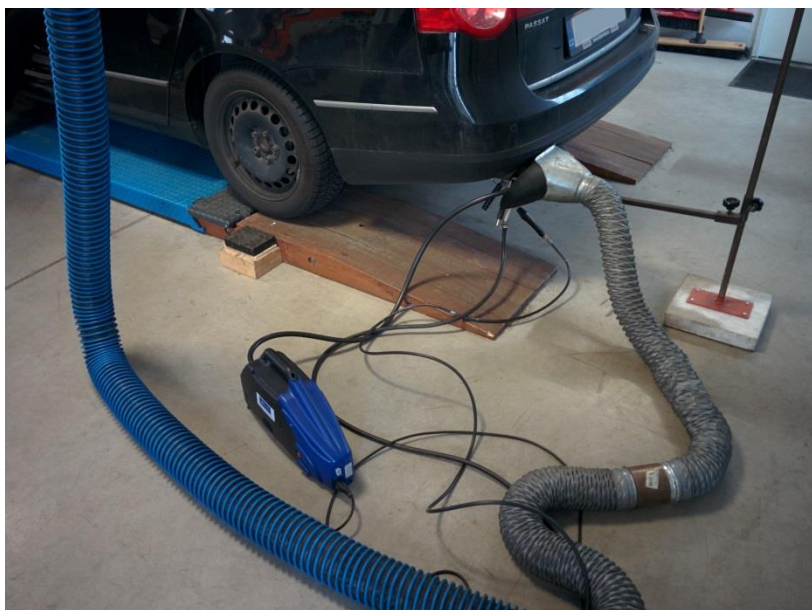
Graf 5 - Průběh měření kouřivosti, částic a CO₂ u Renault Trafic (bez DPF)



Graf 6 - Průběh koncentrace NO_x u Renault Trafic (bez DPF)

6.3.2 Volkswagen Passat

Dalším vozem v pořadí byl Volkswagen Passat. Tento vůz byl již vybaven filtrem pevných částic. Filtr byl těsně před externím čištěním, protože byl již zanesen. Vůz byl vybaven vznětovým řadovým čtyřválcovým motorem 2.0 TDi se systémem Common Rail pro vstřikování paliva.



Obr. 14. Měření VW Passat

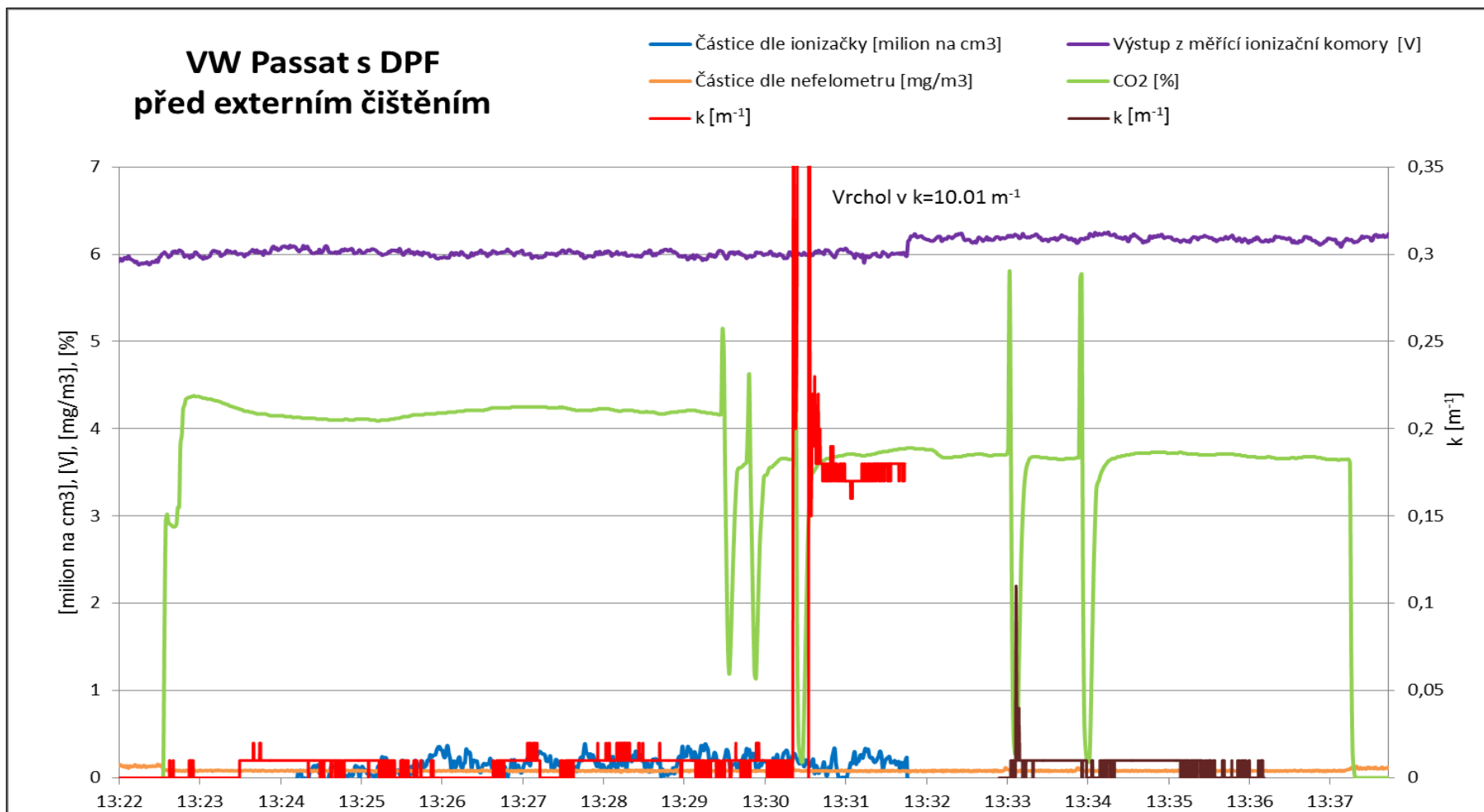
Již na první pohled je zřejmé, že během měření bylo něco v nepořádku. V čase přibližně 13:30:30 vylétla kouřivost až na hodnotu 10.01 m^{-1} (Graf 7). Stalo se tak po vypnutí omezovače otáček a vytočení motoru až do maximálních otáček, které měly hodnotu 5290 min^{-1} . Tento prudký nárůst mohl být způsoben přítomností kondenzátu ve výfukovém potrubí, který se pak projevil při měření v opacimetru. Ionizační komora nezaznamenala žádnou změnu, což je zřejmě způsobeno tím, že velikost kapek vzniklého kondenzátu ve výfukovém potrubí byla větší, než kterou by byla schopna ionizační komora zaznamenat. Motor vozidla byl po chvíli zhasnut kvůli nerelevantní hodnotě kouřivosti.

Po nastartování vozidla (Graf 7) dával jak nefelometr, tak ionizační komora jen nepatrnou odezvu. Opacimetr po nastartování nenaměřil vůbec nic. Po chvíli došlo k velmi malému poklesu hodnot z nefelometru i z ionizační komory a opacimetr začal udávat kouřivost 0.01 m^{-1} , chvílemi $0,02 \text{ m}^{-1}$. Při prvních dvou akceleracích

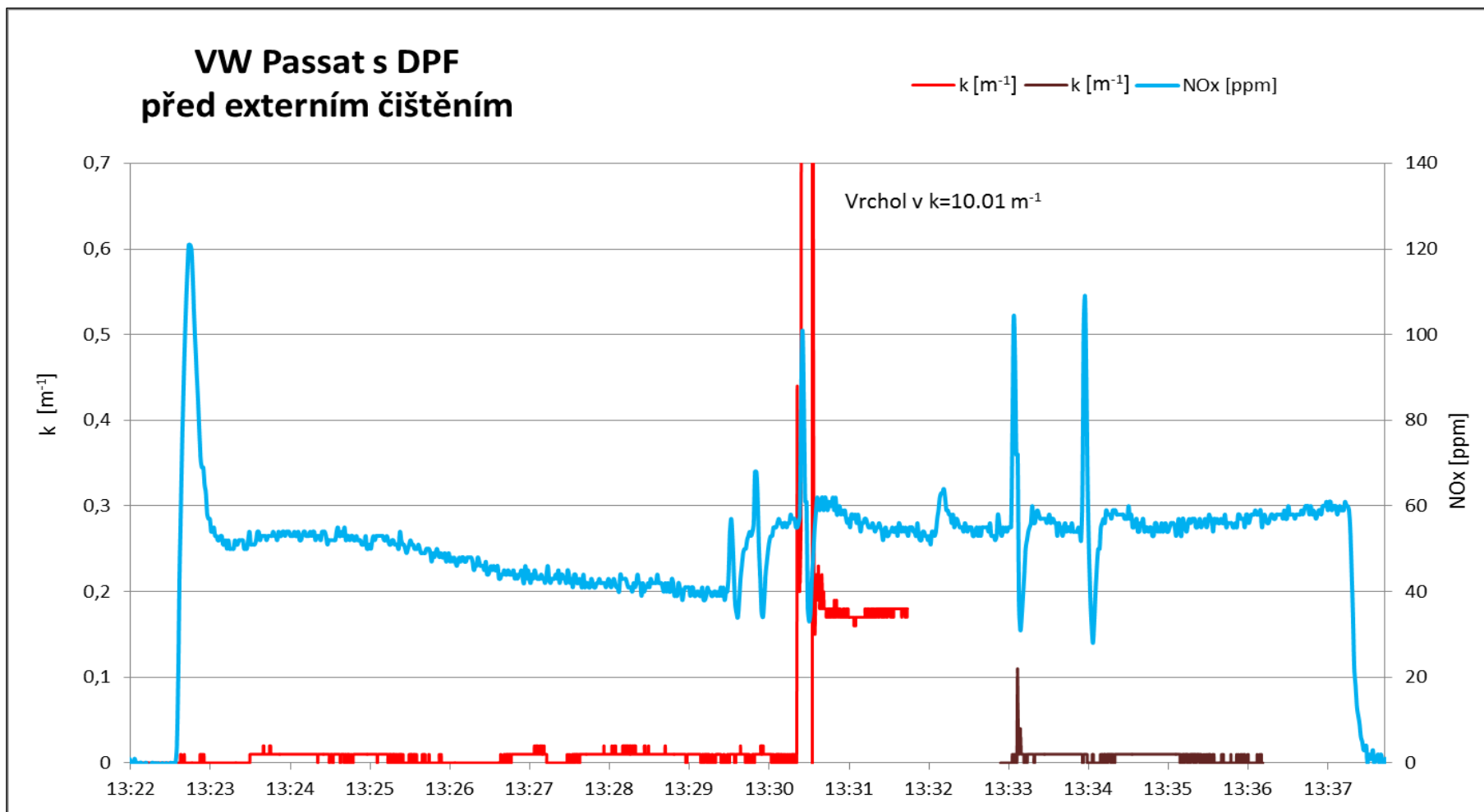
do omezených otáček na 2520 min^{-1} nevykazoval žádný z přístrojů změnu, patrný byl pouze nárůst hodnot koncentrace CO_2 a NO_x (Graf 8).

Při opětovném nastartování vozidla se nechal omezovač otáček vypnutý a provedly se dvě akcelerace. Ionizační komora žádnou odezvu neudávala, nefelometr pouze velmi nepatrnou. Hodnota kouřivosti byla při první z těchto akcelerací $0,11 \text{ m}^{-1}$, při druhé již zase $0,01 \text{ m}^{-1}$.

Hodnoty koncentrací CO_2 a NO_x jsou vyšší při vytáčení motoru do maximálních otáček než při vytáčení do těch omezených. Hodnota koncentrace NO_x je nejvyšší při prvním nastartování motoru. Při tom druhém se koncentrace zvýšila jen nepatrně.



Graf 7 - Průběh měření kouřivosti, částic a CO₂ u Volkswagen Passat (s DPF)



Graf 8 - Průběh koncentrace NO_x u Volkswagen Passat (s DPF)

6.3.3 Škoda Octavia Scout

Posledním vozidlem, které bylo měřeno, byla Škoda Octavia Scout. Tento vůz byl, rovněž jako Volkswagen, vybaven filtrem pevných částic. Filtr byl po externím čištění a měření probíhalo ve dvou fázích. Nejdříve bylo vozidlo změřeno před regenerací filtru a poté po regeneraci filtru. Filtr byl před regenerací zanesen do přibližně 45 %, po regeneraci se zanesení pohybovalo okolo 1 %.

Vůz byl vybaven vznětovým řadovým čtyřválcovým motorem 2.0 TDi se systémem čerpadlo – tryska (Pumpe – Düse, neboli PD) pro vstřikování paliva.

6.3.3.1 DPF filtr před regenerací

Jak je patrné z Grafu 9, vozidlo po externím čištění filtru pevných částic a před regenerací se pohybuje s kouřivostí na samé hranici rozlišitelnosti přístroje, což je v případě mnou použitého opacimetru $0,01 \text{ m}^{-1}$.

Po nastartování vozidla dává nefelometru celkem slušnou odezvu. Pokles napětí na ionizační komoře je ovšem velmi nepatrný, pravděpodobně se jedná pouze o šum. Samotný opacimetr udává kouřivost až do první akcelerace rovnou 0. Akcelerace zde probíhala do omezených otáček, přesněji do 2930 min^{-1} . Při samotných akceleracích jde vidět jen velmi malá odezva na naměřených hodnotách z nefelometru. U ionizační komory by se dalo říci, že zde není odezva žádná. Opacimetr udává na akceleracích hodnotu $0,01 \text{ m}^{-1}$. Tyto hodnoty ovšem udává i později, kdy žádná akcelerace neprobíhala. Je to dáno tím, že se pohybujeme na hodnotách rozlišitelnosti přístroje. Nicméně je to znakem toho, že jak motor, tak DPF jsou bez jakýchkoli závad a fungují bez problémů. Proto je zde takto nízká kouřivost.

Koncentrace CO_2 ani NO_x (Graf 10) nevykazují žádné extrémní hodnoty. Koncentrace NO_x prudce vzroste po nastartování vozidla a nárůsty jsou také dobře patrné při akceleracích. Hodnoty ale nepřekročí více než 90 ppm.

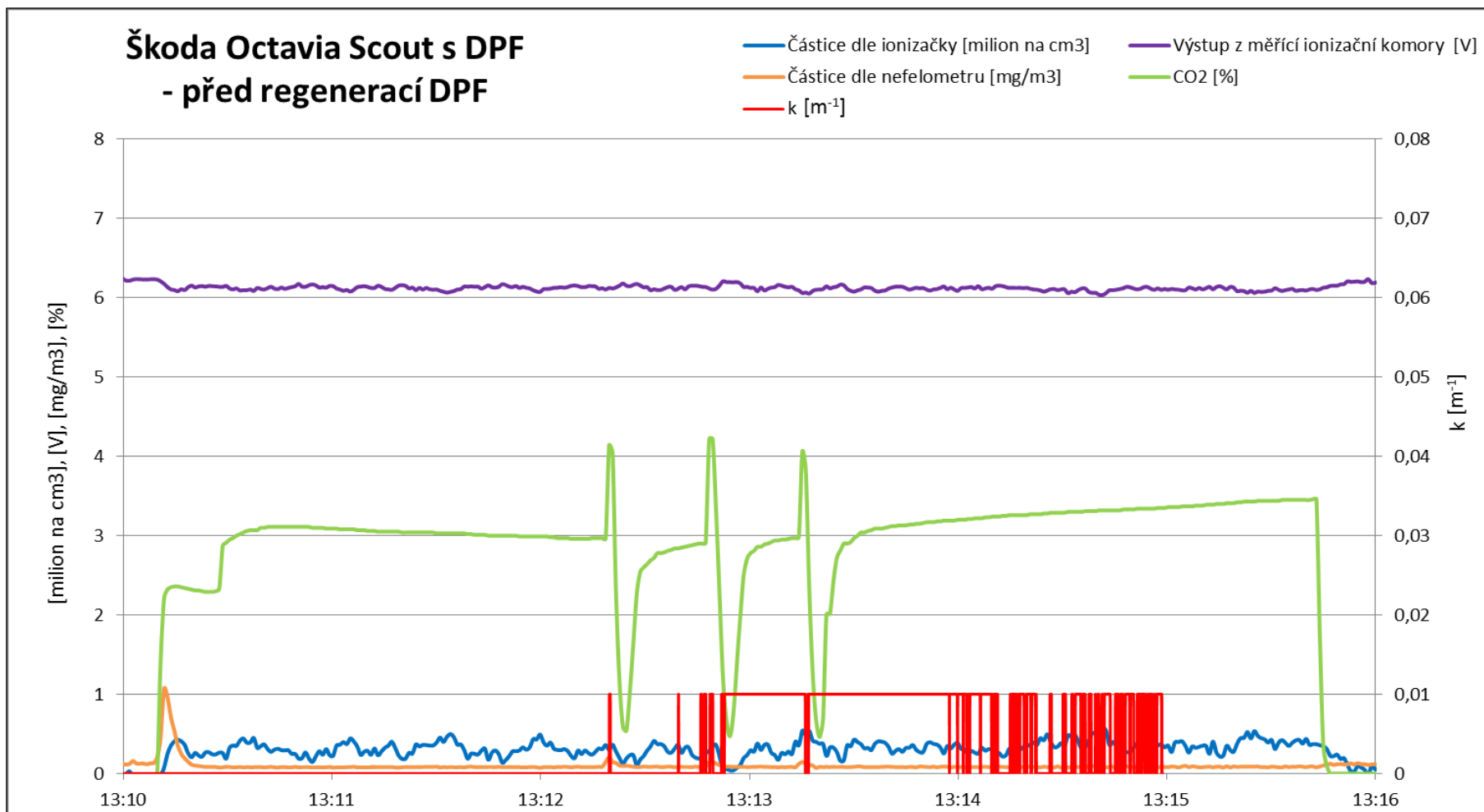
6.3.3.2 DPF filtr po regeneraci

Před tímto měřením bylo vozidlo vzato na dálnici a projeto při dálničních rychlostech pro vykonání regenerace. Vozidlo bylo znovu změřeno.

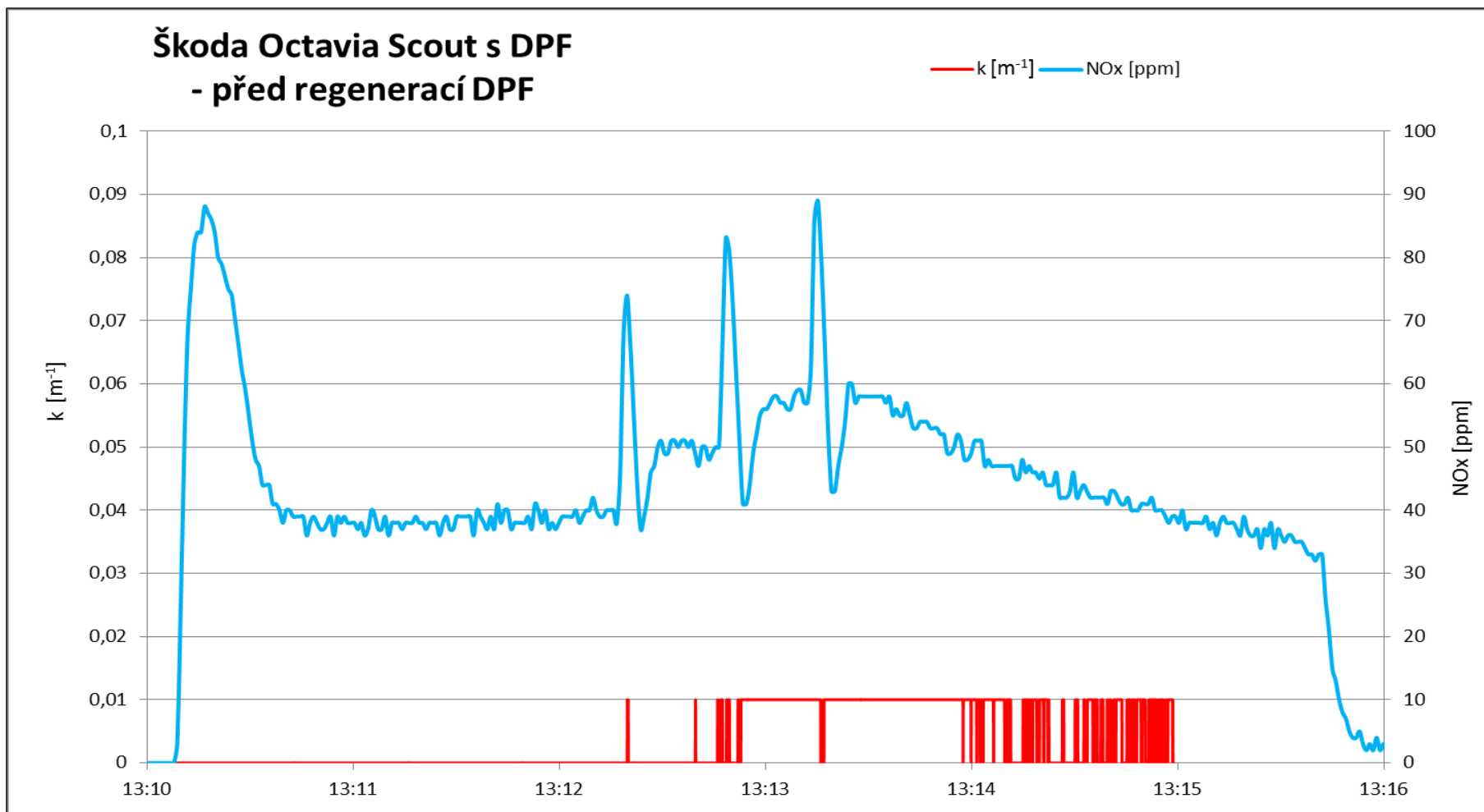
Již na první pohled je patrná větší odezva všech měřících zařízení, která byla použita. Je to dáno tím, že zcela prázdný a čistý filtr pevných částic propouští o něco více sazí než částečně zaplněný, jako byl například při měření před regenerací. Již zachycené saze na porézním materiálu DPF mají totiž schopnost na sebe zároveň vázat další saze, které DPF procházejí.

Poměrně značnou odezvu při nastartování udává v Grafu 11 nefelometr. Ionizační komora udává také odezvu, ale o hodně menší. Na rozdíl od akcelerací při neregenerovaném DPF (otáčky 2930 min^{-1}), kdy opacimetr naměřil kouřivost $0,01 \text{ m}^{-1}$, při prvních dvou akceleracích, které probíhaly do stejných otáček, neměřil opacimetr žádnou kouřivost, tedy byla rovna 0. Na rozdíl od něj ionizační komora i nefelometr dávají spolehlivou odezvu na nárůst částic. Ještě markantnější je to při akceleraci do maximálních otáček, které v tomto případě činily 5100 min^{-1} . Zde již všechny přístroje udávají odezvu na nárůst částic. Při druhé akceleraci do maximálních otáček opacimetr udává kouřivost o hodnotě $0,11 \text{ m}^{-1}$. Během průběhu měření, mimo akcelerace, se pohybuje kouřivost průměrně na hodnotě $0,02 \text{ m}^{-1}$.

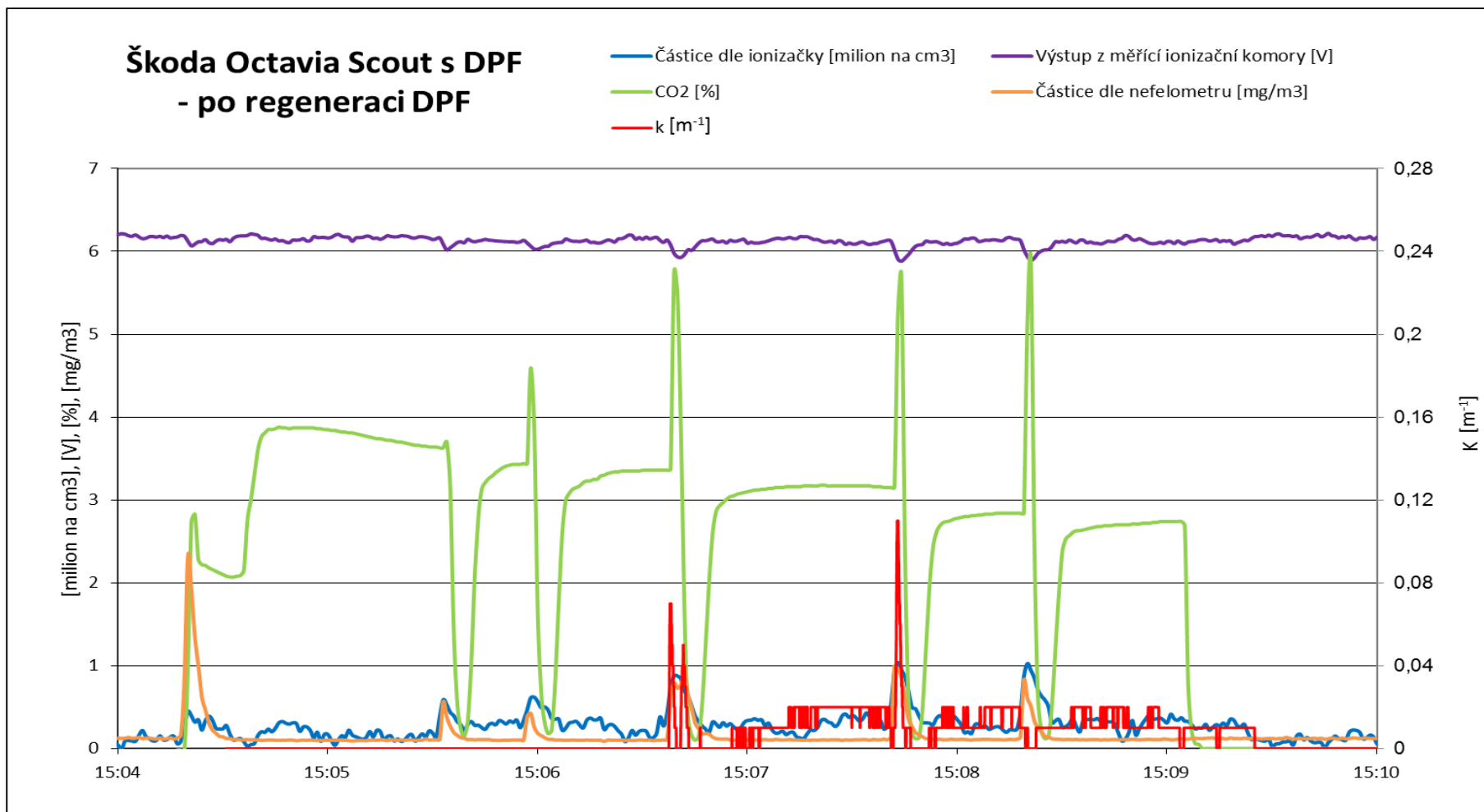
Koncentrace CO_2 , tak i NO_x (Graf 12) jsou nejvyšší při třech akceleracích do maximálních otáček. Hodnoty NO_x se zde pohybují kolem 150 ppm. Při nastartování vozidla je koncentrace NO_x poměrně nízká, což přisuzují tzv. teplému startu, tedy že vozidlo bylo před měřením řádně zahřáto.



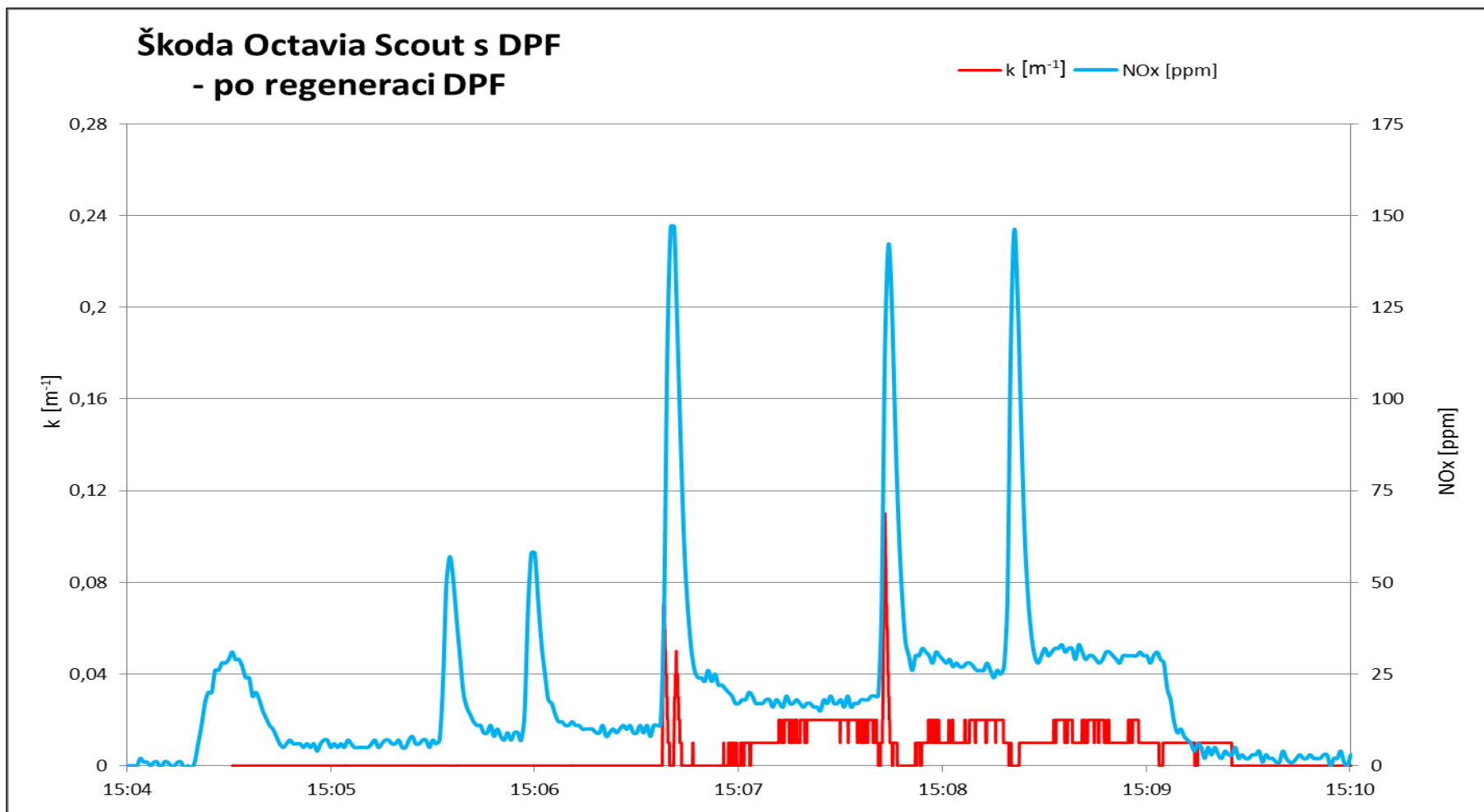
Graf 9 - Průběh měření kouřivosti, částic a CO₂ u Škoda Octavia Scout (s DPF před regenerací)



Graf 10 - Průběh koncentrace NO_x u Škoda Octavia Scout (s DPF před regenerací)



Graf 11 - Průběh měření kouřivosti, částic a CO₂ u Škoda Octavia Scout (s DPF po regeneraci)



Graf 12 - Průběh koncentrace NO_x u Škoda Octavia Scout (s DPF po regeneraci)

6.4 Vyhodnocení měření

Z průběhu měření je patrné, že přístroj, využívající ionizační komoru pro měření částic, dává spolehlivou odezvu při volnoběžných otáčkách v případě, že vozidlo není vybaveno filtrem pevných částic. Podle mého názoru se tedy dá pomocí tohoto přístroje, na rozdíl od opacimetru, detekovat chybějící, či závažně poškozený filtr pevných částic.

Na základě získaných výsledků bych tedy doporučoval využívat přístroj s ionizační komorou v SME při měření emisí. Využití bych především viděl u vozidel se vznětovými motory s emisní normou Euro 4 (jen u těch, které mají DPF) a novějších (ty už jsou DPF vybaveny povinně). U vznětových motorů se měří kouřivost, která je určena z koncentrace pevných částic. Tyto pevné částice pak DPF zachytává. Domnívám se tedy, že u vozidel s DPF by stačilo provést nejprve vizuální kontrolu koncovky výfuku, která již může napovědět, zdali sériově montovaný filtr pevných částic je v pořádku, nebo zda ještě je součástí vozidla. Pokud by byl technik na vážkách, přešel by k měření ionizační komorou. Podle získaných výsledků z mého měření usuzuji, že by stačilo provést měření při volnoběžných otáčkách, kde by ionizační komora dokázala spolehlivě detekovat, zdali je DPF poškozený, nebo jestli chybí. Limitní hodnota pro výsledky získané z ionizační komory by se dala stanovit z poklesu výstupního napětí z ionizační komory. Při volnoběhu i při akceleracích by byl hranicí pro podezření, že je s DPF něco v nepořádku, pokles napětí o 0,5 V. Jistotou selhání DPF, či dokonce odstranění DPF by byl úbytek napětí minimálně o 1 V. Pokud filtr pevných částic spolehlivě funguje, je podle mého názoru zbytečné provádět další měření metodou volné akcelerace. Při správném fungování DPF je totiž nárůst kouřivosti při akceleracích velmi malý a maximální naměřená hodnota kouřivosti spolehlivě vyhoví výrobcem udávanému korigovanému součiniteli absorpce (maximální limitní hodnota kouřivosti).

Vozidla splňující starší Euro normy, která nejsou vybavená filtrem pevných částic, by se měřila podle vyhlášky v platném znění, tedy metodou volné akcelerace, kde výstupem z měření by byla hodnota kouřivosti.

Jelikož pevné částice nejsou jedinou nebezpečnou složkou výfukových plynů vznětových motorů, doporučoval bych zavést na SME měření také NO_x . Jedná se o velmi nebezpečnou směs plynů NO a NO_2 , na kterou jsou pouze předepsané přísnější limity v Euro normách a nikterak se v SME neměří. Měří se pouze při homologaci

vozidla. Díky událostem ohledně obcházení měření emisí při homologacích víme, že hodnoty skutečně vypouštěného NO_x do ovzduší jsou několikanásobně vyšší, než by měly podle Euro normy být. S měřením NO_x je to ovšem poněkud složitější. Jeho naměřená výsledná hodnota závisí totiž na mnoha parametrech. Jsou jimi například nastavení vstříku a dostřiku paliva, přesná poloha klapky v EGR ventilu, úroveň zahřátí motoru a tím i zahřátí emisně relevantních systémů pro eliminaci NO_x , okolní teplota apod. Tudíž měření koncentrace NO_x při měření emisí v SME je jen obtížně proveditelné vzhledem k relevantnosti výsledků. Ideálnější by bylo měřit koncentraci NO_x při zatížení motoru. Připadalo by tedy v úvahu měření na dynamometru nebo při reálném provozu. To je ovšem také obtížně proveditelné. SME dynamometry totiž v téměř většině nemají a k jejich pořízení by bylo potřeba vynaložení velkých finančních prostředků. Měření v reálném provozu by se mohlo tedy zdát jako lepší volba. Nicméně toto měření by velice prodlužovalo čas celkového měření emisí v SME. Navíc by bylo potřeba navrhnout přesný průběh měření a stanovit parametry, které by bylo nutné dodržet. To především pro získání relevantních výsledků a možnosti porovnávání výsledků z jiných měření. Zavedení měření koncentrace NO_x v SME je tedy momentálně prakticky nemožné.

Hodnoty NO_x , získané při měření, jsou pouze informativní, a tudíž pro ně nelze stanovit žádné limitní hodnoty.

7. Závěr

Nyní, na konci mé diplomové práce, bych rád provedl zhodnocení závěrů, ke kterým jsem došel.

Současný stav ve stanicích měření emisí, především pak průběh měření emisí výfukových plynů vozidel, není nikterak dobrý. S vydáním vyhlášky č. 342/2014 Sb., která novelizovala vyhlášku č. 302/2001 Sb., a nového Metodického postupu měření emisí se kýžený efekt zlepšení oproti předchozímu způsobu měření doposud nedostavil. Je nutno dodat, že v průběhu psaní této diplomové práce se nacházelo měření emisí v přechodném období, ve kterém byly zavedeny různé tolerance a úlevy. Nicméně pokud je již hodnocení přechodného období poměrně negativní (kapitola 5.3), je jen málo pravděpodobné, že po jeho ukončení dojde k razantnímu zlepšení. Měření bude totiž probíhat bez jakýchkoli tolerancí, a to podle mého názoru způsobí, že mnoho vozidel neprojde měřením emisí. V mnoha případech to nebude tím, že by vozidla neplnila stanovené limity. Vozidla limity bez problémů splní vzhledem k jejich vysokým nastaveným hodnotám. Bude to ale tím, že vozidla nebudou schopna splnit nějaký krok v průběhu měření emisí, který ani s emisemi nemusí souviset. Zde mám především na mysli diagnostiku vozidel včetně vyčítání řídicí jednotky (paměť závad a Readiness kódy). Zároveň dokud nebude zaveden centrální systém pro SME, kde budou shromažďována veškerá data z měření a tím budou i zpětně kontrolovatelná, budou někteří emisní technici všemi možnými způsoby měření emisí obcházet, jen aby byl zákazník spokojen a oni měli finanční zisk. Domnívám se, že současný neutěšený stav ohledně měření emisí jen dopomůže ke změnám (ať už v metodice, vyhlášce, či dokonce v zákoně) řešícím skutečné problémy, které nás ohledně emisí trápí.

Co se týče používání alternativních měřicích přístrojů v SME, převážně při měření vznětových motorů vidím velké možnosti jejich uplatnění. Osobně bych zavedl povinnost měřit koncentraci NO_x pomocí analyzátorů výfukových plynů. Tato látka je stejně tak škodlivá jako pevné částice. Nicméně, jak uvádím v kapitole 6.4, nebylo by to tak snadné, jak se na první pohled může zdát. Dále bych doporučil měření částic pomocí přístroje s ionizační komorou, a to alespoň pro vozy, které mají již od sériové výroby zabudovaný filtr pevných částic. Jednalo by se tak o vznětové motory i o zážehové motory s přímým vstřikováním.

Ionizační komora je totiž schopna při měření vznětových motorů detekovat, na rozdíl od opacimetru, chybějící nebo výrazněji poškozený filtr pevných částic již při volnoběžných otáčkách. Vozidla se správně fungujícím filtrem pevných částic by nemusela být dále měřena metodou volné akcelerace vzhledem k faktu, že hodnota kouřivosti je u těchto vozidel velmi nízká. Podobný princip by se dal uplatnit i u zážehových motorů s přímým vstřikováním. Vozidla vybavená těmito motory totiž produkují velké množství pevných částic často i vyšší než vozidla se vznětovými motory. Navrhoval bych tedy zavedení měření kouřivosti i u vozidel se zážehovými motory s přímým vstřikováním. Některá tato vozidla jsou již nyní nebo v nejbližší době budou ze sériové výroby vybavena filtrem pevných částic. Domnívám se, ačkoli jsem s těmito motory neprováděl žádná měření, že ionizační komora by byla schopna rovněž detekovat poškozený či chybějící DPF při volnoběžných otáčkách. Co se týká úprav limitů pro vznětové i zážehové motory, především pro vozidla splňující normy Euro 5 a Euro 6 bych navrhoval tyto limity:

- zážehové motory:
 - volnoběžné otáčky 0,3 % CO místo původních 0,5 % CO
 - zvýšené otáčky 0,1 % CO místo původních 0,3 % CO
- vznětové motory
 - kouřivost 0,2 m⁻¹

U zážehových motorů je ponechána dostatečná rezerva naměřeného CO z toho důvodu, že pro tyto motory jsem neprováděl žádná měření. Nicméně se domnívám, že vozidla s těmito motory by mnou navrhované limitní hodnoty bez problémů a s dostatečnou rezervou byla schopna splnit. Zároveň pro tyto motory neuvádím žádný návrh pro limitní hodnotu kouřivosti, a to rovněž z důvodu neprováděného měření. U vznětových motorů je u kouřivosti ponechána dostatečná rezerva především z důvodu regenerace DPF. Jak je vidět z mého měření, pokud by bylo vozidlo měřeno ihned po regeneraci DPF (Graf 11), jsou tyto hodnoty vyšší než u vozidla s DPF před regenerací (Graf 9).

Zároveň bych zavedl tresty jak pro firmy specializující se na odstraňování emisně relevantních systémů, tak pro provozovatele vozidel s odstraněnými emisními systémy. Zajistit ovšem kontrolu při provozu vozidla by bylo obtížné. Nejefektivnějším řešením by podle mě bylo vyškolení policisty na rozpoznávání chybějících emisních systémů, především pak na rozpoznání chybějícího filtru pevných částic. Podle stavu

zanesení koncovky výfuku lze poškozený či chybějící DPF rozpoznat pouhým okem (kapitola 6.2) Pokud by si ovšem policisté nebyli jisti, měli by pravomoc odeslat majitele vozidla do SME, kde by emisní technik provedl měření přístrojem s ionizační komorou a případně by chybějící DPF odhalil. Zároveň by SME měly povinnost nahlásit ať už policii, nebo dopravnímu inspektorátu majitele vozidel, kteří přijedou na emisní kontrolu s odstraněnými emisními systémy. Takováto opatření pro odhalování chybějících emisních systémů by měl údajně přinést nový zákon vydaný Ministerstvem dopravy ČR. Věřím tedy, že se v řádu několika let dočkáme v tomto směru zlepšení a na silnicích ubude vozidel, která mají odstraněné systémy pro eliminaci škodlivých emisí, a i všech ostatních vozidel, která neplní stanovené limity.

Co říci závěrem. Snad jen to, že pokud ti, kteří mají co dočinění s emisemi, budou táhnout za jeden provaz a jejich společným cílem bude neustálé snižování emisí, šance na stále čistější vozidla na silnicích je veliká. Pokud se ovšem jejich cíle budou rozcházet, zůstanou šance na zlepšování rozplynuty v mlze.

Seznam grafů

Graf 1 - Složení výfukových plynů zážehového motoru	14
Graf 2 - Složení výfukových plynů vznětového motoru.....	15
Graf 3 – Koncentrace emisí v závislosti na λ u zážehového motoru	15
Graf 4 - Koncentrace emisí v závislosti na λ u vznětového motoru	16
Graf 5 - Průběh měření kouřivosti, částic a CO ₂ u Renault Trafic (bez DPF).....	59
Graf 6 - Průběh koncentrace NO _x u Renault Trafic (bez DPF)	60
Graf 7 - Průběh měření kouřivosti, částic a CO ₂ u Volkswagen Passat (s DPF).....	63
Graf 8 - Průběh koncentrace NO _x u Volkswagen Passat (s DPF).....	64
Graf 9 - Průběh měření kouřivosti, částic a CO ₂ u Škoda Octavia Scout (s DPF před regenerací)	67
Graf 10 - Průběh koncentrace NO _x u Škoda Octavia Scout (s DPF před regenerací) ...	68
Graf 11 - Průběh měření kouřivosti, částic a CO ₂ u Škoda Octavia Scout (s DPF po regeneraci)	69
Graf 12 - Průběh koncentrace NO _x u Škoda Octavia Scout (s DPF po regeneraci)	70

Seznam tabulek

Tabulka 1. Emisní Euro normy pro zážehové motory.....	20
Tabulka 2. Emisní Euro normy pro vznětové motory	20
Tabulka 3. Měřicí pole opacimetru Brain Bee OPA 100	51
Tabulka 4. Měřicí pole opacimetru Bosch BEA 070	52
Tabulka 5. Měřicí pole opacimetru AVL DISMOKE 480 BT.....	52

Seznam obrázků

Obr. 1. Tendence snižování koncentrací NO _x a PM v závislosti na Euro normách	21
Obr. 2. Schéma vnější recirkulace pomocí EGR ventilu	25
Obr. 3. Řez filtrem pevných částic (zde včetně oxidačního katalyzátoru)	26
Obr. 4. Standardizované provedení MIL kontrolky motoru	33
Obr. 5. Tabulka s vyčtenými Readiness kódy z diagnostického zařízení	41
Obr. 6. Emisní ochranná nálepka	43
Obr. 7. Opacimetr Brain Bee OPA 100	51
Obr. 8. Opacimetr Bosch BEA 070	51
Obr. 9. Opacimetr AVL DISMOKE 480 BT	52
Obr. 10. Kompletní zařízení pro měření částic a koncentrací plynů	54
Obr. 11. Koncovka výfuku s odstraněným či poškozeným DPF	56
Obr. 12. Koncovka výfuku s funkčním DPF (ujeto cca 87 000 km)	56
Obr. 13. Umístění všech měřicích sond ve výfukovém potrubí	57
Obr. 14. Měření VW Passat	61

Seznam použité literatury

- [1] Česká republika. Zákon č. 56/2001 Sb. ze dne 10. ledna 2001 o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, v platném znění
- [2] Česká republika. Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů ČR č. 302/2001 Sb. ze dne 7. srpna 2001 o technických prohlídkách a měření emisí vozidel, v platném znění
- [3] Česká republika. Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů ČR č. 342/2014 Sb. ze dne 19. prosince 2014 o technických prohlídkách a měření emisí vozidel, v platném znění
- [4] Česká republika. Metodický postup měření emisí vozidel ve stanicích měření emisí (SME) ze dne 30. října 2015
- [5] Česká republika. Věstník dopravy. Informace pro SME - Měření emisí v přechodném období
- [6] Česká republika. Věstník dopravy 12/2015, Příloha č. 5a. Požadavky na přístroje pro měření emisí výfukových plynů vozidel se zážehovými motory i vznětovými motory v SME ze dne 30. října 2015
- [7] VOJTÍŠEK, Michal. *Assessment of Low Levels of Particulate Matter Exhaust Emissions Using Low-Cost Ionization-Type Smoke Detectors*. SAE International ze dne 9. srpna 2013
- [8] TAYLOR, Charles Fayette. *The internal-combustion engine in theory and practice*. Vol. 2, Combustion, fuels, materials, design. Rev. ed. Cambridge: MIT Press, 1985. ISBN 0-262-70027-1.
- [9] JÄÄSKELÄINEN, Hannu. KHAIR, Magdi K. *EGR Systems and Components* [online]. DieselNet: Diesel Emissions Online. [10. března 2016]
URL: < https://www.dieselnet.com/tech/engine_egr_sys.php >
- [10] LAURIN, Josef. *Katalytické reaktory*. Přednáška k předmětu Pohonné jednotky 3 katedry Vozidel a Motorů Fakulty strojní TU v Liberci.
- [11] PÁV, Karel. *Emise ve výfukových plynech PSM* [online]. Přednáška k předmětu Pohonné jednotky 1 katedry Vozidel a Motorů Fakulty strojní TU v Liberci. [3. března 2016]
URL: < <http://www.kvm.tul.cz/studenti/skripta-a-texty-on-line/pohonne-jednotky-I> >
- [12] SAJDL, Jan. *Emisní Euro norma* [online]. Autolexicon.net ze dne 5. dubna 2011 [9. března 2016]
URL: < <http://www.autolexicon.net/cs/articles/emisni-norma-euro/> >

- [13] VOELCKER, John. *1.2 Billion Vehicles On World's Roads Now, 2 Billion By 2035: Report* [online]. Green Car Reports ze dne 29. července 2014 [14. dubna 2016]
URL: < http://www.greencarreports.com/news/1093560_1-2-billion-vehicles-on-worlds-roads-now-2-billion-by-2035-report >
- [14] *AVL DITEST MDS 650* [online]. AVL DITEST GmbH [4. dubna 2016]
URL:< https://www.avlditest.com/index.php/en/vehicle-diagnostics-mds-650.html?file=files/content/downloads/datenblaetter/datenblaetter-en-2015/AVL_DITEST_MDS_en.pdf >
- [15] *Bosch BEA 550 Diesel* [online]. Bosch Automotive [3. dubna 2016]
URL: < http://cz-ww.bosch-automotive.com/cs/products_workshopworld/testing_equipment_products/emissions_analysis/bea_550_diesel_1/bea_550_diesel >
- [16] *DPF- FAP filtr částic – funkce filtrování a regenerace* [online]. FCD.eu, First Car Diagnostics [7. března 2016]
URL: < <http://www.fcd.eu/article.aspx?id=1568> >
- [17] *DPF obrázek* [online] Regenerace DPF - Infoweb o problémech s filtrem pevných částic. [7. března 2016]
URL: < <http://www.dpf-regenerace.cz/> >
- [18] *Emise 2016 aneb vo Vás čeká* [online]. PowerTEC [24. dubna 2016]
URL: < <http://www.chiptuning.cz/clanek/seznam-clanku/chiptuning/emise-2016-aneb-co-vas-ceka> >
- [19] *European Union Emission Standards – Cars and Light Trucks* [online]. DieselNet: Diesel Emissions Online. [16. března 2016].
URL: < <https://www.dieselnet.com/standards/eu/ld.php> >
- [20] *Evropská směrnice 91/441/EEC* [online]. EUR- Lex, Acces to European Union law [21. března 2016].
URL: < <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1463393026314&uri=CELEX:31991L0441> >
- [21] *Evropská směrnice 94/12/EC* [online]. EUR- Lex, Acces to European Union law [21. března 2016].
URL: < <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:31994L0012> >

- [22] *Evropská směrnice 98/69/EC* [online]. EUR- Lex, Acces to European Union law [22. března 2016].
URL: < <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1463392885944&uri=CELEX:31998L0069> >
- [23] *Evropská směrnice 2002/80/EC* [online]. EUR- Lex, Acces to European Union law [22. března 2016].
URL: < <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:32002L0080> >
- [24] *Evropská směrnice 715/2007/EC* [online]. EUR- Lex, Acces to European Union law [22. března 2016].
URL: < <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1463393003235&uri=CELEX:32007R0715> >
- [25] *Opacimeter for diesel engines OPA 100* [online]. Brain Bee Automotive [3. dubna 2016]
URL: < http://www.brainbee.it/prodotto.php?nome=+OPA-100&lang=en_US >

Přílohy

Příloha 1 – Vzor protokolu o měření emisí vozidla se zážehovým motorem s neřízeným systémem. [3]

Vzor protokolu o měření emisí vozidla se zážehovým motorem s neřízeným systémem.



LOGO firmy

SME č.
Tel.:
E-mail:

Název provozovatele:
(firma, obchodní rejstřík)
Sídlo firmy:
(ulice a čp., PSČ a město)

IČO:
DIČ:

PROTOKOL č.

o měření emisí vozidla se zážehovým motorem

Tovární značka:
Obchodní označení (typ):
Typ motoru:
Výrobní č. motoru *):
Stav počítáče ujeté vzdálenosti (km):
Typ emisního systému:

Druh vozidla:
Kategorie vozidla:
Registrační značka:
Rok výroby:
Datum první registrace:
Druh paliva:

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly:			
Výsledek kontroly těsnosti plynového zařízení **):			
Měřené parametry	Předepsané hodnoty	Naměřené hodnoty s palivem	
		základním	alternativním
Při volnoběhu	Otáčky [min ⁻¹]		
	Obsah CO [%]		
	Obsah HC [ppm]		
Při zvýšených otáčkách	Otáčky [min ⁻¹]		
	Obsah CO [%]		
	Obsah HC [ppm]		

Použitý analyzátor (výrobce, typ):

Záznam z analyzátoru tvoří přílohu tohoto protokolu. ***)

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření analyzátoru. ***)

Poznámky:

Vozidlo z hlediska měření emisí

Příští měření emisí v termínu do ____ . ____ . 20__

Měření emisí provedl _____, osvědčení ev. č.:

Datum provedení měření emisí: ____ . ____ . 20__ Za správnost:



podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP vozidla

**) Pouze pro vozidla vybavená zařízením pro plynový pohon

***) Nehodící se škrtněte.

Příloha 2 – Vzor protokolu o měření emisí vozidla se zážehovým motorem s řízeným systémem. [3]

Vzor protokolu o měření emisí vozidla se zážehovým motorem s řízeným systémem.



LOGO firmy

SME č.
Tel.:
E-mail:

Název provozovatele:
(firma, obchodní rejstřík)
Sídlo firmy:
(ulice a čp., PSČ a město)

IČO:
DIČ:

PROTOKOL č.

o měření emisí vozidla se zážehovým motorem

Tovární značka:
Obchodní označení (typ):
Typ motoru:
Výrobní č. motoru *):
Stav počítáče ujeté vzdálenosti (km):
Typ emisního systému:
Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

Druh vozidla:
Kategorie vozidla:
Registrační značka:
VIN:
Datum první registrace:
Druh paliva:

KONTROLA:


Výsledek vizuální kontroly:				
Výsledek kontroly readiness kódů:				
Výsledek kontroly závad řídicí jednotky motoru:				
Vyhodnocení stavu řídicí jednotky:				
Výsledek kontroly těsnosti plynového zařízení **):				
Měřené parametry		Předepsané hodnoty	Naměřené hodnoty s palivem	
			základním	alternativním
Při volnoběhu	Otáčky [min ⁻¹]			
	Obsah CO [%]			
Při zvýšených otáčkách	Otáčky [min ⁻¹]			
	Obsah CO [%]			
	λ – lambda [1]			

Použitý analyzátor (výrobce, typ):

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření analyzátoru.

Poznámky:

Vozidlo z hlediska měření emisí
Příští měření emisí v termínu do ___ . ___ . 20__
Měření emisí provedl _____, osvědčení ev. č.:

Datum provedení měření emisí: ___ . ___ . 20__ Za správnost:  _____
podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP vozidla

***) Pouze pro vozidla vybavená zařízením pro plynový pohon

Příloha 3 – Vzor protokolu o měření emisí vozidla se vznětovým motorem s neřízeným systémem. [3]

Vzor protokolu o měření emisí vozidla se vznětovým motorem s neřízeným systémem.



LOGO firmy

SME č.
Tel.:
E-mail:

Název provozovatele:
(firma, obchodní rejstřík)
Sídlo firmy:
(ulice a čp., PSČ a město)

IČO:
DIČ:

PROTOKOL č.

o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Tovární značka:
Obchodní označení (typ):
Typ motoru:
Výrobní č. motoru *):
Stav počítáče ujeté vzdálenosti (km):
Typ emisního systému:

Druh vozidla:
Kategorie vozidla:
Registrační značka:
Rok výroby:
Datum první registrace:
Druh paliva:

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly:		
Otáčky [min ⁻¹]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné		
Přeběhové		
Korigovaný součinitel absorpce [m ⁻¹]		
Hodnota kouřivosti naměřená [m ⁻¹]		
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m ⁻¹]	dovolené	
	naměřené	

Použitý kouřoměr (výrobce, typ):

Záznam z kouřoměru tvoří přílohu tohoto protokolu. **)

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru. **)

Poznámky:

Vozidlo z hlediska měření emisí

Příští měření emisí v termínu do 20__

Měření emisí provedl _____, osvědčení ev. č.:

Datum provedení měření emisí: 20__ Za správnost:



podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP vozidla

**) Nehodící se škrtněte.

Příloha 4 – Vzor protokolu o měření emisí vozidla se vznětovým motorem s řízeným systémem. [3]

Vzor protokolu o měření emisí vozidla se vznětovým motorem s řízeným systémem.



LOGO firmy

SME č.

Název provozovatele:
(firma, obchodní rejstřík)

IČO:

Tel.:

Sídlo firmy:
(ulice a čp., PSČ a město)

DIČ:

E-mail:

PROTOKOL č.

o měření emisí vozidla se vznětovým motorem

Tovární značka:

Druh vozidla:

Obchodní označení (typ):

Kategorie vozidla:

Typ motoru:

Registrační značka:

Výrobní č. motoru *):

VIN::

Stav počítáče ujeté vzdálenosti (km):

Datum první registrace:

Typ emisního systému:

Druh paliva:

Provozovatel vozidla (jméno, adresa):

KONTROLA:


Výsledek vizuální kontroly:		
Výsledek kontroly readiness kódů:		
Výsledek kontroly závad řídicí jednotky motoru:		
Vyhodnocení stavu řídicí jednotky:		
Otáčky [min ⁻¹]	Předepsané	Naměřené
Volnoběžné		
Předběhové		
Korigovaný součinitel absorpce [m ⁻¹]		
Hodnota kouřivosti naměřená [m ⁻¹]		
Rozpětí hodnot kouřivosti čtyř po sobě jdoucích měření [m ⁻¹]	dovolené	
	naměřené	

Použitý kouřoměr (výrobce, typ):

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:

Vozidlo z hlediska měření emisí
Příští měření emisí v termínu do ____ . ____ . 20__
Měření emisí provedl _____, osvědčení ev. č.:

Datum provedení měření emisí: ____ . ____ . 20__ Za správnost:  _____
podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP vozidla