

15. Energiamenedzsment rendszerek a közlekedésben II.

A közlekedés – és ezen belül a gépjármű közlekedés – növekedése kedvezőtlen társadalmi és környezeti hatásokat generált. Ezek közül kiemelhetők a közlekedési balesetek, a gépjárművek légszennyezési hatásai és a kedvezőtlen forgalmi állapotok kialakulása.¹

A gépjármű egy energia átalakító rendszer, mely „érzékeny” kölcsönhatásban van környezetével. A tapasztalatokat figyelembe véve már a 70-es években elkezdték a gépjármű gyártók az aktív és a passzív biztonsági rendszerek fejlesztését.

15.1. Aktív biztonsági rendszerek²

Az aktív biztonság célja, a balesetek elkerülése.

15.1.1. ABS – blokolásgátló³

Lényege, hogy intenzív fékezés esetén nem lép fel a kerékabroncs blokkolása, optimális lesz a fékút, a jármű kormányozható marad, az abroncon nem alakulnak ki intenzív helyi kopások.

A blokolásgátló rendszer legfontosabb érzékelője a kerékfordulatszám érzékelő. Az ún. referencia sebességet hasonlítják össze az egyes kerekek sebességével. Ha az kisebb, mint egy meghatározott küszöbérték, az elektronika a fékrendszernek nyomáscsökkentési parancsot ad ki. A hatásáról a kerékfordulatszám érzékelő visszajelzést ad az elektronikának.

¹ Az autó 100 éve alatt (1885–1985) 25 millióan haltak meg a közutakon. A sérülések, halálesetek nagy része a jármű megfelelő kialakításával elkerülhető lett volna. Hazánkban 2010-ben 16.248 személyi sérüléses közúti baleset történt, 9,05%-kal kevesebb, mint 2009-ben. Ezen belül a halálos kimebetelű balesetek száma 14,23%-kal csökkent: 752-ről 645-re. (Országos Rendőr-főkapitányság, 2011. január 14.)

² Kőfalu Pál : Aktív biztonság. Kézirat

³ ABS = Anti Block System; Kifejlesztője: Fritz Ostwald

Az utóbbi években az ún. aktív kerékfordulatszám érzékelők terjedtek el, amelyek kis sebességtartományban is sokkal pontosabb jelet adnak. Ezeket a jeleket a fedélzeti számítógépek többcélúan is fel tudják használni.

15.1.2. ESP – menetstabilizáló⁴

Azt tapasztalták, hogy a magas építésű járművek nagy sebességű irányváltás és kanyarodás esetén borulékonyak.⁵

A kormánykerék elfordítás érzékelője alapján az elektronika „megtervezi” a vezető szándékának megfelelő menetpályát. A perdülés és kereszt irányú gyorsulás érzékelő alapján az elektronika meghatározza a gépkocsi tényleges menetpályáját. A két pálya összehasonlítása alapján történhet a beavatkozás.

15.1.3. Fékasszisztens

A fékasszisztens működése azon a megfigyelésen alapszik, hogy a járművezető veszély észlelése esetén hirtelen „lekapja” a lábát a gázpedálról, mert fékezési szándéka van.

Egy pedál elmozdulás érzékelő vagy nyomás érzékelő jele alapján az elektronika a fékasszisztenszt működteti. A gázpedál hirtelen visszaengedésére az elektronika a fékbetétet felfekteti, mielőtt a vezető elkezdene a tényleges fékezést. Így a fékút lerövidül.

A gépkocsi környezetének figyelésére radar, vagy gyors képfeldolgozású kamera is használható. A követési távolság veszélyes csökkenése és akadály felbukkanása során az érzékelők jeleire az elektronika reagál: hangjelzéssel (fényel) figyelmeztet, a motor nyomatékát csökkenti, fékez, kormányzást korrigál.

15.1.4. Egyéb aktív rendszerek

Az automatikus követési távolság szabályozó rendszer, melynek érzékelője a gépkocsi elejébe beépített radar. Kormánykorrekciót létrehozó aktív szervokormány. Elektromechanikus rögzítőfék. Aktív keréklégnyomás érzékelő. Aktív kerékfelfüggesztés. Aktív stabilizátor.

⁴ ESP = Elektronikus Stabilizáló Program

⁵ Ez az ismert rénszarvas teszt.

15.2. Passzív biztonsági rendszerek⁶

A passzív biztonsági rendszerek a balesetek következményeit mérséklék.

A különböző biztonsági rendszerek kimunkálásához az emberi testet érő lassulás hatásait vizsgálták. Különböző kísérleteket fejlesztettek ki. (Pl. Sínen haladó járművet rakétával gyorsították és fékeztek; Daruval ejtették le a biztonsági övvel bekötött próbabábus gépkocsikat;) Járművek ütközési adatait feldolgozták, a különböző ütközési módok gyakoriságát megállapították, ütközési tesztek szabványosítottak.

15.2.1. SPR – Utasvisszatartó rendszerek⁷

Az 1980-as évekig a gépjárművek kormányoszlopa súlyos sérüléseket okozott frontális ütközések során. Ennek kiküszöbölésére a kormányoszlopba deformációs zónát alakítottak ki, és a gépjárművet biztonsági övvel szerelték fel.⁸

A **biztonsági öv** használata Európában 1974-től kötelező. A merev övet automatikusan beálló öv követte, melyet övfeszítővel egészítettek ki. Ütközéskor fellépő erő hatására az öv ~50 mm-t nyúlik, ezt felcsévével kompenzálni kell. A feszítés megvalósítható mechanikusan és pirotechnikai úton.

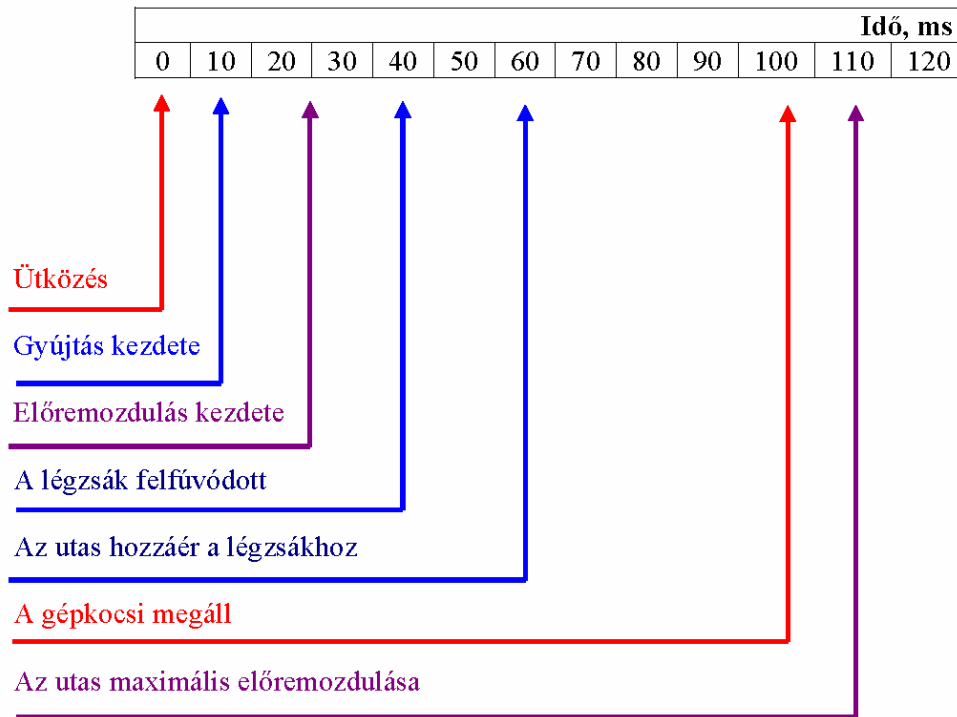
A **légzsák** 25–30 km/h feletti ütközés esetén felfúvódik (pirotechnikai töltetből), 550 km/óra sebességgel nyit az utas felé, majd néhány tized másodperc alatt leereszt, továbbiakban nem nyújt védelmet. A tapasztalat, hogy az első ütközést továbbiak követhetik. Európában a vezető légzsák 35 literes, az utas légzsák 65 literes. A légzsák vezérlés korábban analóg, ma digitális vezérléssel történik. Újdonságok: az *ülés elfoglaltság jelzés* és a szakaszos felfúvás, így az ütközés erejének megfelelően növelik a gáznyomást. Ma már oldal légzsákokat és függöny légzsákokat is alkalmaznak. (15.1. ábra, 15.1. kép)

A légzsák és a biztonsági öv együttműködését nevezik utasvisszatartó rendszernek. Speciális fejlesztések: biztonsági öv becsatolás érzékelés; kikapcsolható első utas légzsák; gyermekülés felismerés; ülésfoglaltság érzékelés.

⁶ Dr. Kismartoni Péter: Passzív rendszerek. Kézirat, Prezentáció

⁷ Supplemental Restraint System

⁸1953: Kétpontos öv: Klippan; 1959: Három pontos öv: Nils Bohlin; 1956: Biztonsági kormányoszlop: Barényi Béla;



15.1. ábra: A légszák működése az idő függvényében

15.2.3. Deformációs zónák

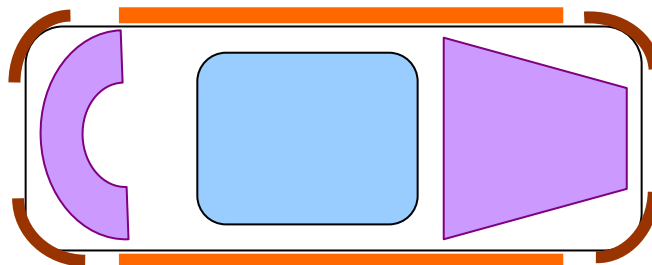
A deformációs zónák feladata az ütközés során fellépő energiák elnyelése.

1970-től a szakemberek intenzíven foglalkoztak az ütközés során fellépő energiák hatásainak csökkentésével. Kezdetben hidraulikus lökhárítókkal kísérleteztek, később az energianyelők kialakítása felé fordult a figyelem. Barényi Béla 1951-ben szabadalmaztatta az első és a hátsó energiaelnyelő zóna kialakítására vonatkozó elképzeléseit (15.2. kép). Az újabb vizsgálatok azt mutatják, hogy egy jól védett utascellát kell kialakítani és a különböző erőhatásokra eltérítő zónákat, csúsztató zónákat és gyűrődő zónákat kell létesíteni (15.2. ábra).⁹

⁹ <http://www.termesztvilaga.hu/tv2003/tv0302/vincze.html>



15.1. kép: A légszakok elhelyezkedése



15.2. ábra: A jármű kompatibilitás főbb zónái¹⁰

■ eltérítő zóna; ■ csúsztató zóna; ■ gyűrődő zóna; ■ utascella



15.2. kép: A gyűrődő zóna viselkedése ütközés esetén

¹⁰ Két jármű akkor kompatibilis, ha ütközéskor a túlélési esély azonos a bent ülők számára.

15.3. Gépjárművek légszennyezési hatásai

A közlekedés és ezen belül a gépjármű közlekedés energetikáját röviden már elemeztük. A közlekedő ember számára nyilvánvaló, hogy a mobilizáció energiafelhasználással jár. Ismert az is, hogy a gépjárművek hatásrendszert generálnak, s végső hatásviselő az EMBER és KÖRNYEZETE.

Az ok-okozati, azaz a hatáslánc szemlélet alkalmazása nélkül nem tárható fel megbízhatóan a településhez kapcsolódó közlekedés bonyolult rendszere és a kapcsolódó folyamatok. A hatásrendszer bármely láncát is követjük nyomon további részletek vizsgálhatók, és lényegileg ezek segítik a beavatkozási „pontok”, a beavatkozási stratégia rögzítését. Az összefüggések feltárását a térbeliség és az időfüggés is nehezíti. Egy-egy lánc elágazásainak bonyolultsága miatt a rendszer oly összetett, hogy fontossági sorrendet a problémák megoldására találni nehéz. Az azonban a hatásrendszer vázlat elemzéséből is látszik, hogy ha egy településen „egy forrópont” megszüntethető, az kedvezően hat más láncokra is (15.1. táblázat/1).^{11, 12}

A gépjárművek légszennyezési folyamatainak részletes vizsgálatától itt eltekintünk, csak néhány olyan kérdést érintünk, amely segít az energiagazdálkodási szemlélet kialakításában.

A 15.2. táblázat kőolajjegyértékben mutatja a világ energiatermelésének megoszlását és látható, hogy a $3,08 \cdot 10^9$ tonna feldolgozott kőolaj gépjárműben kerül felhasználásra. A gépjárművek légszennyezése főként a szénhidrogének oxidációs termékeiből, az alkotók disszociációjából, termikus bomlásokból és mellékreakciókból, valamint az adalékok reakciótermékeiből áll. A kipufogógáz összetevői között jelentős lehet az el nem égett szénhidrogén mennyisége.¹³

Az Ottó és a Diesel motorok eltérő működésűek, így eltérő folyamatok alapján működnek. A legfontosabb szennyező anyagok: a CO_2 , a CO, NO_x , C_xH_y , szilárd részecskék. A motor konstrukció során mindazon műszaki megoldások alkalmazására törekednek, amelyek a káros anyagok mennyiségét csökkentik, de az általánosan elterjedt megoldás: az utóátalakító rendszerek alkalmazása.

¹¹ Bakács T.–Barna B. 1999: Környezetvédelmi szabályozás. Környezetügyi Műszaki Gazdasági Tájékoztató. Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest, p. 80.

¹² Rédey Á.–Módi M. 2002a: Vázlatok a „Környezetállapot-értékelés” jegyzethez. Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, p. 84.

¹³ Pitrik József: Gépjárművek légszennyezése, JGYF Kiadó, Szeged, 2005. p. 68.

A világ energiatermelése					
10 ⁹ tonna kőolajegyenérték					
	1973	1990	2000	2010	2020
Összes energiatermelés	5,5	7,6	8,7	10	13,7
Megújuló	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3
Vízi	0,1	0,2	0,4	0,2	0,4
Nukleáris		0,4	0,5	0,6	0,8
Szén	1,5	2,1	2,3	2,6	3,2
Földgáz	1	1,6	1,8	2,4	3,5
Kőolaj	2,8	3,1	3,5	4	5,5
Közlekedés által felhasznált kőolaj, %	37	46	50	53	56

15.1. táblázat: A világ energiatermelése és a gépjárművek energiafelhasználása

15.3.1. Az Ottó motorok károsanyag tartalmának csökkentése

Az Ottó motor üzemanyag–levegő keverékkel működik. Az üzemanyag és a levegő pillanatnyi tömegaránya alapján gazdag illetve szegény keverékről beszélünk.¹⁴

$$\lambda = \frac{L_v}{L_e}$$

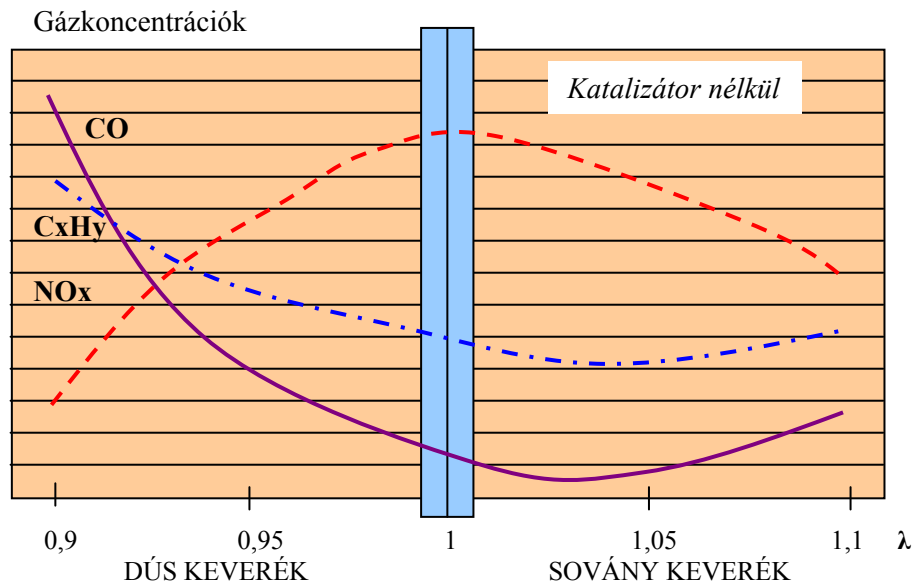
A klasszikus Ottó motor üzemanyagellátó rendszere a *karburátor*, amely a (gépjárművezető mindenkori igényéhez igazodóan) a motor mindenkori üzemállapotához szükséges keveréket állítja elő. A mai gépjárműmotorok üzemanyag ellátását *injektoros* rendszerekkel valósítják meg. Három alaptípust különböztetünk meg, a szerint, hogy hol történik a keverékképzés: központi injektálás (~1 bar) a szívócsőben, hengerenkénti injektálás a szívócsőben (~2,5 bar), és a közvetlen injektálás a hengerbe (~80–200 bar). A keverék égési sajátosságaitól függ, hogy a motor milyen káros anyagokat állít elő. A motor konstrukciós módosítására vannak lehetőségek, de a gyártók hosszú ideig az égéstér utáni rendszerek fejlesztésére koncentráltak. Így fej-

¹⁴ λ – légviszony; L_v – valóságos levegőmennyiség; L_e – elméleti levegőmennyiség; 1kg benzintökéletes elégetéséhez 14,7 kg levegőre van szükség.

lesztették ki a redukáló kamrát (NO_x csökkentésére), az oxidáló kamrát (a CO és a C_xH_y oxidálására) és a hármashatású katalizátort mindhárom káros anyag mérséklésére. A katalizátor nélküli és a hármashatású katalizátor hatására történő szennyezőanyag változást a 15.3. ábra és a 15.4. ábra mutatja.¹⁵ Látható, hogy csak akkor tudjuk az Ottó motor mindhárom károsanyagtartalmát csökkenteni, ha a légviszony 1 közelében marad. Ez csak úgy érhető el, ha a motort elektronikusan irányítjuk, az üzemanyag ajánlott összetételét betartjuk.¹⁶

15.3.2. A Diesel motorok károsanyag tartalmának csökkentése

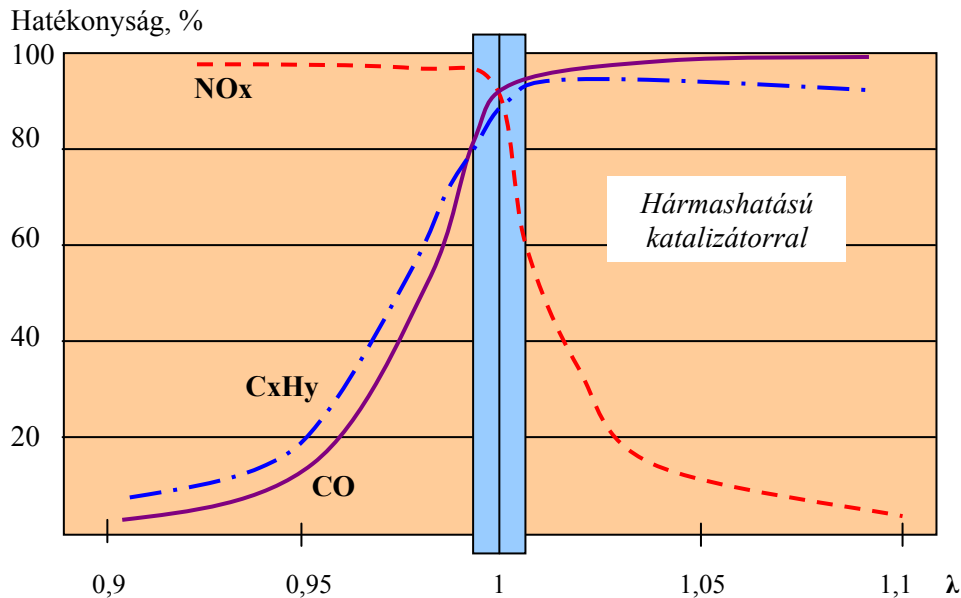
A klasszikus Diesel motorok tiszta levegőt szívnak, majd sűrítenek, így a magas hőmérsékletű nagy nyomású levegőbe befecskendezett gázolaj egy része öngyulladás következtében meggyullad, s ez a további részeket meggyújtja.



15.3. ábra: Kipufogógáz főbb szennyezőinek változása I.

¹⁵ Pitrik József: Gépjárművek légszennyezése, JGYF Kiadó, Szeged, 2005. p. 68.

¹⁶ Részletesen: Dr. VASS Attila (szerk.): Belsőégésű motorok szerkezete és működés. Szaktudás Kiadóház, Budapest, 2005. pp. 108–118.



15.4. ábra: Kipufogógáz főbb szennyezőinek változása II.

Ha a Diesel motorokat ún. turbófeltöltővel látják el, több üzemanyag vihető be, így a teljesítmény növelhető. A befecskendezés ~1000 bárral történt, közvetlen vagy közvetett módon, speciális égésterek alkalmazásával (15.3. kép). A motor égési folyamatai összetettek, számtalan tényező függvényei. A modern motorok elektronikus Diesel szabályozással vannak ellátva, s terjedőben van a közös nyomásterű befecskendező rendszer, melynek befecskendezési nyomása: ~2000 bar.¹⁷

A modern motorok legnagyobb problémája, hogy a NO_x és a részecskék jelentős mennyisége. Ezek keletkezése jelentősen összefügg az üzemanyag jellemzőivel (pl. ásványanyag tartalmával), a terheléssel, a befecskendezéssel, az égéstér kialakításával.

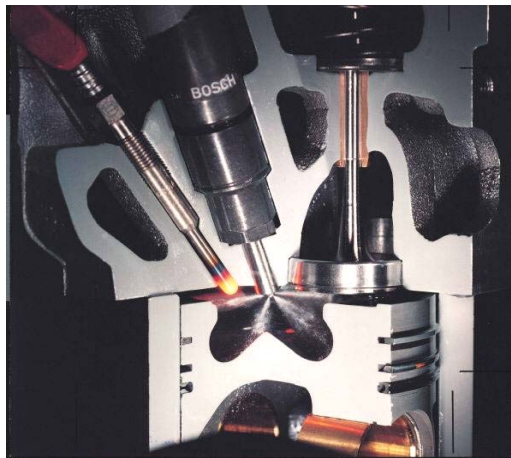
Az Ottó motorokhoz hasonlóan, itt is utóátalakítók segítségével csökkentik a károsanyag tartalmat. Ezek közül a legfontosabb az ún. DENOX katalizátor rendszer, amely az NO_x csökkentését végzi és a részecske emissziót csökkentő DPNR rendszer.

¹⁷ Common rail = közös cső

A Diesel károsanyag csökkentő rendszerek alkalmazását nehéz járművek esetén ma már az EU előírja. A három Diesel kategória jelenleg érvényes emisszióit a 15.2. táblázat foglalja össze.^{18, 19}

		Kibocsátás, g/km			
	Fokozat	$CxHy + NOx$	NOx	CO	Részecskék
<i>Diesel-motoros személygépjármű</i>	Euro 4	0,30	0,25	0,50	0,140
<i>Könnyű Diesel-motoros haszongépjármű</i>	Euro 4	0,46	0,39	0,74	0,060
		Kibocsátás, g/kWh			
		$CxHy$	NOx	CO	Részecskék
<i>Nehéz Diesel-motoros gépjármű</i>	Euro 5	0,55	2,00	4,00	0,03

15.2. táblázat: Diesel-motoros járművek emissziójának határértékei



15.3. kép: Hagyományos Diesel motor égéstere

¹⁸ Nagy Gábor–dr. Hancsók Jenő: Diesel motoros gépjárművek utóátalakító katalizátorai I. In: MOL Szakmai Tudományos Közlemények 2006/1. pp. 85–108.

¹⁹ DPNR = Diesel Particulate- NO_x Reduction;

Kérdéstár

1. Mi az aktív biztonsági rendszer célja?
 - a) A balesetek elkerülése.
 - b) A balesetek következményeinek mérséklése.
 - c) Az emberi testet érő erőhatások mérséklése.
 - d) Ütközések elkerülés.
 - e) A károk mérséklése.
2. Mi jellemzi a fékasszisztens működését?
 - a) Intenzív fékezés esetén a blokkolás elkerülhető.
 - b) Gyors irányváltás esetén is stabil marad a jármű.
 - c) A gázpedál hirtelen visszaengedésekor a vezető nélkül is elkezdődik a fékezés folyamata.
 - d) Szabályozza a követési távolságot.
 - e) Növeli a fékutat.
3. Mely állítások igazak az utasvisszatartó rendszerekre?
 - a) 30 km/h feletti ütközésnél felfúvódik a légszák.
 - b) 10 km/h sebességű ütközésnél felfúvódik a légszák.
 - c) A felfúvódás után a légszák 1 perc múlva leenged.
 - d) A felfúvódás után a légszák nem ereszt le, csak ha beavatkoznak.
 - e) Az ütközés és a légszák felfúvódás között 100 ms idő telik el.
4. Mi az utascella feladata?
 - a) Védelmet nyújt az utasnak.
 - b) Deformálódik és felveszi az erőket.
 - c) Meggátolja az utas kiesését.
 - d) Eltéríti az oldalról ütköző járművet.
 - e) Elcsúsztatja a párhuzamosan ütköző járművet.

5. Melyik állítások igazak az Ottó motorra?
- Levegőt szív és sűrít.
 - Üzemanyag-levegő keveréket szív és sűrít.
 - Kompresszió gyújtása van.
 - Gyújtógyertya szikrája gyújtja meg az üzemanyag-levegő keverék egy részét és ez égés terjed tova.
 - Izzítógyertya gyújtja meg a keveréket.
 - Az üzemanyag-levegő keveréket csak karburátorral lehet előállítani.
6. Melyik állítások igazak az Diesel motorra?
- Levegőt szív és sűrít.
 - Az összenyomott levegőbe befecskendezik a gázolajat.
 - Üzemanyag-levegő keveréket szív és sűrít.
 - Izzítógyertya gyújtja meg a keveréket.
 - Gyújtógyertya szikrája gyújtja meg az üzemanyag-levegő keverék egy részét és ez égés terjed tova.
 - A befecskendezési nyomás < 10 bar.
7. Számolja ki, mennyi kőolajat fordít a világ 1990/2000/2010/2020-ban közlekedésre (15.2. táblázat)! Keresse adatokat ezen évek gépjármű állományára. Becsüljön fogyasztást (kőolajban, benzinben, gázolajban)!
8. Melyik állítások igazak katalizátor nélküli esetre (Ottó motor)?
- Az NO_x a dús keverék tartományban növekszik a $\lambda=1$ állapotig, majd csökken.
 - A C_xH_y a levegő növekedésével tovább oxidálódik, így csökken.
 - A CO a levegő növekedésével tovább oxidálódik, így mennyisége nő.
 - Az NO_x a $\lambda=1$ állapotban a legkisebb.
 - A CO $\lambda=1$ állapotban a legkisebb.
 - A C_xH_y $\lambda=1$ állapotban a legkisebb.