



Poznatky zo zavedenia elektronickej kontroly vozidla do výkonu emisnej kontroly

Findings from the implementation of electronic control of the vehicle in the emission control

Ing. Peter Lendák, PhD. ¹

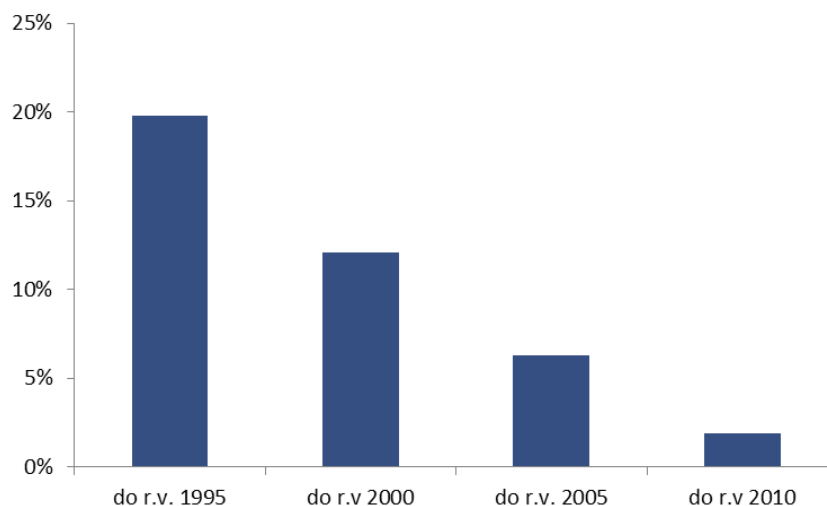
V posledných desaťročiach došlo k výraznému zvýšeniu aktívnej, pasívnej a ekologickej bezpečnosti novo vyrábaných motorových vozidiel. Dnešné moderné motorové vozidlá produkujú približne 10 až 100 krát menej emisií (v závislosti od druhu emisie) ako vozidlá vyrábané v 70-tych rokoch. Pri vývoji týchto motorových vozidiel sa ich výrobcovia snažia vyvíjať vozidlá s čo najnižšou produkciou nielen škodlivých emisií ale aj s čo najnižšou spotrebou paliva a tým aj minimalizácie produkcie oxidu uhličitého CO₂, ktorý je na jednej strane tzv. „skleníkový plyn“ no na druhej strane je indikátorom dokonalosti oxidačného procesu. Daňou za zvyšujúcu sa bezpečnosť vozidiel je fakt, že v bežnom dnes vyrábanom vozidle je viac elektroniky ako v Apolle, ktoré pristálo na Mesiaci. Pojednávanie o potrebe takejto miery elektronizácie v motorových vozidlách a predovšetkým jej prevádzkovej spoľahlivosti, vplyve na tvorbu škodlivých emisií a zabezpečenie dlhodobej v prevádzke udržateľnej miery ekologickej bezpečnosti je predmetom tohto príspevku.

V SR bolo, podľa štatistiky MV SR, v roku 2011 registrovaných 1 880 000 vozidiel v kategóriách M₁ a N₁ z toho podiel vozidiel so zážihovým motorom a zdokonaleným emisným systémom je 42 % čo predstavuje 789 600 vozidiel pričom priemerný vek vozidiel bol cca. 11,8 roka.

Podľa výsledkov analýz poruchovosti motorových vozidiel v SR môžeme predpokladať, že z celkového počtu registrovaných vozidiel v SR je možné odhadnúť počet vozidiel s poruchou motora, jeho príslušenstva a emisne relevantných komponentov. Ak zovšeobecníme podiel poruchových vozidiel vo vozidlovom parku SR, tak priemerný počet poruchových vozidiel

¹ Ing. Peter Lendák, PhD., S-EKA s.r.o., Poverená technická služba emisnej kontroly vozidiel, Kupecká 5, 949 01 NITRA, tel.: 037/6417 301, 0907 852 430, e-mail: lendak@seka.sk,

v prevádzke je 8,365 % čo predstavuje 66 050 vozidiel. Ak túto skupinu vozidiel rozdelíme do jednotlivých kategórií tak poruchovosť vozidiel v kategórii do r. v. 1995 je 19,8 %, vozidiel do r. v. 2000 je poruchovosť na úrovni 12,1 %, v kategórií do r. v. 2005 je poruchovosť 6,3 % a pri najmladších vozidlách do r. v. 2010 je poruchovosť len 1,9 %.



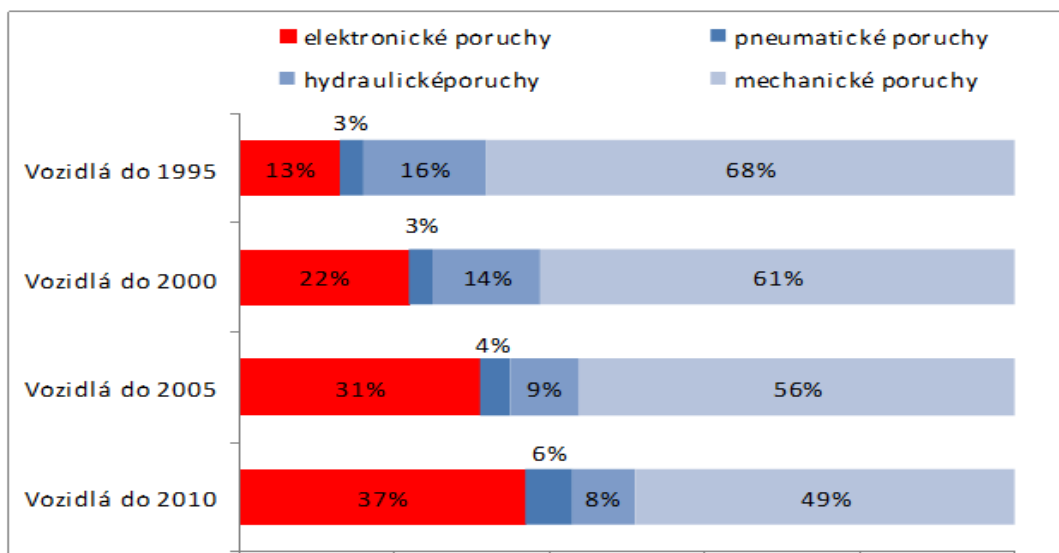
Obr. 1: Podiel vozidiel s poruchou motora a jeho príslušenstva (poruchovosť) na vozidlovom parku podľa roku výroby

Po dôkladnejšom rozdelení porúch motorových vozidiel môžeme v závislosti od jednotlivých príčin poruchového stavu, zistených prostredníctvom diagnostických postupov v špecializovaných autorizovaných autoservisoch, rozdeliť na:

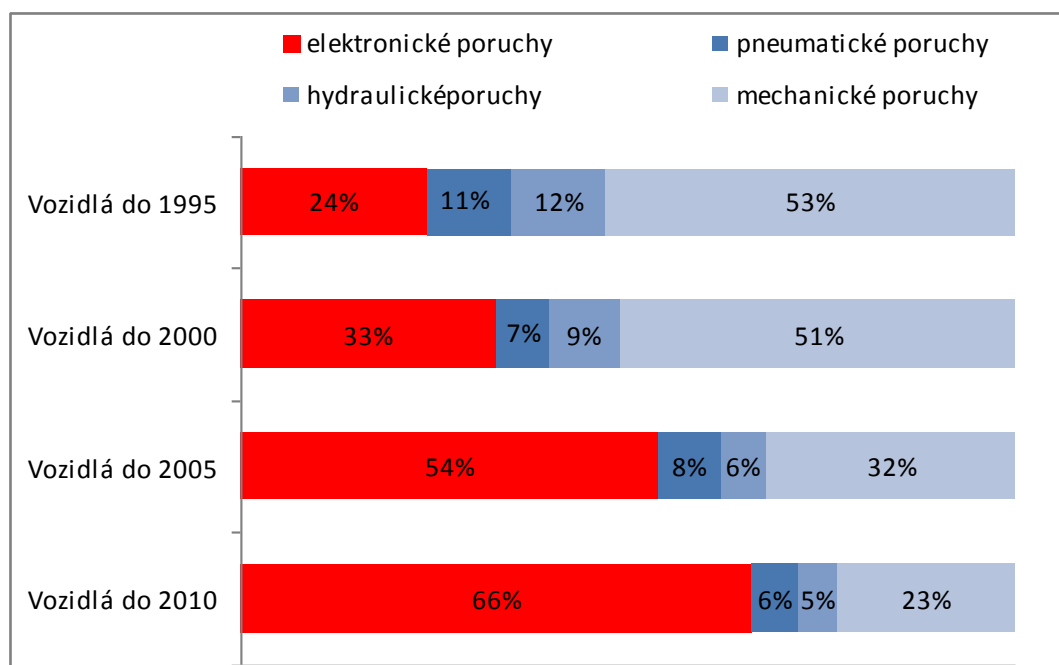
1. elektronické poruchy - poruchy el. okruhu, poruchy snímačov, akčných členov a pod.,
2. pneumatické poruchy - poruchy sania, netesnosti, pneumatické systémy,
3. hydraulické poruchy - poruchy spojené s dopravou paliva a pod.,
4. mechanické poruchy.

Z grafického zobrazenia štruktúry poruchových stavov motorových vozidiel na skúšobnej vzorke je zrejмый fakt nárastu porúch elektronických systémov. Tento nárast je medzi kategóriou vozidiel do r. v. 1995 a kategóriou vozidiel do r. v. 2010 takmer trojnásobný. Narastajúci podiel je zapríčinený predovšetkým neustále sa zvyšujúcim podielom elektronických systémov vo vozidle. Ak si ale uvedomíme, že v priemernom vozidle strednej triedy v prvej kategórii vozidiel bola jedna až dve riadiace jednotky s nízkou taktovacou

frekvenciou tzv. priemyselného procesora a v súčasnom vozidle vyššej strednej triedy je v závislosti od výbavy vozidla od 45 do 70 riadiacich jednotiek s o niekoľko rádov vyššou taktovacou frekvenciou procesora. Je zrejmé, že aj pri zvyšovaní spoľahlivosti elektronických systémov sú tieto v súčasnosti najdominantnejším prvkom z hľadiska porúch moderných vozidiel.



Obr. 2: Štruktúra poruchovosti vozidiel v sledovaných obdobiach

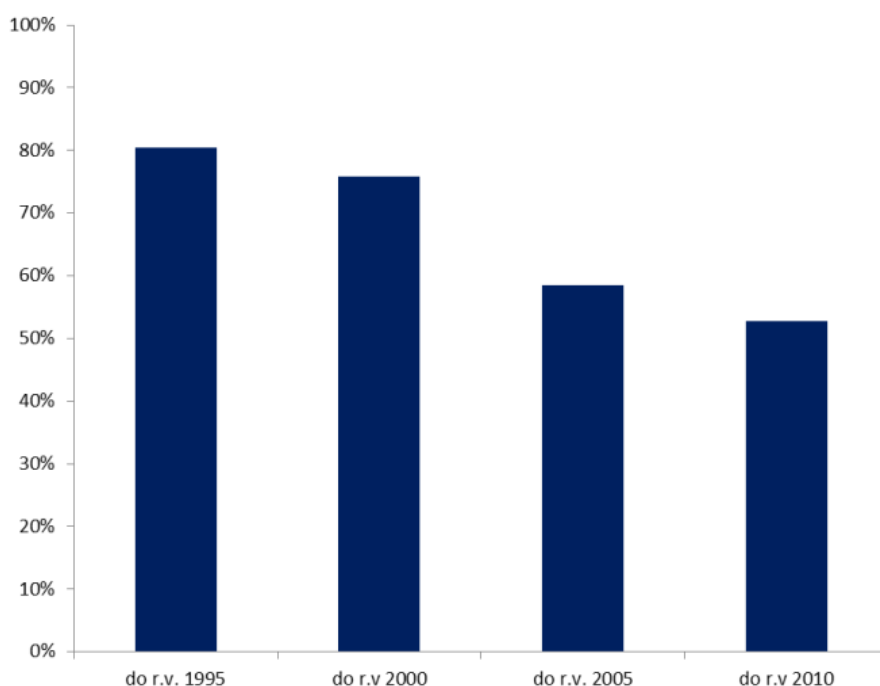


Obr. 3: Štruktúra porúch motorov a ich príslušenstva v závislosti od veku vozidla

Ak takéto porovnanie vzťahujeme len na poruchy motora a jeho príslušenstva tak pomer medzi mechanickými poruchami a poruchami elektronickými je ešte výraznejší. Ak v prvej kategórii tvorili mechanické poruchy motora až 53 % a elektronické poruchy nie celých 24 %, čo predstavuje 2,35 mechanickej poruchy na jednu elektronickú, kde pri poslednej kategórii vozidiel je podiel 2,86 elektronickej porúch na jednu mechanickú resp. 0,34 mechanickej poruchy na jednu elektronickú. Tento pomer je síce alarmujúci, no ak si uvedomíme rozdiel v poruchovosti medzi jednotlivými kategóriami vozidiel je tento trend logický.

Preukaznosť emisnej kontroly = výpovedná hodnota

Základným ukazovateľom účinnosti kontroly emisného stavu motorových vozidiel je jej výpovedná hodnota η_{EK} , ktorá poukazuje na úspešnosť záchytu nespôsobilých vozidiel pri emisnej kontrole. Je zrejmé, že výpovedná hodnota kontroly emisného stavu je závislá od technického riešenia konštrukcie motorových vozidiel. Kým medzi kategóriami vozidiel do r. v. 1995 a do r. v. 2000 je pokles výpovednej hodnoty $\Delta\eta_{EK}$ len 4,62%, tak pokles výpovednej hodnoty medzi kategóriami vozidiel do r. v. 2000 a do r. v. 2005 je pokles výpovednej hodnoty $\Delta\eta_{EK}$ až 17,37%. Tento prudký pokles záchytu vozidiel je zapríčinený najmä zvyšujúcim sa množstvom elektronických riadiacich, regulačných a monitorovacích systémov motorových vozidiel, ktoré zvyšujú presnosť prípravy zmesi, zlepšujú reakcie motora, a tak aj celkovú účinnosť motora.



Obr. 4: Výpovedná hodnota emisnej kontroly v závislosti od veku vozidiel

Zmeny vo výkone emisnej kontroly

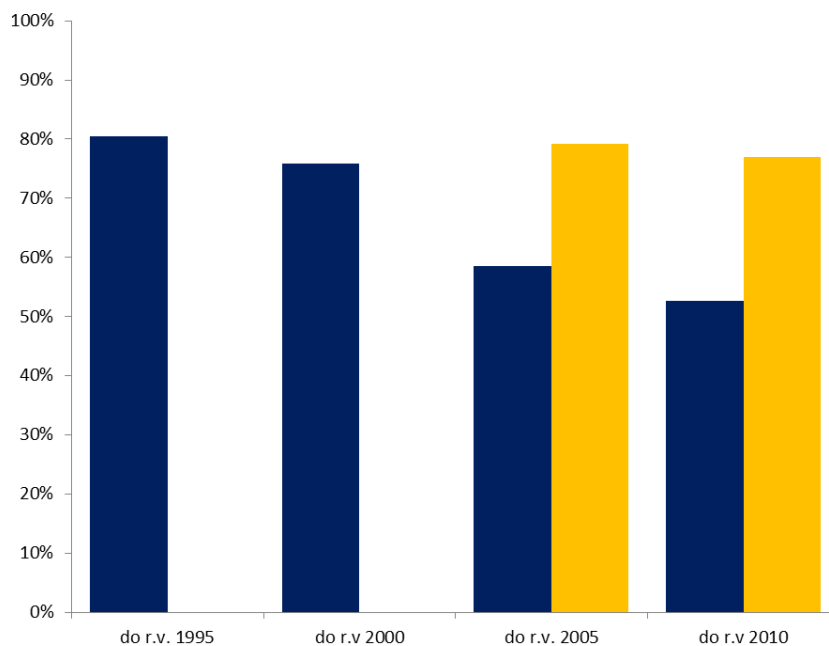
Nakoľko vplyvom vývoja motorových vozidiel došlo postupne k poklesu výpovednej hodnoty emisnej kontroly a to až do takej miery, že pri emisnej kontrole by sme dokázali zachytiť iba približne polovicu vozidiel, ktorých technický stav motora a jeho príslušenstva vykazuje, poruchy alebo stav opotrebovania až do takej miery, že toto vozidlo z pohľadu motora môžeme označiť ako poškodené. Z tohto dôvodu bolo potrebné inovovať metodický postup výkonu emisnej kontroly tak aby došlo k zvýšeniu výpovednej hodnoty emisnej kontroly do takej miery aby bola zabezpečená preukaznosť hodnotenia k skutkovému stavu motora a jeho príslušenstva. Z tohto dôvodu bola do výkonu emisnej kontroly zavedená elektronická kontrola vozidla. Elektronická kontrola vozidla pozostáva z kontroly funkčnosti systému palubnej diagnostiky OBD, zosnímaním hodnôt skutočne meraných fyzikálnych veličín, kontrolou systému regulácie zmesi a vyhodnotením uložených chybových hlásení.

Prednosťou elektronickej kontroly prostredníctvom komunikácie so systémom OBD je získanie prehľadu o poruchových stavoch v prevádzke vozidla, prehľad o korektnosti hodnôt vstupných a výstupných veličín ako aj priama kontrola základného regulačného systému.

Nevýhodou elektronickej kontroly je, že OBD dokáže zistiť problém kontrolovaného systému len od istého presne definovaného stupňa odchýlky hodnoty od požadovaného stavu. Pri takomto spôsobe kontroly stavu vozidla vzniká istá neistota pri vyhodnocovaní medzi funkčným stavom systému a stavom, ktorý elektronika vyhodnotí ako poruchový. Systém OBD, podobne ako každý iný elektronický systém, nemusí vždy poskytovať korektné informácie. Takýto stav môže nastať napríklad pri skrytých nedostatkoch pri programovaní systému u výrobcu. Nemožno tiež vylúčiť zámernú neoprávnenú manipuláciu, ktorej cieľom je znefunkčnenie systému alebo softvérový zásah zapríčiňujúci aby zistené poruchy ostali „skryté“. Navyše sú systémy akým je napríklad zapalovanie, kde systém OBD niekedy nedokáže reálne zaregistrovať a vyhodnotiť niektoré typy porúch.

Po aplikácii elektronickej kontroly vozidla prostredníctvom systému palubnej diagnostiky OBD do priebehu emisnej kontroly došlo k výraznému zvýšeniu výpovednej hodnoty η_{EK} o 20,7% pri kategórií vozidiel do r. v. 2005 a až o 24,3% pri kategórií vozidiel do r. v. 2010. Týmto krokom sa okrem overenia funkčnosti samotného systému OBD zaviedla aj kontrola signálu regulačnej sondy, ktorá je dominantným regulačným prvkom zážihového motora, ale na ktorej signáli sa prejavujú aj defekty v tvorbe zmesi. Ďalším podstatným krokom zvyšujúcim kvalitu kontroly je zavedenie kontroly chybovej pamäte, do ktorej sú ukladané počas prevádzky vozidla všetky potvrdené chybové hlásenia. Týmto krokom sa pri výkone

kontroly zohľadňujú aj prevádzkové faktory. Nakoľko je bežným javom, že v prevádzke dochádza k zásahom do systému OBD, resp. že dochádza aj k deaktivácii MI indikátora porúch na prístrojovom paneli je potrebné aby boli aj hodnoty otáčok a teploty motora pri kontrole snímané výhradne prostredníctvom systému OBD, a aby okrem vizuálnej kontroly MI indikátora OBD bol snímaný aj jeho elektronický status. Aplikácia týchto krokov do metodiky merania dokázala v celkovom dôsledku zvýšiť výpovednú hodnotu emisnej kontroly η_{EK} z nie príliš pozitívnych hodnôt, kedy sa pohybovala na úrovni 58,5% resp. 52,7%, až na veľmi pozitívnu hodnotu 79,2% resp. 77% (obr. 5).



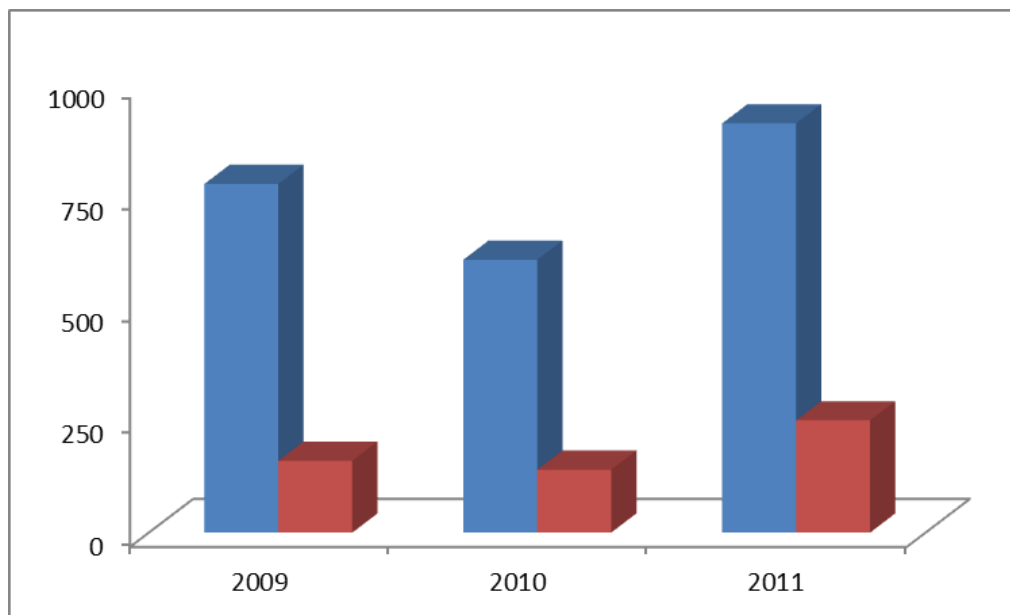
Obr. 5: Diferencia výpovednej hodnoty emisnej kontroly po aplikácii elektronickej kontroly vozidla

Emisná kontrola vozidiel so systémom palubnej diagnostiky OBD

Od roku 2009 sa v SR vykonávajú emisné kontroly motorových vozidiel so zážihovým motorom, ktoré sú doplnené o elektronicкую kontrolu vozidla prostredníctvom systému OBD (RKAT OBD). K tomuto kroku bolo nutné prikročiť, ako to už bolo konštatované, z dôvodu prispôsobenia sa technologickej úrovni motorových vozidiel v prevádzke. Najdôležitejším dôvodom bol neustály pokles účinnosti emisnej kontroly (obr. 4 a 5).

Pre potreby emisnej kontroly aby bola zachovaná objektivita kontroly a z dôvodu zachovania univerzálnosti metódy kontroly, ktorá je nezávislá na od značky vozidla sa pri emisnej kontrole, vyhodnocujú len chybové kódy P0 XXX, ktoré sú exaktne definované podľa ISO 15031-6. Poruchy označené chybovým kódom P1 XXX sú síce viazané na motor a jeho príslušenstvo, no jeho textácia pre výrobcov vozidiel je iba odporučená a nie záväzná.

Z tohto dôvodu nemajú vplyv na vyhodnotenie emisnej kontroly. Ostatné typy porúch PX XXX sú z pohľadu výkonu emisnej kontroly len ťažko prevediteľné a poruchy ostané typu UX XXX sú nedefinované a teda pri emisnej kontrole z pohľadu objektivnosti nepoužiteľné.



Obr. 6: Podiel elektronických porúch na celkovej neúspešnosti pri emisných kontrolách (B/RKAT OBD)

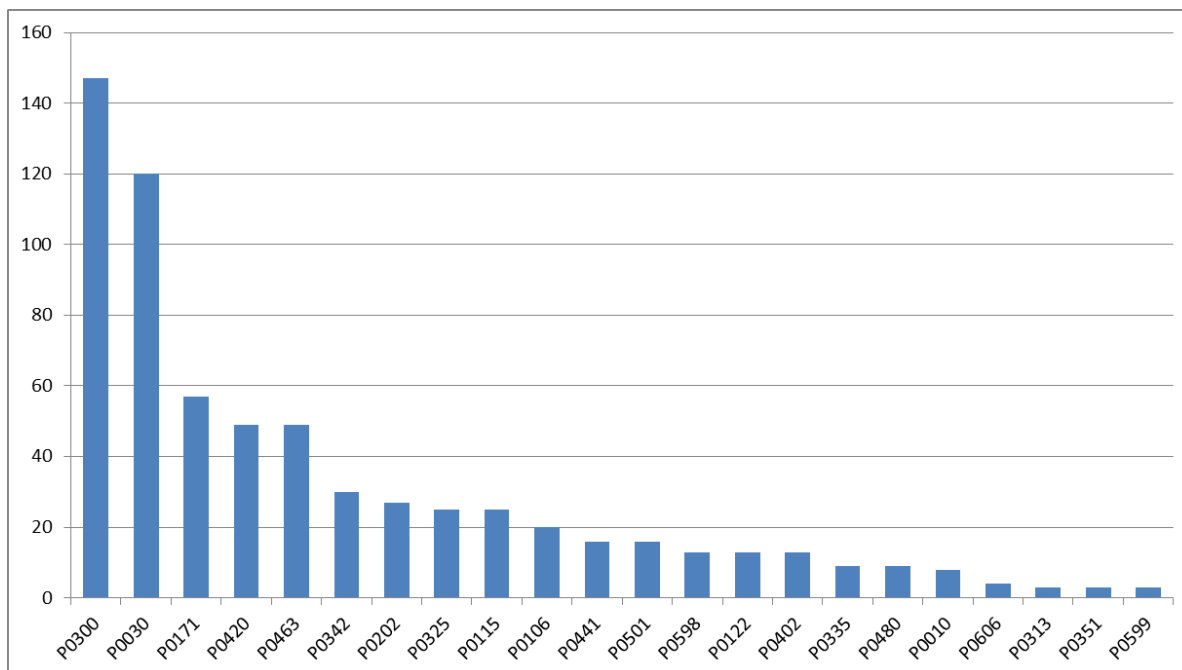
Na základe analyzovania výsledkov emisných kontrol a príčin nespôsobilosti vozidiel môžeme dnes konštatovať, že poruchy zistené prostredníctvom elektronickej kontroly sú príčinou nespôsobilosti vozidiel pri 550 vozidlách z 2297 vozidiel, ktoré nevyhoveli pri emisnej kontrole v rokoch 2009 až 2011 v tejto kategórii vozidiel. Chyby zistené prostredníctvom OBD tvorili celkovo podiel 23,94% medzi príčinami neúspešnosti vozidiel pri emisnej kontrole. V rokoch 2009 a 2010 to bola štvrtá a v roku 2011 tretia najčastejšia príčina nespôsobilosti vozidla pri emisnej kontrole tejto kategórie vozidiel. Pri emisných kontrolách bolo zaznamenaných celkovo 1480 chybových hlásení, z ktorých najčastejšie príčiny porúch zaznamenané systémom OBD sú znázornené na obr. 7.

Najčastejšou príčinou nespôsobilosti vozidiel je vynechávanie spaľovania valca, s podielom 10% na celkovom počte porúch zaznamenaných systémom OBD. Druhým najčastejším chybovým hlásením je ohrev lambda sondy s podielom 8,1% a tretím najčastejším chybovým hlásením je chybná regulácia bohatosti zmesi s podielom 3,85%. Z uvedeného môžeme konštatovať, že najčastejšími zistenými chybovými hláseniami systému OBD sú veľmi

závažné poruchy, ktoré majú výrazný vplyv nielen na ekologickosť prevádzky vozidla ale aj na jeho technický stav a na náklady na prevádzku.

Tab. 1: Najčastejšie chybové hlásenia systému palubnej diagnostiky OBD pri emisných kontrolách (B/RKAT OBD)

Chybový kód	Popis chybového hlásenia (okruh)	Početnosť
P0300	Vynechávanie spaľovania valca	147
P0030	Ohrev lambda sondy, regulácia ohrevu - chybná funkcia el. obvodu	120
P0171	Regulácia paliva, príliš chudobná / bohatá zmes	57
P0420	Katalyzátor	49
P0463	Snímač stavu paliva - vstupný signál príliš vysoký, chybná funkcia elektrického obvodu	49
P0342	Snímač polohy vačkového hriadeľa - chyba rozsahu, chybná funkcia el. obvodu	30
P0202	Vstrekovací ventil - chybná funkcia el. obvodu	27
P0325	Snímač detonačného horenia - chybná funkcia el. obvodu, vstupný signál príliš nízky	25
P0115	Snímač teploty chladiacej kvapaliny - chybná funkcia el. obvodu, rozsah alebo funkcia	25
P0106	Snímač tlaku v sacom potrubí / merač hmotnosti vzduchu / merač množstva vzduchu - chyba rozsahu / funkcie	20
P0441	Systém odvetrania palivovej nádrže, chybná funkcia el. obvodu - rozpojený el. obvod	16
P0501	Snímač rýchlosti jazdy - chyba rozsahu / funkcia	16
P0598	Termostatická regulácia ohrevu - signál príliš nízky	13
P0122	Potenciometer škrtiacej klapky / snímač pedálu akcelerátora	13
P0402	Recirkulácia výfukových spalín - nadmerný prietok, chybná funkcia elektrického obvodu	13
P0335	Snímač polohy (otáčok) kľukového hriadeľa - chyba rozsahu, chybná funkcia elektrického obvodu	9
P0480	Ventilátor chladiča - chybná funkcia el. obvodu	9
P0010	Regulátor polohy vačkového hriadeľa, chybná funkcia el. obvodu, rozsah nastavenia, pomalý postup regulácie	8
P0606	Riadiaca jednotka motora - chyba mikroprocesora	4
P0313	Chyba v zapáľovaní - príliš nízky stav paliva	3
P0351	Zapaľovacia cievka, primárna / sekundárna cievka - chybná funkcia elektrického obvodu	3
P0599	Termostatická regulácia ohrevu - príliš vysoká hodnota signálu	3



Obr. 7: Najčastejšie kódové hlásenia porúch vozidla pri emisnej kontrole zaznamenané systémom OBD (B/RKAT OBD)

Záver

Na základe analýz vykonaných na pracoviskách emisných kontrol je možné konštatovať, že početnosť elektronických porúch motorových vozidiel predstihla poruchy mechanické, alebo hydraulické. Z elektronických porúch sa pri emisných kontrolách najčastejšie vyskytovali chyby vynechávajúce spaľovania valca a ohrev lambda sondy. Obe tieto chyby majú markantný vplyv na emisie ako aj chod motora, čo poukazuje na to, že zavedenie elektronickej kontroly do výkonu emisnej kontroly bolo opodstatnené a prinieslo žiadaný efekt v podobe zvýšenia kvality výkonu kontroly. V praxi to znamená, že sa pri emisnej kontrole sa zachytia okrem vozidiel, ktoré priamo produkujú zvýšené množstvo škodlivín aj vozidlá, ktoré vykazujú poruchový stav v prevádzke pod záťažou.