

A CO₂-kibocsátás csökkentése optimalizált belső égésű motorokkal

A belső égésű motor a jövőben továbbra is fő szerepet tölt be a személyi mobilitás terén, és hozzá kell járulnia a klímaváltozás megakadályozásához, illetve korlátozott fosszilis tüzelőanyag-tartalékaink megővéséhez. Ez a következtetés vonható le azon tanulmányokból, amelyeket saját piackutatónk, valamint külső szakértők végeztek el a globális járműpiac fejlődéséről.

Előrejelzésünk szerint 2020-ra a személyautók és a kisteherautók iránti kereslet eléri az évi 104 millió darabot. Ebből mindössze 3 millió lesz teljesen elektromos meghajtású vagy plug-in hibrid jármű. További 6 millió darabot tesznek majd ki a belső égésű és elektromos motorral is rendelkező hibridek. Más szavakkal, 2020-ban megközelítőleg 100 millió új járművet értékesítenek majd belső égésű motorral.

Előrejelzésünk azt is megmutatja, hogy a tavaly értékesített 71 millió belső égésű motorral szerelt új autónál 30 millióval többet adnak majd el 2020-ban. Vagyis a belső égésű motorral rendelkező járművek piaca bő 40 százalékkal növekszik az elkövetkező 10 év során.

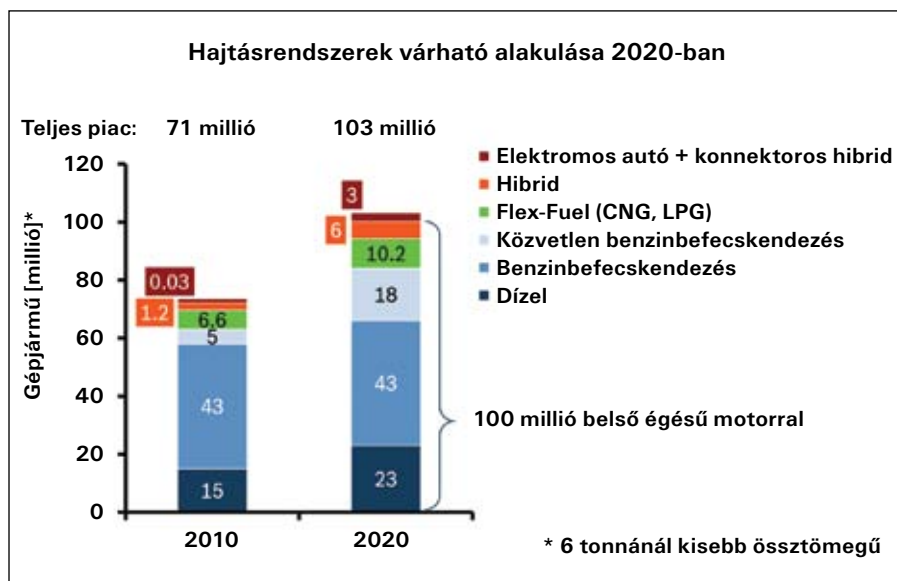
Ennek ellenére mégis miként bízhatunk abban, hogy elérjük a környezet védelmére irányuló és a fosszilis tüzelőanyag-tartalékok megőrzését célzó törekvéseinket? A válasz könnyű: a teljesen elektromos meghajtású, illetve plug-in hibrid járművek becsült piaci részesedésük szerint mindössze 3 százalékkal járulnak majd hozzá a CO₂-kibocsátás csökkentéséhez. Így tehát az új járművek belső égésű motorral szerelt 97 százaléka játszik döntő szerepet. A mérnökökre nehezedő nyomás pedig egyre csak nő, ahogy az elkövetkező tíz év során világszerte csökkennek majd a CO₂-kibocsátás célértékei.

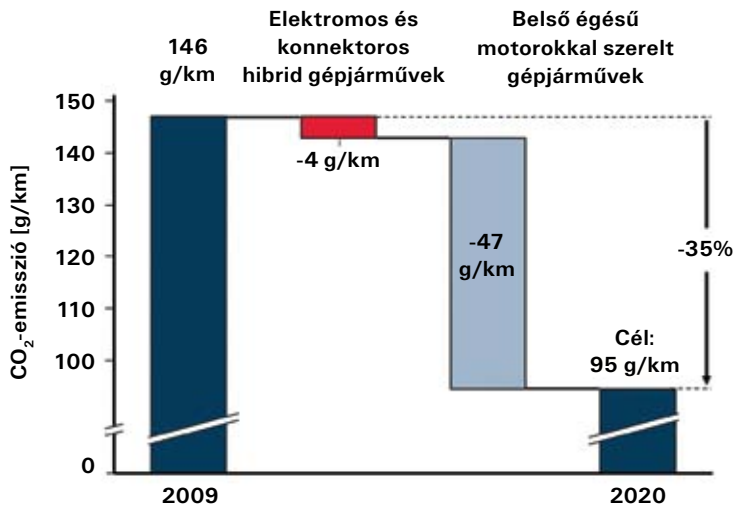
Napjainkban a világ számos országában kölcsönösen megállapított vagy törvényileg szabályozott határértékek vonatkoznak a CO₂-kibocsátásra. 2009-ben egy átlagos személyautó Európában 146 gramm szén-dioxidot bocsátott ki kilométerenként. Az Európai Bizottság azt a célt tűzte ki tagállamai számára, hogy 2015-re 11 százalékkal, 130 grammra csökkentsék ezt az értéket. 2020-ra pedig még tovább, 95 grammra kell csökkenteni a CO₂-kibocsátást, ami a 2009-es szinthez képest 35 százalékos csökkenést jelent. A bizottság célja, hogy 2025-ben egy átlagos új jármű 70 gramm szén-dioxidot bocsásson ki kilométerenként. Ez megközelítőleg száz kilométerenként háromliteres benzin- vagy 2,6 literes gázolajfogyasztásnak felel meg, ami bő 50 százalékkal kevesebb a mai átlagnál. A bizottság a 3,5 tonna össztömeg alatti kisteherautók számára is állapított meg célértéket 2020-ra. A meghatározott 147 grammos kilométerenkénti CO₂-kibocsátás megközelítőleg 30 százalékos csökkenést jelent.

A helyi körülményektől függően az egyes piacok eltérnek a CO₂-kibocsátás csökkentése érdekében alkalmazott lépések műszaki megközelítésében. Brazíliában például fontos szerepet tölt be a flex-fuel technológia. Hatalmas földterületeket állítottak a cukornádtermesztés szolgálatába, amelyet etanolból alakítanak. Ez az etanol alternatívaként

szolgál a kőolajból előállított tüzelőanyagokkal szemben. A tény, hogy ez az tüzelőanyag megújuló nyersanyagokból készül, azt jelenti, hogy számottevő kedvező hatást gyakorol a CO₂-egyensúlyra. Az Egyesült Államokban egyre több olyan flex-fuel járművet helyeznek forgalomba, amelyek benzin és etanol akár 85 százalékos keverékével is képesek üzemelni. Más országokban és régiókban is kihasználják a biogenikus és a fosszilis tüzelőanyagok elegyítésének környezetvédelmi előnyeit, 5–20 százalékos keverési aránnyal a benzin és a gázolaj esetében egyaránt. A jövőben a szerves hulladékon alapuló szintetikus tüzelőanyagok is jelentőséghez jutnak majd.

Európában az autósok és a járműipar a dízelüzemet tartják megoldásnak, a járművek fele alkalmazza ezt a tüzelőanyag-hatékony, ugyanakkor kis CO₂-kibocsátással járó technológiát. India szintén erős piacot jelent a dízelüzemű járművek számára. Az Egyesült



A CO₂-csökkenés hajtásrendszer szerinti megoszlása 2020-ig az EU-ban


kap dízelmotort. Összességében a piac dízelmotor felé történő elmozdulására, illetve az elektromos járművek számának növekedésére számítunk, mivel a kínai kormány is törekszik a kis CO₂-kibocsátással járó mobilitás elérésére, bár előnyben részesített technológia meghatározása nélkül.

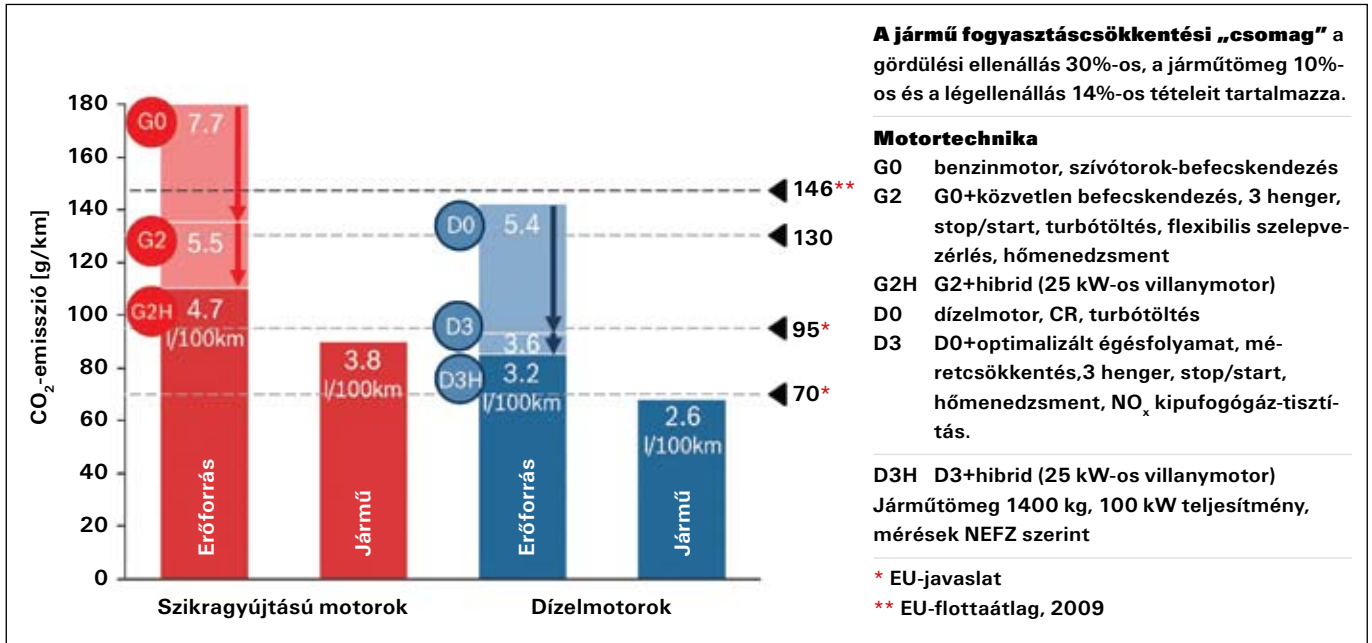
Noha a környezetvédelmi szempontból legkedvezőbb jármű-tüzelőanyagról megoszlanak a nézőpontok a világon, mégis csak egyetlen út vezet előre. A 2025-re kitűzött CO₂-kibocsátási célok elérésének kulcsa a belső égésű motorokban, illetve egyre növekvő mértékben a hibrid meghajtási koncepciókban rejlik.

A 2009-es járműipari sajtótájékoztatón a Bosch gondosan kifejtette véleményét ebben a témában: középtávon a belső égésű motorok tüzelőanyag-fogyasztása és CO₂-kibocsátása 30 százalékkal csökken – a benzines és a dízelmotorok esetében egyaránt. A hibrid hajtásláncok emellett a fogyasztás és a CO₂-kibocsátás további 10 százalékos csökkentésére kínálnak lehetőséget. Ehhez hozzáadva azokat a változtatásokat, amelyeket az

Államokban továbbra is a benzines motorok lesznek a legnépszerűbb erőforrások. Kínában, a világ leggyorsabban növekvő járműipari piacán jelenleg az újonnan forgalom-

ba helyezett autók több mint 99 százaléka benzinnel üzemel. A minibuszok 3 százaléka dízelüzemű, míg az újonnan forgalomba helyezett kishaszonjárművek háromnegyede





autógyártók saját maguk végeznek el járműveiken, mint például az alacsony gördülési ellenállású gumiabroncsokat, a kis tömegű felépítést és a légellenállás csökkentését, az tüzelőanyag-fogyasztás és a CO₂-kibocsátás összességében a mai átlagos szint megközelítőleg felére csökkenthető.

Más szavakkal, a 2020-ra kitűzött európai kilométerenkénti 95 grammos CO₂-kibocsátási célkitűzés megvalósítható belső égésű motorokkal. Ezt szeretnénk ma ismét kihangsúlyozni. A Bosch olyan járműipari technológiai csomagokat kínál, amelyekkel elérhető a szükséges jelentős megtakarítás a dízel- és a benzines motoroknál egyaránt. Ha közelebbről szemügyre vesszük az európai piac új járműveinek átlagos fogyasztását, láthatjuk, hogy néhány járműtípus, közöttük néhány középkategóriás modellel, már a 2015-ös CO₂-határérték alatt teljesít. A kompakt kategóriában például a 77 kilowattos benzines motorral szerelt VW Golf TSI CO₂-kibocsátása 121 gramm, és száz kilométerenként 5,2 liter tüzelőanyagot fogyaszt. Ugyanezen Golf dízelmotorral 99 grammos, illetve 3,8 literes értékeket mutat. A Volvo C30D 84 kilowattos motorja szintén 99 grammot bocsát ki.

De még a felső-középkategóriájú BMW 5-ös sorozat is 4,9 literes, illetve 129 grammos értékeket mutat, 135 kilowattos motorteljesítmény mellett.

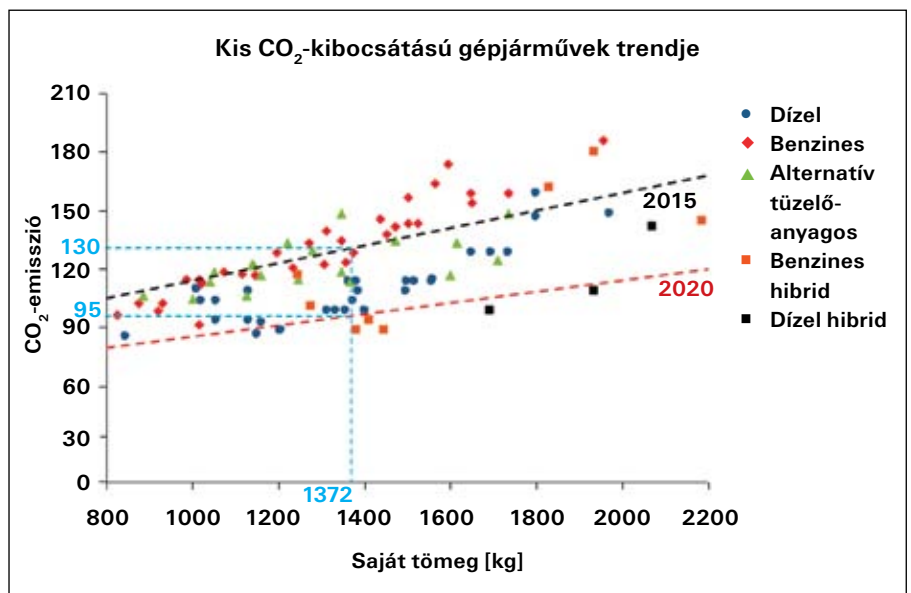
A benzinüzemű Peugeot 508 kibocsátása 144 gramm, míg a VW Passat 138 grammot bocsát ki. A kompakt kategóriában a Toyota benzines hibridjei jelentik a mércét, típustól függően megközelítőleg 90 gram-

mos CO₂-kibocsátással. A nehezebb járművek körében az új dízel hibrid modellekről jelentették be, hogy teljesítik a 2020-as CO₂-célértékeket, ilyen például a Bosch hibrid technológiát alkalmazó Peugeot 3008. Ha közelebbről megnézzük a számokat, láthatjuk, hogy a benzines hibridek átlagos fogyasztási értékei közel esnek a velük összehasonlítható dízel járművek értékeihez. Mindkét technológia alkalmas arra, hogy már ma teljesítse a 2020-ra megállapított célértékeket.

A jelenlegi járműipari termékek ezen érdekes példái azt mutatják, hogy előrejelzéseink reálisak. Elmondhatjuk, hogy a jelenleg sorozatgyártásban készülő motorkialakítások szá-

mos lehetőséget kínálnak a tüzelőanyag-fogyasztást csökkentő technológiák számára, amelyek végül a kívánt flottaértékek teljesítéséhez vezetnek. Magát a motort tekintve, a leghatékonyabb lépés a méretcsökkentés. A lökettérfogat és a hengerek számának csökkentése mérsékli a súrlódási veszteségeket és kisebb mozgó tömeget eredményez. Az ilyen motorok termikus veszteségei is kisebbek. A motorfejlesztők feladata adott esetben a lökettérfogat és a hengerek számának csökkentése, a motorteljesítmény megtartása vagy fokozása mellett.

A motor teljesítménye akkor is fenntartható, ha a fejlesztők csökkentik a lökettérfogatot és a hengerek számát, feltéve, hogy égési



ciklusonként több levegőt juttatnak be, mint amennyit magától beszívhatna. Ez elérhető turbófeltöltéssel, amely biztosítja a motor számára a tiszta égéshez szükséges légmennyiséget.

2011 végétől a Bosch és a Bosch Mahle Turbo Systems vegyesvállalati formában olyan korszerű turbófeltöltő rendszerek gyártásába kezd, amelyeket kifejezetten ezekhez az új benzines és dízelüzemű személyautó-, illetve haszonjármű-motorkoncepciókhoz fejlesztettek ki. Várakozásaink szerint a közös vállalat 2015-ben egymillió ilyen teljesítményoptimalizált turbófeltöltőt gyárt majd.

A méretcsökkentés határai nem korlátozódnak a lökettérfogat vagy a hengerek számának csökkentésére. A mérnököknek végül gondoskodniuk kell arról, hogy fokozák a hatékonyságot, miközben elfogadható egyensúlyt alakítanak ki az tüzelőanyag-takarékosság, a költségek, a teljesítmény és a komfort területén.

Ezt elérhetik a méretcsökkentés segítségével, amelynek célja, hogy adott lökettérfogat esetén növeljék a literenként elérhető teljesítményt. A benzines motoroknál ehhez le kell győzni az úgynevezett kopogási határt, amikor a tüzelőanyag szabályozatlan módon ég el, és a motor károsodását okozhatja. A mérnökök közvetlen benzinbefecskendezés alkalmazásával hűthetik az égésteret, ugyanakkor jó öblítést érhetnek el a gázcsereciklusban fellépő tüzelőanyag-veszteségek nélkül. Ily módon a kopogási határ eltolható a nagyobb terhelés és a magasabb fokú feltöltés irányába. Az eredmény már kis motorfordulatszámra is tekintélyes nyomaték, ami korábban csak a dízelmotoroknál volt lehetséges.



A méretcsökkentés lehetőségeit még a dízelmotoroknál sem merítették ki teljesen. A turbófeltöltő által szolgáltatott töltőnyomás emelkedésével fejlesztőinknek a közös nyomásterű (CR) rendszer befecskendezési nyomását is emelniük kell. Ez a megnövelt befecskendezési nyomás számos előnnyel jár. Ugyanazon idő alatt több gázolaj fecskendezhető be, ami kedvező teljesítménygyarapodáshoz vezet, mivel a motor fajlagos teljesítménye növekszik. Alternatívaként a motorfejlesztők a porlástócsúcsok furatainak átmérőjét is csökkenthetik, miközben fenntartják a motor teljesítményét. Ez a többszörös elő- és utó-befecskendezésekkel kombinálva javítja a keverékképződést az

égéstérben, tüzelőanyagot takarít meg és kisebb károsanyag-kibocsátást eredményez. Különösen hatékony módszer ez a nitrogén-oxid-kibocsátás csökkentésére.

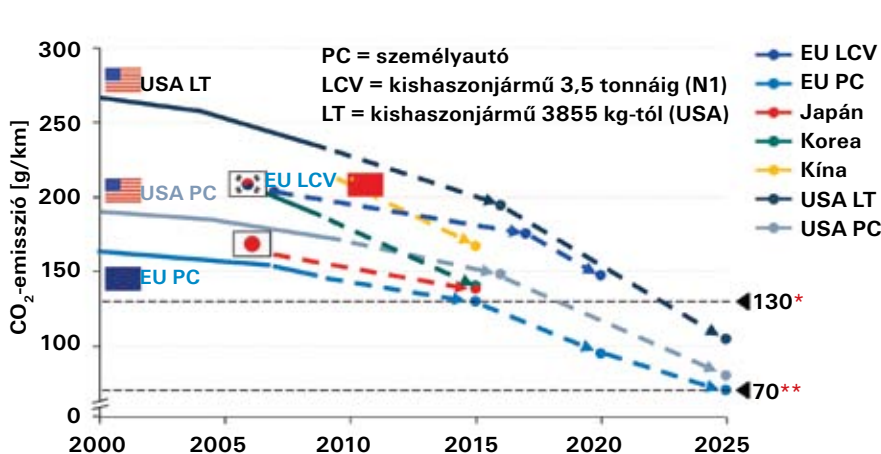
A mérnökök a nagyobb befecskendezési nyomást arra is felhasználják, hogy a magas fokú feltöltés mellett megakadályozzák a hengernyomás és a kipufogógáz csúcshőmérsékleteinek a motor szerkezetére nézve nagy igénybevételt jelentő megemelkedését.

A Bosch még az idén megkezdte a személyautókhoz kifejlesztett első 2200 baros common rail rendszer sorozatgyártását. A Bosch mérnökei pedig már dolgoznak egy 2500 baros common rail rendszeren. Még ilyen nagy befecskendezési nyomások mellett sem találkoztunk műszaki korlátokkal, noha a mérnököknek egyre kifinomultabb műszaki fogásokat kell alkalmazniuk ahhoz, hogy ezeket az előnyöket a méret és a tömeg növekedése, illetve a hidraulikus hatékonyság csökkenése nélkül érhesék el.

Bár a common rail rendszerek befecskendezési nyomása tovább növekszik, ez a szennyezéscsökkentő intézkedés egyáltalán nem szükséges valamennyi motornál. A részecskeszűrők mellett a mérnökök immár a nitrogén-oxidok kibocsátását csökkentő rendszerekhez is fordulhatnak. Az első személyautókhoz kifejlesztett rendszerek sorozatgyártása 2008 óta folyik az Egyesült Államokban, illetve 2009 óta Európában. Ezek a dízelüzemű járművek már megfelelnek a 2015-ben érvénybe lépő Euro 6 előírásainak.

Az ilyen DeNO_x (SCR) rendszerek lehetővé teszik a jövőbeni, szigorúbb károsanyag-kibocsátási követelmények teljesítését 1600

CO₂-emisszió célok M1 és N1 kategóriájú gépjárműveknél



* EU személygépjárművek (2015)

** EU személygépjárművek (EU javaslat 2025-re)

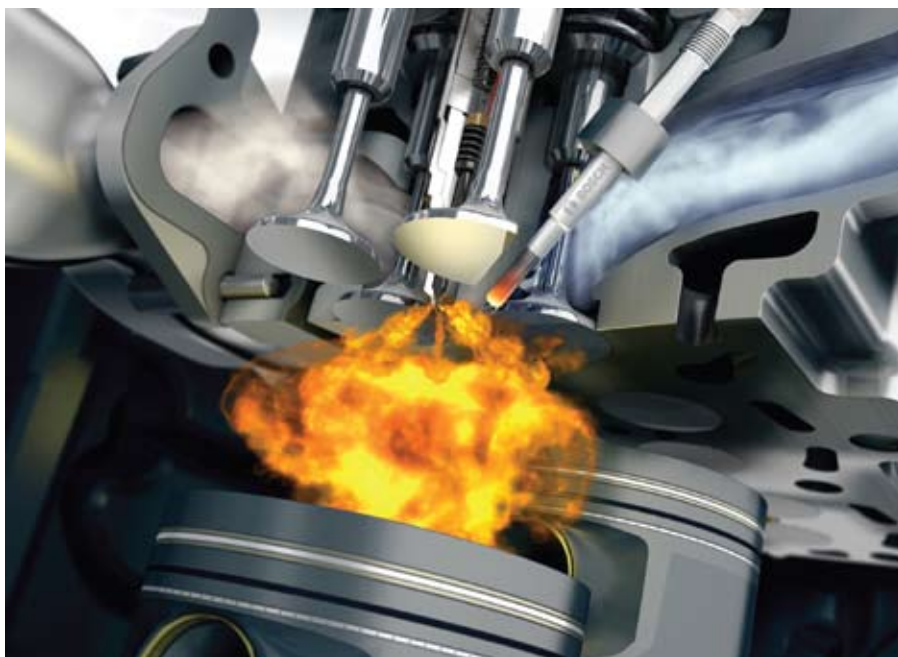
bar befecskendezési nyomás mellett. Az ázsiai fejlődő piacokon alkalmazott common rail rendszerek különösen robusztus, ám megfizethető megoldásokat követelnek, így a kereslet növekedésével Kínában és Indiában 1400–1800 bar közötti befecskendezési nyomású rendszerekre számítunk.

A dízel személyautóknál a NO_x-kezelő rendszerek a belső égésű motor tüzelőanyag-fogyasztásának akár 5 százalékos mérséklésére is felhasználhatók.

A Bosch mérnökei egyre inkább kiegészítik a közvetlenül a benzin és dízelmotorokhoz kapcsolódó műszaki fejlesztéseiket hatékonyabb kiegészítő rendszerekkel. A CO₂-kibocsátás további csökkentése érhető el a rendszerek igény szerinti működtetésével – így azok csak akkor működnek, amikor valóban szükség van rájuk. Elektromos meghajtású vízszivattyúk, elektromos kormányrásegítés és az akkumulátort elsődlegesen tolóüzemben töltő generátor javítja a jármű teljes hatékonyságát. Különösen hatékony példa a Bosch start-stop rendszer, amely leállítja a motort a piros lámpánál, majd megbízhatóan újraindítja, ha a lámpa zöldre vált. Az Új Európai Vezetési Ciklus (NEDC) során ezzel megközelítőleg 4 százalékos, míg városi közlekedésben 8 százalékos megtakarítást értek el.

Összefoglalás és kilátások

A Bosch jelenleg olyan alkatrészek és rendszerek egész sorát kínálja a járműipar számára, amelyek jelentősen hozzájárulnak a gazdaságosabb közlekedéshez és a kisebb CO₂-kibocsátáshoz. Ennek okán már készülnek járművek olyan korszerű belső égésű



motorokkal, amelyek igencsak közel állnak a politikai célkitűzésekhez. Vagyis, a 2020-ra kitűzött flottakibocsátási célok a korszerű technika segítségével teljesíthetők.

Az átlagos európai éves futásteljesítményt és az ottani aktuális tüzelőanyagárakat alapul véve egy 2010-es átlagos személyautó, illetve 2020-ban gyártásra kerülő autó tüzelőanyag-fogyasztásának különbsége hároméves működés során 1000–1500 eurós megtakarítást eredményezhet. Az autósok üzemeltetési költségei tehát valószínűleg több mint elegendő mértékben csökkenhetnek ahhoz, hogy ez ellensúlyozza azon kiegészítő technológiák költségeit, amelyek 2020-ban még gazdaságosabbá

teszik majd autóikat. Ha figyelembe vesszük egy jármű átlagosan 12 éves üzemi élettartamát, ez az tüzelőanyag-megtakarítás 4000–6000 euró, a CO₂-kibocsátás csökkenése pedig 6–11 tonna lesz.

Az tüzelőanyag-fogyasztást és a CO₂-kibocsátást csökkentő, már jelenleg is létező technológiákon túl a Bosch mérnökei lázasan keresik a további megtakarítási lehetőségeket, a benzin és a dízelmotorok esetében egyaránt. Mind a dízel-, mind a benzin motoroknál tanulmányozzák az olyan intézkedéseket, mint például az égéstér nyomását figyelő érzékelők segítségével történő égésszabályzás, vagy éppen a jelenleg csak a benzin motoroknál alkalmazott változó szelepvezérlés használata dízelmotoroknál. A járműrendszerek hatékonyságának növelése érdekében fejleszthetők továbbá a sebességváltók, a kipufogógázok hőjének energiafelhasználása vagy a hűtési igény csökkentése.

Bármilyen kreatív ötlettel is álljanak elő a mérnökök, a hajtásláncok úttörő technológiákkal történő fejlesztésében szerzett tapasztalataink alapján biztosan állíthatjuk, hogy még a 2025-re megállapított kilométerenkénti 70 grammos CO₂-kibocsátás is elérhető. A holnap technológiáján dolgozunk „Életre tervezve” stratégiai szlogenünk jegyében.

DR. ROLF LEONHARD,

a Robert Bosch GmbH Dízel rendszerek műszaki ügyvezető alelnökének előadása a 60. Járműtechnikai Sajtótájékoztatón, Boxbergben, 2011 júniusában hangzott el.

