

SZENT ISTVÁN EGYETEM
GAZDASÁGI, AGRÁR- ÉS EGÉSZSÉGTUDOMÁNYI KAR
TESSEDIK CAMPUS
MŰSZAKI INTÉZET

Tudományos Diákköri Dolgozat

**BELSŐÉGÉSŰ MOTOROK KÖRNYEZETVÉDELMI
VONATKOZÁSAINAK ELEMZŐ VIZSGÁLATA**

Készítette:
Bocskai András
IV. évf. hallgató

Konzulens:
Dr. Mészáros Miklós
főiskolai docens

SZARVAS
2013

Tartalomjegyzék

Bevezetés	1
1. Történeti és irodalmi áttekintés	3
1.1 A belsőégésű motorok fejlődésének története.....	3
1.2 A belsőégésű motorok környezetszennyező hatásai	8
1.2.1 Kén-dioxid (SO ₂).....	9
1.2.2 Nitrogén-oxidok (NO _x).....	9
1.2.3 Szén-monoxid (CO)	10
1.2.4 Koromrészecskék (PM).....	10
1.3 Az Otto-motorok emissziótechnikája.....	10
1.3.1 A korszerű katalizátorok felépítése	12
1.3.2 A katalizátorok fedélzeti állapotfelügyelete.....	15
1.3.3 Kipufogógáz visszavezetés	17
1.3.4 Szekunderlevegő rendszer	17
1.4 Dieselmotorok emissziótechnikája.....	18
1.4.1 NO _x -tároló katalizátor	19
1.4.2 Szelektív katalitikus redukció (SCR)	19
1.4.3 Kerámiaszűrők	20
1.5 A start-stop rendszer.....	22
1.6 Hibrid üzemű autók.....	23
1.7 A károsanyag-kibocsátás szabályozása Európán kívüli országokban.....	23
2. Anyag és módszer	24
3. Károsanyag-kibocsátások elemző vizsgálata	29
3.1 Gépkocsik átlagéletkorának változása	29
3.2 Gépkocsik évjárat szerinti megoszlása.....	30
3.3 Az egyes Euro osztályokba sorolt gépkocsik megoszlása	31
3.4 Az Euro osztályokhoz tartozó személygépkocsik károsanyag-kibocsátásának összehasonlítása	32
3.4.1 Benzinüzemű személygépkocsik Euro osztály összehasonlítása	32
3.4.1 Dieselüzemű személygépkocsik Euro osztály összehasonlítása	33
3.5 Az Euro osztályokba tartozó összes személygépkocsi károsanyag-kibocsátásának elemzése.....	34
3.5.1 Benzines személygépkocsik éves károsanyag-kibocsátása.....	34
3.5.2 Dieseles személygépkocsik éves károsanyag-kibocsátása.....	36
4. Eredmények, következtetések és megállapítások	38
4.1 Személygépkocsik összes károsanyag-kibocsátása.....	38
4.2 Általános megállapítások	39
Összefoglaló.....	42
Irodalomjegyzék	45
Ábrajegyzék	46
Táblázatjegyzék	47

Bevezetés

A bennünket körülvevő levegő ugyan láthatatlan, mégis nagymértékben befolyásolja életünket, belélegezzük gázait, amelyek életben tartják az embert és az állatokat, továbbá a növények számára is nélkülözhetetlen. A levegő lehetővé teszi a tüzelőanyagok égését, belsőégésű motorok működését, részecskéi közvetítik a hangokat és még számtalan nélkülözhetetlen hatással van ránk és környezetünkre.

A levegő több gáz keverékéből épül fel, 78% nitrogént, 21% oxigént és 1% egyéb gázt tartalmaz, úgymint a szén-dioxidot, hidrogént és nemesgázokat. A gázok mellett vízpára, por és korom is található a levegőben. A légkör összetétele már a kezdetek óta változásokon ment keresztül azonban, ahogy az emberiség fejlődik, úgy a levegő összetétele is egyre több károsanyagot tartalmaz, minősége romlik. A levegő összetételének legnagyobb, emberiség okozta változása azonban az ipari forradalom korszakában kezdődött és a mai napig is tart.

Az 1960-as évek végéig a légszennyezés fő okozója az ipar volt, de ez a közúti járművek elterjedésével tovább fokozódott. Emiatt már az 1960-as évektől környezetvédelmi szabályokat kezdtek alkalmazni a járművek fejlesztése során.

Az európai szabályozás 1958. március 20-án kezdődött az ENSZ keretében működő Európai Gazdasági Bizottság, (ECE) egyezményének aláírásával, amelynek mellékletei, előírásai részletesen meghatározzák a vizsgálati módszereket, az emissziós határértékeket és a bevezetés javasolt ütemezését. A többször szigorított határértékeket az egyezményt aláíró országok, így hazánk is, rendeletekben teszik kötelezővé (www.autogaz-szerviz.hu).

A belsőégésű motorok által kibocsátott és az Euro környezetvédelmi osztályokban korlátozott légszennyező anyagok a szén-monoxid, a szénhidrogének, a nitrogén-oxidok és a koromrészecskék.

A nitrogén-oxidok hő hatására jönnek létre. A légkör 78%-a nagyon stabil nitrogén gázból áll (N_2), ez erdőtüzek, villámlás során természetes módon oxidálódik és nitrogén-oxidok keletkeznek. Ugyanez a folyamat játszódik le emberi hatásra is, például az autókban az

üzemanyag elégetésekor. Az ipari országokban a nitrogén-oxid kibocsátás mintegy 40%-át a közlekedés adja.

Szmog a környezetszennyezés miatt kialakuló füstköd, fő okozója az ipari környezetszennyezés, és a gépjárművek által kibocsátott gázok. Erősen károsítja az emberi egészséget, irritálja a nyálkahártyát és asztmát okoz.

A környezetszennyezés kézzelfogható jelei mellett vannak olyanok is, melyeket nem látunk, de mégis súlyos problémát jelentenek, ilyen az üvegházhatás. A belsőégésű motorok által kibocsátott szén-dioxid nagyban hozzájárul ennek a jelenségnek a kialakulásához.

Az üvegházhatás mellett az ózonréteg vékonyodása is létező probléma. Az ózonréteget nagymértékben pusztítják a halogénezett szénhidrogének, de pusztulásához a légkör melegedése is hozzájárul, amiért a belsőégésű motorok is felelősek.

A környezetszennyezés mérséklése érdekében egyre szigorodó jogi és műszaki intézkedéseket vezetnek be. Ehhez tartozik a járművek forgalomba helyezésének szabályozása, a környezetvédelmi követelményeket is kielégítő új generációk bevezetése, a kötelező környezetvédelmi felülvizsgálat előírása, a szűrőpróbaszerű ellenőrzések a forgalomban, az utak áteresztő képességének növelése, a forgalomirányítás fejlesztése, stb.

A műszaki megoldásokon túl a károsanyag-kibocsátás csökkentésének egyik eszköze a bioüzemanyagok használata a közlekedésben. A bioüzemanyagok előnyeként említhető, hogy szén-dioxid semlegesek, mivel az elégetésük során keletkező szén-dioxidot az adott növény a fejlődése során a fotoszintézissel a levegőből köti meg, tehát a növényi származék elégetésekor ez a szén-dioxid kerül vissza a légkörbe (Laczó, 2008).

A dolgozatban szeretném elvégezni a KSH adatbázisára alapozva Magyarországon a közúti közlekedésben résztvevő személygépkocsik károsanyag-kibocsátásának elemzését a gyártási év, futott km, és környezetvédelmi osztályba sorolás alapján. A megadott kibocsátási határértékek figyelembe vételével összehasonlítom a benzin- és dieselüzemű gépkocsik károsanyag emisszióját a teljes személygépkocsi állományra, illetve az Euro osztályokra vonatkoztatva. A kapott eredményekből megállapításokat teszek és következtetéseket kívánok levonni a hazai személygépkocsi állomány környezetszennyező hatására vonatkozóan.

1. Történeti és irodalmi áttekintés

1.1 A belsőégésű motorok fejlődésének története

Az emberek az ipari forradalom óta próbálnak egyre kevesebb emberi és állati munka felhasználásával egyre nagyobb értéket előállítani. Az egyik legelső törekvés ebbe az irányba, James Watt (1736-1819) nevéhez fűződik, aki elkészítette a világ első működő gőzgépét, ezzel elindítva a hőerőgépek máig tartó töretlen fejlődését. A James Watt által elkészített gépezet alacsony hatásfoka és nagyfokú veszélyessége arra buzdította a mérnököket, hogy más területeken is kísérletezzenek.

A gőzgépek fejlődése során megszületett az egyszerűsített forgattyús mechanizmus, mely a dugattyús belsőégésű motorok erőátviteli szerkezetét alkotta. 1860 körül a francia születésű Jean Joseph Etienne Lenoir (1822-1900) megalkotta az első működőképes belsőégésű motort, melynek hajtóanyagaként világítógáz használtak. A nagy sikert aratott szerkezetnek a hatásfoka 3-4 százalékos volt. Ez az első működő és a való életben is felhasználható gázmotor. Annak ellenére, hogy a gép gyártásának a jogát több ország és gépgyár is megvásárolta, nem tudta leváltani a gőzgépeket, mivel ezek a gázmotorok 1-2 lóerőt teljesítettek, de a maximálisan elérhető teljesítményük is csak 12 lóerő volt. (A gyárakban használt gőzgépek viszont több tízezer lóerő leadására voltak képesek.) A későbbiekben kísérlet képen beépítették a motort egy hintóba is, de a szerkezet ekkor még nem igazán volt érett a mindennapi használhatóságra (Dezsényi et al., 1999).

1861-ben Nikolaus August Otto (1832-1891) kölni kereskedő kezdett kísérletezni összenyomott keverék használatával. Működőképes gépet ekkor még nem sikerült létrehoznia. 1867-ben Otto és Eugen Langen (1833-1895) egy javított kivitelű belsőégésű motort mutatott be a párizsi világkiállításon. Az Otto-Langen-féle atmoszférikus gázgépben egy felül nyitott hengerben mozgott a szabad dugattyú. Ennek a gépnek a működési elvében az egyik ütemben az égési nyomás a dugattyút felfelé lökte, a másik ütemben a dugattyú a saját súlyánál fogva visszaesett, a mozgást egy kilincsmű alakította át forgó mozgássá a főtengelyen, a hatásfoka a 15%-ot is elérte.

1883-ban Daimler és Maybach elkészítette a magas fordulatszámú, izzócsöves gyújtású négyütemű benzinmotort. Azóta fejlesztik ezt a konstrukciót, aminek működési elve szinte semmit sem változott az idők során. A hő előállítása és ennek mechanikai munkává történő átalakítása egyetlen gépben megy végbe. A benzin-levegő keverékből kettő vagy négy ütem alatt lesz mechanikai munka, ami aztán a gépjármű kerekeit hajtja.

A belsőégésű motorok osztályozása:

- **A keverékképzés és gyújtás alapján:**
 - Benzinmotorok: főleg benzinnel és külső keverékképzéssel működnek, az égést külső gyújtógyertya indítja meg.
 - Dieselmotorok: belső keverékképzést alkalmaznak és gázolajjal működnek, a hengerben öngyulladás következtében indul meg az égés.
- **A működés módja szerint:**
 - Négyütemű motorok: zárt gázcserével működnek, és egy működési ciklushoz négy dugattyú löket, ill. két főtengeleyfordulat szükséges.
 - Kétütemű motorok: nyitott gázcserével működnek és egy működési ciklushoz két dugattyú löket, ill. egy főtengeleyfordulat szükséges.
- **A hűtés szerint:**
 - Folyadékűtésű motorok.
 - Léghűtésű motorok.
- **Dugattyú mozgása szerint:**
 - Alternáló dugattyús motorok.
 - Forgó dugattyús motorok.
- **A hengerek elrendezése szerint:**
 - Soros motorok.
 - Bokszermotorok.
 - V motorok.

Kétütemű Otto-motor:

A mai világból már kiszorultak a kétütemű motorral hajtott járművek, szinte csak a motorkerékpárok világában találkozhatunk velük. Az első kétütemű motort Dugald Clark

találta fel 1878-ban, melynek hajtóanyaga gázolaj volt és feltöltéssel működött. Hengerfeje hasonló szerkezetű volt, mint egy négyütemű motoré. A kétütemű, dugattyú-vezérlésű benzinmotort Joseph Day találta fel 1889-ben.

A kétütemű motor szerkezete nagyban hasonlít a négyüteműére, a különbség csupán csak annyi, hogy a kétüteműnek nincs vezérmű-berendezése és szelepei. A friss üzemanyag keverék beáramlását és a kipufogógáz kiáramlását, tehát magát a vezérlést a hengeren lévő beömlő, átömlő és kiömlő csatornák végzik. Ezeket a csatornákat a dugattyú alsó és felső része nyitja, illetve zárja. A hengerben lévő nyílások miatt a kétütemű motorok dugattyúgyűrűit minden esetben rögzíteni kell, mivel a gyűrű végei a résekbe beakadhatnak és eltörhetnek, ezzel súlyos károkat okozva.

A kétütemű motorban nyitott gázcsere játszódik le. Ez azt jelenti, hogy a gázcsere folyamat alatt az átömlő-, és a kipufogó rés egyszerre van nyitva. Ezzel szemben a négyütemű motor gázcsereje zárt, eltekintve a rövid szelep összenyitási szakasztól. Ezek szerint elkerülhetetlen, hogy a kétütemű motorban a kezdőtöltet kipufogógázzal keveredjen, ezáltal öblítési veszteség következzen be. Ennek elkerülése érdekében hatékonyabb vezérlésre van szükség a szívóoldalon, pl. rezgőnyeles szelep.

Sajnos hatalmas hátrányuk ezeknek a motoroknak, hogy rendkívül szennyezik a környezetüket a négyütemű motorokhoz viszonyítva. A megnövekedett mechanikai igénybevételnek köszönhetően gyorsabban is kopnak (Bukovinszky, 2008).

Négyütemű Otto-motor:

A négyütemű benzinmotor 4 egységből és járulékos segédberendezésekből épül fel.

- Motorház
- Forgattyús mechanizmus
- Szelepvezérlés
- Keverékképző rendszer
- Segédberendezések

Működése:

1. ütem: Szívás

Az első ütemben történik meg a levegő és üzemanyag keverékének a beszívása. Amikor a hengerben található dugattyú elindul lefelé, akkor a nyomás csökken és a térfogat elkezd nőni. A fizika törvénye szerint a gázok a kisebb nyomás felé áramolnak, ezért a levegő bejut a szívórendszerbe. Eközben a porlasztó, vagy a befecskendező benzinpermetet készít. Ebben a periódusban a kipufogó szelep zárva van. Amikor a dugattyú eléri az alsó holtpontját, a szívószelep is bezár.

2. ütem: Sűrítés

A vezérműtengely által működtetett szívószelep elzárja a szívócső furatát. A forgattyús tengely további forgása eredménye képpen a dugattyú letről felfelé halad. Az első ütemben beszívott üzemanyag-levegő keverék nem tud kiáramlani a hengerből, mert kipufogó szelepek a szívó szelepekhez hasonlóan zárva vannak. A dugattyú felfelé történő mozgása során az előtte lévő közeget kb. tized részére nyomja össze. A sűrítés során a közeg vég hőmérséklete elérheti a 400-500 °C fokot és a 18 bar végnyomás értéket is. A sűrítés elősegíti a tüzelőanyag és a levegő alapos keveredését, így biztosítva a tökéletesebb égést. Minél nagyobb a sűrítési arány, annál jobban hasznosul a tüzelőanyag energiája ezzel nagyobb hatásfokot elérve.

3. ütem: Terjeszkedés (égés)

A harmadik ütemben megtörténik az üzemanyag keverék begyűjtása, gyújtógyertya segítségével. Az elektródák közötti ív létrejöttétől és a lángfront szétterjedéséig kb. 1/1000 másodperc telik el. Gyorsan terjedő égés jön létre, melynek hőmérséklete elérheti a 2500 °C fokot és a 60 bar nyomást is. Az égés során keletkező nagynyomású gázok kitágulnak és lefele nyomják a dugattyút. Az ütem végére a nyomás lecsökken 3 bar-ra, a hőmérséklet pedig 900-800 °C fokra.

4. ütem: Kipufogás

A dugattyú az alsó holtpont felé halad, a kipufogó szelep már az alsó holtpont előtt nyit. 3 bar nyomáson hangsebesség felett lévő gáz távozik a hengerből. Az égés során keletkező gázok maradékát a felfele haladó dugattyú 0,2 bar körüli toló nyomással kilöki. A kipufogószelep már a felső holtpont után zár, miközben a szívószelep megemelkedik. Ebben az esetben

szelepösszenyitásról beszélünk, amely elősegíti a kiürítést és a hűtést, valamint javítja a feltöltést.

Forgódugattyús motor:

A forgódugattyús motort Felix Wankel találta fel 1924-ben. Közel 30 évig a tömítési és gyártási technológia nehézségeinek kiküszöbölésén dolgozott.

A Wankel-motor fő eleme a lapos, ívelt háromszög alakú dugattyú, mely forgó és bolygó mozgást is végez egyszerre. A két különböző szögsebességű forgó mozgás eredményeként a dugattyú csúcsai epitrahoidot írnak le és közben folyamatosan változó nagyságú munkateret hoznak létre. A forgódugattyú vezérlésnek köszönhetően a szívással és kiszorítással működő motornak tiszta gázcseréje van. Az epitrahoid alakját követi a ház belső körvonala is. Forgás közben a dugattyú sarkai állandóan felfeksznek a ház falára. Egy fordulat alatt egy teljes munkafolyamat játszódik le 4 ütemben. Az egyes ütemeket a dugattyú élei határolják. Az összesűrített keveréket gyújtógyertya gyújtja be. Az égéstermék nyomása a dugattyú oldalára hat, melyből a főtengelyre ható forgatónyomaték keletkezik (Vas, 2005).

Előnyei a többi motortípushoz képest, hogy nem kell mozgás átalakítást megvalósítani, nincs szükség vezérműre és nincsenek kiegyenlítőlen tömegezők. Ellenben azért nem terjedt el, mert tömítési, hűtési, kenési problémák léphetnek fel és nagyobb a fajlagos fogyasztása, emiatt a Wankel-motor nagyobb mértékben szennyezi környezetét mint a dugattyús társai.

Négyütemű Dieselmotor:

A dieselmotor elvben hasonló szerkezetű, mint a benzinmotor, de égési folyamata lényegesen eltér a benzinmotorétól. A dieselmotor csak levegőt szív be, majd ezt sűríti. Ebbe a magas hőmérsékletű levegőbe, ha gázolajat fecskendezünk, az magától meggyullad. A befecskendezés pillanatában tehát magas levegő hőmérséklet szükséges, ezt a nagy nyomású sűrítéssel lehet elérni. Követelmény továbbá a gázolaj magas befecskendezési nyomása (130-2500 bar), hogy olyan porlasztást érjünk el, amely az üzemanyag öngyulladását és teljes elégetését elősegítse (Bukovinszky, 2008).

Működése:

1. ütem: szívás

A dugattyú a felső holtpontról az alsó felé mozog, ennek eredménye képen a hengerben térfogat növekedés jön létre. Emiatt a szívó szelepeken keresztül levegő áramlik a hengertérbe. A dieselmotor mindig levegő felesleggel működik, hogy az üzemanyag füst nélkül, tökéletesen elégjen.

2. ütem: sűrítés

A felső holtpont felé mozgó dugattyú, a szívó szelepek zárt állapota mellett sűríti a levegőt. Általános sűrítési arány 12-24. A 30-50 bar közötti nyomás a levegőt kb. 700-900 °C fokra hevíti. A sűrítési ütem vége felé a fúvóka finoman porlasztva fecskendezi be a gázolajat. Minél finomabb a porlasztás annál rövidebb a befecskendezés és az öngyulladás között eltelt idő. Ezt az időt az üzemanyag cetánszáma is befolyásolja, ami a tüzelőanyag gyulladási készségét mutatja meg.

3. ütem: munkavégzés

A sűrítési ütem vége felé befecskendezett üzemanyag elpárolog és keveredik a levegővel. Ez a keverék kb. 800 °C fokon gyullad be magától. Először egy kis mennyiséget fecskendezünk be, majd ha ez elpárolgott és begyulladt, akkor porlasztjuk be a nagyobb részt. Az égés során keletkező nyomás a dugattyút lefelé nyomja.

4. ütem: kipufogás

Az égés során keletkezett gázt a dugattyú a kipufogó szelepen át a kipufogó rendszerbe tolja. Hőmérséklete kb. 550-750 °C fok.

1.2 A belsőégésű motorok környezetszennyező hatásai

A levegőszennyezés elsődleges okozója az ipari termelés, de az 1960-as évektől a közúti közlekedés fejlődése is egyre nagyobb szerepet játszik a környezet szennyezésben. Ezért a 60-as évektől egyre szigorúbb környezetvédelmi előírásokat vezetnek be.

Először Kaliforniában észlelték a levegőben a fotokémiai füstködöt, ismertebb nevén a szmogot. Fő okozója a gépjárművek által kibocsátott kipufogógáz, mely nagy mennyiségben

tartalmaz az emberi szervezetre is káros gázokat, pl.: kén-dioxidot, nitrogén-oxidokat, a szén-monoxidot és koromrészecskéket (Bitay, 2006).

1.2.1 Kén-dioxid (SO₂)

A kén-dioxid egy vegyület, szobahőmérsékleten színtelen, szúrós szagú, és az egyik legveszélyesebb légszennyező gáz. Természetes forrása az erdőtüzek, vulkánok és óceánok, bár ez elenyésző mennyiség az emberi tevékenységek által termelthez viszonyítva. Ebben jelentős szerepet játszik a szén és olaj elégetése.

A kén-dioxid vízzel érintkezve kénsavvá alakul és a savas esők kialakulásáért felelős. Ez az ökoszisztémára erős károsító hatást gyakorol. Erdőket pusztít el, tavakat szennyez, halpusztulást okozva. Mindemellett az épületek és műemlékek korróziójáért is felelős. Az emberi szervezetre erősen ingerlő hatása, először a kötőhártyákra és a légutakra hat. A belsőégésű motorok e tekintetben kisebb szennyező hatást fejtenek ki (www.legszenyez.es.hu).

1.2.2 Nitrogén-oxidok (NO_x)

Nitrogén-oxidoknak nevezzük azokat a vegyületeket, melyeket a nitrogén (N) az oxigénnel (O) alkot. Hétköznapi használatban a nitrogén-oxidok alatt a nitrogén-oxidot (NO) és a nitrogén-dioxidot (NO₂) értjük. A légszennyezés mérésnél is szintén ezeket a vegyületeket vizsgálják.

A nitrogén-oxidok hő hatására jönnek létre. Az erdőtüzek és villámlások során a levegőben található stabil nitrogén (N₂) oxidálódik, ezáltal nitrogén-oxidok keletkeznek. Ugyanez a folyamat játszódik le a gépjárművekben az üzemanyag elégetésekor. Ebben az esetben is a nitrogén fő forrása a levegő nitrogén tartalma, csak kisebb arányban az üzemanyag vagy a tüzelőanyag.

A nitrogén-oxidok fontos szerepet játszanak a fotokémiai szmog és a savas eső kialakulásában, valamint a kén-dioxidhoz hasonlóan az emberi szervezetet is károsítja, tüdővizenyőt és ödémát okozhat. Erősen rákkeltő, hatása kifejtését a CO jelenléte segíti (www.legszenyez.es.hu).

1.2.3 Szén-monoxid (CO)

A szén-monoxid egy színtelen, szagtalan, íztelen, szobahőmérsékleten gáz halmazállapotú, mérgező anyag. A szénvegyületek tökéletlen égése során keletkezik, főleg belsőégésű motoroknál. Jelentős mértékben hozzájárul a légkörben található, klímaváltozást okozó gázok koncentrációjának növekedéséhez. Szoros összefüggés van a levegő szén-monoxid tartalma és az allergiás, asztmás és egyéb légzőszervi megbetegedések között (www.legszennevezes.hu).

1.2.4 Koromrészecskék (PM)

A belsőégésű, elsősorban a dieselmotorok működése során a káros gázokon kívül koromrészecskék is elhagyják a járművek kipufogóját. Ezek a részecskék por formájában érzékelhetőek a légtérben.

A levegőben található szálló por szilárd és folyékony részecskék elegye. Két nagy csoportra lehet bontani: 10 mikrométer (PM10) átmérőjű durva szemcsék és 2,5 mikrométernél kisebb (PM2,5) finom pórszemcsék. Az egészségre gyakorolt hatása nagymértékben a szennyező részecskék méretétől függ. A nagyobb részecskék megakadnak az orrban, míg a kisebbek eljutnak a tüdő mélyére. Forrása a közlekedés, az ipari tevékenység, a háztartási szén és fatüzelés, stb. (www.zoldauto.info).

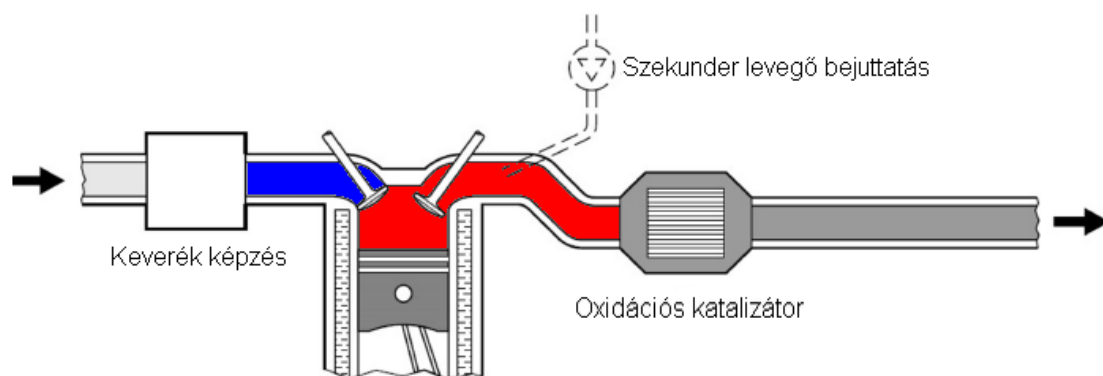
1.3 Az Otto-motorok emissziótechnikája

Katalizátor

Katalizátoroknak nevezzük azokat az anyagokat, amelyek jelenlétükkel felgyorsítják a kémiai reakciókat, illetve megváltoztatják azok irányát.

Oxidációs katalizátor:

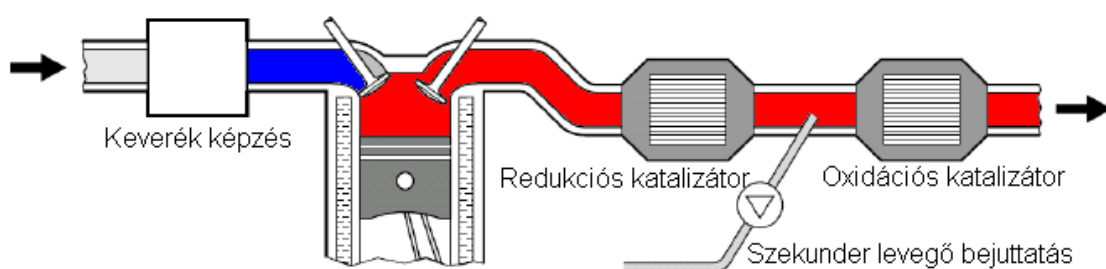
Az oxidációs katalizátor (1. ábra) légfelesleggel dolgozik. A szén-hidrogéneket és a szén-monoxidot alakítja át vízgőzzé és szén-dioxiddá, de a nitrogén-oxidok mennyiségét nem csökkenti. Befecskendezős motoroknál levegőt kell juttatni a katalizátor elé, a szükséges oxigén mennyiség ellátásához.



1. ábra. Oxidációs katalizátor vázlata

Kétágyas katalizátor:

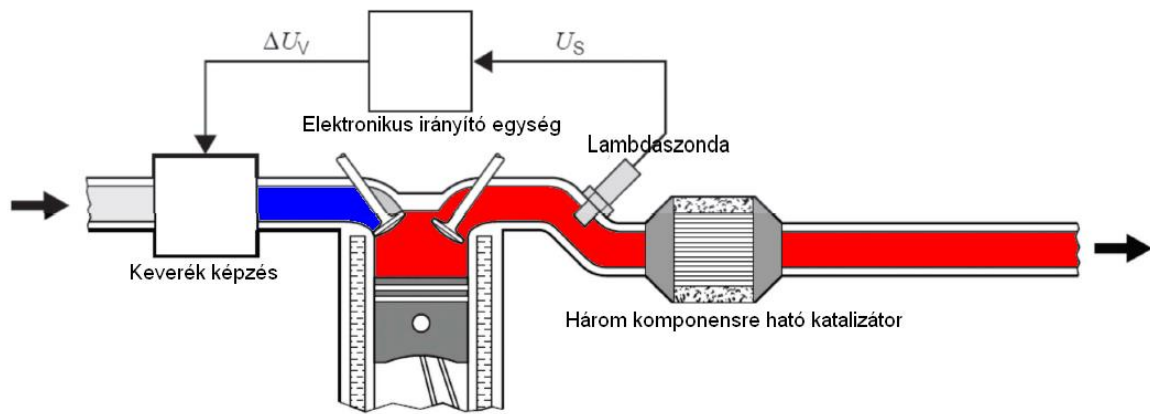
A kipufogó gáz NO_x -tartalma redukciós katalizátor segítségével csökkenthető, amely oxigénhiányos környezetben fejt ki hatását. Ha a redukciós katalizátor mellé beépítünk egy oxidációs katalizátort, akkor egy úgynevezett kétágyas katalizátort (2. ábra) kapunk. Ebben az esetben a motornak dús keverékkel kell üzemelnie és levegőt kell juttatni az oxidációs katalizátor elé.



2. ábra. Kétágyas katalizátor

Három komponensre ható katalizátor:

A modern benzinüzemű motorokon ez a megoldás terjedt el (3. ábra), mint leghatékonyabb kialakítás. Ennek követelménye, hogy $\lambda \approx 1$ összetételű tüzelőanyag-levegő keverékkel kell a motort üzemeltetni. Ennek a katalizátornak a működését oxidációs és redukciós folyamatok jellemzik.



3. ábra. Három komponensre ható katalizátor

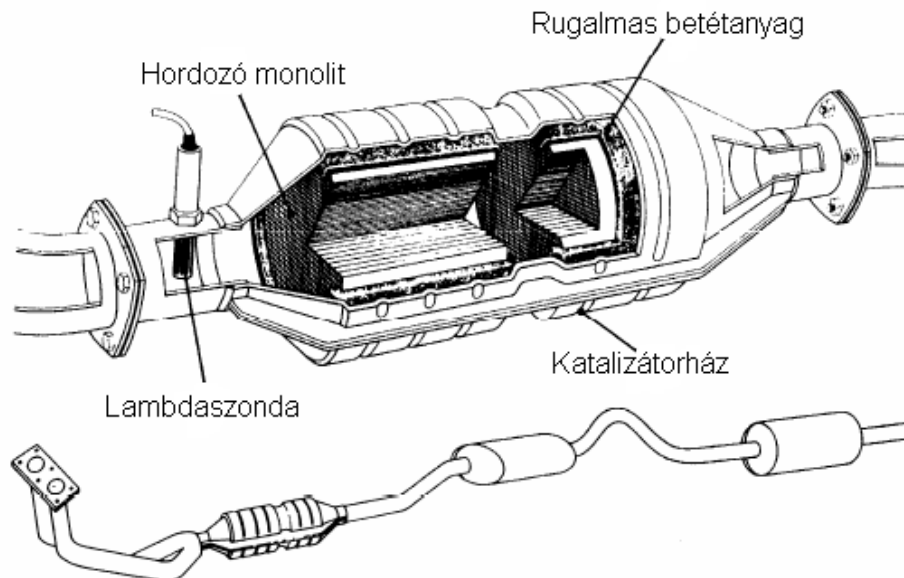
1.3.1 A korszerű katalizátorok felépítése

A korszerű katalizátorok az alábbi egységekből állnak (4. ábra):

Hordozóanyag:

A katalizátorok egy aktív katalitikus rétegből és egy hordozóanyagból épülnek fel, melyet kívülről acéllemez ház borít. Az alábbi anyagok lehetnek hordozók: granulátum, kerámia monolit, fém monolit.

A világon a legelterjedtebb az 1200 °C fokot is elviselő kerámiából készült hordozó, melyet a szilárdság növelése érdekében méhsejtszerűen alakítanak ki. Általánosságban elmondható, hogy minden motor lökettérfogat literre 1 dm³ katalizátor térfogat szükséges. A hordozó vázkerámia mesterségesen előállított kordierit (magnézium-, alumínium-szilikát ásvány).



4. ábra. A korszerű katalizátorok felépítése

Manapság a fémből készült hordozók is egyre elterjedtebbek. Régebben előkatalizátorként használták őket, most főkatalizátorként is alkalmazzák. A hordozó több darab vékony acéllemezből épül fel, melyek közül az egyik távolságtartásra, a gázút biztosítására, a másik elválasztóként szolgál. A lemezek csigavonalban vannak feltekercselve. Nagy előnyük a kerámia hordozókkal szemben, hogy vékonyabb falvastagság mellett nagyobb a termikus és mechanikai szilárdságuk. A 0,05 mm-es falvastagság kompakt felépítést és nagy fajlagos cellaszámot tesz elérhetővé.

A fémből készült monolit szabad keresztmetszete 25%-al nagyobb, mint a kerámiából készültté. A fém katalizátoroknál a kipufogógáz-ellennyomás kisebb. További előnye, hogy hőtágulási együtthatója szinte azonos a házéval, valamint deformációfelvevő képessége jónak mondható. Ellenben drágábbak, mint a kerámiából gyártott társaik.

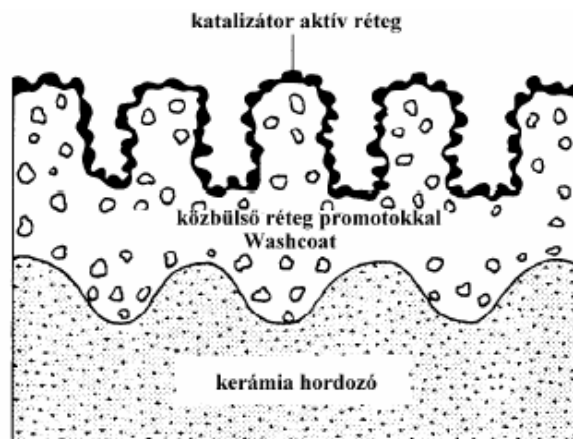
A kerámiamonolit esetében speciális megoldást igényel a biztos és rugalmas rögzítés a házban. Ezt fémszálak szövet, speciális ragasztó és hőálló anyagból készült párna használatával oldották meg (Lakatos, 2008).

Bevonat:

A monolit felülete önmagában 3-5 m². A felület növelése érdekében a monolitra egy alumínium-oxidból készült bevonatot visznek fel (5. ábra). A bevonat a monolit felületét

6 000 - 8 000-szeresére növeli meg, így katalizátoronként 20 000 - 30 000 m² összfelület érhető el.

Katalizátoronként a nemesfém mennyisége 2-3 g.



5. ábra. A hordozó felületét borító réteg

A platina, mely a CO és a HC oxidációjáért felelős, már 150 °C fokon kedvező átalakítást tesz lehetővé a katalizátorként használatos többi nemesfémrel szemben.

A palládium tulajdonságai a platináéhoz hasonlóak, az oxidációs folyamatokat segíti elő. Működési hőmérséklete nagyobb, hatékonysága kisebb, de a beszerzési költsége alacsonyabb, mint a platináé.

A ródium a nitrogén-oxidok redukációjáért felelős, és erre már igen kis mennyiségben alkalmas.

A ruténiumot és a nikkelt gyakran használják nitrogén-oxidok redukációjának elősegítésére. A cérium-oxid a platina hatásának elősegítésére szolgál, azaz promotorként működik. A promotor a katalizátorhoz kis mennyiségben hozzákevert anyag, mely nagymértékben növeli a katalizátor aktivitását. Az aktivitás növelése érdekében nem csak promotort, hanem stabilizáló anyagokat is visznek fel az aktív felületre. Ezek a nagyobb hőmérsékleten fellépő öregedési jelenségek és egyéb nem kívánatos katalitikus reakciók visszaszorítására szolgálnak (Lakatos, 2008).

1.3.2 A katalizátorok fedélzeti állapotfelügyelete

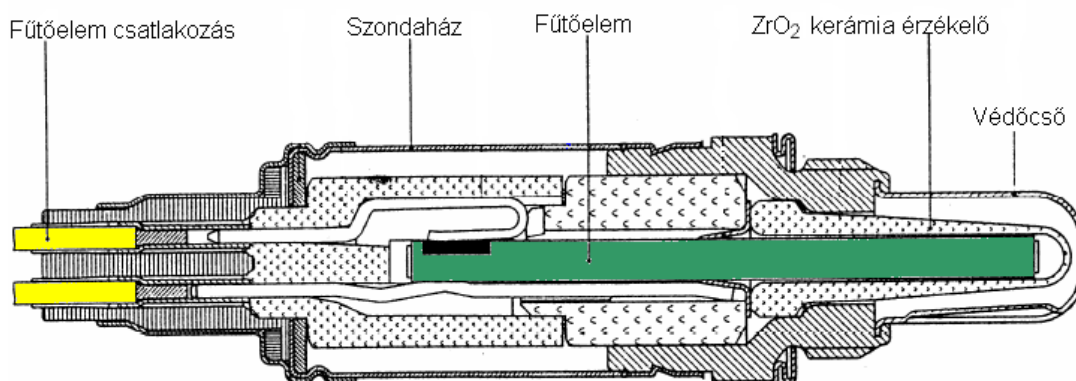
A katalizátorok állapotfelügyelete a benzinmotoroknál a lambdaszondákon keresztül valósul meg.

Lambda szabályozás:

A szabályozott keverékképzésű motorok esetében a kipufogógáz összetételéről a lambdaszonda ad visszacsatolást a motorirányító egység számára. A lambdaszonda a kipufogógáz maradék-oxigén szintjét méri és ezt veti össze a környező levegő oxigén tartalmával. A maradék-oxigén hányadot különböző elven működő lambdaszondákkal mérik.

Feszültséggenerátor-lambdaszonda:

Az egyik végén zárt cirkónium-dioxid alapanyagú ötvözött kerámiacsövecske alkotja az érzékelőt, az úgynevezett szilárdtest-elektrolitot (6. ábra). A kerámiatest gázátnemeresztő. A cső zárt végével nyúlik be a kipufogócsőbe, de a közvetlen gázáramtól egy furatos acélső védi. Az érzékelő elem belső felülete kifelé néz a légterre és a külső levegővel áll kapcsolatba. Az elektródák között az oxigénkoncentráció-különbséggel arányos potenciálkülönbség alakul ki.



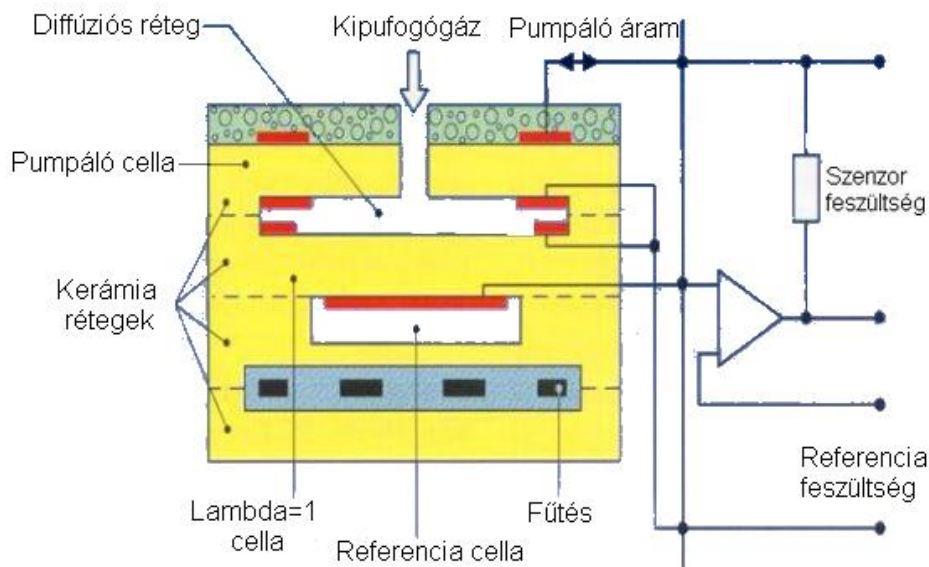
6. ábra. Feszültséggenerátor-lambdaszonda

Szélessávú (planár) lambdaszonda:

Az oxigén érzékelés elve megegyezik a feszültséggenerátor szondáéval, de a kialakítás megváltozott (7. ábra). A szonda kerámia eleme rendkívül hosszú, téglalap keresztmetszetű hasáb. Ez a hasáb egymásra helyezett vékony kerámialapokból áll. Ennek köszönhetően több

funkció integrálása is lehetővé vált. Mind dús, mind szegény keverék-összetételnél tud jelet szolgáltatni, ezáltal alkalmazási területe kiszélesedik:

- dieselmotor-szabályozás
- Otto-motor szegénykeverékű üzem
- gázmotor-szabályozás



7. ábra. Szelessávú (planár) lambdaszonda

Ellenállásszonda:

Titán-dioxid az alapanyaga, hasonló a cirkónium-dioxid szondához. A szonda felületén ható oxigén koncentráció különbséget, ellenállásának megváltoztatásával jelzi. Normál működési tartománya 500 és 900 °C fok között van.

A lambdaszondák kialakítása és beépítése:

A katalizátorok elé beépített lambdaszondának két fontos követelménynek kell megfelelnie:

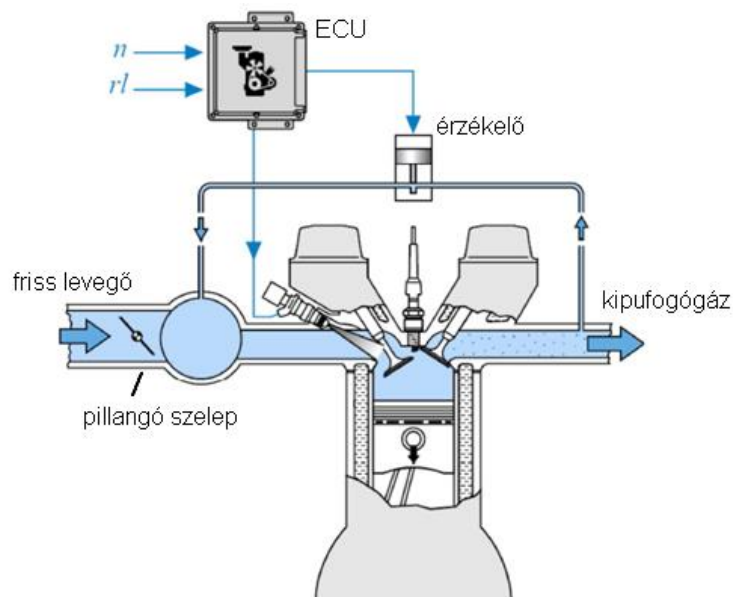
- elég közel legyen a motorhoz, hogy az üzemi hőmérsékletet gyorsan elérje,
- de ne is legyen túl közel, nehogy a szonda gyorsan előregedjen.

A mai korszerű lambdaszondák fűtött kialakításúak, melyekben egy izzószál biztosítja a megfelelő munkahőmérsékletet. Cél, hogy a szonda előbb elérje az üzemi hőfokot, és mivel távolabb lehet beépíteni a motortól, így megnöveli az élettartamát is (Lakatos, 2012).

1.3.3 Kipufogógáz visszavezetés

A kipufogógáz visszavezető rendszerek (8. ábra) célja, hogy bizonyos üzemállapotban adott mértékű kipufogógázt keverjenek a friss töltetbe. Hatása kettős:

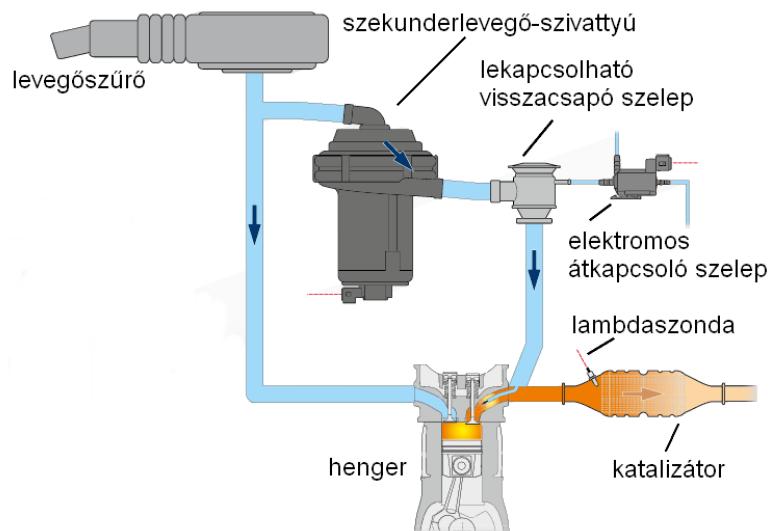
- elégeti a kipufogógázban maradt HC-mennyiséget,
- csökkenti az égésfolyamat csúcshőmérsékletét, így javítva a NO_x -kibocsátást.



8. ábra. Kipufogógáz visszavezetés

1.3.4 Szekunderlevegő rendszer

A szekunderlevegő bejuttatása a katalizátor elé, annak gyors felmelegedését szolgálja (9. ábra). A kipufogógázban található elégetlen vagy részoxidált szénhidrogén és szén-monoxid további oxidációra képes, melyek során hő szabadul fel.



9. ábra. Szekunderlevegő rendszer

A megnövelt hőmérsékletű kipufogógáz a katalizátort gyorsabban felmelegíti. Az oxidációs feltételek javítása érdekében a motor dúsabb keverékkel jár. A levegő bevezetését a motorirányító egység irányítja. Ezen rendszerek felügyeletét szintén lambdaszondák végzik (Csizmadia, 2005).

1.4 Dieselmotorok emissziótechnikája

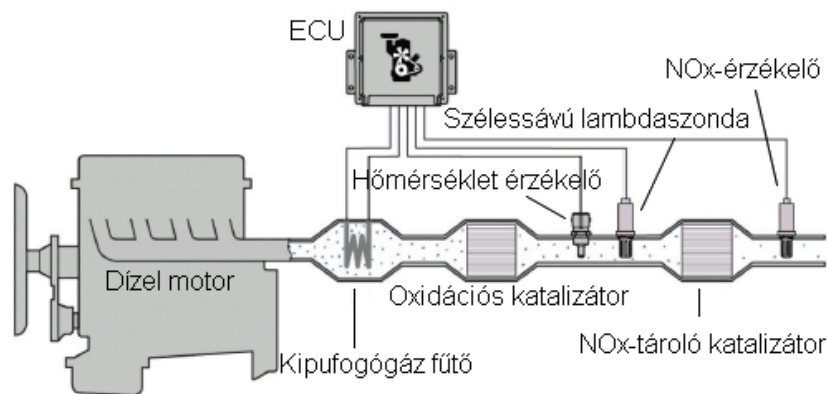
A benzinmotoroknál megismert hármass hatású katalizátorok $\lambda=1$ estén működnek megfelelően, ezért dieselmotoroknál nem alkalmasak. A légszelepleggel működő dieselmotoroknál a NO_x csökkentés ezzel a típussal nem lehetséges, mert a CO és a HC nem a NO_x oxigénjével lép reakcióba, hanem a kipufogógáz maradék oxigénjével. A CO és a HC csökkentés a kipufogógázban csak oxidációs katalizátorral lehetséges. A NO_x eltávolítása pedig nitrogén-oxid tároló katalizátorral, vagy SCR- katalizátorral lehetséges (Davis et al., 1993).

A dieselmotorok részecske emissziója lényegesen nagyobb, mint a benzinmotoroké, a belső keverékképzés miatt, ezért részecskeszűrő alkalmazására is szükség lehet.

1.4.1 NO_x-tároló katalizátor

A NO_x-tároló katalizátor két lépésben bontja le a nitrogén-oxidokat (10. ábra):

- tárolási fázis: a szegény kipufogógáz nitrogén-oxid tartalmának átmeneti tárolás a katalizátoron,
- regeneráció: periodikus nitrogén-oxid eltávolítás és átalakítás dús kipufogógázban.

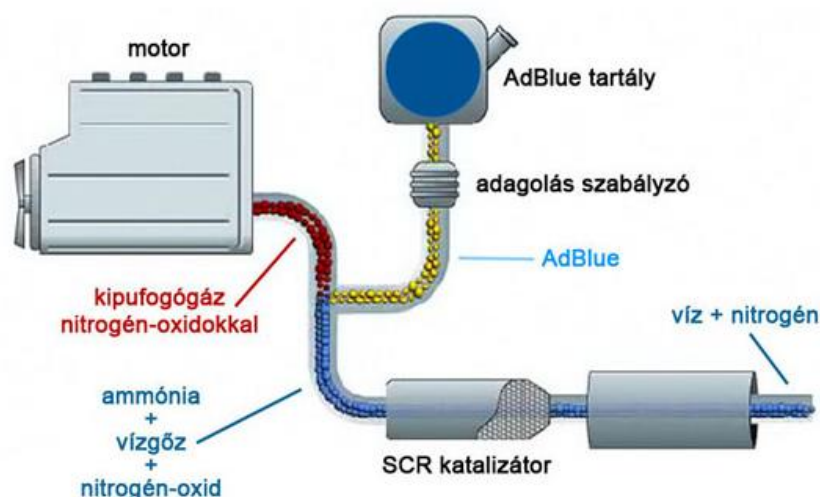


10. ábra. NO_x-tároló katalizátor

A katalizátor aktív felületének fő összetevője a bárium-nitrát, mely megköti az NO_x molekulákat. A NO molekulát először oxidálni kell, erre a platina felület a legalkalmasabb. Amikor a tárolt NO₂ mennyiség megnövekszik, akkor regenerálni kell, azaz el kell távolítani és nitrogénné alakítani. A két szakaszban eltérő légviszonnyal kell a motort üzemeltetni. A kipufogógázban található CO, HC és N₂ redukáló anyagként használható (Bitay, 2006).

1.4.2 Szelektív katalitikus redukció (SCR)

A nitrogén-oxidok átalakításának másik módja a szelektív katalitikus redukció alkalmazása a katalizátorban (11. ábra). Ez a katalizátor típus az előzőektől eltérően nem avatkozik be a motor működésébe és kis NO_x-emisszió mellett sem rontja a motor tüzelőanyag fogyasztását. Ez a rendszer a haszongépjárművekben terjedt el.



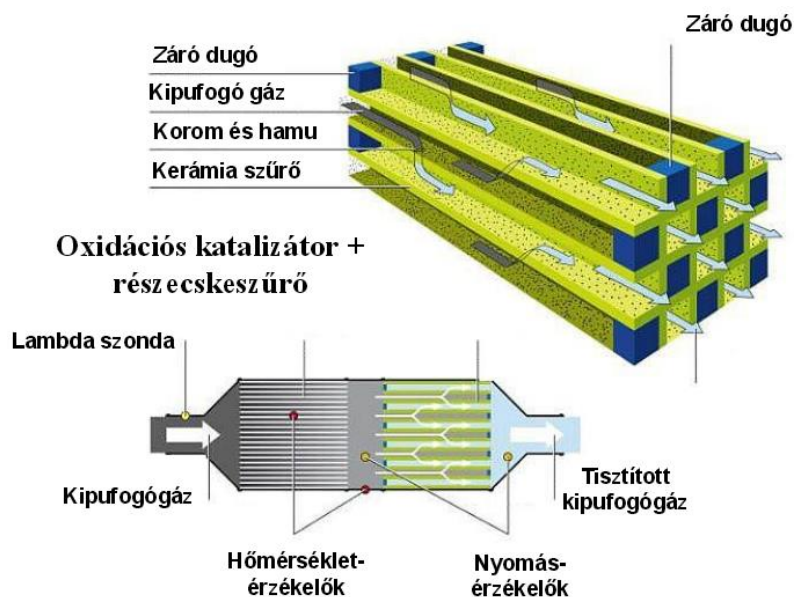
11. ábra. Szelektív katalitikus redukció (SCR) (<http://www.tandemplussz.hu/ad-blue/>)

A redukálóanyag oxidációja nem a kipufogógáz oxigén tartalmával megy végbe, hanem a NO_x oxigénjével lép reakcióba annak ellenére, hogy a kipufogógáz nagy mennyiségű oxigént tartalmaz. Redukáló anyagként ammóniát használnak, melyet karbamidból elő lehet állítani. Annak vizes oldata egyszerűen és könnyen adagolható a kipufogó rendszerbe. A karbamidot ma „AdBlue” néven forgalmazzák (Lakatos, 2012).

A katalitikus reakció előtt az „AdBlue”-ból ammóniát kell felszabadítani. A NO oxidálása NO_2 -vé az SCR katalizátor elé helyezett oxidációs katalizátorban megy végbe. Az esetleg kikerülő ammónia ellen egy, az SCR katalizátor után elhelyezett oxidációs katalizátort alkalmazhatnak. Ez az ammóniát nitrogénné és vízzé oxidálja.

1.4.3 Kerámiaszűrők

Az el nem égő anyagok a motorolajból és a gázolajból kerülnek a kipufogógázba és így a részecskeszűrőbe. Ez a szűrőtípus általában szilíciumkarbidból, vagy kordierit anyagból készül, méhsejtszerű felépítésű test (12. ábra). A szomszédos csatornákat az ellenkező végükön kerámiadugók zárják le, így a kipufogógáz csak a porózus falakon haladhat át. A csatornáknak négyzetes keresztmetszete van és falvastagságuk 300-400 mikrométer, számuk 100-300 CPSI.



12. ábra. Diesel részecskeszűrő (www.medic-car.hu)

A kipufogógáz átáramlása során a részecskék elakadnak a fal belsejében. A részecskék fokozódó eltömődésekor a falak homlokfelületén koromréteg alakul ki, mely hatékony felületi szűrést biztosít. A túlzott részecske lerakódás káros, ezért azt meg kell akadályozni. Az általánosan használt négyzetes keresztmetszetű szűrők mellett léteznek nyolcszögletű belépő oldali keresztmetszettel kialakított szűrők is.

A szűrő regenerálása:

A szűrő anyagától függetlenül, időről időre el kell távolítani a szűrőre lerakodott részecskéket, azaz regenerálni kell azt. A lerakodott korom leégetésére 500 kilométerenként van szükség, de ez nagyban függ a szűrő méretétől is. A részecskék széntartalma a kipufogógáz oxigénjével kb. 600 °C fokon szén-dioxiddá alakul. A regenerálás érdekében tehát vagy a koromszemcsék gyulladási hőmérsékletét kell csökkenteni, vagy a kipufogógáz hőmérsékletét kell növelni. Nitrogén-dioxid oxidálóanyag alkalmazása esetén a korom átalakulása már 300 °C fokon végbe megy.

Additív rendszer:

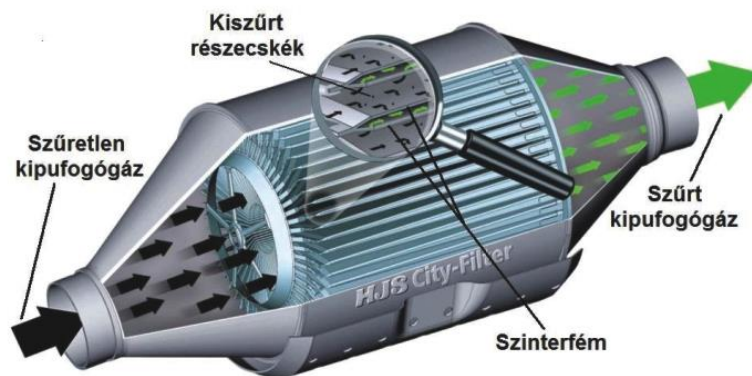
A gázolajhoz kevert adalékanyaggal a korom oxidációs hőmérséklete kb. 350-450 °C fokra csökkenthető, de a kipufogógáz hőmérséklete sokszor ezt az értéket se éri el. A motorvezérlést úgy kell megváltoztatni, hogy a kipufogógáz hőmérséklete elég nagy legyen. A tüzelőanyaghoz adott adalék hamuként marad vissza a szűrőben, ezért kb. 120 000 kilométerenként mechanikai tisztításra szorul.

A CRT- rendszer (CRT: folyamatos regenerálású csapda):

A haszongépjárművek motorjai gyakrabban működnek a legnagyobb nyomaték közelében, tehát gyakori a magas NO_x -kibocsátással járó üzemi állapot. Ez az elv azon alapul, hogy a korom oxidációja NO_2 -vel 300-450 °C fokon megy végbe. A CRT-rendszer működéséhez az szükséges, hogy a NO_2 : korom tömegarány nagyobb legyen, mint 8:1. Szükséges egy oxidációs katalizátor, melyet a részecskeszűrő elé építenek. Ez a NO-t NO_2 -vé alakítja. Így a regeneráció feltételei normál üzem mellett is teljesülnek.

Szinterfém részecskeszűrők:

A szűrőt szűrőtasakokba töltött szinterfém por alkotja (13. ábra). Ezek a tasakok ék alakúak és a kilépő oldalon egymáshoz zárodnak, így a kipufogógáznak át kell áramlania azok falán.



13. ábra. Szinterfém részecskeszűrő

(Varga V. : Részecskeszűrők kialakítása a traktorteknikában)

A részecskék a kerámiaszűrőknél bemutatott módon lerakódnak. Mindkét típusnál 95% feletti szűrési fok érhető el a 10 nm - 1 mikrométer tartományon belül.

1.5 A start-stop rendszer

A start-stop rendszer a legegyszerűbb környezetkímélő technológiák közé tartozik, mivel a már meglévő szerkezeti egységek szükségesek a működéséhez. Pl.: akkumulátor, megnövelt teljesítményű indító motor, megváltoztatott vezérlőprogram.

A technológia előnye, hogy amikor a motor üresjáratban van és a gépjármű áll, akkor nem történik üzemanyag felhasználás és nincs károsanyag-kibocsátás. Ilyenkor a start-stop

rendszer a motort teljesen leállítja. Majd amikor a vezető el akar indulni és rálép a kuplungra vagy a gázpedálra, akkor a motor újraindul. Ha épp nincs szükség a rendszerre, akkor az egy egyszerű gombnyomással kikapcsolható.

1.6 Hibrid üzemű autók

A start-stop mellett a hibridüzemű autók jelenthetik az egyik megoldást a környezetszennyezés csökkentésére. Hibrid autónak nevezzük azokat a személygépkocsikat, melyek a meghajtásukhoz szükséges energiát több forrásból nyerik, melyek eltérő módon működnek egymástól. A legtöbb esetben ez belsőégésű motor és villanymotor kombinációja. A hibridautó kevesebb fosszilis eredetű üzemanyagot fogyaszt, mint a csak belsőégésű motorral rendelkező társai, ezért környezetbarátnak tekinthető (www.zoldauto.info).

1.7 A károsanyag-kibocsátás szabályozása Európán kívüli országokban

Európán kívül is léteznek a károsanyag-kibocsátását szabályzó intézkedések. Az USA-ban 1990-től vezették be a LEV 1-es osztályt (alacsony emissziójú járművek). Az idő előre haladtával az európai normákhoz hasonlóan itt is változtak az osztályok és a normák.

Oroszországban az Európai Unió által megalkotott kibocsátási normákat alkalmazzák, azzal az eltéréssel, hogy itt az eredeti bevezetési időpontokat megváltoztatva később léptek életbe a különböző Euro osztályok.

Japánban már az 1979-es évektől megkezdődött a károsanyag-kibocsátás szabályozása. Érdekes módon, itt a gépjárművek fogyasztását maximalizálták a súlyuktól függően (www.dieseln.net).

2. Anyag és módszer

Az Európai Unió országaiiban eladott új járművek károsanyag-kibocsátásának elfogadható szintjét az európai kibocsátási normák határozzák meg. Ezeket a normákat számtalan irányelv figyelembe vételével alakítják ki és az idő előrehaladtával egyre szigorúbb határértékeket állapítanak meg. A legtöbb gépjármű esetében a nitrogén-oxidok, szénhidrogének, szén-monoxid és a kibocsátott részecskék határértékeit szabályozzák. A tengerjáró hajók és repülőgépek nem tartoznak ezen szabályozás alá.

A személygépkocsikra vonatkozó kibocsátási normákat az 1. táblázat mutatja be:

1. táblázat. A személygépkocsikra vonatkozó kibocsátási normák (g/km)

Szint	Dátum	CO	HC	NO _x	HC+NO ^x	PM
Dízel						
Euro 1	1992. július	2,72	-	-	0,97	0,14
Euro 2	1996. január	1	-	-	0,7	0,8
Euro 3	2000. január	0,64	-	0,5	0,56	0,5
Euro 4	2005. január	0,5	-	0,25	0,3	0,25
Euro 5	2009. szeptember	0,5	-	0,18	0,23	0,005
Euro 6 (tervezett)	2014. szeptember	0,5	-	0,08	0,17	0,005
Benzin						
Euro 1	1992. július	2,72	-	-	0,97	-
Euro 2	1996. január	2,3	-	-	0,5	-
Euro 3	2000. január	2,2	0,2	0,15	-	-
Euro 4	2005. január	1	0,1	0,8	-	-
Euro 5	2009. szeptember	1	0,1	0,6	-	0,005
Euro 6 (tervezett)	2014. szeptember	1	0,1	0,6	-	0,005

A személygépkocsik károsanyag emisszióját 1992. júliusától szabályozzák az Euro 1-es kibocsátási normával, ami azt jelentette, hogy ettől az időponttól számítva csak a megadott határértékek alatt hozható új autó forgalomba. Az Euro 1-es kategóriában benzin és diesel autókra azonos értékeket határoztak meg, 2,72 g/km maximális CO és 0,97 g/km maximális HC és NO_x együttes értékkel. Ekkor már a dieselmotoroknál a megengedhető részecske kibocsátást is szabályozták 0,14 g/km értékben.

Az Euro 2 szint óta, 1996. januárjától, már más CO és HC+NO_x értékek vonatkoznak a diesel- és benzinüzemű motorokra alacsonyabb megengedhető határértékek mellett. A dieselre szigorúbb a CO kibocsátási norma, viszont a HC+NO_x szint magasabb lehet.

A 2000. januárjától bevezetett Euro 3-as kategóriában külön válik a HC és NO_x kibocsátás határértéke benzin- és dieselmotornál egyaránt. A benzinmotorokra az Euro 4 szintig nincs részecske határérték megállapítva, viszont a 2009. szeptemberétől bevezetett Euro 5-ös kategóriában itt is megjelenik a részecske kibocsátás megengedhető maximális értéke, ami megegyezik a dieselmotorok részecske kibocsátási szintjével. A 2014. szeptemberétől tervezett Euro 6-os kategóriánál benzinüzemű motoroknál nincs szigorítás, viszont dieselmotorok esetében tovább csökken a HC és a HC+NO_x együttes határértéke.

A dolgozathoz szükséges adatokat, az egyes Euro környezetvédelmi osztályokhoz tartozó gépkocsik számát a Központi Statisztikai Hivatal adatbankjából szeretnénk volna lekérni. Megkeresésünkre azt a választ kaptuk, hogy ilyen adatbázisuk nincs, de megrendelésre el tudják készíteni. Sajnos közben kiderült, hogy a darabszámon belül minden egyes adat külön számlázási tételnek minősül, így több százezer forintos tétel lett volna az adatkérés, amit nem tudunk megfizetni.

A fentiek miatt, a sokkal bonyolultabb módszerrel a nyilvános tájékoztatási adatbázisból kellett a számunkra szükséges adatokat kigyűjteni. Ezen adatokat a „2008-2012, 2006-2011 és 2000-2005 közötti gépjárműállomány” megnevezésű adatbázis feldolgozása során nyertem ki. Az adatbázisokban történő keresés során meg lehetett adni a gépjármű nemét (pl. teher-, személygépkocsi) a hajtóanyag típusát (benzin-, vagy dieselüzemű), a keresett korcsoportot (1-2 éves, 3-5 éves, 6-15 éves és 16 év feletti). Ezek alapján ki lehetett számolni Magyarország személygépjármű állományának korcsoport szerinti eloszlását (2. táblázat).

2. táblázat. A személygépkocsik darabszáma életkor szerint (db)

Gépjármű kora	Évjárat	Benzin	Diesel
	2013	*	*
1. évnél fiatalabb	2012	21386	17533
1. éves	2011	18409	17618
2. éves	2010	19015	17602
3. éves	2009	22189	18879
4. éves	2008	79426	51287
5. éves	2007	115326	59732
6. éves	2006	133355	55614
7. éves	2005	151442	54848
8. éves	2004	172802	53686

9. éves	2003	182023	48116
10. éves	2002	155081	38038
11. éves	2001	134438	33835
12. éves	2000	129614	22813
13. éves	1999	124156	16596
14. éves	1998	100460	14769
15. éves	1997	75635	8470
16. éves	1996	75075	7216
16. évnél régébbi	1995	556548	141709
Összesen		2266379	678361
KSH szerint		2 266 063	678 385

* erre az időszakra nem állnak adatok rendelkezésre

A következő lépésben meghatároztam a 2. táblázat adatai alapján, hogy az egyes Euro osztályokba mennyi benzinüzemű és dieselüzemű személygépjármű tartozik.

Először a gépkocsik életkorát kellett átszámolni a forgalomba állítási évre vonatkoztatva, így megkaptam, hogy melyik évben hány személygépkocsi került üzembe helyezésre. Az egyes Euro osztályok bevezetésének időpontját ismerve (1. táblázat) már meg tudtam csinálni az Euro osztályokba történő besorolást (3. táblázat). A január elsejei bevezetésnél az adott évjáratától számoltam a darabszámot, évközben (pl. szeptember 1-től) történő bevezetésnél az évjárat időarányos részével végeztem a számításokat. A 3. táblázatban az Euro 1 osztályba soroltam az 1996. január 1-je előtt gyártott gépkocsikat, hisz katalizátor nélküli személygépkocsi jelenleg nem állítható forgalomba.

3. táblázat. A személygépkocsik darabszáma Euro osztályok szerint bontva (db)

		Benzin	Diesel
Euro 1	1996. 01. 01-ig	556548	141709
Euro 2	1996.01.01-től - 2000.01.01-ig	375326	47051
Euro 3	2000.01.01-től - 2005.01.01-ig	773958	196488
Euro 4	2005.01-01-től - 2009-09.01-ig	494341	234067
Euro 5	2009.09.01-től	66206	59046

Ezt követően meg kellett állapítani, hogy egy személygépkocsi 1 év alatt mennyi károsanyagot bocsát ki. Ehhez az 1-es táblázat Euro kibocsátási normáit és Magyarországon jelenleg a személygépkocsiknál becsült 15 000 km/év átlagos futásteljesítményt vettem alapul. A megengedett károsanyagok 1 km megtett úthosszra kerültek megállapításra (4-5. táblázat). Ha tehát a károsanyag határértékeket megszorozzuk az átlagos éves futásteljesítménnyel, megkapjuk az egyes Euro kategóriákban egy gépkocsi éves kibocsátási értékeit. Természetesen ezt a számolást benzin- és dieselmotorokra külön-külön el kell végezni az összes Euro osztályban.

4. táblázat. Egy benzinüzemű személygépkocsi egy éves károsanyag-kibocsátása

Egy benzines autó 1 éves kibocsátása					
	CO (kg)	HC+NO _x (kg)	HC (kg)	NO (kg)	PM (kg)
Euro 1	40,8	14,55	-	-	-
Euro 2	33	7,5	-	-	-
Euro 3	34,5	-	3	2,25	-
Euro 4	15	-	1,5	1,2	-
Euro 5	15	-	1,5	0,9	0,075

5. táblázat. Egy dieselüzemű személygépkocsi egy éves károsanyag-kibocsátása

Egy dieseles autó 1 éves kibocsátása					
	CO (kg)	HC+NO _x (kg)	NO (kg)	PM (kg)	HC (kg)
Euro 1	40,8	14,55	-	2,1	-
Euro 2	15	10,5	-	1,2	-
Euro 3	9,6	8,4	7,5	0,75	-
Euro 4	7,5	4,5	3,75	0,375	-
Euro 5	7,5	3,45	2,7	0,075	-

Következő lépésként a jelenleg Magyarországon futó összes személygépkocsi éves károsanyag-kibocsátását számoltam ki. Az előbb megkapott, egy autóra vonatkozó éves kibocsátást meg kellett szorozni az egyes Euro osztályokba tartozó személygépkocsik számával (6-7. táblázat).

6. táblázat. Az összes benzines személygépkocsi károsanyag-kibocsátása 1 évre vonatkoztatva

Benzin						
1 éves kibocsátás						
	darab	CO (t)	HC+NO _x (t)	HC (t)	NO (t)	PM (t)
Euro 1	556548	22707,16	8097,773	-	-	-
Euro 2	375326	12385,76	2814,945	-	-	-
Euro 3	773958	26701,55	-	2321,874	1741,406	-
Euro 4	494341	7415,115	-	741,5115	593,2092	-
Euro 5	66206	993,09	-	99,309	59,5854	4,96545

7. táblázat. Az összes dieseles személygépkocsi károsanyag-kibocsátása 1 évre vonatkoztatva

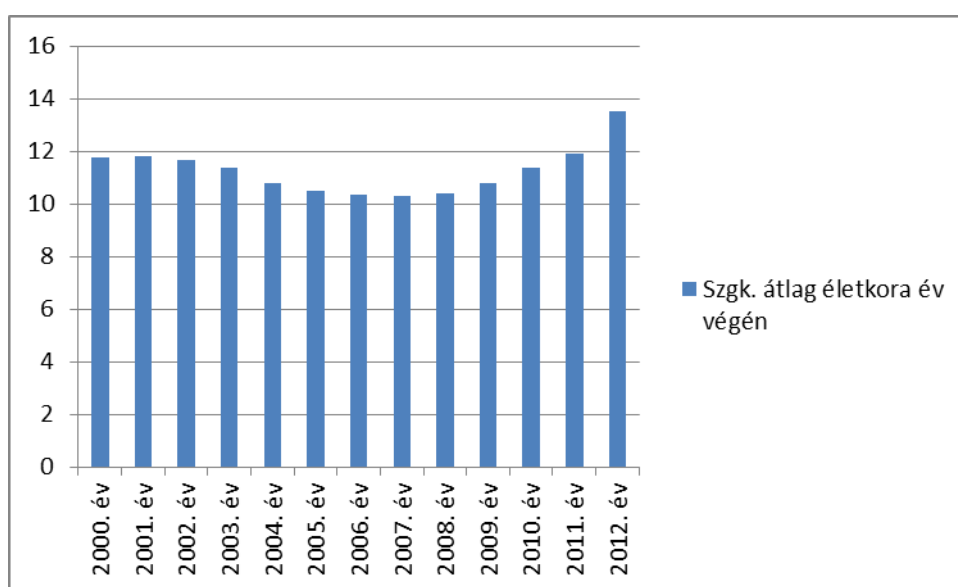
Diesel						
1 éves kibocsátás						
	darab	CO (t)	HC+NO _x (t)	NO (t)	PM (t)	HC (t)
Euro 1	141709	5781,727	2061,866	-	297,5859	-
Euro 2	47051	705,765	494,0355	-	56,4612	-
Euro 3	196488	1886,255	1650,499	1473,66	147,366	-
Euro 4	234067	1755,503	1053,302	877,7513	87,77515	-
Euro 5	59046	442,845	203,7087	159,4242	4,42845	-

A fenti táblázatokban megadott gépkocsi darabszámok és kibocsátási értékek a KSH 2012. december 31-i állapotot tükrözi, ami nem tudja figyelembe venni az eltelt tíz hónapban forgalomból kivont és külföldről használt autóként behozott gépkocsik számát. Mivel a 2013-as évre vonatkozóan új autókról még nincsenek pontos adatok, ezért én is csak becsült darabszámokkal tudtam számolni, ehhez a 2012-ben forgalomba helyezett új autók időarányos részét vettem alapul.

3. Károsanyag-kibocsátások elemző vizsgálata

3.1 Gépkocsik átlagéletkorának változása

Magyarországon a személygépkocsik átlagéletkorának változása jól mutatja az ország gazdasági helyzetének alakulását (14. ábra). A 2000-es évek elejétől az új autók vásárlásának növekedésével az átlagéletkor fokozatos csökkenése figyelhető meg. Az emberek bízva a jövőben akár hitelek felvételével is növelték az új gépkocsik eladásának számát. Ez a kedvező tendencia a 2008-as év végéig tartott. Ekkor a személygépkocsik átlagéletkora 10,3 év volt.



14. ábra. Személygépkocsik átlagéletkorának változása

A 2009-es világválságtól meredeken emelkedik az átlagéletkor, ami 2012-ben 13,5 évre növekedett. Ez azt jelenti, hogy négy év alatt 3,2 évet emelkedett az átlagos életkor. Míg 2008-ban közel 130 000 új személygépkocsit adtak el évente, addig 2012-ben az újonnan forgalomba helyezett személygépkocsik száma a 39 000 darabot alig érte el, ez a 2008-as érték 28%-a.

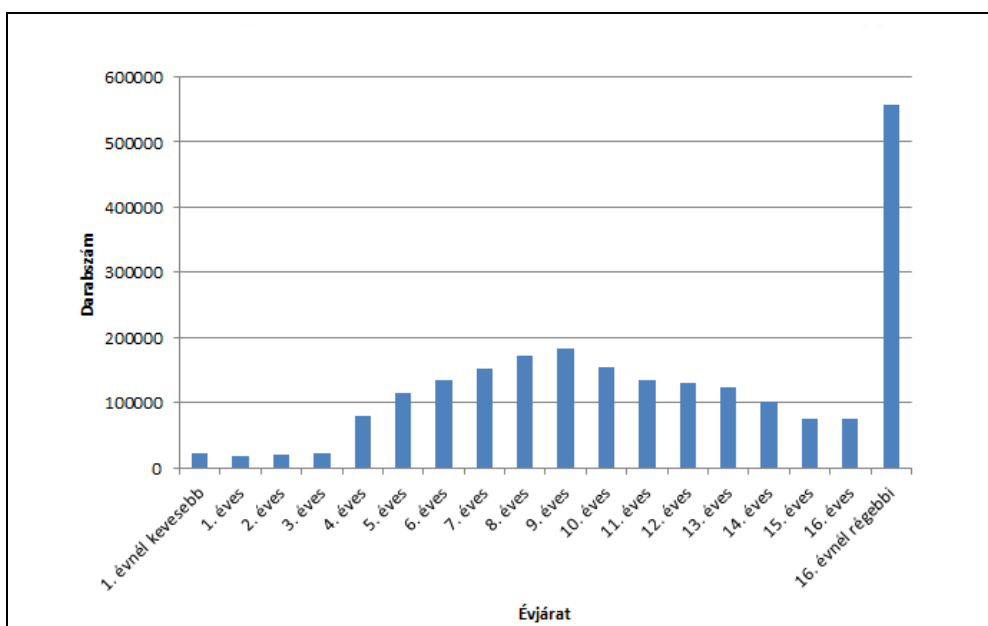
Sajnos az átlagéletkor növekedésével növekszik a károsanyag-kibocsátások nagysága is. Feltételezve, ha a forgalomban lévő személygépkocsik összes darabszáma évente nem változik, a gépkocsik korosodásával egyre jobban közelítik az adott Euro osztályban megadott maximális értékeket, ami az összes kibocsátás növekedését eredményezi.

A statisztikák szerint ugyan valamelyest az előző évekhez viszonyítva növekszik az új autók eladási száma, de ez jelentős javulást az elkövetkező 3-4 évben nem fog jelenteni.

3.2 Gépkocsik évjárat szerinti megoszlása

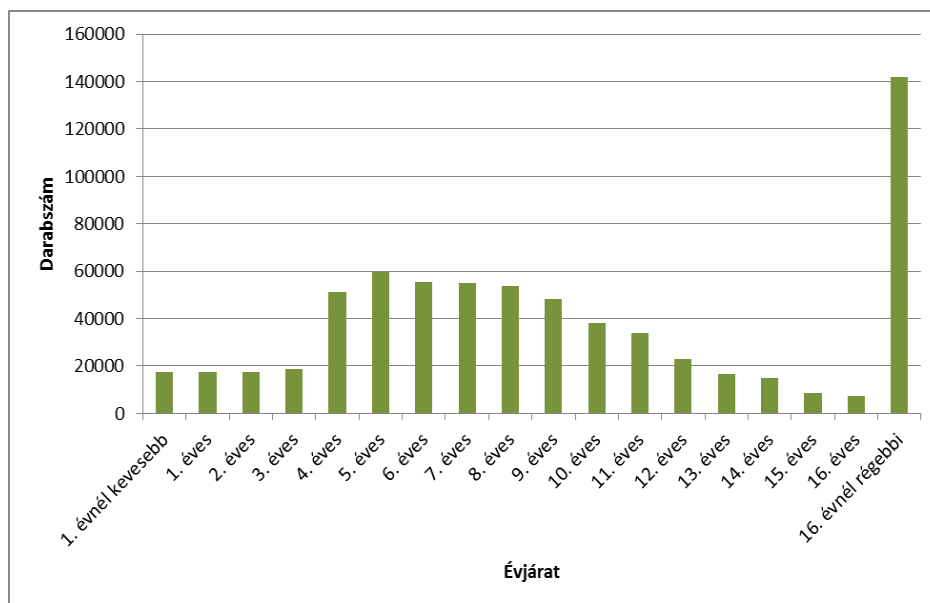
A 15. ábrán megfigyelhető, hogy a 2003-ban forgalomba helyezett, jelenleg 9 éves benzinüzemű gépkocsik száma mutatja az eddigi legnagyobb értéket. A 16 évnél öregebb autók összes létszáma ugyan meghaladja ezt az számot, de ha évekre szét tudnánk bontani, egy-egy évre kevesebb darabszámot kapnánk.

Tehát 2004-től a benzines gépkocsik számának fokozatos csökkenése figyelhető meg, az igazi nagy esés 2009-ben következett be.



15. ábra. Benzinüzemű személygépkocsik évjárat szerinti megoszlása

Dieselizelemű személygépkocsiknál az új autók éves darabszáma 2007-ben érte el az eddigi maximumot, ez a jelenleg 5 éves autókat jelenti. A dieselmotorok fejlődése, a korszerű turbófeltöltők és elektromos injektorok alkalmazása a 2000-es évek elejétől méltó vetélytársává tette a benzinmotorok, amit az emberek az eladások számának növekedésével jutalmaztak.



16. ábra. Dieselüzemű személygépkocsik évjárat szerinti megoszlása

Az új diesel-kocsik eladásának visszaesése a benzinesekhez hasonlóan 2009-ben következett be, ekkor a 2007-es év közel 60 000-es darabszámáról az új eladások száma visszaesett mintegy 19 000 db/éves értékre.

Az elmúlt négy évben az új benzin és diesel személygépkocsik eladásának nagyságrendje kiegyenlítődést mutat. Pl. 2012-ben mintegy 21 000 benzinüzemű és közel 17 500 db dieselüzemű személygépkocsi eladása történt. Míg 2007-ben az újonnan forgalomba helyezett személygépkocsiknak csupán a harmada volt dieselüzemű (1. táblázat).

3.3 Az egyes Euro osztályokba sorolt gépkocsik megoszlása

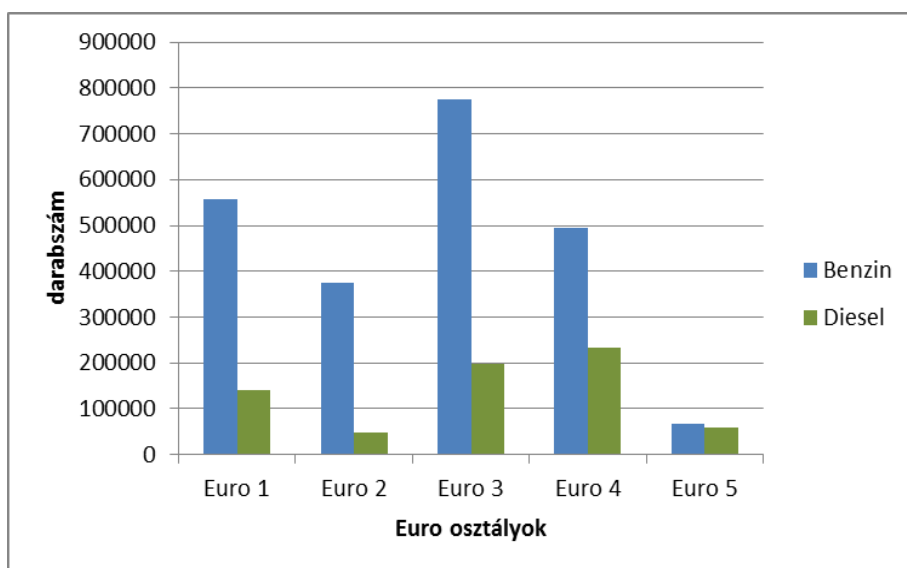
Az egyes Euro osztályok 4-5 éves intervallumokat fognak át. A legtöbb személygépkocsit az Euro 3-as osztály tartalmazza (17. ábra). Jelenleg az összes gépkocsik 33%-a, 970 446 darab tartozik ide. Ez a környezetvédelmi osztály a 7-12 éves, 2000 – 2005 évek között újonnan forgalomba helyezett gépkocsikat jelenti. A 15-16. ábrákból is leolvasható, hogy ezekben az években volt legnagyobb az újonnan forgalomba helyezett gépkocsik darabszáma.

Az Euro 1-es osztály, ami a 16 évnél régebbi személygépkocsikat jelenti az összes gépkocsi közel negyedrészt (23,7%) teszi ki, ez a legkörnyezetszennyezőbb csoport.

Az Euro 4-es csoport szintén megközelítőleg az összes gépkocsiszám negyed része (24,7%), de itt már a dieselmotorok száma a benzines üzeműnek közel fele (47,3%).

Az Euro 5-ös osztályban, ami az érvénybe lévő legszigorúbb kibocsátási normákat tartalmazza, a benzin- és dieselmotorok száma közel azonos. Jelenleg itt található az összes

személygépkocsi 4,25%-a. Az ismert tervek szerint az Euro 5-ös kibocsátási értékekkel 2014. szeptember 1-ig lehet új autót Európában forgalomba helyezni.

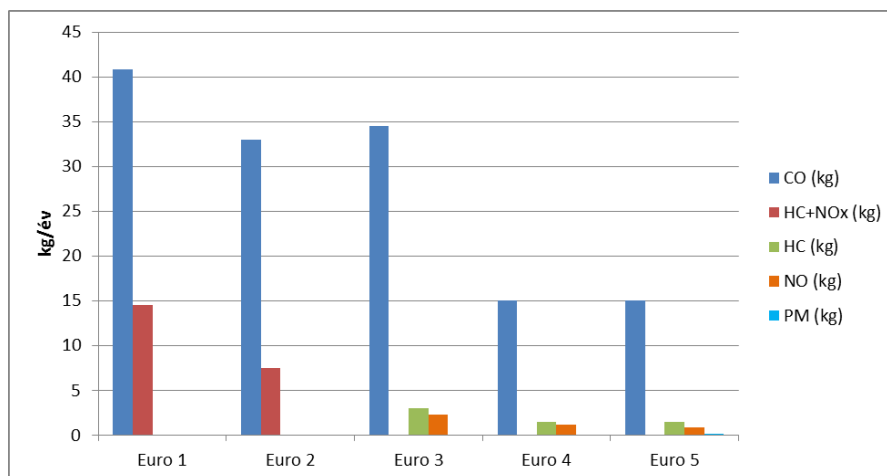


17. ábra. Személygépkocsik Euro osztályok szerinti darabszáma

3.4 Az Euro osztályokhoz tartozó személygépkocsik károsanyag-kibocsátásának összehasonlítása

3.4.1 Benzinüzemű személygépkocsik Euro osztály összehasonlítása

A 18. ábra egy benzinüzemű személygépkocsi egy év alatt maximálisan kibocsátható károsanyag mennyiségeit mutatja a különböző Euro osztályokban. Ezek az értékek határértékek az új autók jelentősen kisebb kibocsátásokat teljesítenek.



18. ábra. Egy benzinüzemű személygépkocsi éves károsanyag-kibocsátása

A műszaki állapot romlásával, a katalizátor, lambdaszonda elhasználódásával egyre növekvő mennyiségű károsanyag távozik. A motor műszaki állapota az adott környezetvédelmi osztályban addig megfelelő, míg a megadott határértékeket nem lépi át.

Az Euro 1-es és Euro 2-es osztályban a szén-monoxid és az elégetlen szénhidrogének plusz nitrogén-oxidok együttes határértékeit adták meg. A 3,5 évvel később, 1996-ban bevezetett Euro 2-es osztályban, a diagramból láthatóan szigorították a határértékeket mindhárom károsanyag esetén.

Az Euro 3-as osztályban az elégetlen szénhidrogének és nitrogén-oxidok határértékeit már külön-külön szabályozták és összértéküket tovább szigorították. Érdekes módon a szén-monoxid kibocsátás területén némi engedményt tettek, vagyis az egy éves kibocsátási szint 33 kg/év-ről 34,5 kg/évre emelkedett.

A 2005-ben bevezetett Euro 4-es osztállynál mindhárom károsanyagnál tovább csökkentették a határértékeket, szén-monoxidnál 56,5%-al, elégetlen szénhidrogénekénél 50%-al és nitrogén-oxidoknál 53%-al.

Az Euro 5-ös osztállynál újabb károsanyag korlátozás jelent meg. Itt már benzinmotoroknál is megadják a részecske kibocsátást (PM), amelynek határértéke 0,075 kg/év az átlagos futásteljesítménnyel számolva. A szén-monoxid és az elégetlen szénhidrogének értékei nem változnak, viszont 25%-al tovább csökken a nitrogén-oxidok kibocsátásának határértéke.

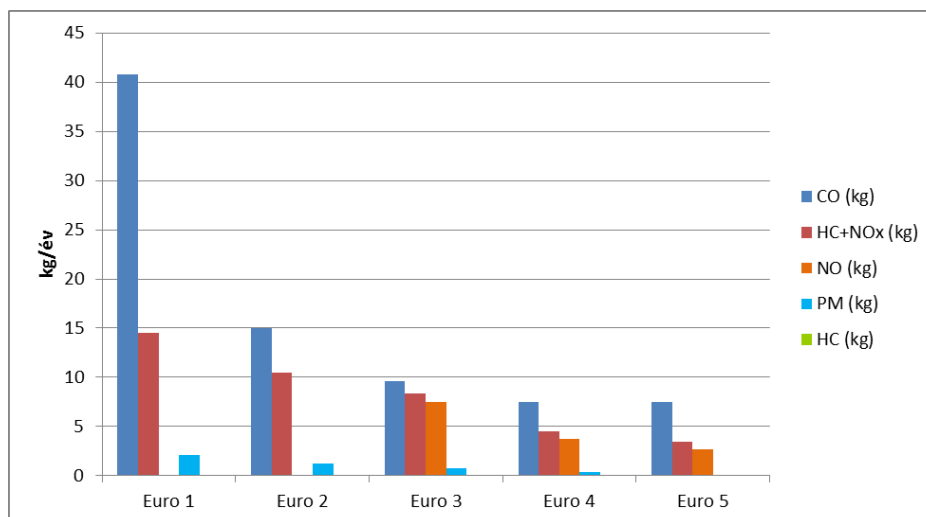
A 2014. szeptemberétől bevezetésre tervezett Euro 6-os osztállynál benzinmotoroknál jelenleg nincs további szigorítás megadva.

3.4.1 Dieselüzemű személygépkocsik Euro osztály összehasonlítása

Az Euro 1-es környezetvédelmi osztályba sorolás bevezetésének időpontja a dieselmotoroknál is a benzinmotorokkal azonos időben 1992. július 1-ével valósult meg.

Az Euro 1-es osztályban mindkét motortípusnál azonos szén-monoxid és elégetlen szénhidrogének plusz nitrogén-oxidok együttes határértékeit adták meg. Dieselmotorokra vonatkozóan további részecske kibocsátás határértéket is be kellett tartani, ami egy autónál az éves futásteljesítményt figyelembe véve 2,1 kg/év nagyságú volt (19. ábra).

Az Euro 2-es osztállynál az Euro 1-essel azonos károsanyagok szerepelnek, de szigorúbb határértékekkel. A szén-monoxid értékét 63%-al, a szénhidrogén plusz nitrogén-oxidok értékét 28%-al, míg a részecske kibocsátást 43%-al csökkentették.



19. ábra. Egy dieselüzemű személygépkocsi éves károsanyag-kibocsátása

Az Euro 3-as osztálynál további károsanyag-kibocsátás szigorításokat határoztak meg, de a nitrogén-oxidok határértékét külön is korlátozták. Ennek megfelelően a szén-monoxid 36%-al, a szénhidrogén + nitrogén-oxid 20%-al, a részecske kibocsátás 37,5%-al csökkent. A nitrogén-oxid maximális értéke éves szinten 7,5kg volt megengedett.

A 2005-ben bevezetett Euro 4-es osztálynál további szigorításokat határoztak meg, a szén-monoxidnál 23%-os, a szénhidrogén + nitrogén-oxid esetében 46,4%-os, a nitrogén-oxidnál 50%-os, a részecske kibocsátásnál 50%-os volt a csökkenés mértéke.

A jelenleg érvényes Euro 5-ös osztálynál a szén-monoxid tartalom nem változott, a szénhidrogén + nitrogén-oxid együttes értéke 23,4%-al, a nitrogén-oxid 28%-al, míg a részecske kibocsátás jelentős mértékkel 80%-al csökkent.

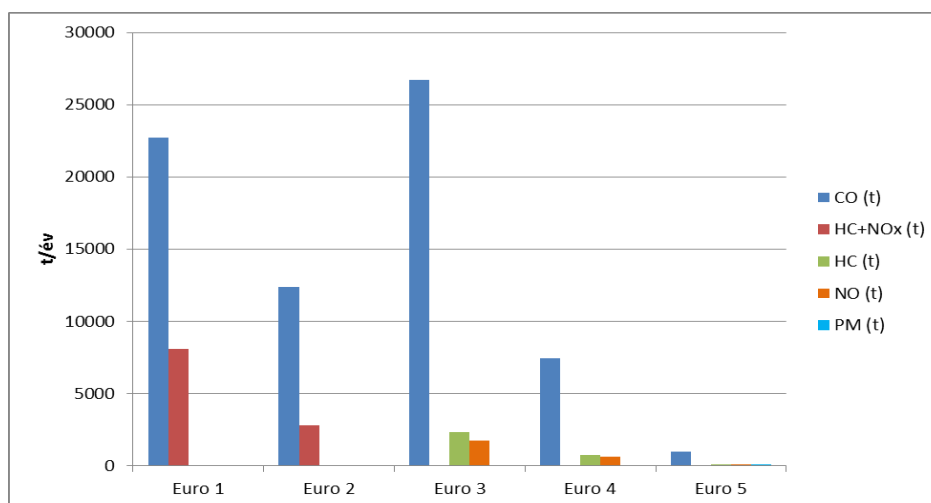
A tervezett Euro 6-os osztálynál szén-monoxid és részecske szigorítást nem alkalmaznak, viszont tovább csökken a szénhidrogén + nitrogén-oxid szint 26%-al és erőteljes mérséklése valósul meg 66%-al a nitrogén-oxid kibocsátásnak.

3.5 Az Euro osztályokba tartozó összes személygépkocsi károsanyag-kibocsátásának elemzése

3.5.1 Benzines személygépkocsik éves károsanyag-kibocsátása

A KSH adatbázisból és az Euro osztályok bevezetésének időpontjaiból, a korábban ismertetett módon meghatároztam az egyes Euro osztályokba tartozó benzin- és dieselüzemű

személygépkocsik darabszámát. A 20. ábrán az összes benzinüzemű személygépkocsi károsanyag-kibocsátása látható az egyes Euro osztályokra vonatkoztatva.



20. ábra. Az egyes Euro osztályokba tartozó összes benzinüzemű személygépkocsi éves károsanyag-kibocsátása

Az Euro 3-as osztályba tartozó gépkocsik szén-monoxid kibocsátása az átlagos futásteljesítménnyel számolva a legnagyobb (~26 700 t/év), annak ellenére, hogy 2,72 g/km bevezető értéket itt már 2,3 g/km értékre szigorították. A viszonylag magas kibocsátás azzal magyarázható, hogy ebben a környezetvédelmi osztályban (7-12 éves) a legmagasabb a személygépkocsik darabszáma.

A következő nagy szén-monoxid kibocsátó osztály az Euro 1-es. Itt a még megengedett magas (2,72 g/km) értékek és a második legnépesebb darabszám miatt magas az éves emissziós érték (~22 700 t/év).

Az Euro 2-es osztályba a harmadik legmagasabb érték 12 385 t/év szén-monoxid mennyiség az előzőkhöz viszonyítva közel felére csökken, ami a jelentősen kevesebb darabszám miatt adódik.

Az Euro 4-es osztálynál már további jelentős szén-monoxid csökkenés figyelhető meg, ami a kibocsátási érték drasztikus szigorításával magyarázható (2,3 g/km-ról 1,0 g/km-re), annak ellenére, hogy a gépkocsik száma közel félmillió.

Az Euro 5-ös osztályba a szén-monoxid értéken nem szigorítottak tovább, az alacsony éves kibocsátási szint (993 t/év) az aránylag kevés gépkocsi számmal magyarázható (~66 000 db). Igaz ez a darabszám 2014. szeptemberéig még jelentősen is változhat.

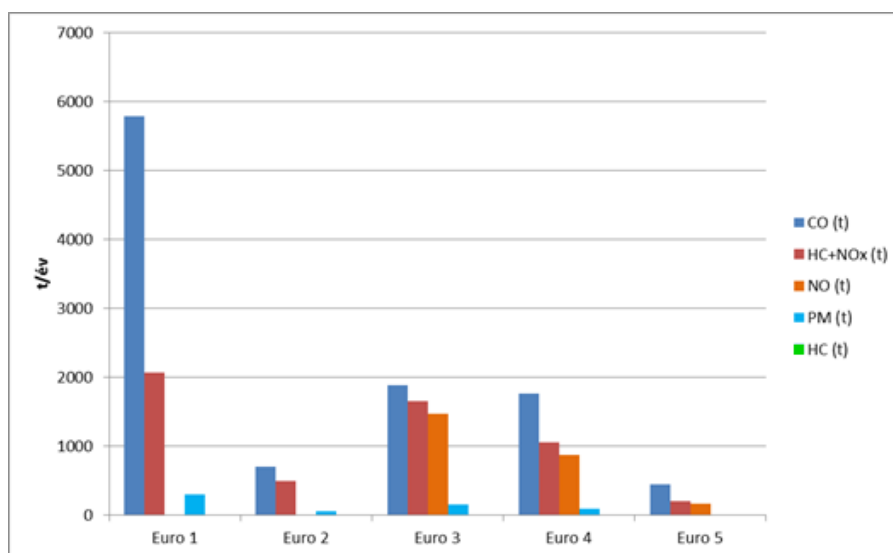
A nitrogén-oxid és a szénhidrogén kibocsátás fokozatos szigorításával az éves értékek folyamatos csökkenése figyelhető meg (~8 100 t/évről ~160 t/évre).

Az Euro 5-ösnél megjelenik a részecske kibocsátása is, ami a jelenlegi gépkocsiszámot figyelembe véve csupán ~5 t évente. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy az előző Euro osztályokban nincs ilyen kibocsátási érték, csupán ekkor még nem korlátozták.

3.5.2 Dieseles személygépkocsik éves károsanyag-kibocsátása

Dieselüzemű személygépkocsiknál az Euro 1-es osztály a legnagyobb szén-monoxid szennyező (~5 780 t/év) (21. ábra). Igaz, hogy darabszámot tekintve csak a harmadik legtöbb gépkocsi tartozik ide (~140 000 db), de a megengedett kibocsátási érték messze a legnagyobb (2,72 g/km).

Az Euro 2-es osztálytól bevezetett szigorítás már csak 1,0 g/km szén-monoxid értéket engedélyezett, amihez még szerény gépkocsi darabszám tartozott, ezért éves szinten a kibocsátás a 705 t/év nagyságot alig érte el.



21. ábra. Az egyes Euro osztályokba tartozó összes dieselüzemű személygépkocsi egy éves károsanyag-kibocsátása

Az Euro 3-as osztálynál az Euro 2-hez viszonyítva magasabb éves szén-monoxid értékek figyelhetők meg (1 890 t/év), annak ellenére, hogy további szigorításokat vezettek be (0,64

g/km). Ennek magyarázata a dieseles személygépkocsik számának erőteljes növekedése az Euro 2-esben lévő ~47 000 db-ról ~196 000 db-ra.

Az Euro 4-es osztályban a további darabszám növekedés és a szén-monoxid kibocsátás csökkentése összességében kisebb emissziós érték mérséklődést eredményezett (1 755 t/év).

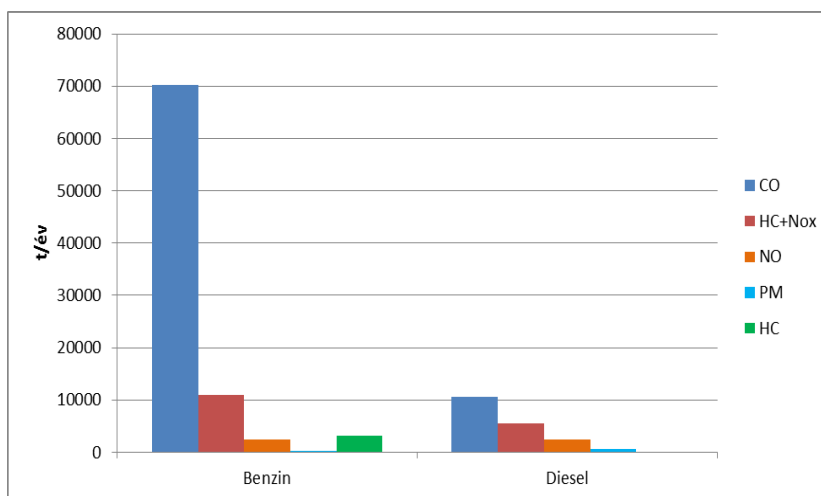
Az Euro 5-ös osztály éves kibocsátási szintje a benzines gépkocsikhoz hasonlóan a viszonylag csekély darabszámnak köszönhetően a legkisebb (442 t/év).

A nitrogén-oxidok, a szénhidrogének és a részecske éves mennyisége a szén-monoxid tendenciáját követi, szintén a fokozatos szigorítások és a gépkocsi darabszámok növekedése alakítja a kibocsátási értékeket, amit a 21. ábrán követhetünk nyomon.

4. Eredmények, következtetések és megállapítások

4.1 Személygépkocsik összes károsanyag-kibocsátása

Az előző fejezet vizsgálataiban a benzin- és dieselüzemű személygépkocsik Euro osztályok szerinti károsanyag-kibocsátását elemeztem. E fejezetben az összes károsanyag-kibocsátással kapcsolatban szeretnék következtetéseket levonni, bemutatva a benzin- és dieselüzemű járművek emissziós értékei közötti különbségeket.



22. ábra. Benzin- és dieselüzemű személygépkocsik éves károsanyag-kibocsátása

A 22. ábra a benzin- és dieselüzemű személygépkocsik éves összesített károsanyag-kibocsátását szemlélteti.

A benzinüzeműek szén-monoxid emissziója a dieselesek kibocsátásának közel hétszerese, ~70 200 t/év. Ez a nagy eltérés a két motortípus működésének különbségéből adódik. A dieselmotor minden üzemállapotban légfesleggel dolgozik, ezért a megengedett kibocsátás határértéke a legszigorúbb Euro osztályokban is a benzinmotorénak csupán fele (0,5 g/km).

Az együttes nitrogén-oxid és szénhidrogén értékek, amelyek az egyes Euro osztályokban szerepelnek szintén a benzinmotoroknál mutatnak közel kétszeres mennyiséget (~10 900 t/év), annak ellenére, hogy ezen határértékek benzinüzeműnél csak az Euro 1 és 2 osztályokban kerültek szabályzásra. A jelentős különbség a benzinüzemű személygépkocsik nagyobb számával magyarázható, számuk jelenleg mintegy 3,33 szorosa a dieselüzemű személygépkocsikénak, ami közel 2 257 000 db.

A nitrogén-oxidok összes éves kibocsátása közel van egymáshoz benzines (2 395 t/év) és dieseles (2 510 t/év) üzem esetén. Benzines üzemnél ugyan szigorúbbak a határértékek, de a nagyobb darabszám miatt az összes nitrogén-oxid kibocsátási értékek kiegyenlítődnek.

A részecske kibocsátás a dieselmotorok esetében nagyságrendekkel nagyobb, 593 t/év, míg benzineseknél csupán ~5 t/év.

A benzinmotoroknál az Euro 3-as osztálytól az elégtelen szénhidrogén kibocsátást külön szabályozzák, ez a jelenlegi gépkocsi állománynál 3 162 t/éves értékű.

A benzin- és dieselmotorok éves kibocsátási értékeit külön-külön összeadva benzineseknél 86 677 t/év, dieselüzemnél pedig 19 140 t/év károsanyag emisszió adódik. A fentiekből következik, hogy a jelenlegi személygépkocsi állományt vizsgálva a benzinüzemű gépkocsik 4,52-szer több káros anyagot bocsátanak ki, mint dieselüzemű társaik.

4.2 Általános megállapítások

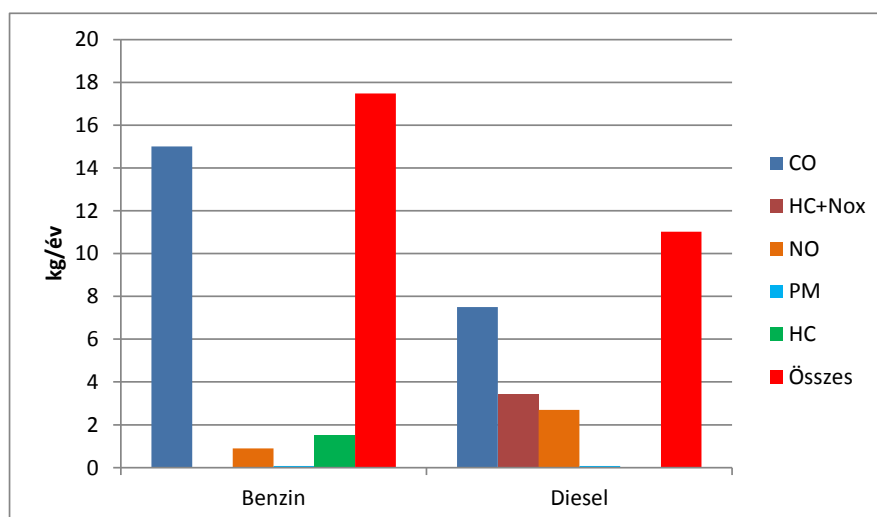
Jelenleg hazánk személygépkocsi állománya összesen ~105 817 tonna károsanyagot bocsát ki a levegőbe évente. Ez a mennyiség nem csak az egyre növekvő gépjármű parknak köszönhető, hanem annak is, hogy a közutakon még mindig nagy számban megtalálhatóak azok a 16 évnél idősebb járművek (23,7%), melyek az Euro 1-es, azaz a legszennyezőbb kategóriába sorolhatóak.

A legnagyobb mennyiségben az Euro 3-as osztályban helyet foglaló személygépkocsik vannak forgalomban Magyarországon, ez a 2000 és 2005 között gyártott autókat foglalja magába. Ennek az osztálynak a második legnagyobb a károsanyag-kibocsátása annak ellenére, hogy az itt található kibocsátási normák jóval szigorúbbak, mint a kezdő Euro 1-es, vagy Euro 2-es kategóriáé.

Sajnos a legkevésbé szennyező, azaz a legszigorúbb normákat felsorakoztató osztályban, az Euro 5-ösben található a legkevesebb személygépkocsi. Ennek egyik oka a 2008-ban kiobbant világméretű gazdasági válság. Több statisztikából is kiderül, hogy az ezt követő években az újautó vásárlás drasztikus mértékben csökkent. Ennek eredménye képen, a hazai gépkocsipark átlagéletkora folyamatosan emelkedik (jelenleg 13,5 év), mivel nem jelennek meg a forgalomban azok az új autók, melyek a statisztikát javítani tudnák. Az idősödő, lassan elavuló és egyre rosszabb technikai állapot miatt a károsanyag-kibocsátás növekszik, és a régi autókat nem váltják le az új, korszerű és környezetkímélőbb személygépkocsik.

A jelenleg érvényes Euro 5-ös osztályba tartozó benzin- és dieselüzemű személygépkocsi egy éves károsanyag-kibocsátását a 23. ábra szemlélteti. A benzin- és dieselmotoroknál továbbra is az engedélyezett szén-monoxid kibocsátási szint a legmagasabb, benzinüzemnél kétszeres a határérték. A nitrogén-oxidok engedélyezett szintje a benzinüzemnél a dieselüzem harmada. Elégtelen szénhidrogén kibocsátását benzinüzemnél külön szabályozzák, míg dieselüzemben együttes nitrogén-oxid és szénhidrogén értéket adnak meg, ami a legnagyobb megengedett nitrogén-oxid kibocsátásnál a benzinmotorokénak a fele lehet.

A 23. ábrán piros színnel jelzett oszlop nagysága az összes megengedett károsanyag-kibocsátással arányos. Ebből az következik, hogy egy dieselmotoros személygépkocsi károsanyag-kibocsátása a legkedvezőtlenebb esetben is a benzinmotorokénak csak a 63%-a.



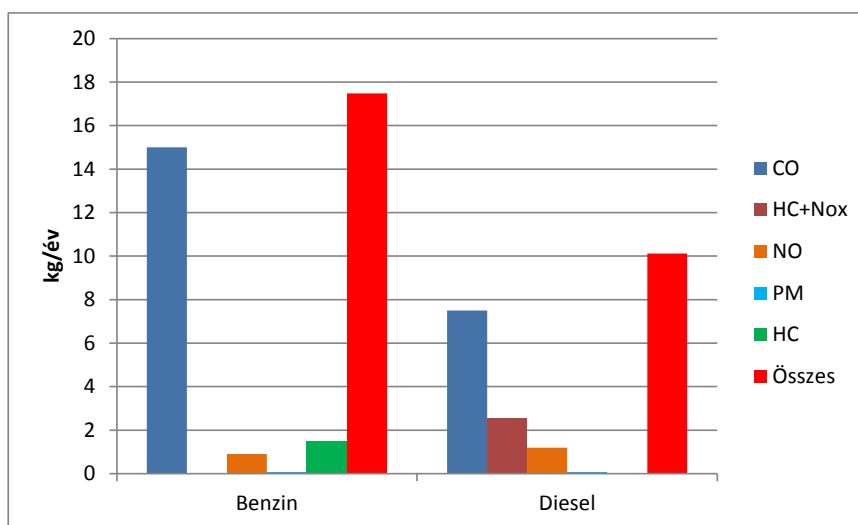
23. ábra. Euro 5-ös osztályban egy benzines és dieseles személygépkocsi egy éves károsanyag-kibocsátása

A 24. ábra a 2014. szeptemberétől bevezetésre tervezett Euro 6-os osztályban mutatja egy benzin- és dieselmotor egy éves károsanyag-kibocsátási maximumait.

Benzinmotoroknál nem terveznek jelenleg további szigorítást, viszont dieselüzem esetén a nitrogén-oxidokat 50%-al, míg az elégtelen szénhidrogének és nitrogén-oxid együttes határértékét 26%-al csökkentik.

Ez a jelentős kibocsátás csökkenés tovább javítja a dieselmotorok javára az összes károsanyag emissziót, ami a dieselüzem környezetkímélő jellegét tovább erősíti. Ebben az esetben a dieselmotorok károsanyag-kibocsátása a benzinesekének csupán 58% lesz.

Dieselmotornál a nitrogén-oxidok e szigorú határértékét már nem konstrukciós fejlesztéssel, hanem a katalizátor elé folyamatos „AdBlue” adalékolással tervezik megvalósítani.



24. ábra. Euro 6-os osztályban egy benzines és dieseles személygépkocsi egy éves károsanyag-kibocsátása

Az „AdBlue” adalékolás mennyisége teljesítményigény függvényében történik. Általában a mennyisége a gázolaj 4-7%-a. A nitrogén-oxidok katalitikus redukciója mellett a motor hatásfoka javul, mint egy 2-3% üzemanyag fogyasztás csökkenés érhető el.

Az „AdBlue” adalék ára jelenleg 113 Ft/liter. Egy átlagos dieselmotor esetében vizsgálva, amelynek fogyasztása 6 liter/100 km, 6-7 forinttal emeli a költségeket 1 liter gázolajra vetítve, ami 100 km-enként közel 40 Ft-os plusz költséget jelent. A gázolaj világpiaci áringadozása szinte hetente eléri a néhány forintos értéket, ezért kimondhatjuk, hogy az Euro 6-os osztály bevezetésénél tervezett folyamatos adalékolás alig észrevehető módon befolyásolja a dieselüzem üzemeltetési költségeit.

Összefoglaló

Manapság egyre égetőbb problémát jelent a már sajnos hatalmas méreteket öltő környezetszennyezés, ezen belül is a légszennyezés, mely megkeseríti az emberek mindennapjait, főleg azoknak, akik forgalmas városokban, utak mellett laknak. A légszennyezés legjobban tapasztalható jele a szmog, de emellett még számos problémát magában foglal, mint a savas eső és az emberi szervezetre gyakorolt súlyos károsító hatás, amelynek egyik fő okozója, az ipari kibocsátáson kívül, a közlekedés.

A belsőégésű motorok működésük során szénhidrogént, szén-monoxidot, különböző nitrogén-oxidokat és koromrészecskéket termelnek. A kipufogógáz károsanyag tartalmát az Európai Unió által hozott rendeletek szabályozzák, melyek kiterjednek az összes tagállamra. Az Unió határain kívül, más országokban is léteznek szabályozások. Legtöbb esetben az EU által meghatározott kibocsátási osztályokat alkalmazzák azzal a különbséggel, hogy az eredeti bevezetési időpontokat megváltoztatva, később léptetik hatályba azokat. Ezzel ellentétben, az USA-nak saját szabályozási rendeletei vannak, míg Japán inkább a gépjárművek fogyasztását korlátozza, mintsem a károsanyag-kibocsátásukat.

Dolgozatomban a belsőégésű motorok károsanyag-kibocsátásának elemzéshez a KSH nyilvános tájékoztatási adatbázisát használtam. A szükséges adatokat a „2008-2012, 2006-2011 és 2000-2005 közúti gépjárműállomány” megnevezésű adatbázis feldolgozása során nyertem ki. Az adatbázisokból meghatároztam Magyarország személygépjármű állományának korcsoport szerinti eloszlását. A következő lépésben meghatároztam, hogy az egyes Euro osztályokba mennyi benzinüzemű és dieselüzemű személygépjármű tartozik. Ezt követően meg kellett állapítani, hogy egy személygépkocsi 1 év alatt mennyi károsanyagot bocsát ki. Ehhez az Euro kibocsátási normákat és Magyarországon a személygépkocsik jelenleg becsült 15 000 km/év átlagos futásteljesítményét vettem alapul.

A vizsgálat során elsőként Magyarországon a személygépkocsik átlagéletkorának változását elemeztem, ami jól mutatja az ország gazdasági helyzetének alakulását. A legkisebb, 10,3 átlagéletkor a 2008-as évben volt, majd ezt követően meredeken romlott, jelenleg 13,5 év ez az érték. Az átlagéletkor növekedése sajnos a motorok károsanyag-kibocsátásának emelkedését vonja maga után. A statisztikák szerint ugyan valamelyest az előző évekhez

viszonyítva növekszik az új autók eladási száma, de ez komoly javulást az elkövetkező 3-4 évben nem fog jelenteni.

A benzinüzemű személygépkocsik évjárat szerinti megoszlásánál megfigyelhető, hogy a 2003-ban forgalomba helyezett, jelenleg 9 éves gépkocsik száma mutatja az eddigi legnagyobb értéket. A 16 évnél öregebb autók összes létszáma ugyan meghaladja ezt az számot, de ha évekre szét tudnánk bontani, egy-egy évre kevesebb darabszámot kapnánk. Tehát 2004-től a benzines gépkocsik számának fokozatos csökkenése figyelhető meg, az igazi nagy esés 2009-ben következett be. Dieselüzemű személygépkocsiknál az új autók éves darabszáma 2007-ben érte el az eddigi maximumot, ez a jelenleg 5 éves autókat jelenti. Az elmúlt négy évben az új benzin és diesel személygépkocsik eladásának nagyságrendje kiegyenlítődést mutat.

Az egyes Euro osztályok 4-5 éves intervallumokat fognak át. Az elemzés során megállapítottam, hogy a legtöbb személygépkocsit az Euro 3-as osztály tartalmazza. Jelenleg az összes gépkocsik 33%-a tartozik ide. Ez a környezetvédelmi osztály a 2000 – 2005 évek között újonnan forgalomba helyezett gépkocsikat jelenti.

Összehasonlítást végeztem az egyes Euro osztályokhoz tartozó összes személygépkocsi károsanyag-kibocsátásának nagysága és darabszáma alapján és megállapítottam, hogy benzin- és dieselmotoroknál egyaránt az Euro 1-es osztályba tartozók a legnagyobb károsanyag-kibocsátók (30 805 t/év és 8 141 t/év).

Dolgozatomban elvégeztem a benzin- és dieselüzemű személygépkocsik éves összesített károsanyag-kibocsátásának összehasonlítását is. Megállapítottam, hogy a benzin- és dieselmotorok éves kibocsátási értékeit külön-külön összeadva benzineseknél 86 677 t/év, dieselüzemnél pedig 19 140 t/év károsanyag emisszió adódik. A fentiekből következik, hogy a jelenlegi személygépkocsi állományt vizsgálva a benzinüzemű gépkocsik 4,52-szer több káros anyagot bocsátanak ki, mint dieselüzemű társaik.

Jelenleg hazánk személygépkocsi állománya összesen ~105 817 tonna károsanyagot bocsát ki a levegőbe évente. Ez a mennyiség nem csak az egyre növekvő gépjármű parknak köszönhető, hanem annak is, hogy a közutakon még mindig nagy számban megtalálhatóak azok a 16 évnél idősebb járművek (23,7%), melyek az Euro 1-es, azaz a legszennyezőbb kategóriába sorolhatóak.

Elemzést végeztem a 2014-ben bevezetésre tervezett Euro 6-os osztályra vonatkozóan is. Benzinmotoroknál nem terveznek jelenleg további szigorítást, viszont dieselüzem esetén a nitrogén-oxidokat 50%-al, míg az elégetlen szénhidrogének és nitrogén-oxid együttes határértékét 26%-al csökkentik. Ezzel a jelentős csökkentéssel a dieselmotorok károsanyag-kibocsátása a benzinesekének csupán 58%-a lesz.

Dieselmotornál a nitrogén-oxidok e szigorú határértékét a katalizátor elé folyamatos „AdBlue” adalékolással tervezik megvalósítani. Az „AdBlue” adalék egy átlagos dieselmotor esetében vizsgálva, 6-7 forinttal emeli a költségeket 1 liter gázolajra vetítve, ami 100 km-enként közel 40 Ft-os plusz költséget jelent. A gázolaj világpiaci árát tekintve kimondhatjuk, hogy az Euro 6-os osztály bevezetésénél tervezett folyamatos adalékolás elenyésző módon befolyásolja a dieselmotor üzemeltetési költségeit.

Tudományos diákköri dolgozatomban próbálom felhívni a figyelmet az egyre súlyosbodó környezetszennyezésre, majd bemutatom a hazai személygépkocsi állomány károsanyag-kibocsátását. A vizsgálatok során elvégzett elemzésekkel még nem találkoztam sem a szakirodalomban, sem egyéb publikált anyagokban, ezért is tartottam fontosnak az egyes Euro osztályokhoz tartozó hazai személygépkocsik darabszám szerinti besorolását és emissziós értékeik elemzését. Bízom abban, hogy sikerült olyan megállapításokat megfogalmazni, amelyek sokak számára új és hasznos információkkal szolgálnak.

Irodalomjegyzék

1. Bitay E. – Török Á. (2006): A Közúti közlekedés által okozott károsanyag kibocsátás és klímaváltozás becslése, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka 11, Kolozsvár
2. Brisley, R. J. – Gagneret, P. – Lox, E. – Rickert, G. (1993): A brief survey of the emissions performance of passenger cars in the UK, Transport Research Laboratory, Wokingham, UK
3. Bukovinszky M. (2008): Diesel motorok felépítése és működési elve I., Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest
4. Bukovinszky M. (2008): Otto motorok felépítése és működési elve I., Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest
5. Csizmadia F. (2005): Géptan, Tankönyvmester Kiadó, Budapest
6. Davies, M. J. – Blaikley, D. C. W. – Jorgensen, N. – Webster, D. E. – Wilkins, A. J. J. (1993): Catalytic control of diesel particulate emissions, Transport Research Laboratory, Wokingham, UK
7. Dezsényi G. – Emőd I. – Finichiu L. (1992): Belsőégésű motorok tervezése és vizsgálata, Tankönyvkiadó, Budapest
8. Dezsényi G. – Emőd I. – Finichiu L. (1999): Belsőégésű motorok, Nemzetközi Tankönyvkiadó, Budapest
9. Dunne, J. M. – Greening , P. J. (1993): European emission standards to the year 2000, Transport Research Laboratory, Wokingham, UK
10. Fülöp Z. (1990): Belsőégésű motorok, Tankönyvkiadó, Budapest
11. Kalmár I. - Stukovszky Zs. (1998): Belsőégésű motorok folyamatai, Műegyetemi kiadó, Budapest
12. Laczó F. (2008): Bioüzemanyagok előállításnak lehetőségei Magyarországon, Környezettudományi Központ, Budapest
13. Lakatos I. – Nagyszokolyai I. (1996): Elektronikus dízelszabályozás, NOVADAT, Győr
14. Lakatos I. – Nagyszokolyai I. (1997): Gépjármű-környezetvédelmi technika és diagnosztika I., NOVADAT, Győr
15. Lakatos I. – Nagyszokolyai I. (2006): Gépjármű-diagnosztika (2. átdolgozott kiadás), Tankönyv, Képzőművészeti Könyvkiadó, Budapest
16. Lakatos I. (1994): Gépjármű motorok szelepvezérlése, AJAKSZ Szakkönyvtár, Győr
17. Lakatos I. (2005): OBD, EOBD (fedélzeti diagnosztika), Minerva-Sop Bt., Győr

18. Lakatos I. (2008): Belsőégésű motorok emissziótechnikája, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest
19. Lakatos I. –Nagyszokolyai I. (1998): Gépjármű-környezetvédelmi technika és diagnosztika II., NOVADAT, Győr
20. Lakatos I. –Nagyszokolyai I. (2012): Gépjárművek üzeme I., Typotex Kiadó, Budapest
21. Szaller L. (1995): Gépjárművek üzemanyagellátó berendezései I., Bánki Donát Műszaki Főiskola Gépészeti és Rendszertechnika Tanszék
22. Vas A. (1997): Belsőégésű motorok az autó- és traktortechnikában, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
23. Vas A. (2005): Belsőégésű motorok szerkezete és működése, Szaktudás Kiadó Ház Rt., Budapest

Internetes források

1. www.autogaz-szerviz.hu
2. www.dieseln.net
3. www.legszenyez.es.hu
4. www.zoldauto.info
5. <http://www.pappas.hu/aktualis/news/detail/adblue---koernyezetvedelem---minimalis-aron--nid51721>

Ábrajegyzék

1. ábra. Oxidációs katalizátor vázlata.....	11
2. ábra. Kétágyas katalizátor.....	11
3. ábra. Három komponensre ható katalizátor.....	12
4. ábra. A korszerű katalizátorok felépítése.....	13
5. ábra. A hordozó felületét borító réteg.....	14
6. ábra. Feszültséggenerátor-lambdaszonda.....	15
7. ábra. Szélessávú (planár) lambdaszonda.....	16
8. ábra. Kipufogógáz visszavezetés.....	17
9. ábra. Szekunderlevegő rendszer.....	18
10. ábra. NOx-tároló katalizátor.....	19
11. ábra. Szelektív katalitikus redukció (SCR).....	20

12. ábra. Kerámiaszűrő.....	21
13. ábra. Szinterfém részecskeszűrők.....	22
14. ábra. Személygépkocsik átlagéletkorának változása.....	29
15. ábra. Benzinüzemű személygépkocsik évjárat szerinti megoszlása.....	30
16. ábra. Diesel üzemű személygépkocsik évjárat szerinti megoszlása.....	31
17. ábra. Személygépkocsik Euro osztályok szerinti darabszáma.....	32
18. ábra. Egy benzinüzemű személygépkocsi éves károsanyag kibocsátása.....	32
19. ábra. Egy dieselüzemű személygépkocsi éves károsanyag kibocsátása.....	34
20. ábra. Az egyes Euro osztályokba tartozó összes benzinüzemű személygépkocsi egy éves károsanyag-kibocsátása.....	35
21. ábra. Az egyes Euro osztályokba tartozó összes dieselüzemű személygépkocsi egy éves károsanyag-kibocsátása.....	36
22. ábra. Benzin- és dieselüzemű személygépkocsik éves károsanyag kibocsátása.....	38
23. ábra. Euro 5-ös osztályban egy benzines és dieseles személygépkocsi egy éves károsanyag-kibocsátása.....	40
24. ábra. Euro 6-os osztályban egy benzines és dieseles személygépkocsi egy éves károsanyag-kibocsátása.....	41

Táblázatjegyzék

1. táblázat. A személygépkocsikra vonatkozó kibocsátási normák.....	24
2. táblázat. A személygépkocsik darabszáma életkor szerint.....	25
3. táblázat. A személygépkocsik darabszáma Euro osztályok szerint bontva.....	26
4. táblázat. Egy benzinüzemű személygépkocsi egy éves károsanyag-kibocsátása.....	27
5. táblázat. Egy dieselüzemű személygépkocsi egy éves károsanyag-kibocsátása.....	27
6. táblázat. Az összes benzines személygépkocsi károsanyag-kibocsátása 1 évre vonatkoztatva	28
7. táblázat. Az összes dieseles személygépkocsi károsanyag-kibocsátása 1 évre vonatkoztatva.....	28

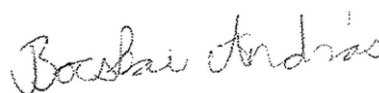
Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni, Dr. Mészáros Miklós főiskolai docensnek, témavezetőmnek a tudományos diákköri dolgozatom elkészítéséhez nyújtott segítségét.

NYILATKOZAT

Nyilatkozom és aláírásommal igazolom, hogy a TDK dolgozat saját munkám eredménye. A felhasznált irodalmat korrekt módon kezeltem, a TDK dolgozatra vonatkozó jogszabályokat betartottam.

Szarvas, 2013. október 31.



.....
Bocskai András

Konzulensi nyilatkozat

A szakdolgozat készítőjének konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem és azt bírálatra kiküldeni javaslom.

Szarvas, 201... ..

.....
konzulens