

# A Real Driving Emisszió mérése és csökkentése gépjárművekben

A gazdasági szektorok közül leggyorsabban és a legnagyobb mértékben ma a közlekedés fejlődik. A 21. században világossá vált, hogy ezen ágazat növekvő szintű emissziója hosszú távon nem jelenthet egy társadalmilag fenntartható, elfogadható utat. A károsanyag-kibocsátáscsökkentéséhez elengedhetetlen a gépjárműgyártásban a „forradalmi” újítások bevezetése.

**MA. Varga Tünde – Prof. Dr.-Ing. habil. Palocz-Andresen Michael**

e-mail: tuetyi@gmail.com, palocz-andresen.michael@emk.nyme.hu

## I. A JELENLEGI GAZDASÁGPOLITIKAI HELYZET

Ma már több mint egy éve, hogy az ICCT, egy független non-profit szervezet a West Virginia Egyetem kutatóival együttműködve elkezdte az USA-ban üzemben lévő dízelgépjárművek közül tizenöt típus valós napi forgalomban történő RDE (Real Driving Emission)  $\text{NO}_x$  kibocsátásának az ellenőrzését [1].

2014. októberében az ICCT közzétette a fenti tizenöt dízel gépjárműtípusban mért reális emissziós vizsgálatának eredményét. A vizsgált gépkocsik közt volt a tározó rendszerű katalizátorral felszerelt Volkswagen Jetta (2012) és az SCR katalizátorral felszerelt Passat TDI (2013) típusnak az

USA-ban forgalomba hozott változata. Miután mind a két modellnél rendkívül magas emissziós értékeket állapítottak meg, 2015. szeptember 18-án levelet írt az Amerikai Környezetvédelmi Hivatal, az EPA (Environmental Protection Agency) a Volkswagen részvénytársaságnak, amelyben azt állította, hogy a Clean Air Act előírásait a VW egy defeat szoftver törvényellenes használatával megsértette (Violation of Clean Air by Carmaker). Ez a program, amelyet meghibásodás esetén csak átmenetileg szabad használni, üzemen kívül helyez több olyan fedélzeti berendezést, amely terheli a gépjármű amúgy is veszélyeztetett üzemi rendszerét. Ilyen üzemmóddal például csak egy közeli műhelybe szabad elhajtani, miután a MIL (Mail Function Light) lámpa hibajelzést adott ki [2] (1. ábra).

1. ábra: Az USA-ban a PEMS rendszerrel bevizsgált VW Jetta, VW Passat és BMW típusú gépjármű emissziós eredményei az RDE mérések után



Nem csak az EPA, hanem más német intézmény is, például a Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, azaz a Baden-Württemberg Tartomány Állami Környezetvédelmi, Méréstechnikai és Természetvédelmi Hivatala LUBW már 2015. márciusban közzétett egy tanulmányt, amelyben az EU6 emissziós kategóriájú dízelgépjárművek RDE szennyezőanyag kibocsátását ismertették. A vizsgált modellek közül a BMW 320d, a Volkswagen CC és a Mazda 6 nem tett eleget a 80 mg NO<sub>x</sub>/km határértéknek. Az NO<sub>x</sub>-kibocsátás a három jármű esetében 130 mg/km, illetve 676 mg/km érték között változott.

A levegő minőségét ellenőrző mérések már korábban bebizonyították, hogy a várttal ellentétben a 30 vagy a 40 km/h sebességkorlátozás betartása sem eredményezett jelentősen alacsonyabb NO<sub>x</sub> koncentrációt az európai nagyvárosok levegőjében, mint az korábban, a szigorított emissziós határértékek bevezetése előtt volt. Nyilvánvalónak tűnt tehát, hogy a dízelgépjárművek nagymértékű RED emissziója eredményezi a magas NO<sub>x</sub> koncentrációt az atmoszférában (2. ábra) [3].

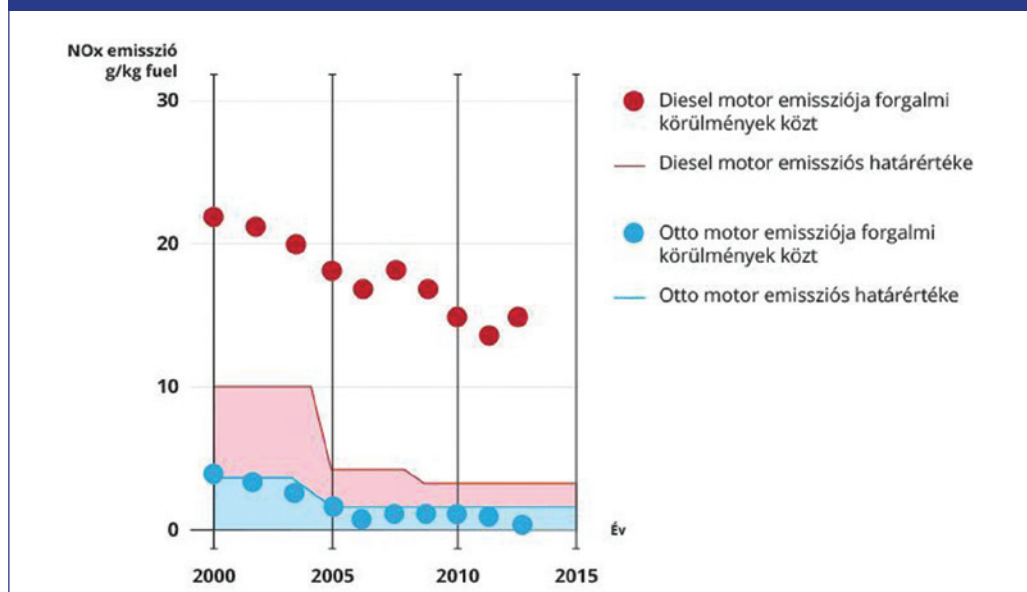
## 2. A GÉPJÁRMŰVEK OKOZTA EMISSZIÓ EGÉSZSÉGÜGYI HATÁSAI

Bár a gépjárművek szennyezőanyag-kibocsátása az elmúlt évtizedekben jelentősen csökkent, a közúti forgalom továbbra is a légszennyező anyagok emissziójának a legjelentősebb forrása maradt. Európában a forgalom a városi NO<sub>x</sub> kibocsátás 50%-ért, a porkibocsátás (PM<sub>10</sub>) 25%-ért és a koromemisszió 33%-ért felelős.

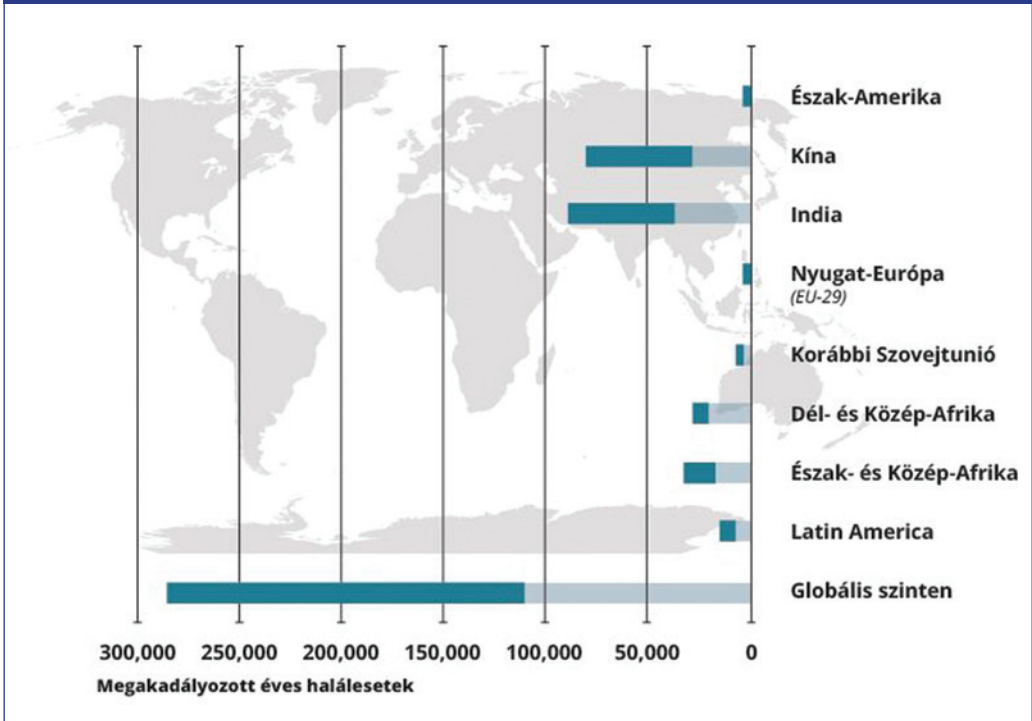
A statisztika szerint egyértelmű összefüggés van a városi levegő szennyezettségének növekedése és a korai elhalálozások számának emelkedése között. Mint azonban a legtöbb modell alapú elemzésnél, ez esetben is nagy a bizonytalanság a gépjárműforgalom okozta globális egészségügyi hatások számítása terén (3. ábra).

A legnagyobb problémák a fejlődő országokban, valamint Indiában és Kínában lépnek fel. A tudósok becslése szerint a talaj közeli ózon okozza a korai halálozások több mint felét ezekben az országokban, amelynek létrejöttéért elsődlegesen a levegő magas NO<sub>x</sub> és a másodlagosan fellépő magas PM<sub>2,5</sub> koncentrációja felel [5].

2. ábra: RDE mérési eredmények összehasonlítása az előírt emissziós határértékkel



3. ábra: A közúti közlekedés által kibocsájtott szennyező anyagok és a hálózás közti összefüggés egyes régiókban



A becslések szerint, eddig az USA-ban közel 60 ember halt meg idő előtt a hibás Volkswagen típusú gépkocsik nagyfokú károsanyag-kibocsátása által okozott levegőszennyezés miatt. A legtöbb halálest valószínűleg az USA keleti és nyugati partja mentén történt. A magas emisszióval rendelkező gépjárművek 2016. év végéig tervezett visszahívásának köszönhetően várhatóan az USA-ban mintegy 130 további korai elhalálozás kerülhető el [6].

Az amerikai vizsgálati eredmények hatására a német Kraftfahrtbundesamt szintén vizsgálatot indított a Németországban forgalomban lévő dízelgépjárművek valós emissziójának a meghatározására. A méréseket részben egy dinamóméter próbapadon, részben a közúton végezték el (4. ábra).

A kapott eredményeket három csoportba foglalták. Az első csoportba azok a gépjárművek kerültek besorolásra, amelyek minden tekint-

4. ábra: A KBA görgős próbapadja a kísérleti gépjárművel, a kipufogó cső közelébe szerelt PEMS rendszerrel



ben eleget tettek a törvény előírásainak. A második csoportba azok a gépjárművek kerültek be, amelyek a thermo-window sajátos alkalmazásával igen magas  $\text{NO}_x$  emisszióval rendelkeztek. A harmadik csoportba a defeat device technológiát törvényellenesen alkalmazó gépkocsikat sorolták be (1. táblázat).

1. táblázat: A német Kraftfahrtbundesamt vizsgálati jegyzőkönyvének egy része, tetszőlegesen kiragadott szemléltető eredményekkel

Vehicle Euro class			NEDC warm PEMS validated mg/km	NEDC road mg/km	RDE road mg/km
Group I	Audi A3 2.0 I (EA288)	Euro 6 (80 mg)	44,80	73,22	65,03
	BMW 320d 2.0 I	Euro 5 (180 mg)	216,00	365,05	381,82
	Fiat Panda 1.3 I	Euro 5 (180 mg)	386,00	636,08	605,02
Group II	Mercedes V 250 Bluetec 2.1 I	Euro 6 (80 mg)	228,66	439,55	312,98
	Nissan Navara 2.5 I	Euro 5 (180 mg)	337,04	768,18	1.407,14
	Opel Insignia 2.0 I	Euro 6 (80 mg)	68,00	698,79	637,05
Group III	VW (EA189) Beetle 2.0 I	Euro 5 (180 mg)	374,67	414,34	641,65
	VW (EA189) Golf Plus 1,6 I	Euro 5 (180 mg)	106,07	246,36	805,98
	VW (EA189) Passat 2.0 TDI	Euro 5 (180 mg)	372,00	539,93	524,47
	VW (EA189) Polo 1.2 I	Euro 5 (180 mg)	302,00	797,35	530,42

Az NEDC warm/ PEMS validated azt jelenti, hogy a görgős próbapadon a New European Driving Cycle ciklust alkalmazták „meleg” körülmények közt, azaz nem az előírt 20°C-on indított motorral, hanem magasabb hőmérsékleten és a méréseket PEMS rendszerrel végezték.

Az NEDC road és az RDE road méréseket egy elhagyott reptéren vagy egy lezárt autópályán szokták elvégezni úgy, hogy a sebesség profil és a váltások koordinátája némiképpen megfeleljen az előírásoknak. Ez azonban csak kor-

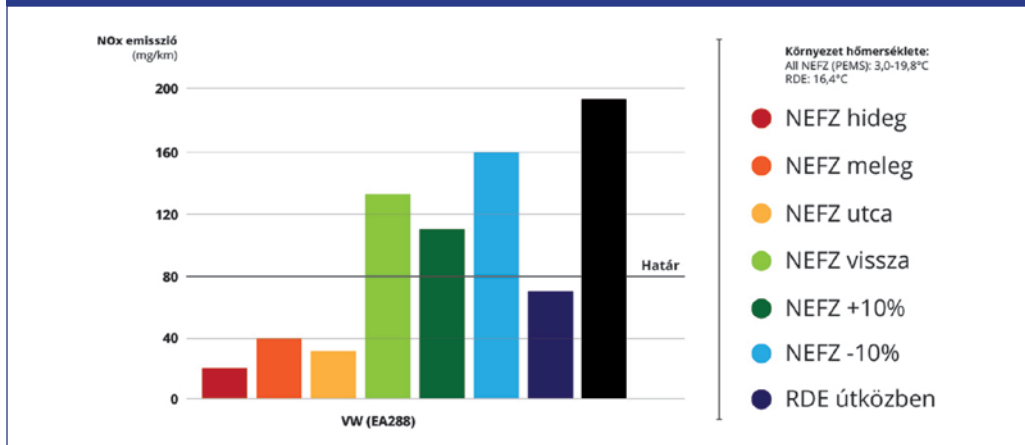
látozott mértékben áll fenn, mert a környezeti körülmények gyorsan változnak, mint pl. a szélesebbesség, a szélirány, a levegő hőmérséklete, nedvessége és nyomása.

A második oszlop eredményeit az NEDC ciklus, a harmadik oszlop eredményeit az RDE ciklus alkalmazásával állapították meg.

Az 5. ábrán a KBA VW (EA189) Passat 2.0 TDI típusú gépkocsin végzett RDE vizsgálatok eredményeit lehet látni.

5. ábra: A KBA VW (EA189) Passat 2.0 TDI típusú gépkocsin végzett RDE vizsgálatának az eredménye

<http://www.auto-motor-und-sport.de/news/abgas-skandal-die-testergebnisse-des-kba-955715.html>



## 3. A GÉPJÁRMŰVEK EMISSZIÓS HATÁRÉRTÉKEI

Ma az Euro 5 és 6 irányelvek határozzák meg a benzin- és a dízelüzemű járművek szénmonoxid (CO), elégetlen szénhidrogén (HC) és nitrogénoxid (NO<sub>x</sub>), valamint szemcse méret (PM) és újonnan szemcse szám (PN) emissziós határértékét. Ezek a határértékek a benzin és a dízelmeghajtású járművekre nézve kategóri-

ánként (személyautók, kis teherautók és nehéz tehergépkocsik, munkagépek) különbözöek.

Bár eltérő vizsgálati ciklusokat alkalmaznak az USA-ban, az EU-ban és Japánban, a tendenciák mindenhol csökkenő kibocsátást jeleznek (6. és 7. ábra).

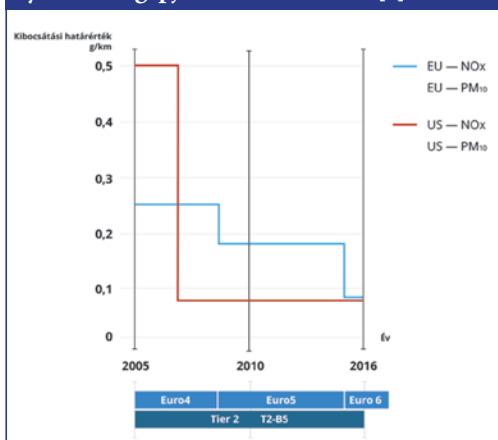
A szigorodó emissziós határértékek betartásához a járműgyártók számára a következő módszerek állnak rendelkezésre:

- a motor konstrukciójának, valamint a gépjármű motorhoz csatlakozó elemek szerkezetének és üzemi paramétereinek a megváltoztatása úgy, hogy a szennyező anyagok létre se jöjjenek, vagy ha létrejöttek, akkor se kerüljenek ki a motorból,
- amennyiben létrejöttek és kikerültek a motorból, akkor a cél a szennyező anyagok csökkentése a füstgáz utókezelő egységben [9].

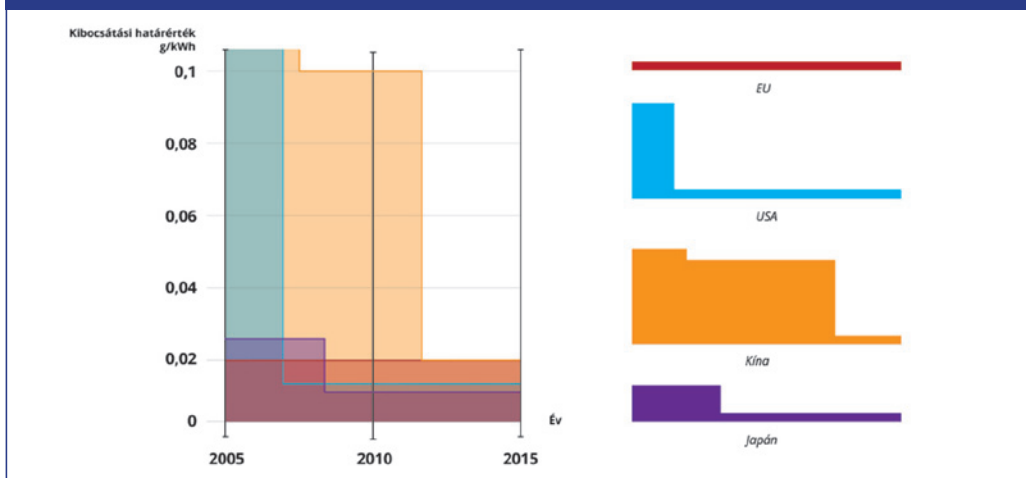
A gyakorlatban ez a következő eljárások bevezetését igényli:

- **a motoron belül:**
- elektronikus üzemanyag-befecskendezési technológiát optimális vezérmű meghajtással,
- a turbófeltöltés továbbfejlesztését,
- a motor hűtésének javítását,

**6. ábra: Emissziós határértékek az USA-ban dízelmotorral rendelkező könnyű és közepes súlyú haszongépjárművek, valamint az EU-ban dízelmotoros személygépkocsik és könnyű haszongépjárművek esetében [7]**



**7. ábra: Nehéz tehergépjárművek NO<sub>x</sub> határértékei [8]**



- az intelligensebb elektronikus motorvezérlés bevezetését,
- az égéstér és a henger szerkezetének, valamint üzemvitelének a módosítását,
- a füstgáz visszakeringtetéshez szükséges rendszer (EGR) optimalizálását.

– a füstgáz utókezelő technológiák vonatkozásában:






- a háromutas katalizátor optimalizálását,
- a nagy hígítással üzemelő motorok esetén  $\text{NO}_x$  tározó katalizátorok, más szóval  $\text{NO}_x$  csapdák (LNT) alkalmazását,
- az SCR szelektív katalitikus redukciós technika messzemenő alkalmazását,
- a dízel oxidációs katalizátor (DOC) alkalmazását a CO és HC, valamint az oldódó szerves frakció (SOF) és a PM kibocsátás együttes csökkentése érdekében,
- a dízel részecskeszűrő (DPF) alkalmazását a részecskék mennyiségének a csökkentése érdekében, különös tekintettel a kisebb átmérőjű szemcsék arányának a visszaszorítására a kipufogó füstgázban (2. táblázat).

Mivel a bevezető fejezetben tárgyalt Volkswagen típusú gépjárművek esetében a tározó rendszerű katalizátor üzemvitelében lépett fel komolyabb zavar, ezért ezt a technológiát közelebről is megvizsgáljuk.

## 4. TÁROZÓ RENDSZERŰ $\text{NO}_x$ CSAPDA (LNT LEAN $\text{NO}_x$ TRAP) TECHNOLÓGIA

A  $\text{NO}_x$  tározó katalizátor bárium vegyülettel bevont felülettel rendelkezik, amely a nitrogénoxidokat folyamatosan adszorbeálja, azaz megkötö. Ha a katalizátor felületének a kapacitása telítődött, akkor azt szénmonoxiddal és elégtelen szénhidrogénnel, valamint hidrogénnel regenerálni kell. E folyamat megvalósításához az égéshez a stöchiometrikus viszonyok mellett szükséges mennyiségben túlmenően kell üzemanyagot befecskendezni az égési térbe. Ezeknek egy része elégtelenül jut el a katalizátorba, és ott a levegő hiány ( $\lambda < 1$ ), azaz gazdag égési viszonyok mellett a tárolt nitrogén oxidokat nitrogénné ( $\text{N}_2$ ) és széndioxidá ( $\text{CO}_2$ ) konvertálja, amelyek ezt követően mint ártalmatlan gázok jutnak ki a környezetbe [10].

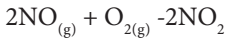
2. táblázat: A füstgáz utókezelő eljárások fejlődése

Gépjármű típusa			Ajánlott kéntartalom az üzemanyagban
 <b>Benzin motoros személygépjármű</b>	<b>Pre-Euro és Euro 1</b> <b>Euro 2 és 3</b> <b>Euro 6</b>	<i>Bevezetésre kerültek a háromutas katalizátorok, az oxigén érzékelők és az elektronikus gyújtás egységei</i> <i>EGR alkalmazása</i> <i>Néhány közvetlen benzinbefecskendezéssel (GDI) működő jármű esetében megkövetelhetik a részecske szűrőket (GPF)</i>	<b>150 ppm</b> <b>10 ppm</b>
 <b>Dízel motoros személygépjármű</b>	<b>Euro 2 és 3</b> <b>Euro 4 és 5</b> <b>Euro 5 és 6</b>	<i>A közös nyomócsöves és nagynyomású befecskendezés (HPFI) alkalmazása. A HC és a PM (SOF) frakció csökkentéséhez DOC Dízel Oxidációs Katalizátor beépítése.</i> <i>PM utókezelő DPF Diesel Particulate Filter alkalmazása</i> <i>NOx koncentráció csökkentése füstgáz utókezelő katalizátor (SCR vagy LNT) segítségével</i>	<b>350 ppm</b> <b>10 ppm</b> <b>10 ppm</b>
 <b>Dízel motoros nehézgépjármű</b>	<b>Euro III és IV</b> <b>Euro V és VI</b>	<i>HC és PM utókezelő egység, illetve NOx csökkentő katalizátor (SCR) alkalmazása</i> <i>PM utókezelő modul (DPF) beépítése a rendszerbe</i>	<b>50 ppm</b> <b>10 ppm</b>

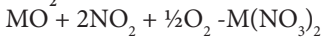
A  $\text{NO}_x$  csapdák működését a szakaszos üzemmód jellemzi, amelynek során:

- az  $\text{NO}_x$  molekulák üzemanyagban szegény ( $\lambda > 1$ ) üzemmódban adszorpció révén eltárolódnak a katalizátorban,
- az üzemanyagban dús üzemmódban az  $\text{NO}_x$  molekulák ártalmatlan komponensekké ( $\lambda < 1$ ) alakulnak át és deszorpcióval kikerülnek a katalizátor pórusaiból,
- a kéntelenítés üzemanyagban dús ( $\lambda < 1$ ) égési körülmények és magas hőmérséklet mellett zajlik [11].

### NO oxidáció:



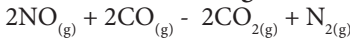
### $\text{MO}_2$ tárolása nitrátként:



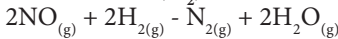
### Regenerálás nitrát csökkentéssel CO, HC vagy $\text{H}_2$ adagolása révén:



### NO redukció CO adagolása révén:



### NO redukció ( $\text{H}_2$ ):

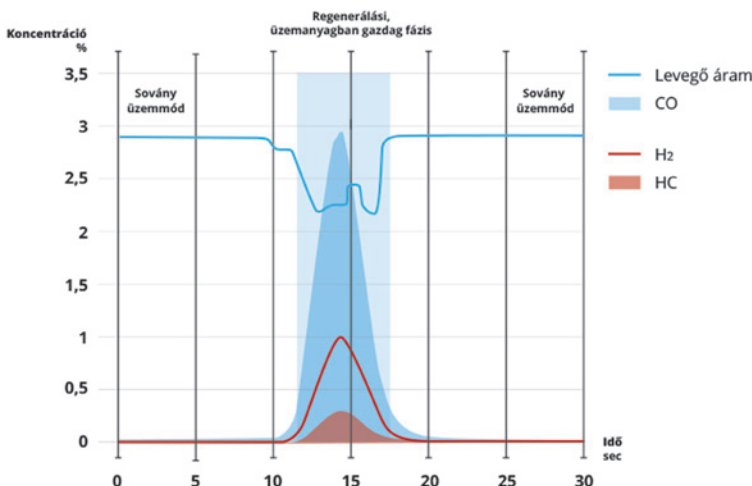


Az LNT rendszerre nézve a legnagyobb kihívást az üzemanyagban dús és szegény üzemmód közötti átmeneti viszonyok, a regenerálási ciklusok és a kéntelenítési szakaszok jelentik.

A defeat szoftver bekapcsolása a mindennapi üzembe azért lép be meghibásodás esetén a rendszerbe, mert az LNT katalizátorban lejátszódó folyamatok általában terhelik a rendszert és energiát igényelnek. Adott körülmények közt a normál, azaz sovány üzemmód mintegy 50-60 másodpercig és a regenerálás gazdag feltételek közt egy pár másodpercig tart (8. ábra).

Minél kisebb egy katalizátor, annál gyakrabban kell azt regenerálni. A regeneráláshoz többlet üzemanyagra van szükség. Ezáltal az átlag többletfogyasztás 2-3 %-ot is elérhet. A defeat device törvényellenes alkalmazása, azaz a tározós katalizátor kikapcsolása a rendszerből a próbapad elhagyása utáni percekben a katalizátor teljes telítődését jelentette. Amennyiben ezt követően évekig egyszer sem került sor a regenerációra, akkor a gépkocsi valójában füstgáz utókezelő technika nélkül, magas szennyezőanyag-emisszióval volt forgalomban, viszont az üzemanyag-fogyasztása csökkent, ami piaci előnyt jelentett az eladónak és gazdasági hasznot az üzemeltetőnek. Ameny-

8. ábra: CO, HC és  $\text{H}_2$  koncentráció és a levegőáram viszonya 14:1 levegő-üzemanyag (air-fuel ratio AFR) mellett és 57 s sovány, valamint 3 s üzemanyagban dús üzemmód közt [12]



nyiben a tározó katalizátort egy háromutas oxidációs katalizátorral kombináljuk, akkor úgy az elégetlen szénhidrogéneket és a szénmonoxidot az első, a nitrogénoxidokat a második fokozatban lehet visszatartani. Elégetlen vegyületek főként az indítási és a gyorsítási, valamint a fékezési üzemszakaszban keletkeznek.

A legújabb kutatások szerint az Euro 6 fokozat teljesítéséhez Oxikat+LNT+DPF kombinált típusú katalizátort célszerű alkalmazni, amely az LNT és a katalitikus üzemű szemcseszűrő tulajdonságait összegezi (multifunctional catalyzed soot filter; CS4F). Ezzel a kombinált technikával nem csupán CO, HC és NO<sub>x</sub>, hanem a finom por PM is eltávolítható a füstgázáramból (9. ábra).

## 5. FEDÉLZETI DIAGNÓZIS RENDSZER

A mindennapi üzem során fellépő meghibásodások jelzésére az OBD rendszer szolgál. Ez a rendszer már több évtizedes múltra tekint vissza. A kaliforniai partok mentén az 1970-es és 1980-as években tapasztalt rossz levegőminőség miatt a California Air Resources Board (CARB) 1991-ben bevezette az "OBD - I", azaz On-Board Diagnózis I rendszert. Ez nagy előrelépésnek

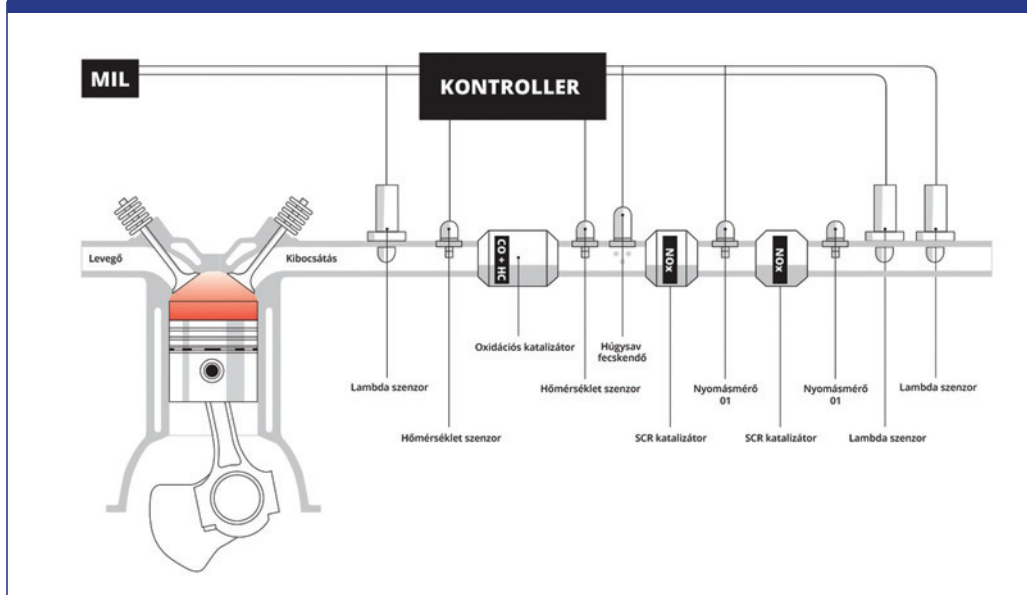
számított annak idején, bár abban az időben sem egységes csatlakozó, sem adatkapcsolati protokoll nem tartozott a rendszerhez [14].

Az OBD az emisszióval közvetlenül kapcsolatban lévő berendezések és rendszerek megfigyelését, azaz diagnózisát jelenti a mindennapi vezetés során. Ehhez különböző mikroérzékelőket alkalmaznak és a jeleket az elektronikus motorvezérlő (ECU) rendszerben foglalják össze. Az ECU modul általában a műszerfal mögött található fröccsenő víztől védett dobozolásban.

A hardver mellett az OBD II és az EOBD rendszer is fejlett szoftverrel rendelkezik és gyakorlatilag minden kibocsátást befolyásoló alkatrészt megfigyel. Amennyiben az adott alkatrészt ellenőrző szenzorok jele a beállított küszöbértéket egy adott algoritmus szerint túllépi, akkor az OBD rendszer hibajelzést ad ki a gépjármű műszerfalán elhelyezett figyelmeztető lámpára (MIL - Mail Indicator Light).

A küszöbértékeket a próbapadon történő kalibrálás során úgy állítják be, hogy az szink-

9. ábra: Kombinált füstgáz utókezelő egység szenzorokkal [13]



ronban legyen az előírt határértékekkel. Tehát a szenzor jele akkor kell, hogy hibajelzést szolgáltasson, amikor az emisszió a próbapadon eléri vagy kétszeresen túllépi a megengedett határértéket. A megfelelő faktort be lehet állítani.

A szenzorjel hozzárendelését az emissziós értékekhez rendkívül részletes, sok lépcsős kalibrálással állítják be. Például a vizsgálat során egy hibátlan és egy gyengített minőségű Lambda-szonda, majd ezt követően egy új és egy mesterségesen öregített katalizátor kerül bevizsgálásra. Az EU szabvány jelenleg öt emisszió-releváns rész-berendezés vizsgálatát írja elő.

**Felmerül a kérdés, hogy miként történhetett meg, hogy a világ sok országában 2006 és 2015 közt kb. 11 millió dízelgépkocsi volt forgalomban, amelyek igen magas  $\text{NO}_x$  tömegáramot emittáltak a mindennapi forgalomban (RDE) és egyetlen OBD rendszer sem jelzett meghibásodást.**

Az OBD rendszernek a következő elemeket kell megfigyelnie:

#### **$\text{NO}_x$ -csapda esetében:**

- a katalizátor öregedését,
- az  $\text{NO}$  csapda adszorpciós kapacitásának a változását,
- a deszorpció mértékét regenerációs üzemmódban,
- a visszajelzés helyességét.

#### **PDF - Particle Diesel Filter esetében:**

- a szűrési teljesítményt,
- a regeneráció gyakoriságát,
- a regeneráció teljességét,
- az NMHC (non methan hydrocarbon, nem metán szénhidrogének) konvertálását,
- a szűrő anyagának hiányát,
- a visszajelzés helyességét.

#### **Lambda-szonda és $\text{NO}_x$ -szonda esetében:**

- a teljesítményt,
- az elektronikus áramkör meghibásodását,
- a visszajelzés helyességét [15].

Az 1. pontban említett tározó rendszerű katalizátorral rendelkező gépjárművek esetében fellépő rendkívül magas RDE  $\text{NO}_x$ -értéket az OBD II és az EOBD rendszernek is észlelni kellett volna, kivéve, ha a próbapadon történő típusengedélyezési vizsgálat és a közúton, a mindennapi vezetés közben mért reális emissziós magatartás közt a tározó rendszert a defeat szoftverrel szabálytalanul kikapcsolják. Ezzel az eljárással a katalizátor regeneráláshoz szükséges pótlólagos üzemanyag-fogyasztást meg lehet takarítani, de mérgező  $\text{NO}_x$  kerül a levegőbe. Egy rövid, javítóműhelybe tartó út során ez nem jelent különösebb gondot, viszont hosszabb használat jelentős többlet  $\text{NO}_x$ -emisszió kibocsátáshoz vezet.

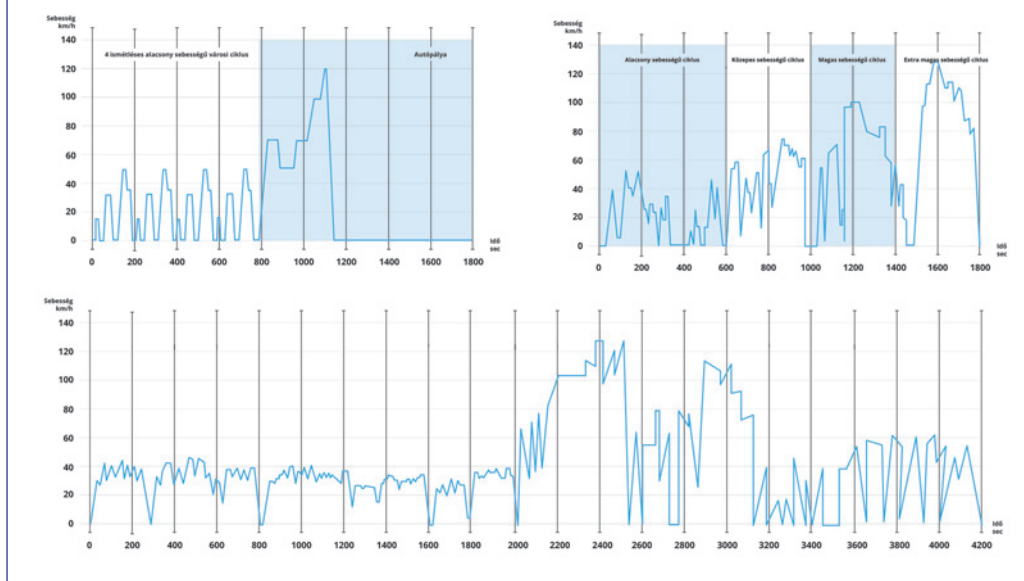
Egy másik alapvető problémát a megfigyelésbe bevont jelek egymástól független volta jelenti. Ez azzal függ össze, hogy az OBD irányelvek mindössze egyedi szenzor jelek megfigyelését írják elő. Ez azt jelenti, hogy több elem egy időintervallumban történő meghibásodása könnyen vezethet az emissziós határérték túllépéséhez anélkül, hogy a szenzorok egyenként meghibásodást jeleznének. Például, egy kis mértékben elromlott Lambda-szonda és egy az öregedéssel járó kisebb fokú konverzió romlást mutató katalizátor közösen már okozhat a megengedettnél magasabb emissziót akkor is, ha az egyedi küszöbértéket az egyes elemek még nem érték el.

## **6. A VIZSGÁLATI CIKLUS GYAKORLATI ALKALMAZHATÓSÁGA**

A vizsgálati ciklus feladata, hogy definiált laboratóriumi körülmények közt reprezentálja a mindennapi forgalmi helyzeteket. Amennyiben a ciklus nem igényli a gépjárművektől azt a gyorsulást és terhelést, mint amilyenek a járművek a mindennapi forgalomban ki vannak téve, akkor a kibocsátás mértéke egyáltalán nem felel meg a gyakorlatban mért szintnek (10. ábra).

Az NEDC mindössze 120 km/h sebesség-határig vizsgálja az emissziót, és nem igényli sem az agresszív vezetési stílus, sem a klímaberendezés, sem az egyéb elektronikus fedél-

10. ábra: NEDC (felül balra), a közlekedésben fellépő mai körülményeknek jobban megfelelő WLTC (felül jobbra) és egy RDE vizsgálati ciklus sebesség-idő profilja (alul) [16]



zeti rendszerek, - mint a navigációs készülék, a mobiltelefon, a rádió, az ülésfűtés, az ablakfűtés, a törlőlappátok, stb. - vagy magának a világításnak a bekapcsolását sem. Szemben az európai irányelvekkel az EPA és a CARB előírásai ezeket a terheléseket messzemenően figyelembe veszik.

A ciklusok használata folyamán megkívánt gyenge teljesítményszint és az alacsony hőmérséklet, valamint fordulatszám mellett nem keletkezik olyan mennyiségű szennyezőanyag, főként nem  $\text{NO}_x$ , mint a reális forgalomban történő menet során (9. ábra).

Hasonló a helyzet nehéz tehergépjárművekre kidolgozott stacionárius és teljesítmény (European Stationary Cycle - ESC és European Load Response - ELR) vizsgálati ciklus esetében. A próbapadon történt mérésekkel összehasonlítva a vártnál jóval magasabb  $\text{NO}_x$ -kibocsátást mérnek ma Európa-szerte az utak mentén, különösen a városi belterületeken, ahol induláskor és stop and go haladási feltételek mellett, valamint nagy terhelést jelentő körülmények közt keletkezik a próbapadon mérténél sokkal magasabb szennyezőanyag tömegáram a gép-

járművekben. Ilyen szélsőséges körülmények közt, pl. hegyre ellenszélben történő menet közben vagy rendkívül erősen megpakolt csomagtartó esetében igen magas koncentrációjú és térfogatáramú szennyezőanyag emisszió kerül a környezetbe.

A nehéz tehergépjárművekre ezért ma a World Harmonized Transient Cycle (WHTC) ajánlják használatra, amely jobban megfelel a mindennapi gyakorlat körülményeinek.

Mivel mind a gépjárművek, mind a megtett kilométerek száma folyamatosan növekszik a világ minden táján, az előírt emissziós határértékek túllépése egyre súlyosabb levegőszennyezési gondokat okoz a nagyvárosokban. Általában a gépjárművek csak mindössze 10%-a tartozik a kiugróan magasán emittáló járművek közé. Ezek azonosítása azonban fontos feladat volna, mivel ezek felelősek a károsanyag-emisszió kétharmadáért. Ami csak úgy kerülhető el, ha a gépkocsiban lesz egy olyan fedélzeti rendszer, ami nem csupán az emisszióval kapcsolatban lévő modulokat, hanem magát az eredő emissziót is figyelemmel kíséri, és bizonyos időközönként jelzést ad a MIL

lámpára, amennyiben a mérőműszer valamilyen adott algoritmus szerint az emissziós határérték túllépését állapította meg.

## 7. A FEDÉLZETI EMISSZIÓ MEGHATÁROZÁSA

A mindennapi közlekedésben menetközben keletkező reális emisszió meghatározására több módszer használható. Az RSD távérzékelési berendezést, az RDE hatóságilag engedélyezett műszereket kicsinyített formában magába foglaló és alkalmanként külön fedélzeti beszerelést igénylő mérőrendszert, az OBM technika pedig az emissziót közvetlenül mérő mikroszenzorokat alkalmazó módszert jelent.

Az optikai módszer a statisztikai adatbázis megteremtése, az RDE rendszer új gépjárművek típusengedélyezése és a meglévő gépjárművek szűrőpróbaszerű egyedi ellenőrzése során alkalmazható. A használatban lévő gépjárművek tömeges ellenőrzése és a kiugróan magasán emittáló gépkocsik felismerése, forgalomból történő kiszűrése az OBM (On-Board Measurement) mikroszenzorokat alkalmazó technikával lehetséges.

### 7.1. Optikai távérzékelési technológiák

Az optikai mérőberendezést általában védett helyen, például alagutakban alkalmazzák, hogy lehetőség szerint kizárják a környezet, pl. a szél zavaró hatásait. A módszer a helyszíni ellenőrzés során ad hasznos tájékoztatást a gépjárművek szennyezőanyag-kibocsátásáról valós forgalmi helyzetekben, és kiegészíti a próbapadon végzett méréseket. A nyert információ a gépkocsipark állapotát segít felmérni és nem az egyes gépjárművek hatósági ellenőrzésére és a vezető felelősség vonására irányul.

Az adatokat jól lehet használni a légszennyezés elleni küzdelemben a tervezés és a végrehajtás során is. Svájcban az eredményeket a Bundesamt für Straßen, azaz a Szövetségi Úthivatal (ASTRA) és a Bundesamt für Umwelt, azaz a Környezetvédelmi Szövetségi Hatóság (BAFU) is alkalmazza az emissziós tényező meghatározásához és az ezt felhasználó emissziós kézikönyv megszerkesztéséhez [17].

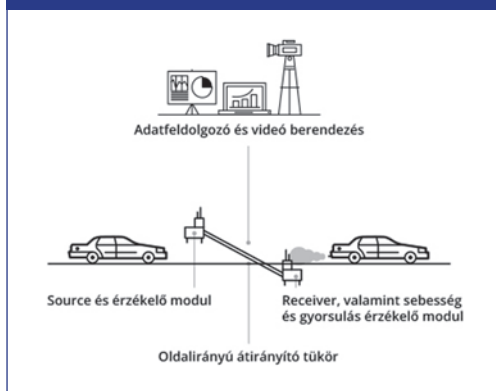
A mérőrendszer távérzékelő detektora (Remote Sensing Detector - RSD) lehetővé teszi, hogy az optikai sorompón áthaladó gépjárművek füstgázcsóvjából mintavétel nélkül lehessen a szennyezőanyagok koncentrációját meghatározni (11. ábra).

A mérés során nem csak a füstgázban található nitrogénmonoxid (NO), széndioxid (CO<sub>2</sub>) és szénmonoxid (CO), valamint elégtelen szénhidrogén (HC) koncentrációja kerül meghatározásra, hanem a gépjármű sebessége is, illetve felvétel készül a gépjármű forgalmi rendszámáról. A jó tapasztalatok ellenére az RSD módszer nem alkalmazható bírósági és más hatósági döntésekhez, mivel a környezeti viszonyoktól függően nagy szórást mutatnak a mérési eredmények [19].

### 7.2. Real Driving Emissziós mérési tapasztalatok

Ehhez a módszerhez a PEMS (Portable Emission Measuring System), azaz a mobil rendszerű emissziót mérő technológiát alkalmazzák. Az elmúlt 15 év tapasztalatai bebizonyították, hogy a módszer alkalmas hatóságilag felhasználható adatok szolgáltatására és kiegészíteni a laboratóriumi körülmények közt nyert emissziós eredményeket. Az Európai Bizottság ezekre a tapasztalatokra alapozva a Commission regulation 582/2011, Article 1 (9)-ben előírta, hogy 2017-től kezdődően a PEMS rendszert kell alkalmazni a dízelmotorral ren-

11. ábra: Az RSD módszer alkalmazása helyszíni ellenőrzés során [18]



delkező könnyű és nehéz tehergépjárművek típusengedélyezéséhez [20].

A PEMS rendszer infravörös gázabszorpció berendezést használ a füstgázban levő széndioxid és szénmonoxid, lángionizációs detektort az elégetlen szénhidrogének és kemolumineszcenciás módszert a nitrogén oxidok meghatározására. A tömegáramot Pitot csővel méri. Ezen túl GPS (Global Positioning System) segítségével a pozíciót, valamint egyedi szenzorokkal a környező levegő hőmérsékletét és nyomását is meghatározza. Az eredmények a ECU (Engine Control Unit) modulba kerülnek, ahol azokat a fedélzeti mikroszámítógép kiértékeli (12. ábra).

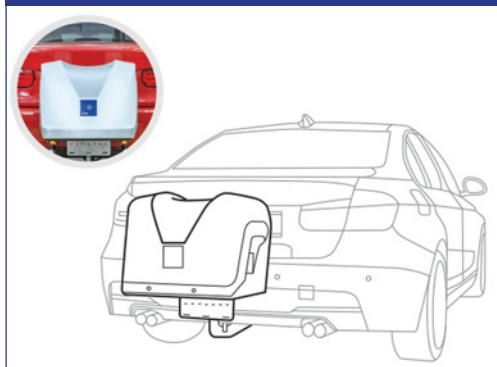
A 13. ábra az osztrák AVL List vállalat PEMS rendszerének beépítési módozatát mutatja.

A PEMS berendezés általában elhelyezhető a gépkocsi hátsó csomagtartójába. A mintavevő szondát közvetlenül a kipufogócsőre kell szerelni és a kipufogóaszt szivattyúval a mé-

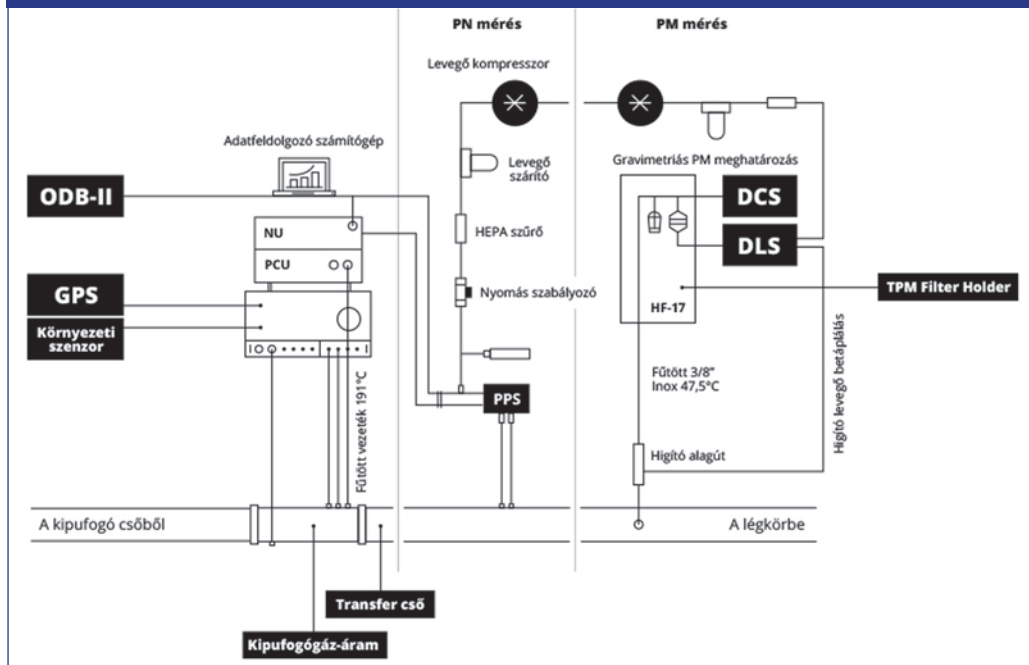
rőrendszerbe továbbítani. A GPS adatok segítségével pontosan meg lehet határozni az adott szakaszon belüli szennyezőanyag-kibocsátást g/km egységben [23].

Jelenleg még gondot okoz a forgalomban eltérő körülmények közt mért eredmények egymás közötti összehasonlítása. Változó útviszonyok

13. ábra: Az osztrák AVL List vállalat PEMS rendszere gépkocsira szerelve [22]



12. ábra: A füstgáz gázhalmazállapotú alkotóinak és a szemcseméretnek (PM), valamint a szemcsezámnak (PN) a meghatározása PEMS rendszerrel [21]



és környezeti feltételek közt a nyert eredmények transzformációja ma még nem egyértelműen megoldott. Hasonló gondot jelent a forgalomban lévő gépkocsiban és a próbapadon álló gépkocsiban nyert eredmények közös nevezőre hozatala. E téren jelentős kutatói munkára van még szükség.

A PEMS rendszer tömeges alkalmazása jelenleg még nem megoldott, mivel az ára 100 000 euró. További gond a nagy méret és a kezeléshez szükséges speciális szaktudás. A jövőben a PEMS rendszer kiegészítésére szükség lesz az OBM technika bevezetésére és használatára. Ennek megvalósításához a gépkocsiba állandó jelleggel kell beépíteni az emissziós önellenőrző rendszert, amelyhez új típusú mikroszenzorokra és szoftverre lesz szükség [24].

### 7.3. Fedélzeti mérés technikai rendszer

Jelenleg két emissziómérő szenzor van forgalomban:

- a Lambda-szenzor és
- az  $\text{NO}_x$ -szenzor.

A Lambda-szenzor egy feszültséggenerátor, amely a katalizátor előtt és után méri az oxigéntartalmat a füstgázban. A szenzor alap feszültségintje Otto-motorok esetében 450 mV stöchiometrikus égési viszonyok közt, azaz  $\lambda=1$  mellett [25].

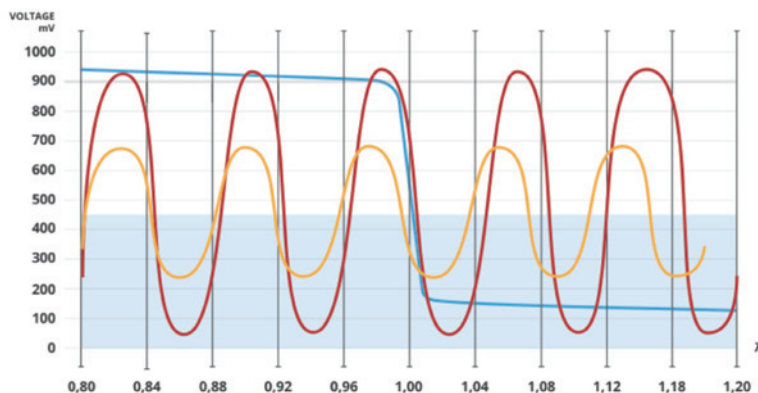
Ha a keverék üzemanyagban szegény, akkor a Lambda-szenzor jele 200 mV értékre csökken. Ez esetben a fedélzeti számítógép jelzést ad az üzemanyagot befecskendező szelepnek, hogy több üzemanyag befecskendezése szükséges az égési térbe, mivel így gazdagabbá lehet tenni a keveréket. Fordított esetben, tehát amennyiben a keverék üzemanyagban dús, akkor a Lambda-szenzor 800 mV nagyságú jelet ad le. Ekkor a fedélzeti mikroszámítógép hígítja a keveréket és kevesebb üzemanyag befecskendezésére ad parancsot, amelyet a szelep megfelelő szabályozásával lehet elérni (14. ábra) [26].

Az  $\text{NO}_x$ -szenzor feladata az  $\text{NO}_x$ -csapda ellenőrzése. Amennyiben a csapda tározó képessége kimerült, úgy az  $\text{NO}_x$ -szenzor által szolgáltatott jel alapján a motorvezérlés 1-2 másodpercig üzemanyagban dús üzemmódra ( $\lambda < 1$ ) kapcsol át. E fázisban a nitrogén-monoxid és -dioxid molekulák a létrejövő deszorpció és konverzió révén ártalmatlan vegyületekként távoznak el a katalizátorból. Ez a folyamat tározó rendszerű katalizátor esetében 60 másodpercenként megismétlődik [28].

További, az emisszióhoz kapcsolódó, de azt nem közvetlenül mérő szenzorok:

- a turbótöltő lapátsebességét mérők,
- a hőmérsékletmérők,
- a főtengelyen a forgattyú szöget mérő és torzionális elemzést mérő,

14. ábra: Lambda-szenzor feszültség görbéje (kék) és az üresjáratban leadott szabályozási ciklus. Pirossal jelöltük az új, míg narancssal a régi szenzorok jeleit [27]



- az üzemanyag tömegáramát mérők,
- a beszívott levegő áramát mérők,
- a nyomatókat érzékelők,
- az üzemanyag elégését megfigyelő optikai szenzorok (a tüztérnyomás mérésén túlmenően),
- a környezeti adatokat, mint pl. a barometrikus nyomást felvevők,
- a levegő hőmérsékletét és abszolút, valamint relatív nedvességtartalmát mérők [26].

További, az emissziót közvetlenül mérő szenzorok:

- a CO<sub>2</sub> koncentrációt mérő optikai szenzor, amely az egyes hengerekből eltávozó gázkoncentrációt figyeli a közepes spektrumtartományban az infravörös gázabszorpció segítségével [29],
- a CO-szenzor, amelynek az előállítási technológiája a cin vékony rétegben történő felhordásával valósítható meg [30].

Mivel a korszerű gépjárművek kipufogó gázában az egyes szennyezőanyagok koncentrációja rendkívül alacsony szinten mozog, a környezeti hatások viszont nagyon intenzíven és változó jelleggel hatnak a mérőrendszerre – pl. a mechanikai rázkódások, az ugrásszerű hőmérséklet- és nyomásingadozások a füstgáz áramban gyorsítás és fékezés során, stb. –, ezért a mérés technika előtt rendkívül nehéz feladat áll [31].

## 8. ÖSSZEFOGLALÁS

A Volkswagen cégcsoportnál kialakult súlyos helyzetet elemezve levezethetjük azt a megállapítást, hogy nagy szükség van a gépjárművek folyamatos fedélzeti ellenőrzésére. Nem történhet meg még egyszer, hogy 11 milliárd gépjármű egy jelentős hibával kerüljön forgalomba úgy, hogy 9 évig azt egyetlen hatóság és ellenőrző szerv se vegye észre.

Ezért rendkívül nagy szükség van a gépjárműpark folyamatos ellenőrzésére (fleet control). A PEMS rendszer bevezetése javítani fog a jelenlegi helyzeten, de az alkalmazás mindössze csak egy kisebb számú gépjármű flottát érint, hiszen a rendszer nagyon költséges mind a beszerzés, mind az üzemeltetés

vonatkozásában. További nyitott kérdés a reális üzemi körülmények közt mért adatsorok összehasonlítása egymással és a próbapadon mért eredményekkel.

A próbapadokon alkalmazott vizsgálati ciklusokat meg kell újítani és a mai, modern vezetési körülményekhez igazítani. A világítás, a klímaberendezés és egy sor egyéb elektronikai vívmány fogyasztását és emissziós hatásait figyelembe kell venni.

Forradalmi újítást az OBM rendszer bevezetése jelentené. Ez a módszer lehetővé tenné, hogy minden gépkocsiba beszerelésre kerüljön egy-egy NO, HC és CO, valamint PM mikroszonda. Ez esetben nem csupán az emisszióval szervesen összefüggésben levő szenzorok jelét kellene a fedélzeti számítógépek figyelnie, hanem a közvetlenül az emissziót mérő szenzorok jelét is. Így az OBM technika optimálisan egészítené ki az OBD rendszert. A gondot ennek a rendkívül bonyolult technikának a megvalósítása okozza. A megoldást olyan komplex fejlesztési pályázatok kiírása és a tervek megvalósítása jelentheti, amelyek nemzetközi keretek közt több szakma mestereit ültetné le egy közös asztalhoz és keresné a megfelelő megoldást.

*A cikkben szereplő adatok hitelességéért a szerzők teljes körű felelősséget vállalnak.*

## SZÓTÁR

**RDE (Real Driving Emission)** - Valós vezetés közbeni emisszió,

**SCR katalizátor** - Az SCR technológia az AdBlue folyadékot vagyis karbamid oldatot fecskendez a kipufogógázba, ami egy speciális denitrifikáló katalizátorba lép be.

**Clean Air Act** - A Clean Air Act (1970) az Amerikai Egyesült Államok szövetségi törvénye, amelynek célja, hogy ellenőrizze országos szinten a légszennyezést.

**defeat softver** - A tározós katalizátor kikapcsolása/kiiktatása a rendszerből.

**MIL (Mail Function Light)** - A gépjármű műszerfalán elhelyezett figyelmeztető lámpa

**PEMS (Portable Emissions Measurement System)** - Hordozható emissziómérő műszer

**NEDC (New European Driving Cycle)** - Az új európai menetciklus, amelynek legutóbbi frissítése 1997-ben volt. Célja, hogy értékelje az üzemanyag-takarékosságot és az emisszió kibocsátási szintet a személygépkocsikban és könnyű tehergépjárművekben.

**California Air Resources Board (CARB, ARB)** - A kaliforniai kormány levegőtisztasági ügynöksége.

**OBM (On-Board Measurement)** - Fedélzeti mérés technikai rendszer

**thermo-window** - Dizel motor károsodásának elkerülése érdekében egyes esetekben alkalmazható eljárás, amely során a füstgáz visszakeringtető rendszert fagyos időjárási viszonyok esetén lekapcsolják. Az intézkedés célja, hogy elkerüljék a kondenzáció révén létrejövő lerakódásokat, amelyek korommal és szemcsékkel elkeveredve eltömíthetik a visszakeringtető csővezetékét.

**defeat device** - Az USA EPA definíciója szerint tiltott eljárás, amely a füstgáz utókezelő berendezést üzemben kívül helyezi abban az esetben, ha a fedélzeti mikrocontroller több szignál együttes kiértékelése alapján arra a következtetésre jut, hogy a gépkocsi elhagyta a próbapadot. Ez által a szennyező anyagok minden utókezelés nélkül, igen magas koncentrációval kerülnek ki a környezetbe.

**WLTC (Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure)** - világszerte harmonizált könnyű tehergépjárművek vizsgálati eljárása

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] WHITE PAPER. Beijing, Berlin, Brussels, San Francisco, Washington: Real-World Exhaust Emissions from modern Diesel Cars., A Meta-Analysis of PEMS Emissions Data from EU (Euro 6) and their (Tier 2 BIN 5 / SU-LEV II) Diesel Passenger Cars. www.theicct.org. October 2014. communications@theicct.org [http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT\\_PEMS-study\\_diesel-cars\\_20141013.pdf](http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_PEMS-study_diesel-cars_20141013.pdf) (search on December 12, 2015)
- [2] EPA, California Notify Volkswagen of Clean Air Act Violations / Carmaker allegedly used software that circumvents emissions testing for certain air pollutants. Contact Information: Julia P. Valentine, valentine.julia@epa.gov, (202) 564-2663. <http://yosemite.epa.gov/opa/admpress.nsf/a883dc-3da7094f97852572a00065d7d8/dfc8e33b5ab162b985257ec40057813b!OpenDocument> (search on December 14, 2015)
- [3] PEMS-Messungen an drei Euro 6-Diesel-Pkw auf Streckenführungen in Stuttgart und München sowie auf Außerortsstrecken Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg in Zusammenarbeit mit Bayerisches Landesamt für Umwelt. <http://www.w4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/23231/> (search on December 16, 2015).
- [4] Borken-Kleefeld, J.: Comparing unit emissions from on-road remote sensing with HBEFA. 2014. [http://ermes-group.eu/web/system/files/filedepot/13/P05-IIASA\\_Comparing%20Remote%20Sensing%20data%20with%20HBEFA%20EFs.pdf](http://ermes-group.eu/web/system/files/filedepot/13/P05-IIASA_Comparing%20Remote%20Sensing%20data%20with%20HBEFA%20EFs.pdf) (search 18 December, 2015)
- [5] [http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT\\_HealthClimateRoadmap\\_2013\\_revised.pdf](http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_HealthClimateRoadmap_2013_revised.pdf)
- [6] <http://www.theguardian.com/environment/2015/oct/29/vw-emissions-estimated-to-cause-59-premature-us-deaths>
- [7] <http://goo.gl/y05DeK> (search on 17 December, 2015)
- [8] [http://transportpolicy.net/index.php?title=Global\\_Comparison:\\_Heavy-duty\\_Emissions](http://transportpolicy.net/index.php?title=Global_Comparison:_Heavy-duty_Emissions)
- [9] Chatterjee, S., Walker, A., and Blake-man, P.: Emission Control Options to Achieve Euro IV and Euro V on Heavy Duty Diesel Engines," SAE Technical Paper 2008-28-0021, 2008, doi:10.4271/2008-28-0021. <http://papers.sae.org/2008-28-0021/> (search on 16, December, 2015)
- [10] NOx Speicher katalysator. [http://www.volkswagen.de/de/technologie/technik-lexikon/nox\\_speicher\\_katalysator.html](http://www.volkswagen.de/de/technologie/technik-lexikon/nox_speicher_katalysator.html)

- [11] <http://goo.gl/WNbbYU>
- [12] West, B., Huff, S., Parks, J., Lewis, S., Choi, J.-S., Partridge, W. and Storey, J.: Assessing Reductant Chemistry during In-Cylinder Regeneration of Diesel Lean NOx Traps . SAE International 2004.  
[http://web.ornl.gov/info/ornlreview/v40\\_2\\_07/2004\\_01\\_3023.pdf](http://web.ornl.gov/info/ornlreview/v40_2_07/2004_01_3023.pdf)
- [13] <http://www.kfztech.de/kfztechnik/motor/abgas/lambda/lambda2.html>
- [14] <https://automotiveiq.wordpress.com/2011/06/08/automotive-diagnostic-systems-history-of-obd/>
- [15] <https://www.dieselnet.com/standards/us/obd.php>
- [16] [http://web.iitd.ac.in/~achawla/public\\_html/736/18-Control%20Systems%20in%20Automobiles\\_v3.pdf](http://web.iitd.ac.in/~achawla/public_html/736/18-Control%20Systems%20in%20Automobiles_v3.pdf)  
Középen:  
[http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT\\_NOx-control-tech\\_revised%2009152015.pdf](http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_NOx-control-tech_revised%2009152015.pdf)  
Felül és alul:  
Barlow, T. J., Latham, S., McCrae, I.S. and Boulter, P.G.: A reference book of driving cycles for use in the measurement of road vehicle emissions. Published Project Report PPR354.  
[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/4247/ppr-354.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/4247/ppr-354.pdf)
- [17] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs <http://www.umweltbundesamt.at/en/hbafa/>
- [18] Borken-Kleefeld, J.: Guidance note about on-road vehicle emissions remote sensing.  
[https://www.google.de/search?q=Guidance+note+about+on-road+vehicle+emissions+remote+sensing&ie=utf-8&oe=utf-8&gws\\_cr&ei=ToqwVtywO4uSsAGI9ZPQBA](https://www.google.de/search?q=Guidance+note+about+on-road+vehicle+emissions+remote+sensing&ie=utf-8&oe=utf-8&gws_cr&ei=ToqwVtywO4uSsAGI9ZPQBA)
- [19] Berührungsfrei unter realen Bedingungen. Abgasmessungen bei vorbeifahrenden Fahrzeugen.  
[http://www.kofu-zup.ch/asp/db/pdf/ZUP64-11\\_abgasmessungen.pdf](http://www.kofu-zup.ch/asp/db/pdf/ZUP64-11_abgasmessungen.pdf)
- [20] II (Non-legislative acts). REGULATIONS COMMISSION REGULATION (EU) No 582/2011 of 25 May 2011 implementing and amending Regulation (EC) No 595/2009 of the European Parliament and of the Council with respect to emissions from heavy duty vehicles (Euro VI) and amending Annexes I and III to Directive 2007/46/EC of the European Parliament and of the Council.  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:167:0001:0168:en:PDF>
- [21] OBS-2200. HORIBA. Automotive test system. <http://www.horiba.com/automotive-test-systems/products/emission-measurement-systems/on-board-systems/details/obs-2200-877/>
- [22] AVL M.O.V.E GAS PEMS is  
[https://www.avl.com/vehicle-development/-/asset\\_publisher/gYjUpY-19vEA8/content/avl-m-o-v-e-gas-pems-is](https://www.avl.com/vehicle-development/-/asset_publisher/gYjUpY-19vEA8/content/avl-m-o-v-e-gas-pems-is) (search on December 01, 2015)
- [23] Update on current EU regulations – Latest test run results - PEMS technology review – Data evaluation tools - PEMS testing structures - Engine optimization strategies.  
<http://www.real-driving-emissions.eu/> (search on December 01, 2015)
- [24] Das Gerät, das giftige Abgase nachweist. Zeit online.  
<http://www.zeit.de/mobilitaet/2015-09/pems-abgasmessung-volkswagen> (search on December 15, 2015)
- [25] ODB II. Hardware: <http://goo.gl/bB1UIm>
- [26] Rader-Brunner, B.: Forscherteam liefert Beitrag zur Abgasmessung von Verbrennungsprozessen. <https://idw-online.de/de/news641738> (search on 20 December, 2015)
- [27] Lambda-Sondenspannung: <http://goo.gl/Akyagq>
- [28] Majewski, W. A., Jääskeläinen, H.: Engine Design for Low Emissions. [https://www.dieselnet.com/tech/engine\\_design.php](https://www.dieselnet.com/tech/engine_design.php) (search on 20 December, 2015)
- [29] Clifford, J., Mulrooney, J., Dooly, G., Fitzpatrick, C. and co.: On board mea-

- surement of carbon dioxide exhaust car emissions using a mid-infrared optical based fibre. Dept. of Electron. & Comput. Eng., Univ. of Limerick, L  
[http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=4716590&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fexpls%2Fabs\\_all.jsp%3Farnumber%3D4716590](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=4716590&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fexpls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D4716590)  
 [30] <https://www.google.de/search?q=car+exhaust+emission+HC+meas>

- urement&ie=utf-8&oe=utf-8&gws\_rd=cr&ei=3o-wVs2BJ8qLsgGa5JDQBA#q=HC+microsensor+for+car+exhaust+gas+emission+measurement  
 [31] Palocz-Andresen, M.: On-Board-Diagnose und On-Board-Measurement. Expert Verlag 2008. ISBN: 978-3-8169-2754-9  
 Measuring and Decreasing the Real Driving Emissions in Road Vehicles



### Measuring and Decreasing the Real Driving Emissions in Road Vehicles

Among the economic sectors, transportation has been developing with the highest speed in the last decades. In the 21st century, it seems to be clear that the high emissions of this sector can not mean an environmental-friendly way if the necessary reforms will not be implemented in the car industry to the right time.

The report's focus is concerned with the not-allowed using of the defeat device by Volkswagen, and treats the environment more intensively influencing phenomenon of the so called "thermal-window" problem.

Further, we consider the responsibility of the legislation.

The control of the real emission behaviour of new vehicles in the frame of the type approval and the checking of in-using cars will be analysed. The advantages and the limits of the Real Driving Emission measurement will be discussed. Beside using the heavy and expensive PEMS Portable Emission Measuring System, the introduction of the future OBM technology will be recommended.

We focus on the comprehensive consideration of the tasks whose positive solution can make the diesel technology socially acceptable again.



### Messung und Senkung der Real Driving Emissions in Kraftfahrzeugen

Unter den Wirtschaftssektoren entwickelt sich der Verkehr am schnellsten. Im XXI. Jahrhundert ist eindeutig geworden, dass die rasch steigende Menge von Schadstoffen in der Luft keine gesellschaftlich akzeptable, nachhaltige Lösung auf langer Sicht bedeuten kann, wenn die notwendigen Reformen in der Kraftfahrzeugtechnik nicht zur rechten Zeit eingeführt werden.

Die Gründe des nicht erlaubten Einsatzes vom Defeat device in der Volkswagen AG werden beschrieben. Neben diesem Phänomen werden die Aufgaben zur Nutzung des in der Gesamtauswirkung noch wesentlich problematischeren Thermofensters betrachtet. Die Verantwortung der Gesetzgebung wird erläutert.

Weiterhin werden die Überwachungsmöglichkeiten von neuen und im Verkehr befindlichen, gebrauchten Kraftfahrzeugen betrachtet. Die Vorteile und die Grenzen der Einführung des Real Driving Emission-Verfahrens werden skizziert.

Neben dem großen und schweren, sowie kostspieligen PEMS Portable Emission Measurement System wird auf die Notwendigkeit des OBM On-Board Measurement System hingewiesen.

Man betrachtet die Aufgaben der nahen und der fernerer Zukunft, mit deren Hilfe die Diesel-Technologie in der Gesellschaft wieder salonfähig gemacht werden kann.