

A jövő járműve

07
3-4

Járműipari innováció

www.jret.sze.hu | www.ejft.bme.hu

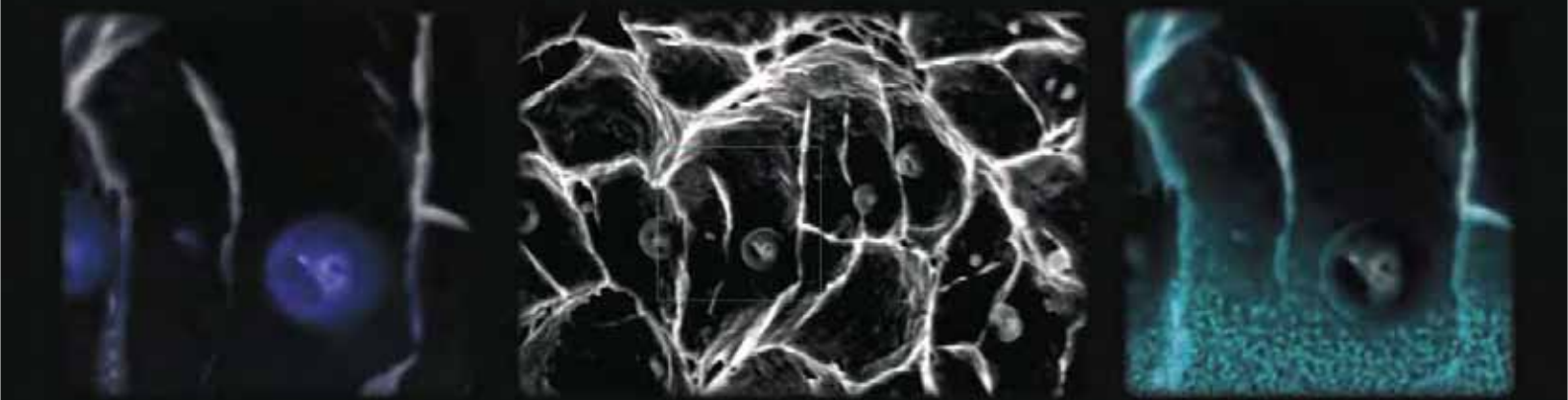
Shell Eco-marathon

Korszerű járműdiagnosztika

Sebességváltók tesztelése

Hibrid hajtású gépkocsik

Mikroszkopikus követési modellek



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Elektronikus Jármű és Járműirányítási Tudásközpont

Széchenyi István Egyetem
Járműipari Regionális Egyetemi Tudásközpont

ATZ/MTZ worldwide az interneten

Az ATZ/MTZ szakmai folyóiratok szerkesztősége a 2008/1-es lapszám editorial rovatában, angolul tájékoztatta az olvasóközönséget a népszerű tudományos folyóiratokat érintő aktuális változtatásokról, „Moving into the Global Village” címmel. Az ATZ/MTZ folyóiratok fő cikkeinek angol nyelvű tömörítvényeit tartalmazó ATZ/MTZ worldwide nyomtatott változata ugyanis 2008-tól megszűnik, de on-line hozzáférhetővé tették a www.atzonline.com weboldalon, amely a jól ismert All4engineers portál utódja. A továbbiakban a főszerkesztő leveléből idézünk.

„Dear Readers,

You might be somewhat surprised that I am writing you in English this time. There's no need to worry – we will continue to publish ATZ in German, as most of our readers find it more comfortable to read articles presented in this language. I would simply like to take this opportunity to address our international readers and all those of you who work in an international environment.

ATZ and its publishing house initiated a policy of internationalization some ten years ago. Since then, ATZworldwide has provided a translation of the main articles in a text supplement. Six years ago, the publisher took the next important

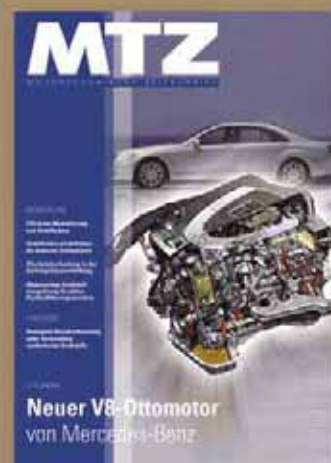
step: the launch of AutoTechnology, a global magazine that reports on developments on a highly technical level. It was not long before this magazine became the official journal of FISITA, the world body for automotive engineers.

From 2008 on we will move even further ahead: in the future, ATZworldwide will include all the pictures. And it will reach you all over the globe on the very same day it is published in Germany. How is this possible? ATZworldwide had become an electronic magazine. Subscribers also receive the FISITA magazine ATZautotechnology (formerly AutoTechnology) 10 times a year – free of charge. The new magazine will cooperate more intensively with ATZ and MTZ, will become more scientific and will appeal to more readers in the developing economies.”

A változási folyamat aktív részese csak az lehet, aki **a megfelelő tudással rendelkezik**. Az autós- és motorfejlesztés szakembereinek ezért naprakésznek kell lenniük a kutatásfejlesztés legújabb eredményeiben, tendenciáiban.

Szakkiadványainkban nemcsak tényekről és számokról olvashat, hanem aktuális kutatási eredményekről, tudományosan megalapozott szakmai ismeretekről és az ágazat aktuális híeiről. Ez a koncepció teszi a német nyelvű, de angol nyelvű kivonattal is megrendelhető ATZ és MTZ folyóiratokat olyan kiadványokká, melyekből ön naponta profitálhat. Hozzá szeretne járulni jövőnk formálásához? Örömmel tölt el bennünket, hogy segíthetünk ebben, és a megfelelő tudáselőnyt nyújthatjuk önnek.

Kérjen ingyenes próbaszámot!



További információkat a www.atzonline.com honlapon, az autóiipari mérnökök tudásportálján olvashat, ahol az ön munkáját egyedülálló on-line szakcikkarchívum is segíti.



Tartalomjegyzék

4	Vendégcommentár – Dr. Czinege Imre
5	Vendégcommentár – Dr. Palkovics László
6	Autószalonok, járműipari szakkiállítások 2008-ban
7	Rendezvények, konferenciák
8	Aktuális hírek
10	III. Széchenyi Futam
11	Új pásztázó elektronmikroszkóp a Széchenyi István Egyetemen
12	PATLIB Központ: fókuszban a szellemi tulajdon-védelem
14	Jövőnk járművei a 2008-as európai Shell Eco-marathon rajtvonalánál – Szauter Ferenc
16	17. Nemzetközi műanyag- és gumiipari szakvásár – Dr. Dogossy Gábor
19	A korszerű járműdiagnosztika alapjai – Dr. Lakatos István
22	Kiállításon és Tech4Auto konferencián a Rába – Rákóczy Kálmán, András Máttyás
23	MAJOSZ 2008. évi programelőzetes
24	Számítógépes szimuláció alkalmazása a lemezalakítás és műanyagfröccsöntés területén, gyakorlati példák bemutatásával – Herk Attila, Buczkó Attila, Tóth Krisztián
27	Üvegszálalás polimer alapanyag alkalmazása alumínium helyett tűkörtartó esetében – Ódor Zoltán, Kocziha Zoltán, dr. Dogossy Gábor, Morauszki Tamás
30	Sebességváltók tesztelési folyamatának kutatása – Tömpe László, Varga Zoltán
34	Autóipari kis- és közép vállalkozások logisztikai teljesítményének javítása – Dr. Czinege Imre, Kóbor Ildikó
39	A Hungaroringen toboroz a Bosch
40	Mikroszkopikus követési modellek, a vezetői különbségeket figyelembe vevő paraméterek meghatározására – Bécsi Tamás, dr. Péter Tamás
46	Továbbfejlesztett optikai sebességmérő – Kálmán Viktor, Takács Tibor
50	Vezeték nélküli kommunikációs megoldások autóipari alkalmazásokban – Bíró Imre, Egri Attila, dr. Loványi István, Nagy Elemér Károly
55	Alternatív megoldások az önerősített fékkonstrukcióhoz – Balogh Levente, dr. Németh Huba, Frank Péter
58	Idővezérelt járműfedélzeti hálózati protokollok – Edelmayer András, Virág László
62	Soros architektúrájú hibrid napelemes járművek modellezéséről – Preitl Zsuzsa, Bauer Péter, Bokor József
66	„Holttértükörre” vonatkozó EU-irányelv – Deák János
68	SAPU Bt. = Visiocorp Hungary Bt. cégbemutató
69	Autóipari innovációs tapasztalatok – Petrók János
76	A hibrid hajtású gépkocsik fejlődése – Petrók János
83	BRT – A tömegközlekedés új dimenziója – Balvin Nándor
88	Változó keresztmetszettel hengerelt acélszelvények – Enyingi Kálmán
91	Regisztrációs lap
92	Könyvajánló
94	Gépjárművek mérésére szolgáló és gépjárművekbe beépített biztonsági radarok statisztikai elmélete (3. rész) – Dr. habil Molnárka Győző, dr. Oláh Ferenc

Dr. Czinege Imre

a JRET elnöke



Köszöntő

A Járműipari Regionális Egyetemi Tudásközpont második évében a korábban létrehozott kutatási infrastruktúrára és szakértelemre támaszkodva iparilag hasznosítható eredmények és új alkalmazások jöttek létre. Az év során folytatódott az egyetemi kutatási infrastruktúra bővítése, a geometriai méret ellenőrző laboratórium korszerű körkörösségmérővel gyarapodott, az anyagvizsgálat területén pedig új minőség megjelenését képviseli a beszerzett pásztázó elektronmikroszkóp és mikroanalizátor. Ezáltal a mérőlaboratóriumok kutatást és a környező gazdaságot kiszolgáló eszközparkja tovább bővült, egyre magasabb szintű igényeket képes kielégíteni. A technológiák számítógépes szimulációjának választéka kiegészült egy gyártásfejlesztést támogató szoftverrel, és a megnövekedett számítási igények kiszolgálására új, nagy teljesítményű munkaállomások beállítására került sor.

A három konzorciumi partner szintén eredményesen zárta a 2007-es évre tervezett kutatásait. A Borsodi Műhely Kft. a kemény megmunkálási technológiák fejlesztése témakörben a projekt keretében beszerzett megmunkálóközpont tesztkörnyezetének kialakításával és a megmunkálási technológia fejlesztésével foglalkozott. A Rába Futómű Kft. közreműködött az előgyártási technológiák fejlesztésében, és projektvezetőként irányította a „Korszerű járműkonstrukciók fejlesztése” című komplex tevékenységet. Ennek keretében több korszerű futómű kifejlesztésére került sor. A SAPU Bt. 2007 decemberében a

Visicorp nevet vette fel, amely a bővülő profilt szimbolizálja. A vállalat az első évben végrehajtott technológiai fejlesztést, a gáz ellennyomósos fröccsöntési technológiát stabilizálta az üzemszerű alkalmazásban, a második évben pedig az optimalizált szerszámalkalításban és a reciklálási folyamatban végzett eredményes kutatásokat.

A 2007-es esztendő a Széchenyi István Egyetem Járműipari, Elektronikai és Logisztikai Kooperációs Kutatóközpontjának záró éve volt. A 865 M Ft-os projekt szakmailag és pénzügyileg teljesült, a közreműködő felsőoktatási és akadémiai kutatóhelyek, valamint a 23 vállalat együttműködése magas szintre emelkedett. Ezen eredmények alapján

remény van arra, hogy a központ 2008-tól a GOP-2007-1.1.2 pályázat feltételeinek megfelelően tovább folytathatja működését a Széchenyi István Egyetem rész tulajdonában lévő Universitas-Győr Szolgáltató Nonprofit Kft. keretében.

A kutatások szakmai eredményeit – a partner BME-EJIT eredményeivel együtt – rendszeresen bemutatja A Jövő Járműve című folyóiratunk. Az eddigi számok fogadtatása igazolja, hogy a járműfejlesztéssel és -gyártással foglalkozó szakmai kör értékelte a két tudásközpont erőfeszítését ezen új publikációs fórum létrehozására, és az olvasók nagy érdeklődéssel forgatják lapunkat. Köszönet ezért a szerzőknek, szerkesztőknek és az olvasóknak is.



Dr. Palkovics László

fejlesztési igazgató, BME EJJT



A tudásközpont(ok) jövője?

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Elektronikus Jármű és Járműirányítási Tudásközpontja immáron harmadik éve a hazai műszaki kutatás és fejlesztés egyik kiemelkedő bázisa. A tudásközpont viszonylag rövid működése alatt máris igen jelentős területeken közvetlenül hasznosítható eredményekkel büszkélkedhetünk. Ilyen például a több hazai nagyvállalatnál is a bevezetés fázisába került egységesített flottamenedzsment-rendszer, a jármű automatikus sávkövetésére és parkolására kidolgozott irányító elektronikai rendszer, az integrált kormány- és fékrendszer irányításának szimulációs modellje, az elektromechanikus fék, vagy a sűrített levegős motorfeltöltő rendszer prototípus-fejlesztése.

A tudásközpont a szűken értelmezett szakmai tevékenységen túlmenően ellátta a partnerek közötti tudásintegrációs és fejlesztési szerepét, amely – hitünk szerint – hozzájárult ahhoz, hogy a nagyvállalati partnereink mindegyikénél (Knorr-Bremse és ThyssenKrupp) megszületett a magyarországi fejlesztő tevékenységük jelentős bővítésére szolgáló döntés 2007-ben, illetve egyes kisvállalati partnereinknél is jelentős tevékenységbővüléshez vezetett.

A 2007-es évben tovább folytattuk a szakmai közösségépítést. A kapcsolatunk a győri JRET-el a közös folyóiraton keresztül továbbra is intenzív maradt, azonban jó kapcsolatot alakítottunk ki a BMF Közlekedésinformatikai és Telematikai Tudásközpontjával is, mivel a projektjeink egy része a telematika területén összekapcsolódik. A szakmai közösségépítés nemzetközi területen is tovább folytatódott, mivel az ERTICO által irányított CVIS projekt partnereinknél a tudásközpont bekerült a korábban már említett FP7-es keretprogramban elnyert HAVE-IT szakmai konzorciumába, ahol az európai autópár irányított járműrendszerekkel foglalkozó jelentősebb képviselői is részt vesznek. A hazai szakmai közösségépítés kiemelkedő

eleme a mechatronika területén szervezett ipari konzorcium és a BME közötti kapcsolat intézményesítése és folyamatlapokra helyezése, valamint az Autóipari Versenyképességi Tanácsban való részvétel.

A 2007-es év működésünk eddigi legmeghatározóbb szakasza volt, mivel itt már láthatóvá váltak jövőbeli működésünk bizonyos alapvető jellemzői, és sajnos korlátai. A tavalyi év ugyanis – azon túl, hogy egy sor szakmai sikert értünk el – több szempontból sem hozta meg azokat az eredményeket, melyeket alapvetően a külső gazdasági környezet változásától reméltünk.

Az Új Magyarország Fejlesztési Terv elindulásának hatásai a K+F szektorban még nem érvényesültek, sőt, az NKTH átszervezése, a pályázati rendszer átalakítása, az innovációs és szakképzési járulék körül kialakult bizonytalanság miatt potenciális partnereink is várakozó álláspontra helyezkedtek. Ennek ellenére nőtt a külső forrásból finanszírozott munkáink jelentősége, az elfogadottságunk mind az ipari, a politikai, és a szakmai partnereknél, azonban mindez nem vezetett az elvárt struktúraváltáshoz, amely ilyen módon némileg tovább tolódik. Kérdésként merült fel továbbá a tudásközpont(ok) jövőévtől érvényes állami támogatásának lehetősége és formái, ezek eldöntése a következő hónapok feladata. A 19 hazai tudásközpont eddigi működését, és a nemzetközi tapasztalatokat is figyelembe véve nyilvánvaló, hogy a tudásközpontok számára eredetileg meghatározott négyéves inkubációs időszak nem elégséges a hosszú távú, fenntartható fejlődés biztosítására, emiatt mind az eszközrendszer átalakítására, mind a tevékenység bizonyos mértékű további finanszírozására szükség lehet.

„Küldetésünk a járműipari integrátori szerep, a „know-how” összegyűjtése, további tudás létrehozása és a vállalati szféra számára történő szolgáltatása, a járműelektronika

és a mechatronika területén. Célunk európai szintű, integrált tudást biztosító, a versenyszférában eredményesen működő, egyetemi platformon alapuló, de a versenygazdaság szabályrendszerét értő és alkalmazó fejlesztőhellyé válás.”

A tudásközpont fentiekben leírt küldetését közvetlenül a pályázat elnyerése után foglalmaztunk meg, de ma is éppúgy érvényesnek tekintjük, és a 2007-es évben is ennek megfelelően alakítottuk ki a stratégiánkat, illetve határoztuk meg tevékenységünk céljait. Miután a tudásközpont mint együttműködési forma, a hazai felsőoktatásban ismeretlen volt, a fenti küldetés teljesítésére csak az általunk elképzelt működés alapján vállalkozhattunk, de az eddigi tapasztalatok alapján ennek bizonyos mértékű módosítása szükségessé válhat.

A járműipari tudásintegrátori szerepet továbbra is stratégiánk központi elemének tartjuk, az általunk megcélzott terület azonban nagyon szélesnek bizonyult, ezért annak újbóli átgondolása szükséges. Bár erőforrásainkat egyetlen területről sem kívánjuk teljes mértékben kivonni, de egyes témákat illetően a tudásintegrációnak csak bizonyos szintjéig akarunk eljutni, míg más területeken a teljes fejlesztési spektrumot kívánjuk továbbra is lefedni. E módosítással a kiválasztott súlyponti területeken kívánunk mind szakmailag, mind gazdaságilag lényegesen megalapozottabb eredményeket elérni.

Az egyetemi platformon történő működés stratégiánk központi eleme marad, azonban az egyetemi keretből történő kilépésre vonatkozó igény egyre erőteljesebben jelenik meg. A gazdasági alapon történő működés a jövőben erőteljesebben fog a stratégiánkban megjelenni.

A kutatási és fejlesztési tevékenység mellett az egyetemi oktatásban való intenzív részvétel – annak jelen pillanatban ismert nehézségei ellenére is – hangsúlyosabban kell megjeljen.

Autószalonok, járműipari szakkiállítások 2008-ban

Az alábbi táblázat a 2008-as év legfontosabb járműipari szakkiállításainak, illetve vásárainak – nem teljes körű – felsorolása. A felüntetett időpontok tájékoztató jellegűek, a rendezők a változtatás jogát fenntartják. A félkövér betűtípussal szedett kiállítások az OICA, az Autógyártók Nemzetközi Szövetségének kiemelten támogatott kiállításai.

IDŐPONT	HELYSZÍN	RENDEZVÉNY
Január 10–17.	Új-Delhi, India	9th Auto Expo
Január 13–27.	Detroit, Egyesült Államok	North American International Auto Show
Január 15–27.	Brüsszel, Belgium	86th International „Motorcar-Motorcycle” Show
Január 17–20.	Bécs, Ausztria	Vienna Autoshow
Január 23–28.	Kairó, Egyiptom	International Motor Show
Január 31 – február 3.	Róma, Olaszország	Automechanika Roma
Február 11–12.	Szentpétervár, Oroszország	Auto Invest
Február 15–24.	Torontó, Kanada	Canadian International Auto Show
Február 26–29.	Lipcse, Németország	Zuliefermesse
Február 28 – március 5.	München, Németország	Internationale Handwerksmesse
Február 28 – március 10.	Melbourne, Ausztrália	International Motor Show
Március 4–6.	Moszkva, Oroszország	Automechanika Moscow
Március 4–16.	Genf, Svájc	78th International Motor Show
Március 6–9.	Bangkok, Thaiföld	Automechanika Thailand
Március 8–12.	Izmir, Törökország	Euroasia Auto
Március 19–30.	New York, Egyesült Államok	International Auto Show
Március 26 – április 6.	Bangkok, Thaiföld	International Auto Show
Március 27 – április 6.	Zágráb, Horvátország	International Auto Show
Március 31 – április 3.	Algír, Algéria	Equip Auto Algeria
Március 31 – április 5.	Belgrád, Szerbia	International Motor Show
Április 4–9.	Lipcse, Németország	AMITEC
Április 4–13.	Lipcse, Németország	AMI
Április 6–9.	Brüsszel, Belgium	AutoTehnica Benelux
Április 14–17.	Detroit, Egyesült Államok	SAE World Congress
Április 15–20.	Pozsony, Szlovákia	Autosalon / Autoservis
Április 22–27.	Tallinn, Észtország	Baltics Motor Show
Április 24 – május 4.	Lisszabon, Portugália	International Motor Show
Május 6–8.	Stuttgart, Németország	Engine Expo / Automotive Testing Expo / Crash Test Expo, Vehicle Dynamics Expo / European Automotive Components Show
Május 7–11.	Kolozsvár, Románia	Auto, Expo Truck&Bus, Moto velo, Tehnica auto
Május 14–18.	Budapest, Magyarország	Automobil 2008 – Budapesti Autószalon
Május 20–23.	Essen, Németország	Reifen
Június 1–3.	Dubai, Egyesült Arab Emírátsok	Automechanika Middle East
Június 3–8.	Brno, Csehország	Autotec
Június 13–22.	Szófia, Bulgária	International Motor Show
Június 19–21.	Torontó, Kanada	Automechanika Canada
Július 9–11.	Mexikóváros, Mexikó	PAACE–Automechanika
Július 11–20.	Jakarta, Indonézia	15th Indonesian International Motor Show
Július 22 – augusztus 3.	London, Nagy-Britannia	British International Motor Show
Augusztus 27 – szeptember 7.	Moszkva, Oroszország	Auto Salon

Szeptember 10–16.	Nyitra, Szlovákia	Motor Show
Szeptember 16–21.	Frankfurt am Main, Németország	Automechanika Frankfurt
Szeptember 23 – október 2.	Hannover, Németország	62nd International Motor Show
Szeptember 29 – október 4.	Plovdiv, Bulgária	Autotech
Október 2–19.	Párizs, Franciaország	Mondial de l'Automobile
Október 9–19.	Isztambul, Törökország	International Motor Show
Október 18–21.	Prága, Csehország	Autoshow Praha
Október 22–26.	Szentpétervár, Oroszország	Auto & Automechanika
Október 25–27.	Tbiliszi, Grúzia	International Auto Show
Október 28–30.	Minszk, Belorusszia	AutoBelService
Október 28–30.	Moszkva, Oroszország	Autocomplex
Október 30 – november 9.	Johannesburg, Dél-Afrika	International Motor Show
November 12–15.	Buenos Aires, Argentína	Automechanika Argentina
November 24–27.	Rijád, Szaúd-Arábia	Riyadh Motor Show
November 28 – december 7.	Essen, Németország	Essen Motor Show
December 4–7.	Isztambul, Törökország	Otomotiv
December 4–14.	Bologna, Olaszország	Bologna Motor Show

Forrás: OICA, Interpress Kiállítások Kft.

Rendezvények, konferenciák

IDŐPONT	HELYSZÍN	RENDEZVÉNY	JELENTKEZÉS
Március 3–4.	Düsseldorf, Németország	Zuverlässigkeitsmethoden für Entwicklung und Serie	wissensforum@vdi.de
Március 3–4.	Essen, Németország	DoE – Design of Experiments	hdt@hdt-essen.de
Március 11–12.	Stuttgart, Németország	8. Internationales Symposium Automobil- und Motorentechnik	info@viewegtechnologyforum.de
Március 31–április 1.	München, Németország	Steering.Tech	info@viewegtechnologyforum.de
Április 7–8.	Garching, Németország	Aktive Sicherheit durch Fahrerassistenz	sibylle.nussbaecher@tuev-sued.de
Április 8–10.	Stuttgart, Németország	Steinbeis-Symposium „Elektronik im Kfz-Wesen“	info@viewegtechnologyforum.de
Április 9–10.	Nürnberg, Németország	VDI-Kolloquium „Emissionsminderung“	wissensforum@vdi.de
Április 10.	Karlsruhe, Németország	10. Karlsruher Kfz-Klima-Symposium	www.twk-karlsruhe.de
Április 14–17.	Detroit, Egyesült Államok	SAE World Congress	www.sae.org/congress
Április 23.	Jena, Németország	5. Jenaer Akustik-Tag	bruno.spessert@fh-jena.de
Április 23–24.	Drezda, Németország	Elektronik im Kraftfahrzeug	anmeldung@hdt-essen.de
Április 24–25.	Bécs, Ausztria	29. Internationales Wiener Motorensymposium	info@oevk.at
Május 6–7.	Hamburg, Németország	Karosseriebautage Hamburg	info@viewegtechnologyforum.de
Június 3–4.	München, Németország	4. Motortechnische Konferenz – Der Antrieb von Morgen	info@viewegtechnologyforum.de
Június 4–6.	Graz, Ausztria	Styrian Noise, Vibration & Harshness Congress	office@accgraz.com
Június 10–11.	Stuttgart, Németország	Akustik zukünftiger Fahrzeug- und Antriebskonzepte	info@viewegtechnologyforum.de
Június 17–18.	Stuttgart, Németország	Virtual Vehicle Creation	info@viewegtechnologyforum.de
Június 24–26.	Salzburg, Ausztria	euroLITE 2008	info@hundkmesse.de

PALKOVICS LÁSZLÓT AZ MTA LEVELEZŐ TAGJÁVÁ VÁLASZTOTTÁK

Gratulálunk Palkovics Lászlónak, az MTA újonnan megválasztott levelező tagjának! Palkovics László 1965-ben született Zalaegerszegen. A Budapesti Műszaki Egyetem Közlekedésmérnöki Karán szerzett autógépész diplomát 1989-ben. Szakmai karrierjét az MTA TMB-ösztöndíjasaként kezdte a BME Gépjárművek Tanszékén, ahol 1993-ban megszerezte a műszaki tudomány kandidátusa címet. 1994-ben tanszékvezetői megbízást kapott a BME Gépjárművek Tanszékére. 1998-ban megvédte MTA doktori címét. Szakterülete, kutatási területei:

- Járműgépészet, járműdinamika.
- Szabályozott gépjárműrendszerek tervezése, fejlesztése és vizsgálata (kormány-, fék-, felfüggesztési rendszerek).
- Intelligens jármű- és útrendszerek (autonóm jármű és járműfolyam-irányítás, vezetőt támogató adaptív sebességtartó és sávdetektáló rendszerek).
- Redundáns járműrendszerek fejlesztése.
- Haszonjárműrendszerek, haszonjárművek környezetre gyakorolt hatásai.

Kutatásaiért 2001-ben Széchenyi-díjat kapott. Tudományos tevékenysége mellett 1995-től a Knorr Bremse magyarországi fejlesztőintézetének igazgatója, 2004-től a teljes cégcsoport előfejlesztési igazgatója.



Palkovics László – Névjegy

Született: Zalaegerszeg, 1965. 02. 03.

Az MTA doktora: 1998

Az MTA levelező tagja: 2007

Szakterülete: gépészet (járművek), Műszaki Tudományok Osztálya

Foglalkozása: egyetemi tanár, fejlesztési igazgató

DÍJAK A LEGJOBB KÖZLEKEDÉSI DIPLOMAMUNKÁT KÉSZÍTŐKNEK

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemről 12, a győri Széchenyi István Egyetemről 8, a Szent István Egyetemről 2, a Miskolci Egyetemről és a Nyugat-Magyarországi Egyetemről 1–1 frissdiplomás pályázott. A zsűri két első, négy második és két harmadik díjat adományozott a legjobb diplomadolgozatok készítőinek. A győri egyetem pályázói 3 díjat kaptak.

A KTE Országos Elnöksége I. díjjal és 50 ezer Ft pénzjutalommal ismerte el Bencze Zsolt építőmérnök „Az M6-os autópálya salaktöltéseinek végzett minősítő vizsgálatok elemzése” című diplomamunkáját. A frissdiplomás mérnök konzulense dr. Szepesházi Róbert egyetemi adjunktus volt.

II. díjas lett, s 30 ezer Ft-os jutalmat vehetett át Tóth Gergely Zoltán közlekedésmérnök „Rugalmas közlekedési rendszerek megvalósíthatósága Budapesten” pályaművéért. Konzulensként dr. Horváth Balázs egyetemi adjunktus támogatta a diplomamunka elkészítését.

III. díjat, s vele 25 ezer Ft-ot kapott Borsos Attila közgazdász „A marketing lehetőségei a közúti közlekedésbiztonság javításában” pályaművéért. Konzulense dr. Koren Csaba tanszékvezető egyetemi tanár volt – közölte Winkler Csaba, az egyetem sajtótitkára.

AZ ELSŐ ELFORGATHATÓ MOTORVIZSGÁLÓ PAD

A menetdinamikai erőeloszlás és annak a meghajtóegységre gyakorolt hatásainak már a korai fejlesztési szakaszban való szimulálása céljából a németországi, remscheidi székhelyű



Dr. Schrick GmbH (az AVL-csoport vállalata) először helyezett üzembe egy dinamikus motorvizsgáló padot. A teljes motor gyors forgatásával a vizsgálópad lehetővé teszi az összes oldalirányú járműgyorsulás szimulálását, a dinamikus motorüzemhez hasonlóan – legyen szó akár versenytempó vagy terepjárás szimulálásáról. Az új

típusú padot mindössze 13 hónap alatt fejlesztették ki, a Porsche-gyárral együttműködve.

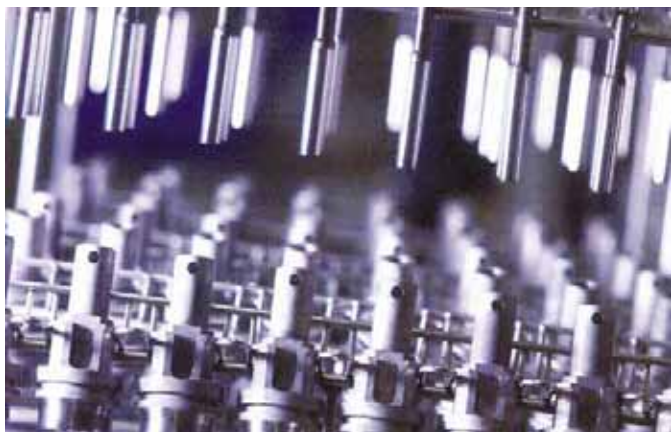
AZ ILK ÚJSZERŰ SZABADESÉSTORNYOT AVATOTT FEL

Március végén nyílt meg a Drezdai Műszaki Egyetem Könnyűszerkezetes és Műanyag-technológiai Intézetében (Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik, ILK) az új Könnyűszerkezetes Innovációs Centrum (Leichtbau-Innovationszentrum, LIZ). A centrum – számos labor és kutatási terület mellett – rendelkezik egy 27 méter magas szabadeséstornnyal is az autós töréstesztek számára. A torony belsejében szerkezeti elemek, modulok, valamint 4 tonnát meg nem haladó össztömegű autók szerkezetmechanikai törési tulajdonságait tesztelik. Egy megvezető berendezés segítségével a vizsgált objektumok egy 6 négyzetméter felületű, 130 tonnás acéltömbbel ütköznek. Az ILK szerint nulláról indulva az objektumok becsapódási sebessége eléri a 70 km/órát. A toronnyal megnyílt a lehetőség számos, a valóságban előforduló ütközési helyzet szimulálására. Az intézet igazgatója, Werner Hufenbach pedig ígéri, hogy a létesítmény segítségével olyan ismeretek birtokába juthatnak, mellyel megnövelhetik a személyautóban utazók biztonságát.



ROMÁNIÁBAN TERJESZKEDIK A DELPHI EUROPE

A Delphi európai divíziója egy új dízel motorvezérlő rendszereket és alkatrészeket gyártó üzem megnyitását tervezi a romániai Lasi-ban. A Delphi Powertrain Systems divízió által működtetett üzembe már megkezdődött az alkatrészgyártáshoz szükséges felszerelés és gépek szállítása. Annak ellenére, hogy a Delphi észak-amerikai részlege csődeljárás alatt van az amerikai autógyártók csökkenő termelése, valamint az alkalmazottak magas társadalombiztosítási és nyugdíjköltségei



miatt, a Tier1-es beszállító európai érdekeltségei prosperáltak az elmúlt 2 évben, megnyerve több autóipari szerződést, melyek új termékek és technológiák bevezetésére vonatkoztak. A Delphi a jövőben 100 millió eurós nagyságrendben tervez épület-, gép- és felszerelésberuházásokat, melyek mind a Lasi-ban lévő üzem kapacitásbővítését szolgálják. A Delphi amerikai és európai vezetői szerint a romániai üzemben több mint 1000 munkatársat foglalkoztatnak majd.

A JOHNSON MATTHEY MACEDÓNIABA TELEPÜL

A Johnson Matthey Tier1-es alkatrészbeszállító bejelentette, hogy gyártóüzemet létesít Macedóniában. Ezzel a vállalat a második globális alkatrészbeszállító az országban a Johnson Controls után, amely az év végén nyitja meg üzemét a főváros, Szkopje közepén. A Johnson Matthey üze- me 48 millió eurós beruházással fog elkészülni a Bunardjick technológiai és ipari fejlesztési zónában, 15 kilométerre Szkopjétől. Az üzemben dízel katalizátorokat és SCR-katalizátorokat fognak gyártani kis- és nagyhaszonjárművek részére, automatizált gyártósorokon. Az éves kapacitás 4 millió katalizátor lesz. A globális



növekedésre törekvő cég azt is bejelentette, hogy 18 millió euró beruházással egy másik SCR-katalizátor üzemet is megnyitnak Pennsylvániában, az Egyesült Államokban. A cég vezérigazgatója szerint: „hosszú távú elkötelezettségünk a kutatás-fejlesztés,

valamint egy teljes termékpalletta kifejlesztése iránt a dízel kis- és nagyhaszonjárművek emissziójának szabályozása területén erős helyzetbe hozott minket ezen a gyorsan fejlődő piacon. Két új üzemünk további gyártókapacitással járul hozzá európai és észak-amerikai ügyfeleink kiszolgálásához.”



Széchenyi Futam – Építsük a jelenben a jövőt!

A Széchenyi István Egyetem Egyetemi Hallgatói Külügyi Bizottsága 2008 áprilisában, az egyetem parkolójában megrendezi a III. Széchenyi Futam® -ot, az Alternatív hajtású járművek harmadik, immár határainkon túl is meghirdetett versenyét.

A lezajlott két futam tanulságai, valamint az érdeklődők és a csapatok igényei alapján az idei évben újabb versenykategóriákat alakítottunk ki. A „Hobby” kategóriában olyan csapatok jelentkezését várjuk, amelyek fő célja egy minimális költségekkel, túlnyomórészt újrahasznosított alkatrészekből épülő jármű építése, amely ötletes megoldásaival próbál hozzájárulni a jövő járművének körvonalazásához. Nagyjából ezt tekintethetjük a tavalyi „Amatőr” kategória továbbélésének, míg a „Profi”-t két részre osztva kialakítottuk a „Prototípus” és a „Szériaautó-átalakítás” csoportokat.

Előbbiben olyan csapatok állhatnak rajthoz, amelyek teljesen egyénileg fejlesztett szerkezetű járművet terveznek és gyártanak a futamra, utóbbiban pedig azok, amelyek közúti forgalomban részt vevő gépkocsikat alakítanak át alternatív módon üzemeltethetővé. A fő különbség a „Hobby” kategóriához képest, hogy ott főként a mérnökhallgatók közötti csapat- és műhelymunka eredményeként jönnek létre a pályaművek, míg a „Prototípus” és a „Szériaautó-átalakítás” csoportokban indulók munkáját cégek, tanszékek, tudásközpontok segítik oly módon, hogy a kivitelezéshez szükséges anyagi, szellemi és infrastrukturális alapok megteremtésében jelentős szerepet vállalnak.

A harmadik Széchenyi Futam® -ra határainkon túlról is várunk jelentkezőket, látogatókat. Érdeklődésünk középpontjában az áll, hogy a környező

országok autótechnikai jövőjét meghatározó fiatal mérnökök milyen elképzelésekkel próbálnak választ adni azokra a komoly kérdésekre, amelyek szakmai életútjukat talán leginkább meg fogják határozni a következő évtizedekben. Itt természetesen a környezettudatosságra, az alternatív üzemeltetésre gondolunk elsősorban. És persze nem csekély büszkeséggel mutatjuk meg minden hozzánk látogatónak azt, amire az elmúlt két futam által megvalósult ötletek alapján mérhetetlenül büszkék vagyunk. További információk, a versenyszabályzat, képek és videók a www.ahjv.hu honlapon találhatóak.

A verseny helyszíne: Széchenyi István Egyetem, 9026 Győr, Egyetem tér 1. (parkoló).

A verseny időpontja: 2008. április 22–23. (kedd, szerda).

Széchenyi Race III - Let's build the future in the present!

The Student Association of Foreign Affairs of the István Széchenyi University is organizing Széchenyi Race â III, the championship of alternatively driven vehicles, which has also been announced abroad.

According to the experiences of the past two races and the requirements of the contesting teams we have created a new category.

For the category of „Hobby” we are awaiting the applyment of teams, who have the main aim of constructing a vehicle mainly from recycled parts with minimal costs, which may help to create the frameworks of the vehicle of the future. We can take it as the development of the category of „Amateurs” of the last year, while dividing the category of „Professionals” we have created the groups of „Prototypes” and „Re-constructed serial cars”.

Under the name of the first category such teams can compete, who have planned and realized a vehicle for the race with a completely self-developed system. The teams of the other category have to transform cars that are used in vehicular traffic into alternatively driven vehicles. Comparing the „Hobby” category with the other ones, the main difference is that the vehicles are the results of a team- and repairing garage work, while the work of the competing teams of the „Prototypes” and „Re-constructed serial cars” is helped by teacher departments, firms or know-how centers. They are playing a significant role in the creating of the financial, mental and infratructural bases of the competition.

For the Széchenyi Race â III. now we are awaiting teams and also visitors from

abroad. The centre of our interest about them is how the young engineers of the surrounding countries would answer the serious questions about taking care of the environment and about alternatively driven technologies that will determine their professional life in the future. We are proudly presenting our results and successes of the past two competitions to all visitors from abroad and hope that this unique race will become more and more famous among them. For further information, the rule-book, photos or videos please search the webpage of www.ahjv.hu.

Place of the competition: István Széchenyi University, 9026 Győr, Egyetem Square 1 (car-park)

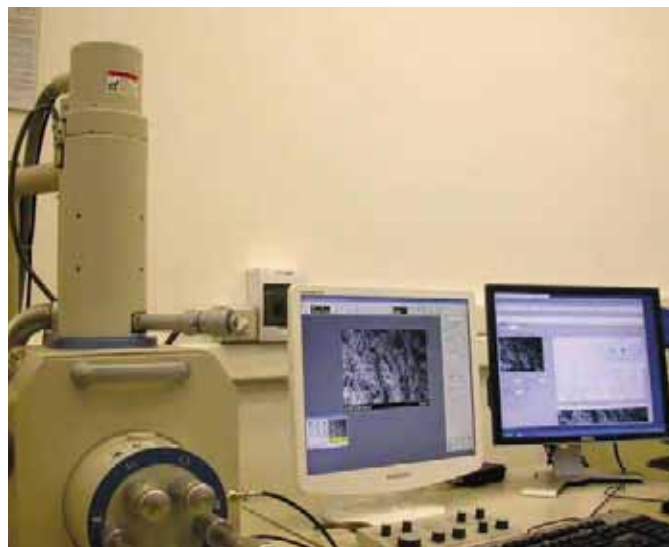
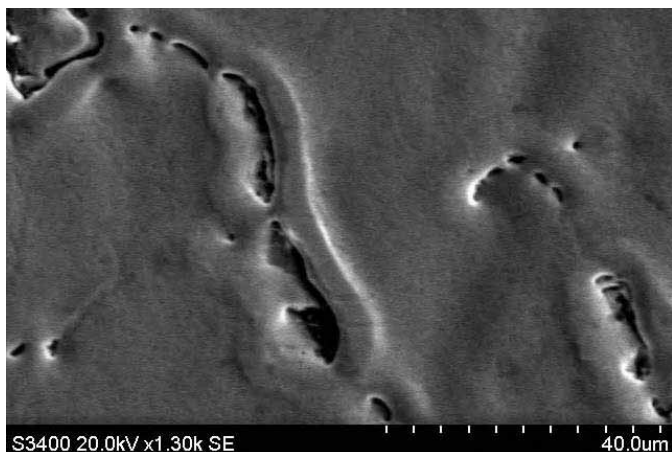
Date: 22th-23rd April 2008 (Tuesday-Wednesday)

A JRET pásztázó elektronmikroszkópja

A Széchenyi István Egyetem Járműipari Egyetemi Tudásközpontja az elmúlt évben egy új pásztázó elektronmikroszkópot helyezett üzembe.

Last year the Regional University Knowledge Center for Vehicle Industry of Széchenyi István University put in working order a new scanning electron microscope.

A Hitachi S-3400N típusú berendezés Bruker AXS nitrogénmentes energia diszperziós spektrométerrel (EDS) felszerelve kiválóan alkalmas ipari kutatások elvégzésére. A berendezés magas és alacsony vákuumos üzemmódban egyaránt működtethető, ez utóbbi lehetővé teszi a nem vezető anyagok, például polimerek közvetlen vizsgálatát is. Az 5–300 000 között változtatható nagyítás, a 3 nm-es felbontóképesség és a viszonylag nagy munkatér 5 tengelyű mozgatható próbatartóval tág elemzési lehetőségeket kínál. A vizsgálótechnikai lehetőségeket bővíti az is, hogy a szekunder elektrondetektor és a félvezető típusú visszaszórt elektrondetektor jelei önállóan és keverten is megjeleníthetők. Külön kényelmessé teszi a kezelést a nitrogénmentes detektor, ezáltal a berendezés néhány perc alatt üzemkész állapotba hozható, és a próbatartó cseréje is rövid idő alatt megoldható.



A berendezés jól kiegészíti a meglévő sztereó és optikai mikroszkópokat, valamint a háromdimenziós felületi topológia mérőberendezést. A tudásközpont munkatársai az eltelt néhány hónapban rendkívül érdekes vizsgálatokat végeztek az új pásztázó elektronmikroszkóppal. A képek hasznos információval szolgáltak a különféle megmunkálásokkal létrehozott felületekről, töretekéről és felületi rétegekről. Ezeket az információkat egészítették ki az EDS-vizsgálatok, amelyek az egyes ötvözők és nem fémes elemek jelenlétét mutatják ki egy pontban, vonal mentén vagy az egész vizsgált felületen. A címlapon és az ismertetésben bemutatott felvételek is jól szemléltetik a képek sokrétű információtartalmát.

PATLIB Központ: fókuszban a szellemi tulajdon-védelem



A Széchenyi István Egyetem elkötelezte magát, hogy az iparjogvédelmi tájékoztatás és képzés fejlesztése mellé áll. E célok elérése, valamint a piaci versenyképesség fokozása érdekében az egyetem a Magyar Szabadalmi Hivatallal (MSZH) 2011-ig tartó együttműködési megállapodást írt alá. Ennek értelmében az egyetem – az MSZH oktatóinak a közreműködésével – felvállalja az iparjogvédelem oktatását, valamint 3 évre vállalja a Magyar Szabadalmi Hivatal által kihelyezett szellemi tulajdon-védelmi információs pont, a PATLIB Központ működtetését.

The Széchenyi István University has pledged itself to support the developing of the intellectual property protection and its training. To achieve these aims as well as to increase the market competitive power the University collaborates with the Hungarian Patent Office (HPO) until 2011. This means that the university – co-operating with the HPO's trainers – contracts for teaching intellectual property protection and runs an intellectual property protection information point of the Hungarian Patent Office (HPO), called PATLIB Center.

INFORMÁCIÓ, TANÁCSADÁS

A PATLIB Központot a Széchenyi István Egyetemen működő Járműipari Regionális Egyetemi Tudásközponton belül alakították ki. A központ szakmai tanácsadás útján arra törekszik, hogy a régió vállalatai a versenyképesség fokozása érdekében minél többet foglalkozzanak értéknövelt tevékenységekkel, és a korábbi mélypontot követően újra fellendüljön a szabadalmi aktivitás. Az információs pont szakkönyvtárként is működik, ahol a témához kapcsolódó legfontosabb szakirodalmak is megtalálhatók és helyben olvashatóak.

A központtól bárki kérhet segítséget, aki nem tudja, hogy hogyan lehet értéket kovácsolni új, műszaki ötleteikből, esetleg bizonytalanok találmányaik újdonságát illetően, tartanak attól, hogy esetleg más érdekeit sértik, vagy akár külföldi termékeket kívánnak forgalmazni, és tudni szeretnék, hogy ehhez milyen engedélyre van szükség, ezeket hol lehet beszerezni, és kizárható-e az üzletből a konkurencia. A központban két szakképzett tanácsadó áll az érdeklődők rendelkezésére, akik információnyújtással segítenek a szabadalmaztatás folyamatának megismerésében, tanácsokat adnak a szellemi termékek hasznosításával, a licencszerződésekkel kapcsolatos kérdésekben.

A tanácsadók az iparjogvédelmi adatbázisokra támaszkodva segítséget nyújtanak a kis- és középvállalkozásoknak is új ipari megoldások keresésében, saját szellemi termékeik védelmében és értékesítésében. Ezen felül három kutatóállomás áll rendelkezésre, ahol bárki igénybe veheti az iparjogvédelmi adatbázisokat, a



hazaiak közül például a PIPACS-ot, illetve az e-lajstromot, amely egy magyar kísérleti elektronikus szabadalmi lajstrom. A nemzetközi adatbázisok közül a leggyakrabban használt az esp@cenet, amely több mint 71 ország és régió mintegy 50 millió szabadalmi dokumentumát tartalmazza.

SZABADALMI OLTALOM

Magyarországon a két legerősebb oltalmi forma a szabadalmi oltalom és a védjegyo ltalom. A gazdasági élet szereplőinek nem árt tisztában lenniük legalább ezzel a két alapfogalommal. Mit is értünk szabadalom alatt? Ha valaki szabadalommal rendelkezik





az azt jelenti, hogy maximum 20 évig kizárólagos jogokat birtokol adott országban az adott találmánnyal kapcsolatban. Fontos azonban különbséget tenni találmány és szabadalom között. A találmány maga a műszaki megoldás, amely lehet egy termék, egy berendezés, eljárás vagy alkalmazás; a szabadalom vagy szabadalmi oltalom pedig korlátozott ideig fennálló jogi oltalmat jelent. Szabadalmazható minden új, feltalálói tevékenységen alapuló, iparilag alkalmazható találmány a technika bármely területén. A szabadalom mindig csak azokban az országokban érvényes, ahol megkérték rá az oltalmat, ugyanakkor, újdonságtartalmának világszinten kell újnak lennie. Olyan, hogy világszabadalom, nem létezik.

MIRE IS JÓ A VÉDJEY?

Melyik vállalkozásnak ne lenne fontos az, hogy a cég neve, emblémája, termékei vagy szolgáltatásai egyediek legyenek és megkülönböztető értékkel bírnak a piacon? A védjegyek bejegyzése után a megjelölt területeken kizárólagos használatot biztosít a tulajdonosnak, és idővel a védjegy egyfajta minőséggé válhat a vásárlók számára. Ez az üzleti világban nagyon fontos értéket jelent, amelyet érdemes védeni. A védjegy része a cég vagyonának, tehát részben vagy egészben átruházható, használatára engedély, azaz licencszerződés adható. A védjegyohtalom alapján a védjegyjogosult bárkivel szemben felléphet, aki engedély nélkül, gazdasági tevékenység körében használ a védjeggyel azonos vagy azzal összetéveszthető megjelölést olyan árukkal és



szolgáltatásokkal kapcsolatban, amelyek azonosak, vagy hasonlóak a védjegy árujegyzékében szereplőkkel.

Amennyiben bővebb információt szeretne megtudni a fenti oltalmi formákról vagy további oltalmi formák után érdeklődne, bátran forduljon a győri PATLIB Központ szaktanácsadóihoz.

További információ:

Győri PATLIB Központ – <http://patlib.sze.hu>

Magyar Szabadalmi Hivatal – www.mszh.hu

Járműipari Regionális Egyetemi Tudásközpont – <http://jret.sze.hu>

Jövők járművei a 2008-as európai Shell Eco-marathon rajtvonalánál

Szauter Ferenc

A Shell Eco-marathon hivatása a fiatal, műszaki területen tanulók hatékony járművek tervezésére, megépítésére való ösztönzése (1. ábra). Az Európában és az USA-ban is megszervezett verseny lényege, hogy a leghosszabb megtett út mellett a legkevesebb energiát fogyassza el a speciális jármű. A fő cél egy innovatív nevelési projekt, ami összehozza a fenntartható közlekedési fejlődés és környezetvédelem érdekében tett fejlesztések nemzetközi értékeit. A 2008-as évben a győri Széchenyi István Egyetem is új projektet indított, ahol a járműfejlesztést beépítette egy 11 fős hallgatócsoport tantervébe. A Shell Hungary Zrt. és a Közúti és Vasúti Járművek Tanszék között történt többszöri egyeztetés után az autógépész-hallgatókból álló SZEenergy csapat benevezett a 2008. május 22–24. között megrendezendő Shell Eco-marathonra (nogarói versenypálya, Franciaország).

The mission of Shell Eco-marathon is to motivate young engineers to plan and construct efficient vehicles. The essence of the competition organized both in Europe and the USA is for the special vehicles to consume the least energy by covering the longest distance. The capital aim is an innovative educational project, which sets up the international values of the sustainable traffic development made in the interest of environment protection. In 2008 Széchenyi István University in Győr also initiated a new project in which the vehicle development has been built in the curriculum of 11 students. As a result of the collaboration of Shell Hungary Zrt. and the Department of Road and Railway Vehicles SZEenergy team consisting of students entered for the competition Shell Eco-marathon organized on 22-24th of May 2008 (Circuit Nogaro, France).

A Shell új szakmai lehetőségekkel áll a magyar mérnökhallgatók elé. Nemzetközi szinten lehet bizonyítani a felkészültséget és rátermettséget. A maratoni hosszúságú verseny támogatói között olyan neves autóipari beszállítók is szerepelnek, mint például a BOSCH, SKF, MICHELIN. Az 1985 óta évről évre megrendezett Shell Eco-marathonon azok a hallgatócsapatok nyernek, akik a nogarói versenypályán (2. ábra) megadott kritériumok betartásával a legkevesebb energiát használják fel a futam alatt. A felhasznált energia-megtett út viszonyát nagyon szemléletesen, egy liter 95-ös oktánszámú üzemanyagból megtett km számra váltják át. A 3836 km/1 liter-es rekord (1995 prototípus kategória) csodálatra méltó és egyben elgondolkodtató a járműfejlesztők számára. A hagyományos üzemanyagok (gázolaj, benzin, PB-gáz) mellett alternatív üzemanyagokat is lehet használni, így a napenergiát, hidrogént, bio üzemanyagokat és GTL-t (gas-to-liquid, földgázból szintetizált folyékony üzemanyag) nagy előszeretettel használják

a résztvevők. Az átváltás a különböző energiaforrások között az 1. táblázatban szereplő értékek szerint történik.

A korábbi évek eredményei megdöbbentően hangzanak. A rekordra hajtó csapatoknak minden apró műszaki részletre figyelni kell, ha meg akarják haladni a 3836 km egy liternyi egység üzemanyag elfogyasztásával.

A versenyen két fő kategóriát határoztak meg: a prototípus (Prototype) és a városi koncepció (Urban Concept). A prototípus rekord (3. ábra) jól jellemzi kategóriáját, mert itt az

elsődleges cél az alacsony menetellenállás. A járművek leginkább guruló síboxokra vagy áramvonalas koporsóra hasonlítanak. A városi járműveknél az előzőekkel ellentétben szem előtt kell tartani a mindennapi használhatóságot, az ergonómiát (4. ábra). A geometriai-méretbeli, ergonómiai előírások mellett a városi kategória járműveire szigorúbb előírások vonatkoznak, így a közúti közlekedésben kötelező világító- és jelzőberendezéseket is fel kell szerelni. A további kategóriabontás az üzemanyagfajtáknak megfelelően történik.

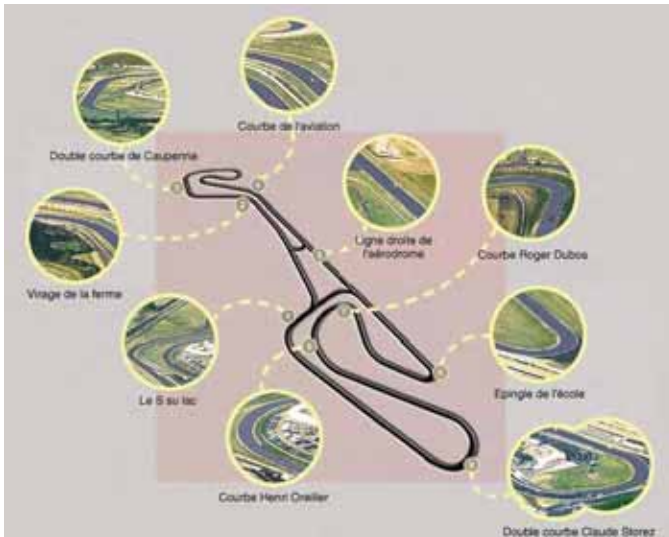
Mint ahogyan már a bevezetőben említettük, a nevezési procedúra és hosszú csapatválogatás után bekerültünk a kikitüntetett 200 szerencsés közé, akik utazhatnak Franciaország híres versenyére.



1. ábra

Üzemanyag	Energiasűrűség [kJ/kg]
Shell ólommentes 95 (EU)	42,900
LPG	46,000
Shell dízel	42,600
FAME (100%)	37,700
GTL (100%)	44,000
Ethanol E100	26,900
Hidrogén	119,930
Napenergia	különleges rangsorolás (a jármű rendszerében több energiának kell lennie a futam végén, mint a startvonalnál)

1. táblázat



2. ábra

Csapatunk járműve a későbbi fejlesztési célok miatt a 2008-as Eco-marathonon úttörő szerepet vállalva a városi koncepcióban, napenergia hasznosításával fog „száguldani”. A SZEsocar tervezési projektjében az alábbi bontásban vesznek részt az oktatók és a leendő mérnökök:

Csapatvezető:

– Dr. Varga Zoltán – egyetemi docens, Phd

Csapatmenedzser:

– Szauter Ferenc – tanszéki mérnök

Csapattagok:

- Dr. Szénásy István – főiskolai docens
- Lőrincz Illés – egyetemi tanársegéd
- Molnár István – gépészhallgató – [villamos hajtás, 3D]
- Homlok Péter – gépészhallgató – [3D, futómű]
- Czeplédi Dávid – mérnöktanár/gépészhallgató – [3D]
- Paulovics László – mérnöktanár/gépészhallgató – [Karosszéria]
- Fülöp András – gépészhallgató – [váz, teherviselés]
- Pócs Ervin András – gépészhallgató
- Gyömbér István – gépészhallgató – [villamos hajtás, pilóta]
- Pup Dániel – gépészhallgató – [pályázat, lebonyolítás]
- Komjáthy Mihály – gépészhallgató
- Pados Péter József – mérnöktanár/mérnök informatikus hallgató
- [3D látványterv]



3. ábra

A főtervezés után, a Széchenyi István Egyetem támogatásának köszönhetően megkezdődhet a szabványos elemek, alapanyagok, főegységek beszerzése. Alternatív autónk négykerekű. A hátsós kerekeket 1–1 villamos motor hajtja, az első kerekek kormányozhatóak. A villamos tápellátó rendszer feszültsége 48 volt, amit alapvetően az energiatárolóként használt két darab 80 farados (!) szuperkapacitású kondenzátorcsoport határozott meg. A személygépjármű villamos rendszerénél magasabb feszültséget az egyes világító-, ill. jelzőberendezések működtetéséhez a beépítendő fogyasztónál, inverterrel 12 voltra szabályozunk le. A magasabb hálózati feszültség alacsonyabb áramerősséget eredményez, így a vezetékkötegek tömege csökkenthető. Az energiaforrásként használt „éltető” napsugarakat napelemekkel alakítjuk át villamos energiává. A 150 mm×150 mm-es kristály formájában vásárolt, összesen közel 8 m²-t kitevő felületet kell a karosszériára formálni. A kristályokat egy speciálisan erre a célra tervezett célgéppel lamináltatjuk össze.

A karosszéria kialakítását a napelemek elhelyezhetősége nagymértékben befolyásolja, és korlátozást jelent az egyes karosszériaelemeknél a napelem hajlíthatósága is. A kompromisszumos



4. ábra

megoldás a légellenállási tényezőt igen károsan befolyásolja, így a karosszéria kialakításába még sok szellemi energiát kell fektetni. A futóműre a kiírás nem tesz külön kitétel, így a legjobb határfok elérése érdekében a tengelyeket viszonylag mereven, könnyűszerkezetes vázhoz kötjük. A bekötési pontnál cserélhető gumielemet alkalmazunk, így annak vastagságának kiválasztásával módosíthatunk a kapcsolat rugalmasságán.

Az egyik legfontosabb tervezési pont a jó határfok elérése, ezért a kerékagyban helyezkedik el a villamos motor. Ennél a megoldásnál súrlódási veszteséggel csak a motor (egyben kerékagy) álló tengelye és a forgó ház közötti csapágyazásánál kell számolnunk. A csapágyazásnál az SKF kerámia csapágyazását alkalmazzuk a bemágneseződés elkerülése érdekében.

A jármű építése jelenleg a Közúti és Vasúti Járművek Tanszék laboratóriumaiban folyik a Járműipari Regionális Tudásközpont támogatásával, ahol reményeink szerint a jól összehangolt csapatmunka sikereket hoz egyetemünknek. Kitüntetett cél, hogy a jármű készítése során, ill. versenyen megszerzett tapasztalatokat átadjuk a jövő mérnökhallgatóinak.

Linkek

www.sze.hu

<http://szenergyteam.extra.hu>

www.shell.com/ecomarathon

17. Nemzetközi műanyag- és gumiipari szakvásár

Dr. Dogossy Gábor

egyetemi adjunktus,
Széchenyi István Egyetem
Anyagismereti és
Járműgyártási Tanszék

Immár 17. alkalommal rendezték meg Düsseldorfban a világ egyik legnagyobb műanyag- és gumiipari eseményét, a K-2007 kiállítást. Ezen a vásáron megtalálható volt a világméretű óriáskonzernektől a kezdő vállalkozásokig mindenki, aki egy kicsit is foglalkozik az innovációval ezen a területen. Valamennyi iparág itt mutatta be az elmúlt évek fejlesztéseinek eredményét, valamint teljes termékpalettaját.

The International Trade Fair No. 1 for Plastics and Rubber Industry known as K2007 was organized for the 17th time in Düsseldorf, Germany. All multinational concerns and start-up companies dealing with some kind of innovation in this field were represented on this exhibition. Each industrial branch showed here the results of its developments in the past few years and its whole product range.

Idén ellátogattunk a 3 évente megrendezésre kerülő K szakvásárra. Ez a rendezvény méreteit, valamint színvonalát tekintve is a legnagyobb a világon. A vásár alapterülete 168 000 m² volt, amelyen a több mint 50 országból érkezett 3130 kiállító standjait tekinthettük meg. A kiállítók három fő csoportba lettek beosztva, ezzel is segítve a hatalmas terület áttekintését:

- gépek és berendezések (a terület 68%-át tette ki),
- alapanyagok, segédanyagok (a terület 22%-át tette ki),
- erősített műanyagból készült félkész termékek, műszaki alkatrészek, szolgáltatások (a terület 8%-át tette ki).

Ezen kívül még 2%-nyi területet foglalt el a „Műanyaggal lehet!” külön bemutatóknak fenntartott stand. A vásár mottója: „Csináljunk üzletet az elképzelésből!”, nagyon jól tükröződött a kiállítók hozzáállásán. A korábbi évekhez képest a magyar standok száma csökkent (16-ról 12-re), viszont fajlagos alapterületük növekedett. Ez elsősorban annak tudható be, hogy ebben az évben nem sikerült egy „gyűjtő” standot létrehozni, amelyen a kisebb cégek is képviselhették volna magukat. Az idei évben a több mint 100 országból érkezett 242 000 látogató tekintette meg a vásárt (1. ábra).



1. ábra: látogatók a kiállításon

Az utóbbi években Kína nemzeti összterméke rohamosan növekszik (évi 10% körül), ami meg is látszik a kínai kiállítók számán. Hiszen míg 2001-ben csak 8, 2004-ben 41 kiállító jött el a távolkeleti országból, addig idén már 152 cég képviseltette magát. A fröccsöntőgépgyártók között is nagy számban voltak jelen a kínai cégek (2–5. ábra). Az általuk forgalmazott fröccsöntőgépek kinézete kissé múltat idéző, de a működéshez szükséges alapvető egységek (pl. útváltó szelepek) jellemzően német gyártmányok, amire fel is hívták a figyelmünket. Fontos szempont a precíziós

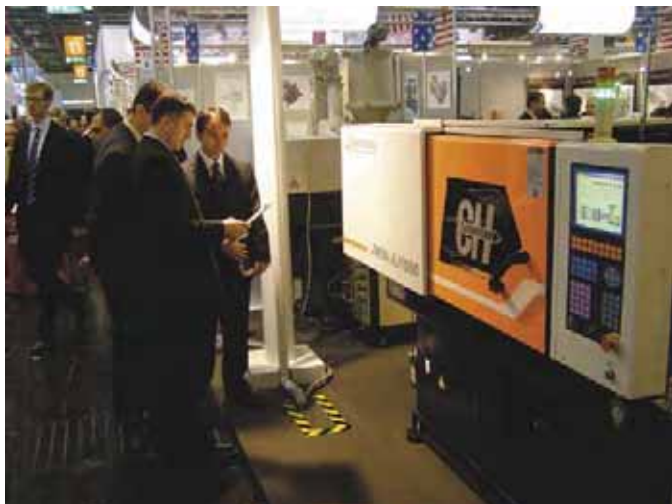
fröccsöntésnél a minőség, amely egyelőre nem éri el a nyugat-európai szintet, azonban a rohamos fejlődés következtében néhány év múlva akár összehasonlíthatóak lesznek a nagy gyártók gépeivel. Ami miatt számolni kell ezekkel a gépekkel az a tény, hogy bár az elmúlt évben több mint 50%-ot emeltek áraikon, még így is feleannyiba kerül egy kínai fröccsöntőgép, mint bármely európai vagy amerikai gyártó terméke.



2. ábra: a Chuan Lih Fa cég fröccsöntőgépe



3. ábra: a Haitai cég fröccsöntőgépe



4. ábra: a Chen Hsong vállalat fröccsöntőgépe



7. ábra: asztali fröccsöntőgép



5. ábra: a Chen Hsong vállalat fröccsöntőgépe

A fröccsöntés területén természetesen minden nagy gépgyártó (Arburg, Engel, Krauss Maffei, DeMag) képviseltette magát. A DeMag extravagáns kinézetű fröccsöntőgépe odavonzotta az embereket (6. ábra). Az érdekességek között érdemes megemlíteni az asztali fröccsöntőgépeket is (7–8. ábra), amelyek alkalmasak a kisméretű termékek gazdaságos gyártásánál.



6. ábra: a DeMag extravagáns fröccsöntőgépe

Az Engel által bemutatott víz ellennyomós technika (WIT) nem új keletű, viszont a gép helyigénye nem nagyobb, mint a hagyományos fröccsöntőgépé, hiszen a vízinjektáló rendszert a szerszámzáró egység alá rejtették el (9. ábra). Ez a technika környezetvédelmi problémákat vet fel, hiszen a leggyakrabban használt műszaki műanyagok (PET, PA, PBT) érzékenyek a vízre, ezért például PP-vel kell együtt fröccsönteni (10. ábra), ami jó vízzáró, de az így gyártott termékek újrahasznosítása nem lehetséges, csak termikus felhasználásuk képzelhető el. Azonban ezt a problémát az alapanyaggyártók is felismerték, és olyan új hidrolízisálló anyagokat (speciális PA 66, PBT) fejlesztettek ki (pl. BASF), amelyek feldolgozhatóak a WIT-eljárással.



8. ábra: asztali fröccsöntőgép

A teljesen elektromos gépeket (11. ábra) elsősorban Japánban, a földrengések miatt kezdték el alkalmazni. Azonban mára kezdnek teret hódítani maguknak. Mivel nincs szükség hidraulikaolajra, a karbantartásuk olcsóbb. A hagyományos gépeknél gyorsabbak, pontosabbak. Az árak ugyan folyamatosan csökkennek, még ma is drágábbak a hidraulikus gépeknél. A probléma, ami miatt sokan nem mernek ilyen gépet venni, az a félelem, a hosszú távú megbízhatóságukkal kapcsolatban. Azonban ha figyelembe vesszük, hogy már évtizedek óta csavarorsóval működnek például az esztergagépek is, belátható, hogy nincs mitől félni.



9. ábra: az Engel víz ellennyomásos fröccsöntőgépe



10. ábra: a WIT-eljárással gyártott termék keresztmetszete (kívül PBT, belül PP)

Az alapanyaggyártó cégek megpróbálták feldobni a standjaikat, néhány különleges alkalmazással, amely odavonzotta az érdeklődőket (12–13. ábra).

Kinntartózkodásunk apropója a Moldflow cég meghívása volt, ahol alkalmunk nyílt bemutatni a Járműipari Regionális Egyetemi Tudásközpontot (JRET), valamint konzorciumi partnerét, a Schafenacker Automotive Parts Ungarn Bt.-t (SAPU). A megtartott előadásunkban a SAPU és a JRET egyik közös fröccsöntési szimulációval támogatott projektjét ismertettük (címe: Alapanyagváltás egy tükkörtartó esetében) (14. ábra).



11. ábra: az Engel teljesen elektromos fröccsöntőgépe



12. ábra: a polimerek alkalmazási lehetősége



13. ábra: a polimer kompozitok alkalmazási lehetősége



14. ábra: előadásunk a Moldflow standnál

A vásáron szerzett tapasztalatom az, hogy egy ilyen nagyszabású kiállítást csak megfelelő előkészület után érdemes megtekinteni. Akkor is csak bizonyos szakterületekre érdemes koncentrálni, mert ez a 8 nap nem elegendő a teljes vásár megnézésére, csak átfutására. Ettől függetlenül azt kívánom, találkozzunk 2010. október 27-től november 3-ig a következő K-n.

Irodalom

- [1] www.k-online.de
- [2] Macskási Levente: K 2007 – Csináljunk üzletet az elképzelésből I., Műanyag és Gumi, 2007, 44/10, 385–389
- [3] Gyimesi Györgyné, Macskási Levente: BASF innovációk I. Új alapanyagok és eljárások gépjárműalkatrészek gyártásához, Műanyag és Gumi, 2007, 44/10, 391–394

A korszerű járműdiagnosztika alapjai

Dr. Lakatos István Ph.D.
egyetemi docens,
Széchenyi István Egyetem
Közúti és Vasúti
Járművek Tanszék

A cikk a korszerű járművek fedélzeti diagnosztikájának alapelveit ismerteti. Bemutatja a hibák felismerési folyamatát és az azt szolgáló modellek elvi alapjait. Erre vonatkozó példaként ismertetésre kerül a motor-munkafolyamat töltétsere részének matematikai leírása, amely működési modellként szolgálhat.

The article gives the basic principles of the on board diagnostics of the modern vehicles. It presents the recognition process of mistakes and the conceptual bases of the models serving it. Example concerning this the engine workflow gets to a review the mathematical description of the part of a charge exchange, which may be in service as a function model.

BEVEZETÉS

A mai autók összetett mechatronikai rendszerek, gyártásukat is technológiai komplexitás jellemzi. Ebből következően a diagnosztikai folyamatok is kellőképpen komplexek, bonyolultak. Az autóba épített hardver- és szoftverrendszerek komplex hálózatot alkotnak. Ezen túlmenően még az is előfordulhat, hogy a járműbe épített egyes irányított modulok adott esetben különböző cégektől származnak. Az elektronikus irányított rendszereket a járművekben fedélzeti diagnosztika „figyeli”, amelynek eredményei diagnosztikai berendezésekkel lekérdezhetőek.

ELEKTRONIKUSAN IRÁNYÍTOTT RENDSZEREK HIBAKÓDOLÁSA

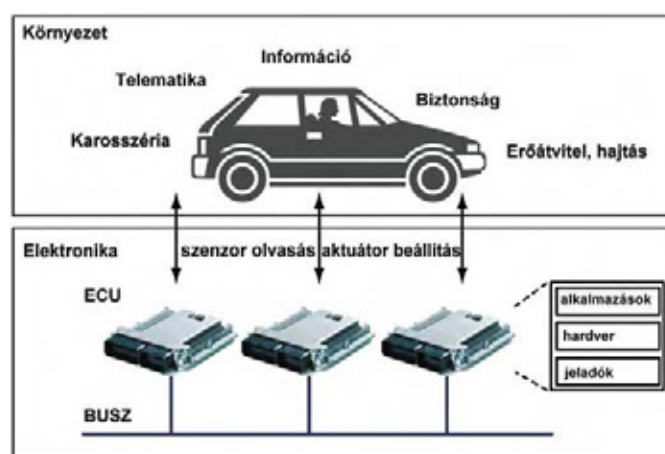
A hibák a jármű különböző részein, részegységeiben keletkezhetnek. Mechatronikai szempontból a jármű mint rendszer két fő részre bontható: elektronikus rendszerre és környezetre (1. ábra).

Az elektronikus rendszer részei az alábbiak:

- elektronikus irányítóegységek,
- érzékelők,
- beavatkozók,
- összekötő vezetékek, buszrendszer.

Az ECU (Electronic Control Module: elektronikus irányítóegység) legfontosabb feladata a mechanikus rendszerek (pl. motor, nyomatékvaltó stb.) irányítása (szabályozása). A környezet magában foglalja magát a járművet, a vezetőt, az utat, az időjárást. A járművön belül a terminológia az alábbi rendszereket nevesíti:

- Powertrain: motor, hajtómű, nyomatékvaltó stb.
- Chassis: fékrendszer, felfüggesztés, kormányzás
- Body: világítás, légkondicionálás stb.

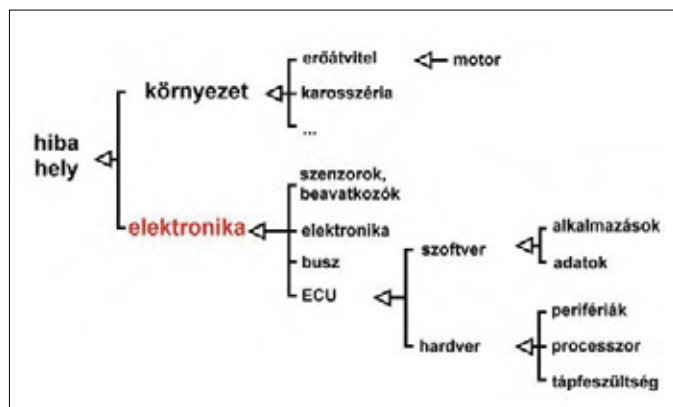


1. ábra

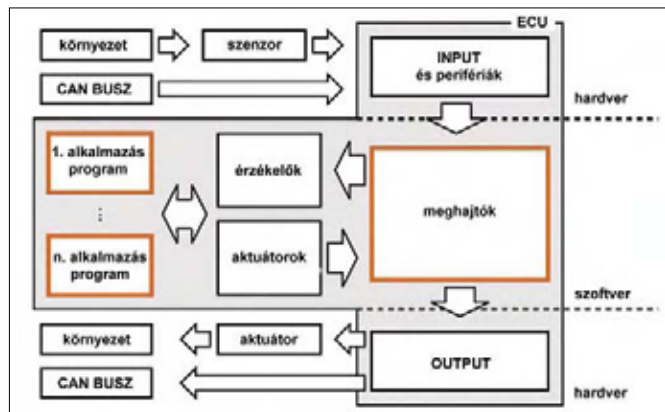
- Safety: légszák, aktív biztonsági öv
- Telematics/Infotainment: rádió, navigációs rendszer, telefon stb.

A hibák előfordulási helye szerinti csoportosítás a 2. ábrán látható. A környezet címszó alatt a fentiekben nevesített kategóriák szerepelnek, míg elektronikai szempontból a hiba keletkezhet az alábbi területeken:

- ECU,
- buszcsatlakozások,
- tápfeszültség-csatlakozások,
- érzékelők,
- beavatkozók, vezetékek.



2. ábra



3. ábra

Fontos megemlíteni, hogy az irányítóegységeken belül mind a hardver, mind a szoftver okozhat hibát.

TÜNETALAPÚ DIAGNOSZTIKA

A fedélzeti diagnosztikai rendszerek feladata a hibák azonosítása, tárolása és jelzése a vezető számára. A hibaazonosításban azonban számolnunk kell egy problémával: a hibák nem detektálhatók közvetlenül, csupán hatásukat képes villamos mérésekkel mérni a járműbe épített elektronika. Motorhibára utalhat pl. adott érzékelők üzemiállapotnak nem megfelelő értéke. A diagnózis tehát alapvetően három lépésben állítható fel:

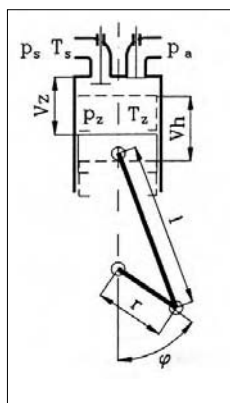
1. Szokatlan üzemiállapotok azonosítása az elvárt és a megfigyelt járműállapot összehasonlításával. A feltárt eltérés maga a hiba tünete.
2. A hibák behatárolása: a tüneteken alapuló, lehetséges mögöttes hibák megállapítása.
3. Intézkedések fogantatása: például figyelmeztetés a vezetőnek.

A tüneteket az ECU-k szoftvermoduljai azonosítják. A 3. ábra egyszerűsített ECU-struktúrát mutat szoftveroldalról: a szoftvermodulok alkalmazásai különböző hardver- és szoftverszinteken keresztül olvassák a szenzor- vagy buszjeleket, és adatokat küldenek a beavatkozó vagy a busz irányába. Fontos, hogy a tünetek meghatározása a szoftvermodulokban történik, emiatt nem egyszerű a hibák megkülönböztetése. A tünetek két fő kategóriába sorolhatók:

– Helyi tünetek: ezek a tünetek közvetlenül a hiba helyén keletkeznek. Példa lehet erre az ECU-hoz csatlakozó vezeték rövidzárata. A hibák, amelyek ilyen tüneteket okoznak, meglehetősen könnyen azonosíthatók. A példában, a megfelelő I/O meghajtóban észlelhető a hibás feszültségszint. Általában véve több módszer is létezik ezen hibák azonosítására.

– Távoli tünetek: a tünetek másik kategóriája bizonyos távolságban keletkezik a hiba helyétől. Példák lehetnek erre a környezetben fellépő hibák, pl. motorproblémák vagy buszhibák, amelyek hatást gyakorolnak a velük kapcsolatban levő ECU-kra. Ezen hibák azonosítása már jóval bonyolultabb probléma.

A távoli tünetek az utóbbi néhány évben jóval gyakrabban fordultak elő. Ez nagyrészt az egyre bonyolultabb rendszerek kialakításának



4. ábra

köszönhető, másrészt viszont a nagy és megosztott szoftverrendszerek is ezt a trendet erősítik. A vezetőasszisztens rendszerek, mint pl. aktív sebességszabályozás (ACC= active cruise control) vagy az aktív kormányzás (AFS= active front steering) jó példák erre.

Közös ezekben a rendszerekben, hogy gyakran kommunikálnak más rendszerek irányítóegységeivel, így a hiba tünete gyakran másik egységben jelentkezik.

A modellalapú diagnosztika kifejezetten a fenti hibák felismerésére alkalmas. Az alapötlet, hogy a valós rendszerrel párhuzamosan futtatunk egy modellt és a szimuláció eredményeit használjuk fel az elvárt és a megfigyelt viselkedés összehasonlítására. Az ilyen típusú modellt viselkedési modellnek hívjuk. Elméletben, a lehetséges hibák által okozott tünetek megtalálhatók a viselkedési modell elemzése segítségével, a tünetektől pedig eljutunk a hibákig. A gyakorlatban azonban ez a módszer nem mindig működőképes, ezért gyakran szakértői rendszerként kell kiegészíteni.

JÁRMŰVES ALKALMAZÁSOK DIAGNOSZTIKÁJA

Az autóiparban gyakran használnak modell-alapú alkalmazásokat. Ezek a módszerek egyaránt alkalmazhatók onboard (fedélzeti) és offboard (javítóműhelyi) felhasználásra. Ez nagyon fontos, hiszen különösen a károsanyag-emisszió és a közlekedésbiztonság területén jogszabályi előírás is a megbízható fedélzeti diagnosztika. A modellek egy része működési modellt használ a szenzor-hibák vagy szívórendszeri tömítetlenségek azonosítására. A diagnosztikarendszer strukturált hipotézisek keretrendszerét használja arra, hogy melyik modellezett hibát támasztják alá a mért adatok.

Léteznek olyan modellek is, amelyek pl. a belső égésű motor működési modelljét használják háló elkészítésére.

A továbbiakban példaként egy négyütemű Otto-motor körfolyamatmodelljének alapelvét ismertetem mint működési modellt. Ez alapvetően áramlástani és empirikus égési egyenleteket használ fel.

NÉGYÜTEMŰ, FELTÖLTETLEN OTTO-MOTOR KÖRFOLYAMATÁNAK MATEMATIKAI MODELLJE

Példaként a négyütemű, feltöltetlen Otto-motor körfolyamatából a töltéscsere rész matematikai modelljének felépítését mutatom be. A modell a stacionárius töltéscsere-számítási elven (LIST-, HASSELGRUBER-módszer) alapul. Az alapelv alkalmazásának alapfeltétele a motor előtti és utáni termodinamikai állapotjelzők időbeli állandósága.

A hengerbeli nyomásváltozást leíró differenciálegyenlet módszer a Poisson-egyenletekre épül (4. ábra):

$$p_z(\varphi) \cdot V_z(\varphi)^\chi = \text{áll.} \quad (1)$$

Ahol: p_z a hengertéri nyomás [Pa],
 V_z a hengertéri fajtérfogat [kg/m^3],
 χ a töltet adiabata kitevője,
 φ a forgattyúsög AHP-tól számítva [$^\circ\text{ft}$].

Az egyenlet jelölései megfelelnek a 4. ábrán láthatóaknak.

(1.)-et φ szerint deriválva, majd átrendezve a következő alakot kapjuk:

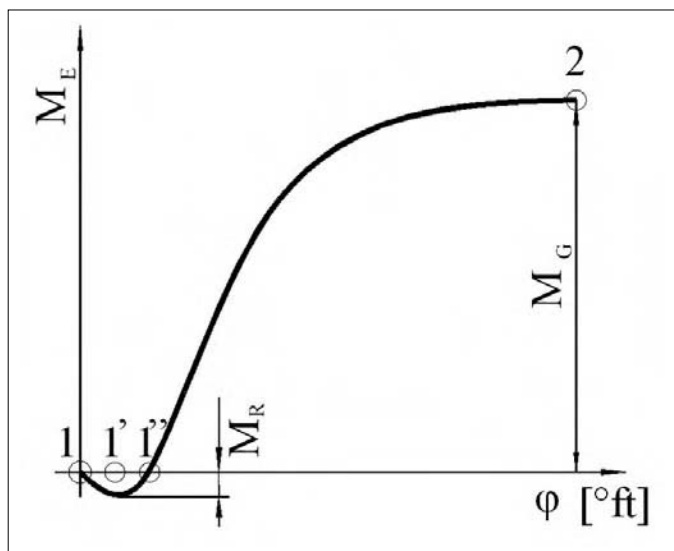
$$\frac{1}{p_z} \cdot \frac{dp}{d\varphi} = -\frac{\chi}{V_z} \cdot \frac{dV}{d\varphi} = -\frac{\chi}{V_z} \cdot \frac{dV}{d\varphi} \quad (2)$$

Ahol: V_z a pillanatnyi hengertérfogat.

A kitöltött hengertérfogat változását, (dV)-t alapvetően három tényező okozza:

- a dugattyú mozgástörvénye által megszabott térfogatváltozást (dV_z),
- a szívónyíláson átáramló töltet hatását (dV_e) és
- a kipufogónyíláson átáramló töltet hatását (dV_a).

Ez matematikai megfogalmazásban a következőt jelenti:



5. ábra

$$\frac{dV}{d\varphi} = \frac{dV_z}{d\varphi} - \frac{dV_c}{d\varphi} + \frac{dV_a}{d\varphi} \quad (3)$$

A két egyenletből megkapjuk a számításra alkalmas differenciálegyenletet.

$$\frac{1}{p_z} \cdot \left(\frac{dp_z}{d\varphi} \right) = - \frac{\chi}{V_z} \cdot \left(\frac{dV_z}{d\varphi} - \frac{dV_c}{d\varphi} + \frac{dV_a}{d\varphi} \right) \quad (4)$$

A hengerbeli hőmérséklet-változást leíró differenciálegyenletet három fő tényező befolyásolja:

1. a nyomásváltozás,
 2. a falak hőátadása, valamint
 3. a friss töltet keveredése a hengertartalommal.
- (A továbbiakban 1, 2, 3 indexekkel jelölve)

A hőmérséklet-változás hatását ugyancsak a Poisson-egyenlet írja le:

$$T_z(\varphi) \cdot p_z(\varphi)^{\frac{1-\chi}{\chi}} = \text{áll.} \quad (5)$$

Ahol: T_z a hengertöltet hőmérséklete [K].

Ezt φ szerint deriválva, majd átrendezve az alábbi formára jutunk:

$$\frac{1}{T_z} \cdot \frac{dT_z}{d\varphi} = \frac{\chi-1}{\chi} \cdot \frac{1}{p_z} \cdot \frac{dp_z}{d\varphi} \quad (6)$$

A falak fűtő hatásából származó felmelegedés egyenlete:

$$\frac{dT_{z2}}{d\varphi} = \frac{1}{C_v \cdot M_z} \cdot \frac{dQ_w}{d\varphi} \quad (7)$$

Ahol:

- M_z a hengerben lévő gáztömeg [kg],
- C_v a közeg fajhője [J/kg.K],
- Q_w a falról átadott hő [J].

A friss töltettel történő keveredést a keveredési szabály írja le:

$$\frac{dT_{z3}}{d\varphi} = \frac{1}{M_z} \cdot \frac{dM_e}{d\varphi} \cdot (T_z - T_s) \quad (8)$$

Ahol: dM_e a beáramló elemi friss töltet [kg],

T_s a friss töltet hőmérséklete [K].

A három hatás összessége írja le a tényleges változást. A számítási igény ésszerűsítése miatt a falak hűtő hatását a (7) helyett egy ún. felfűtési tényezővel (τ_e) vesszük figyelembe. A hengerbe jutó töltet hőmérséklete tehát:

$$T_s'' = \tau_e \cdot T_s' \quad (9)$$

Ahol: T_s' a korrigált szívócső-hőmérséklet [K].

T_s' fogalma a visszaáramlások által módosított szívócső-hőmérsékletet jelenti, tehát értéke a keveredési szabály segítségével határozható meg:

$$T_s' = \frac{M_G \cdot T_s + \int_1^1 T_z \cdot (-dM_e)}{M_G + M_R} \quad (10)$$

A jelöléseket az 5. ábra szemlélteti:

dM_e a szívószelepen belépő elemi gáztömeg [kg],

M_R a szívószelepen visszaáramlott összes gáztömeg [kg],

M_G az összes beáramlott gáztömeg [kg].

Ezek után a hőmérséklet-változás differenciálegyenlete az alábbi alakot ölti:

$$\frac{1}{T_z} \cdot \frac{dT_z}{d\varphi} = \frac{\chi-1}{\chi} \cdot \frac{1}{p_z} \cdot \frac{dp_z}{d\varphi} - \frac{1}{M_z} \cdot \frac{dM_e}{d\varphi} \cdot \frac{T_z - T_s''}{T_z} \cdot \delta_1 \quad (11)$$

A hengertérfogat dugattyúmozgásból fakadó változása az alábbi egyenlettel írható le:

$$V_z(\varphi) = V_c + \frac{V_H}{2 \cdot r} \cdot s(\varphi) \quad (12)$$

Ahol: V_z a pillanatnyi hengertérfogat [m³],

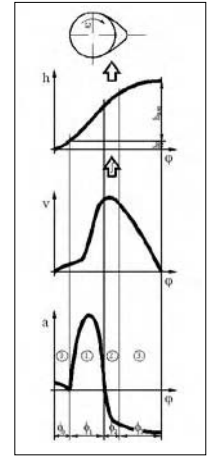
V_c a kompresszió-térfogat [m³],

V_H a lökettérfogat [m³],

r a forgattyúsugár.

A szelepeken át történő áramlási folyamatok matematikai leírása pedig a szelepek nyitási függvényének felhasználásával modellezhető: ez a szelepek foronómiai görbéinek alapulvételével oldható meg (6. ábra). Ezek alapulvételével számíthatók a nyitási keresztmetszetek. A nyitási keresztmetszeteket ábrázoló függvény a 7. ábrán látható.

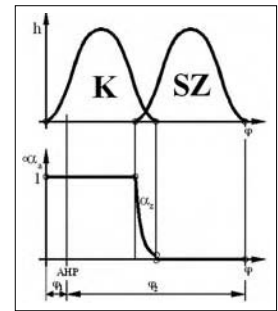
A bemutatott modell a cikk terjedelmi korlátai miatt csupán a motorműködés egy részterületére terjed ki. A motorműködés egésze modulárisan építhető fel, pl. a szívócsőben lejátszódó folyamatokat is figyelembe véve. A modulokból összeállított modellt természetesen identifikálni kell az adott (vizsgált) motorra. Ezt követően a modell által számított jellemzők összehasonlíthatók a szenzorok által mért értékekkel, így képezve a diagnosztikai folyamatok alapját.



6. ábra

ÖSSZEFOGLALÁS

A mechatronikai rendszerek diagnosztikájában gyakran használnak működési modellt a szenzorhibák vagy szívórendszeri tömítetlenségek azonosítására. Ilyenkor a valós rendszerrel párhuzamosan futtatunk egy modellt és a szimuláció eredményeit használjuk fel az elvárt és a megfigyelt viselkedés összehasonlítására. A hibák által okozott tünetek egzaktabban megtalálhatók a viselkedési modell elemzése segítségével. Természetesen ezeket a rendszereket általában szakértő rendszerek teszik teljessé. A cikkben bemutatott matematikai modell egy lehetséges példát mutat be a motorban zajló folyamatok matematikai leírására.



7. ábra

Irodalom

- [1] Dr. Lakatos István: Töltetcsere-időzítés hatása a négyütemű, feltöltetlen Otto-motorok üzemére, Ph.D. értekezés, 2003, Budapest, BME
- [2] Benno Stein, Oliver Niggemann, Heinrich Balzer: Diagnosis in Automotive Applications, A Case Study with the Model Compilation Approach, Third Monet-Workshop on Model-Based Systems (MBS 06)Wotawa (Ed.), ECAI Workshop Proceedings pp. 34-40, c University of Trento, Italy 2006.
- [3] Peter Struss, Chris Price: Model-based systems in the automotive industry, AI Magazine, 24(4), 17.34, (2004).

Kiállításon és Tech4Auto konferencián a Rába

Rákóczy Kálmán
konstrukciós team vezető,
Rába Futómű Kft.

Andrási Mátyás
terméktervezési szakértő,
Rába Futómű Kft.

A közelmúltban a győri Széchenyi István Egyetemen rendeztek szakmai konferenciát és kiállítást, amelyen a Rába is képviseltette magát.

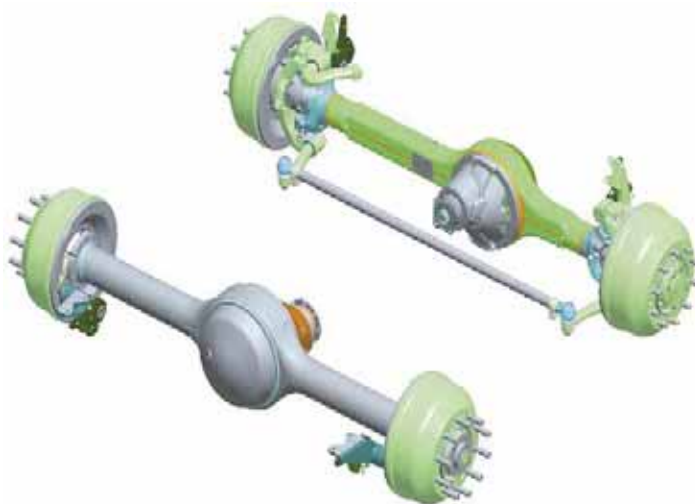
A professional exhibition and conferences was held in the Széchenyi István University recently, which was attended by Rába too.

Rákóczy Kálmán konstrukciós team vezető és Andrási Mátyás terméktervezési szakértő „Egyfokozatú hajtott futóművek teherbírásának növelése korszerű fejlesztési módszerek alkalmazásával” címmel tartott előadást. A kétnapos konferencia tulajdonképpen a Járműipari Regionális Egyetemi Tudásközpont (JRET) eredményeit mutatta be. A JRET-ről annyit kell tudni, hogy részt vesz benne a Széchenyi-egyetem, a Rába Rt., a Sapu és a Borsodi Műhely; az együttműködés célja pedig kettős: egyrészt, hogy az egyetemi hallgatók és kutatók megismerjék az ipari tevékenységeket; s fordítva is, az ipari cégek használni tudják a tehetséges kutatók munkáit. Az együttműködést három évre kötötték, most a második évnél tartunk.

Az előadás egy hajtott egyfokozatú futóműpár – szimpla gumiabroncsú off-road járművekhez alkalmas 6,6 t mellső és 7,2 t hátsó futómű 205 kW motorteljesítményre – kifejlesztésén keresztül mutatja be a Rábánál történt konstrukciós tevékenység fejlődését.

A járműiparban a követelmények folyamatosan növekednek mind a motorteljesítmények, mind az összgerdülő tömegek tekintetében, valamint egyre több olyan jogos igény merül fel a gyártók és az üzemeltetők részéről, hogy a futóművek legyenek alkalmasak a speciális követelmények teljesítésére is. Ilyenek például az ABS és a differenciálzár alkalmazása, a gázlóképesseg biztosítása, a központi abroncsöltő rendszer beépítése. A fejlesztési munkára jellemző a tervezéshez alkalmazott technikák, tervezési programok folyamatos fejlődése, valamint a terméktervezésre és a megvalósításra rendelkezésre álló időtartam rövidülése.

A tervezések a '90-es években hagyományos módon történtek, a méretezések, számítások konvencionális módszerekkel készültek, ezért a feszültséggyűjtő helyek nem voltak szimulálhatók. A tervezett tételek felszerszámozása, legyártása után a lefolytatott laboratóriumi vizsgálatok eredményei alapján a szükséges



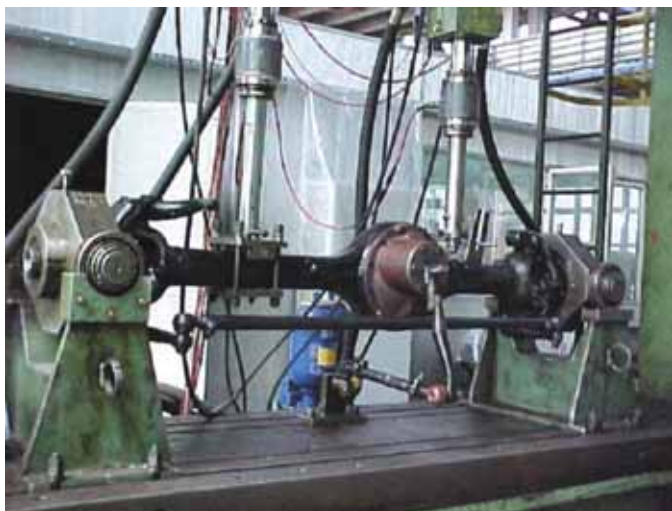
erősítéseket, korrekciókat elvégeztük. Az iteráció ismétlése oda - vissza mindaddig történt, amíg a konstrukció teljesítette az elvárt követelményeket. Ez az eljárás meglehetősen költséges és időigényes volt, valamint az ezzel a módszerrel tervezett termékek sok esetben túlméretezettek, túlsúlyosak voltak.

Ma már lehetőségünk van arra, hogy a rendelkezésre álló fárasztóvizsgálatok és egyéb adatok alapján a komplex FEM-modell felépíthető. A veszélyes keresztmetszetek, feszültséggyűjtő helyek lokalizálása, a szükséges módosítások elvégzése és a módosítások hatásainak elemzése az adott tétel legyártása nélkül elvégezhető! Ezen szimulációk eredményeinek felhasználásával kerül legyártásra az adott alkatrész. Amennyiben a FEM-modell megfelelő volt, akkor az iteráció nem szükséges. Ezzel megtakarítható a szerszámmódosítások költsége, a termékmegvalósításra ráfordított idő pedig jelentősen lerövidül.

Jelen esetben, amikor a tervezés már előrehaladott állapotban volt, a vevő a mellső futómű teherbírását 5,5-ről 5,9-re, majd később a felhasználási terület bővítése miatt 6,6 t-ra emelte fel, a hátsó futóműét pedig 6,6-ról 7,2 t-ra növelte. Ezen követelmények teljesítését úgy kérte, hogy az eredeti futóművek tervezésére megállapított határidőt továbbra is be kellett tartani.

Szimulációs modellek segítségével megvizsgáltuk, hogy a megnövelt paraméterek teljesítéséhez milyen változtatásokra, erősítésekre van szükség az egyes szerkezeti és teherviselő elemek esetében. Azonosítottuk a kritikus helyeket, a gyenge keresztmetszeteket, átmeneti zónákat. Egy-egy alkatrész esetében számos lehetőség áll rendelkezésünkre, hogy a kívánt célt elérjük. Ilyenek például egy nagyobb szilárdságú anyagminőség alkalmazása, a geometriai alak megváltoztatása, indukciós edzés előírása, görgőzés, az átmeneti szakaszok optimalizálása az egyes keresztmetszetek között stb. Ezek közül mindig a legkézenfekvőbb megoldást kell választani, amihez szükséges az úgynevezett





„konstrukciós véna”, egyszerűbben fogalmazva a tapasztalat, a gyakorlat, a műszaki rátermettség.

Annak érdekében, hogy megtaláljuk a megfelelő és elégséges megoldást, tökéletesen ismerni kell az adott alkatrész funkcionális működéséből adódó követelményeket, és szem előtt kell tartanunk azt is, hogy a választott műszaki megoldás megfelelően költséghatékony legyen.

Az eddig elvégzett vizsgálatok mind pozitív eredménnyel zárultak. A projekt elérte célját! A futóművek nem teljesítették jelentősen túl a vizsgálati követelményeket, tehát az alkatrészek túlzott megerősítését vélhetően elkerültük, azaz nem építünk be fölösleges költségeket. A 20%-os terhelésnövelés ellenére a futómű költségszintje mindössze 2%-kal emelkedett! A tervezési folyamatba szervesen integrált szoftvereknek és a jól képzett tapasztalt szakembergárdának köszönhetően a tervezési folyamat közepén megváltozott paraméterekre gyorsan és rugalmasan tudtunk reagálni, így az előzetesen vállalt határidő, ha nehezen is, de tartható maradt.

MAJOSZ 2008. évi programelőzetes

Február 26–27.	Pozsony	Auto Slovakia 2008, beszállítói rendezvény
Február 26–29.	Lipcse	Zuliefermesse, kollektív magyar stand
Március 5–9.	Lyon	STIM Beszállítói szakkiállításon információs stand
Március 11.	Győr	Német – magyar kooperációs börze
Március 13–14.	Graz	Nemzetközi üzletember-találkozó
Március 13–19.	Belgrád	Motor Show, kollektív magyar stand
Március 27.	Nagyvárad	Magyar–román üzletember-találkozó
Márc. 31 – április 4.	Düsseldorf	METAV, Tube, Wire szakkiállítás magyar szakmai delegáció kiutaztatása
Április 3.	Budapest	SCANIA beszállítói rendezvény
Április 5–9.	Lipcse	AMI/AMITEC Járműipari Szakkiállítás információs stand
Április 22.	Fót	Közygyűlés
Április 23.	Budapest	PSA beszállítói rendezvény
Április 29 – május 2.	Changwon (Dél-Korea)	Global TranspoTech 2008, szakkiállítás, kollektív magyar stand
Május 6–8.	Stuttgart	Európai Járműkomponens EXPO, kollektív magyar stand
Május 14–18.	Budapest	Truck Expo, kollektív magyar stand
Május 27.	Budapest	Japán beszállítói rendezvény
Július 9.	Ingolstadt	AUDI Innovációs Fórum, kollektív magyar megjelenés
Szept. 16–21.	Frankfurt	Automechanika, kollektív magyar stand
Szeptember 23–24.	Lindau	Nemzetközi üzletember-találkozó
Szept. 29 – okt. 4.	Plovdiv	Autotech, infóstand tagvállalati képviselő
Október 29.	Budapest	MAJOSZ beszállítói rendezvény
November 4–7.	Párizs	Midest, magyar szakmai delegáció kiutaztatása
November 19.	Budapest	JETRO Budapest, know-how szeminárium
December 3.	Budapest	MAJOSZ szakmai nap

Számítógépes szimuláció alkalmazása a lemezalakítás és műanyagfröccsöntés területén, gyakorlati példák bemutatásával

Herk Attila
Ajakai Elektronikai Kft.

Buczkó Attila
Tóth Krisztián
Széchenyi István Egyetem

Napjaink autóipari fejlesztései egyre kiélezettebb versenyt eredményeznek az autógyártói és a beszállítói szférában. A vevői igények kielégítésére törekvő gyáraknak ipari pozíciójuk megőrzése érdekében – a kivitelezés időtartamának csökkentése mellett – a tervezési fázisidők optimalizálásának lehetősége marad. A számítógépes tervezéssel segített gyártás, illetve a számítógépes szimulációkkal összekötött szerszámtervezés alkalmazása már-már elkerülhetetlenné vált a mai ipar minőség- és költségoptimalizálási törekvései mellett. Egyre nagyobb hangsúlyt kapnak a konkrét járműipari alkatrészek fejlesztésére, konstrukciójára irányuló kutatások.

Today's automotive developments generate a more and more strained competition among car manufacturers and external suppliers. In order to maintain their market position companies striving to meet all customer claims need to optimize the design phase time besides the reduction of the execution time period. Regarding today's industrial quality- and cost optimization efforts manufacturing with computational support or tool construction guided with computer simulations seem to be unavoidable. Research projects with the aim of specific automotive component development and construction gain ever more importance.

KONKRÉT FELADATOK BEMUTATÁSA

A cikkben bemutatásra kerülő kutatásokat a Széchenyi István Egyetem Járműipari, Elektronikai és Logisztikai Kooperációs Kutató Központja végezte, az Ajakai Elektronikai Kft.-vel együttműködve. A KKK feladata volt a szimulációs technikák alkalmazási lehetőségeinek elemzése, melyhez a vállalat adta az alkatrészekkel kapcsolatos adatokat, és értékelte az elért eredményeket. A konkrét elemzések karosszériaalkatrészek és polimertermékek gyártásához kapcsolódtak.



1. ábra: sajtolt lemezalakítás

SAJTOLT ALKATRÉSZ VIZSGÁLAT AUTOFORM ALKALMAZÁSÁVAL

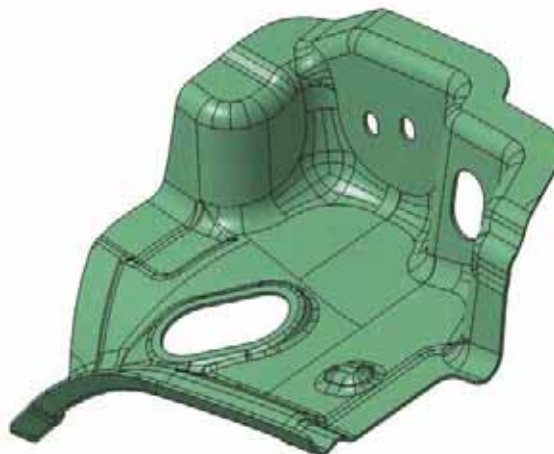
A vizsgált karosszériaelem az alakítási folyamat mélyhúzási, körbevágási, illetve kalibrálási műveletét követően, szabad szemmel jól láthatóan elrepedt. A szimuláció célja a repedés okának felkutatása, a hibák kiküszöbölése, illetve azok előfordulási valószínű-



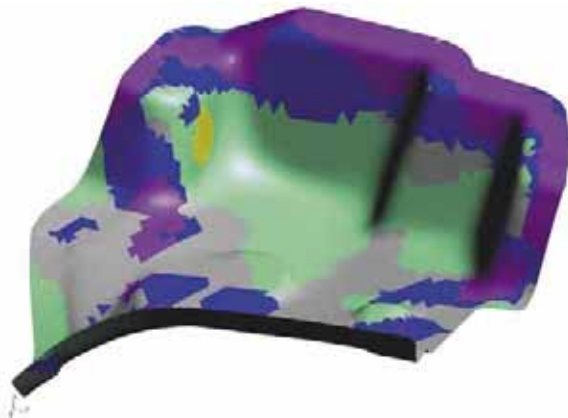
2. ábra: szerszámfelületek, alakítatlan terítéssel

ségének minimalizálása, ezáltal a már meglévő szerszám optimalizálása volt. A lemezalakítás fényképét az 1. ábra mutatja. A vizsgálathoz szükséges bemenő adatok összegyűjtését követően elsőként a gyártandó alkatrész terítékének optimalizálását végeztük el, amelynek eredményeként egy „alakítatlan” lemezformát kaptunk (2. ábra). Ez az alakítás szempontjából jobb eredményt hozott, de az előállítás

egy új kivágó szerszám elkészítését követelné meg [1]. Költségkímélő megoldásként a további szimulációk alapjául egy lemezolóval könnyedén előállítható teríték változatot választottunk. Az előállítást befolyásoló gyártási paramétereket is megvizsgálva



3. ábra: gyártani kívánt alkatrész CAD-modellje

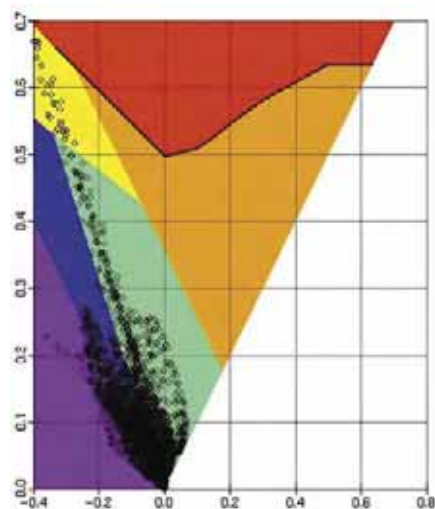


4. ábra: alakíthatósági vizsgálat eredménye

jutottunk el az optimális variánsához. Ennek megvalósítása érdekében azonban a gyártónak konkrét változtatásokat kellett eszközölni a meglévő szerszámkialakításon. Szükséges volt a technológiai paraméterek változtatásán kívül a már említett teríték használata, illetve a szerszámon lévő húzóbordák alakjának módosítására az előállítás biztonságosabbá tételéhez. Ezen módosítási javaslatok hatására lecsökkent a selejtszázalék, illetve éves szinten nem elhanyagolható költségmegtakarítást eredményezett. Lehetőség szerint további hosszú távú költségmegtakarítás elérése érdekében egy „új”, optimalizált alakító szerszám kialakítását javasoltuk.

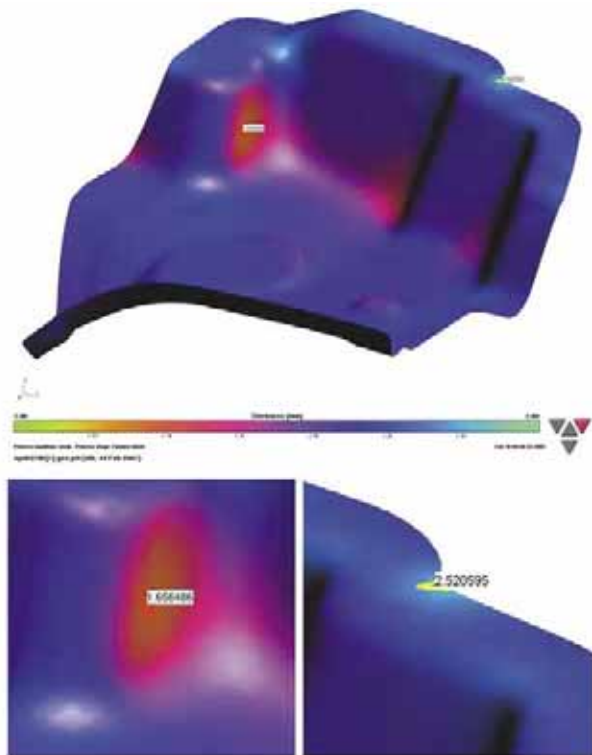
GYÁRTHATÓSÁGI VIZSGÁLAT AUTOFORM ONESTEP-PEL

A 3. ábrán látható alkatrész gyártás előtti fázisában kellett elemezni, hogy az alkatrész kritikus elvékonyodás (max. 25%), illetve repedés nélkül legyártható-e? Az alapanyagnál a termékhez előírt anyagszabvány irányelveit kellett figyelembe venni. A OneStep olyan gyárthatósági vizsgálatot tesz lehetővé, mellyel – az anyagtörvény és az anyagvastagság figyelembevételével – jó közelítéssel megállapíthatóak az alkatrész gyártása során jelentkező esetleges problémák, az adott geometria, valamint a megmunkálás közben a munkadarab(ok) egymáshoz viszonyított elhelyezkedése. A relatív kis számolási igényű szimuláció után tájékozódhatunk például a mélyhúzást követően a lemezterméken kialakuló falvastagság-eloszlásról, melynek ismeretében következtetni tudunk az esetlegesen fellépő problémákra (lemezzakadás, nyúlás, gyűrődés stb.). A szimuláció elvégzéséhez szükség van az érintett alkatrész geometriai modelljére megfelelő formátumban, a megmunkálandó anyag megnevezésére, illetve minél pontosabb anyagjellemzők



5. ábra: határalak-változási diagram

ismeretére, amely esetünkben 2,2 mm-es anyag volt. Elsőként a geometriai vizsgálatot végeztük el, amelyből kiderülnek az esetlegesen a geometriában rejlő konstrukciós hibák. Esetünkben már az elméleti súrlódás nélküli alakításkor is szakadásveszélyre hívta fel a figyelmünket a program. Ennek oka lehet az előzőekben megfogalmazott geometriai probléma [2]. A szimulációt elvé-



6. ábra: lemezvastagság-csökkenés maximuma és minimuma

gezve bebizonyosodott, hogy a beadott anyagjellemzők használata mellett nem teljesülhet a lemezvastagságot érintő előírás. A továbbiakban változtatott bemeneti paraméterekkel (az anyagjellemzők szabványban szereplő min. és max. értékei közül – egy még kivitelezhető súrlódási tényező mellett – a számunkra legkedvezőbbeket választottuk ki) elértük, hogy az AutoForm OneStep szimuláció legyárthatónak ítélte meg az alkatrészt. Ez az alakíthatósági vizsgálatból (4. ábra), illetve a határalakváltozási diagramból (FLD) (5. ábra) is megállapítható. A 2,2 mm-es lemezvastagsággal kapcsolatosan a maximálisan megengedhető elvékonyodás 25% volt, ami optimális esetben 1,656 mm, azaz 24,7%, mely már a megengedett határon belül van. A 6. ábra mutatja a maximális és a minimális anyagvastagságot.

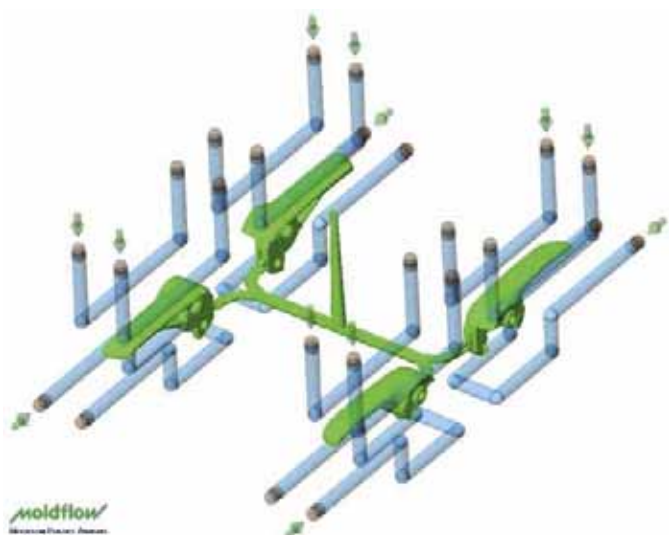
A szimulációk meglehetősen optimális gyártási körülményeket feltételeznek, és az így kapott eredmények ismeretében – figyelembe véve az egyéb esetleges zavaró tényezőket, amelyek az alkatrész gyártásának sikerességét és folyamatos jó minőségét befolyásolhatják – nem állítható teljes bizonyossággal, hogy az alkatrész folyamatos üzemszerű gyártása biztosított.



7. ábra

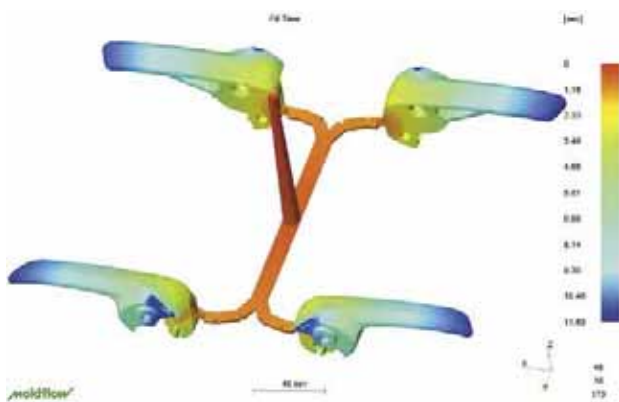
A POLIMER ALKATRÉSZ GYÁRTHATÓSÁGI KÉRDÉSEI

A járműgyártásban, főleg a belső tér kialakításában kiemelkedő szerepet játszanak a polimeralkatási technológiák. A legfontosabb ezek közül a fröccsöntés [3]. A vizsgált alkatrész fröccstermék, mely krómozásra kerül, ennek következtében a beszívódások és összecsapási helyek még feltűnőbbé válnak. A 7. ábrán látható a végtermék megjelölve azon helyeken, ahol kozmetikai hibák jelentkeznek. Beszívódások akkor keletkeznek, ha a lehűlés okozta



8. ábra

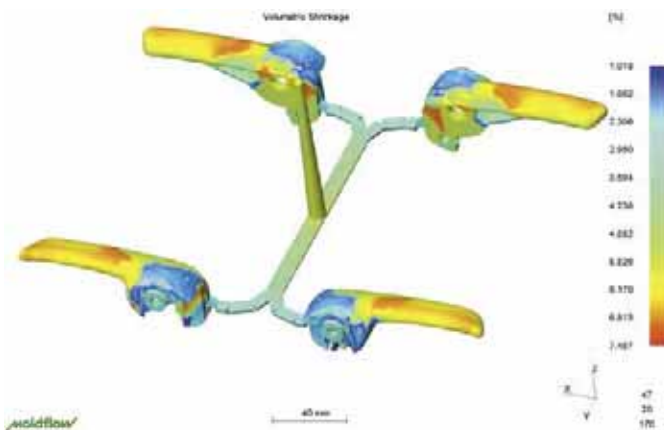
térfogatcsökkenést az utónyomással nem lehet kiküszöbölni, azaz ha az utónyomással nem kerül elegendő anyag az adott helyekre. Az utónyomás optimális továbbterjedéséhez a fröccstermék legvastagabb keresztmetszetén át kell az anyagot a formaüregbe juttatni. Az összefolyás rendszerint optikai és mechanikai gyenge helyet jelent, rovátkaként és/vagy színváltozásként jelentkeznek. Az összecsapások két vagy több ömledékáram találkozásakor jönnek létre [4]. A megnövelt falvastagság általában növeli a beszívódási helyek kialakulását [5]. Ebből következik, hogy ha bevezetjük a 8. ábrán látható alkatrészmódosítást, azaz egy üreget alakítunk ki a termékben, jótékony hatással lehet a hiba kiküszöbölésére.



9. ábra

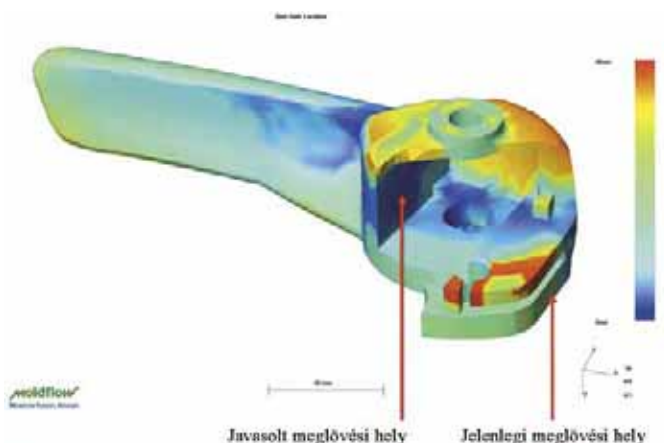
SZÁMÍTÓGÉPES SZIMULÁCIÓ MOLDFLOW PLASTICS ADVISERS ALKALMAZÁSÁVAL

Az előzetesen összegyűjtött adatokból – CAD, számszámoldokumentáció, gépbeállítási lap, alapanyagadatok – elkészítettük a szimulációs modellt, melyet a 9. ábra szemléltet. Az ábrán jól látható, hogy 4 fészkes számszámrol van szó, illetve megfigyelhető a hűtőkörök elhelyezkedése és a beömlőrendszer. A modell geometriai kialakításán túl bevittük a rendszerbe a gyártás során alkalmazott technológiai adatokat. Az alkalmazott paraméterek: az anyag ABS HI 121; számszámhőmérséklet 58 °C; anyaghőmérséklet 250 °C; fröccsnyomás 103 MPa; utányomás 20 MPa 10 sec-ig. A beállított feltételekkel végzett számítások eredményei jól közelítik a valóságot. A kitöltési idő (10. ábra) közel azonos a gép által mért értékkel. A szimuláció szintén a valósággal egyező helyen mutatta az összefolyási helyeket és a térfogati zsugor (11. ábra) okozta beszívódásokat. A beszívódási és összecsapási helyek, mint azt korábban bemutattuk



10. ábra

jól kezelhetőek, ha a meglövési helyet kedvezően választjuk meg. Itt nem tárgyaljuk a gépen beállított technológiai paraméterek módosításával elérhető javulásokat. Mivel az MPA szoftverben lehetőség van optimális meglövési hely keresésére, ezért ezt a vizsgálatot is elvégeztük. Az elemzés azt mutatja, hogy a jelenleg alkalmazott meglövési helynél kedvezőbb is választható (12. ábra). Kis számszám-módosítással a meglövési hely megváltoztatható, mely kedvezően hatna a kozmetikai hibák előfordulásának valószínűségére.



11. ábra

ÖSSZEGZÉS

Az általunk feldolgozott szimulációs elemzések jól bizonyítják a módszerek alkalmazásának fontosságát. A cikkben feldolgozott három esettanulmány közül kettő már gyártásban lévő termék volt, amelynél a gyártási tapasztalatok közvetlenül visszaigazolták a szimulációval kapott eredményeket, a harmadik esetben pedig a gyárthatósági elemzés hívta fel a figyelmet az alkatrész alakjával kapcsolatos problémákra. Az Ajkai Elektronikai Kft.-nél kísérleti céllal bevezetett módosítások a selejtképződésben jelentős csökkenést eredményeztek, amely még inkább alátámasztotta az elemzések realitását.

Irodalom

- [1] Szabványgyűjtemény 52: Hidegalakító és Térformázó Szerzők, Budapest, 1986
- [2] AutoForm kézikönyv
- [3] Dunai Antal, dr. Macskási Levente: Műanyagok fröccsöntése, Lexica Kft., Budapest, 2003
- [4] Czvikovszky Tibor, Nagy Péter, Gaál János: A polimertechnika alapjai, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2003
- [5] Moldflow Design Guide, Hanser Publishers, Munich, Hanser Gardner Publications, Cincinnati

Üvegszálás polimer alapanyag alkalmazása alumínium helyett tükörtartó esetében

Ódor Zoltán

Schefenacker Automotive
Parts Ungarn,
fröccsöntőüzem-vezető

Kocziha Zoltán

Schefenacker Automotive
Parts Ungarn, PCO-vezető

Dr. Dogossy Gábor

egyetemi adjunktus, Széchenyi
István Egyetem Anyagismereti
és Járműgyártási Tanszék

Morauszki Tamás

kutató, Széchenyi István
Egyetem Járműipari Regio-
nális Egyetemi Tudásközpont

A projekt célja az Opel Zafira külső visszapillantó tükrének, jelenleg alumíniumból gyártott tartójának kiváltása üvegszálás polimer kompozittal. Ennek érdekében megvizsgáltuk a jelenlegi geometria alkalmazhatóságát fröccsöntésre. Ezt a Járműipari Regionális Egyetemi Tudásközpont (JRET) rendelkezésére álló Moldflow Plastics Advisers szoftver segítségével hajtottuk végre.

The aim of the project was material change of the mirror frame of the Opel Zafira external rear-view mirror from aluminum alloy to glass fiber reinforced polymer composite. Hence we examined the suitability of the actual geometry for injection molding. We executed this by Moldflow Plastics Advisers software which available on Regional University Knowledge Center for Vehicle Industry (JRET).

BEVEZETÉS

Világunk egyik meghatározó része a gazdaságosság. Bármilyen terméket megtervezünk, illetve legyártunk, a legfontosabb, hogy mennyi idő alatt térül meg, mikor hoz hasznot [1]. Ezért a már gyártott termékeket időről időre felül kell vizsgálni, hogy van-e lehetőség gazdaságosabb termék-előállításra. Erre a gondolkodásmódra jó példa projektünk, amely egy külső visszapillantó tükör tartójának alapanyagváltását tűzte ki célul. Az üvegszálás polimer kompozit alkalmazásának nagyon sok előnye van az alumíniummal szemben. Egyrészt az alumíniumból öntéssel történő gyártáshoz két szerszám szükséges (külön öntő, illetve külön „stancoló”), míg a kompozit fröccsöntéséhez elegendő egy szerszám. A szerszámok előállítási költségén túl természetesen ez rövidebb technológiai (gyártási) folyamatot is eredményez. A fém öntéséhez magasabb hőmérséklet szükséges, ezért a kompozit alkalmazása alacsonyabb energiafelhasználást igényel. A polimerek használatával elhagyhatóak az utólagos megmunkálások és kezelések is (menetvágás helyett önmetsző csavar alkalmazható, megfelelő receptúrával a kenés, illetve az antikorróziós festés is elhagyható). Ezen felül nagy előny az olcsóbb alapanyagár, valamint a kisebb sűrűség, amely tömegcsökkenést eredményez.

Az említett előnyök mellett meg kell említeni, hogy egy új szerszám legyártása időigényes és nagyon költséges. Ezt a folyamatot tudjuk lerövidíteni a Moldflow Plastics Advisers szimulációs program segítségével, hiszen a tervezés során keletkezett hibákat még a modell térben ki tudjuk javítani, ezzel elkerülve a szerszám utólagos módosítását [2, 3]. Ezen kívül segít az optimális gyártási paraméterek kiválasztásában is. Ezeket a célokat a következő eredmények segítik [4, 5]:

- geometriai optimalizáció,
- meglövési pont analízis,
- szerszám kitöltési folyamatának modellezése,
- ömledékfront előrehaladása az idő függvényében,
- nyomáseloszlás,
- hőmérséklet-eloszlás,
- a polimerömledék orientációja,

- összecsapási frontok,
- légzárványok kialakulásának lehetséges helyei,
- szerszám hűlési viszonyainak modellezése,
- zsugorodás és vetemedés modellezése.

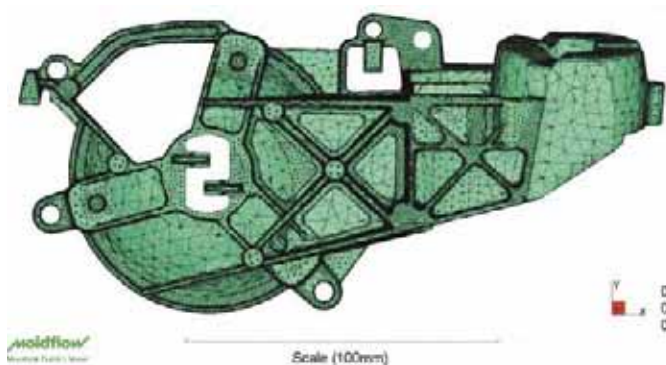
Munkánk során az 1. ábrán látható Opel Zafira külső visszapillantó tükre alumíniumtartójának alapanyagváltását vizsgáltuk.



1. ábra: az Opel Zafira külső visszapillantó tükrének belseje, a beépített tükörtartóval

SZIMULÁCIÓ BEÁLLÍTÁSAI ÉS MODELLJE

A tükörtartó háromdimenziós modelljéből a szimulációhoz szükség van egy végelelemes háló modellre. A rendelkezésünkre álló szimulációs program a felületet leíró ún. fusion hálózást alkalmazza. Ez a vékonyfalú termékek esetén a valóságot jól közelítő eredményt ad. A pontosság érdekében a bonyolultabb felületeknél (lekerekítések, csatlakozások) a hálót felépítő elemeket besűrítettük (kisebb oldalélű háromszögeket alkalmaztunk) (2. ábra).

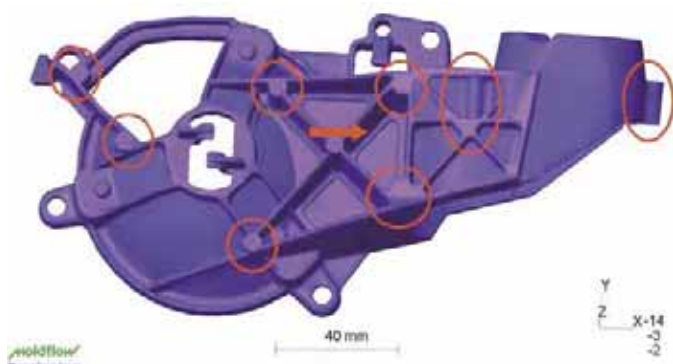


2. ábra: a szimuláció során használt felületi hálózattal felépített modell

A modell elkészülte után lefuttattuk a geometriai optimalizálást, amely megvizsgálta a termék alkalmazhatóságát a szimulációra, illetve a fröccsöntésre. Az eredményként kapott képen (3. ábra) a zöld területek ideálisak a szimulációhoz. A sárga területek még elfogadhatóak, bár ezeken a területeken hűtési problémák keletkezhetnek, ami megnövekedett ciklusidőt eredményezhet. A pirossal jelölt részek már nem elfogadhatóak, az extrém nagy falvastagság miatt. Ezek a területeken drasztikus ciklusidő-növekedés várható. Ezért ezeknek a területeknek az áttervezése szükséges. A geometriai módosításokat a 4. ábrán jelöltük. Jellemzően a fémöntésnél szükséges felöntéseket szüntettük meg, valamint a lehetséges meglövési pont helyét töltük el a termék tömegközéppontja felé.



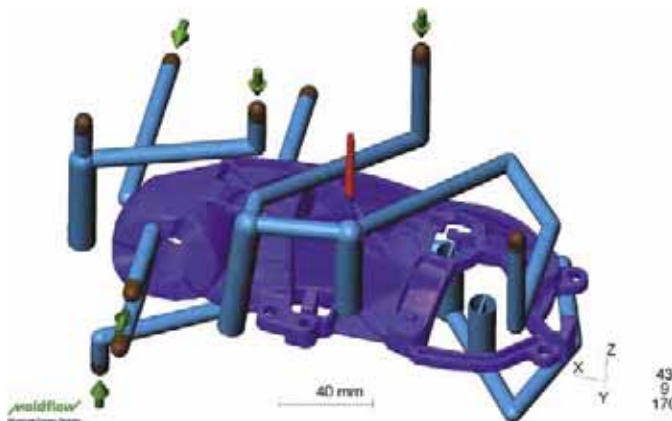
3. ábra: a modell alkalmazhatósági szimulációjának eredménye



4. ábra: a konstrukció változtatások helyei a modellen

Az áttervezés után újra lefuttattuk a geometriai optimalizálást, amely eredménye alapján már jó modellel rendelkezünk mind a szimulációhoz, mind a fröccsöntéshez. Az optimális gyártási paraméterek meghatározásához fel kell építeni a teljes szerszámmodellt. Ezért megterveztünk egy lehetséges hűtőrendszert, amely öt külön hűtőkörből áll, és a nehezen

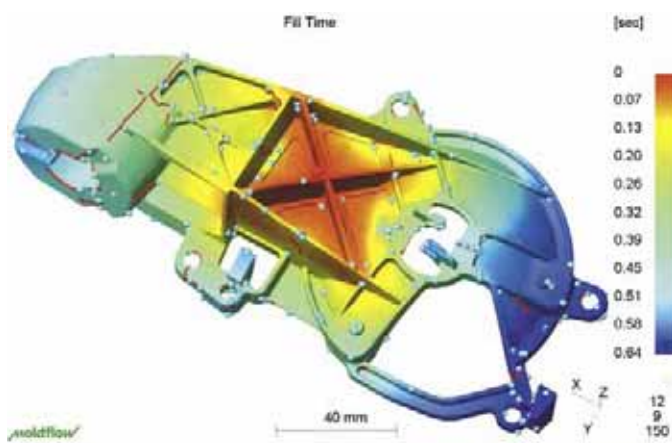
elérhető helyeken hűtőpatronokat tartalmaz (5. ábra). A szimuláció futtatása előtt beállítottuk a kiválasztott 50% üvegszállal erősített PA 6.6-ra jellemző 300 °C-os ömledék-hőmérsékletet, a 65 °C-os szerszámhőmérsékletet, valamint az utónyomási profilt (a fröccsnyomás 80%-a 10 másodpercig, majd 2 lépcsőben lecsökken 0-ra) [6, 7].



5. ábra: a teljes fröccsöntési szimulációhoz szükséges szerszámmodell, egy javasolt hűtőrendszerrel

SZIMULÁCIÓS EREDMÉNYEK

A paraméterek beállítása után lefuttattuk a kitöltési és utónyomási, a hűtési és a vetemedési szimulációs modulokat. Egyik legfontosabb eredménye a szimulációnak a szerszámüreg-ki-töltés. A 6. ábrán látható, hogy az ömledék az üreg mely részeit tölti ki adott időpillanatban. A kitöltés közben előfordul, hogy az ömledékfrontok találkoznak, és így ún. összecsapási vonalakat hoznak létre, amelyek gyengítik a termék mechanikai tulajdonságait (6. ábrán a piros vonalak). Ezen kívül megkapjuk a visszararadó légzárványok lehetséges helyeit is (6. ábrán a kék gömbök), amelyek levegőztetési problémára utalnak. Ezeken a helyeken beégési nyomok keletkezhetnek a termék felületén, ezért a levegő elvezetését valamilyen módon meg kell oldani.



6. ábra: a szimuláció eredménye: kitöltési idő

A hűtési szimuláció egyik eredménye a hűtési idő. Ez az eredmény nagyon fontos, hiszen a hűtési idő adja a fröccsöntési ciklus 70–80%-át. A mi esetünkben ez jellemzően 20 másodperc körül adódik. A vastagabb területeken (az összeszerelés miatt szükséges) a hűtési idő nagyobb, de még elfogadható mértékű. A termék teljes ciklusideje 35,98 másodperc, ami egy 107 grammos darab esetén jónak mondható.

ÖSSZEFOGLALÁS

A projekt eredményeként megállapíthatjuk, hogy az átállás alumíniumról üvegszálás poliamidra lehetséges, a vizsgálat során elvégzett módosítások figyelembevételével. A 10. ábrán látható néhány korábbi, hasonlóan anyagváltásos projektek eredménye. Ezeket még szimuláció nélkül hajtottuk végre, és a következő pozitív hatások érvényesültek:

Árcsökkenés

Opel Vectra	39%	382 000 db/év
VW Golf	60%	680 000 db/év
Opel Astra	41%	782 000 db/év

Tömegcsökkenés

Opel Vectra	6,50%	382 000 db/év
VW Golf	34,6%	680 000 db/év
Opel Astra	2,40%	782 000 db/év

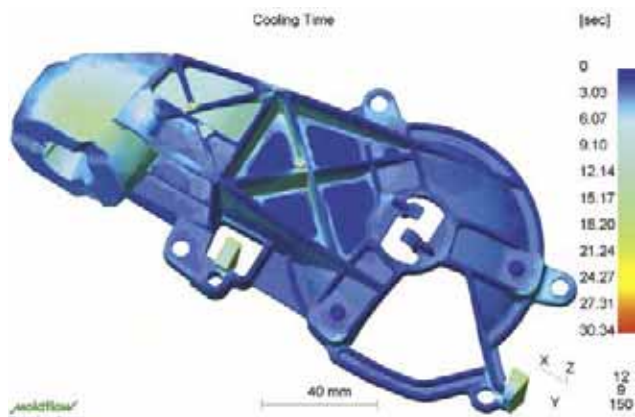
Ezek alapján reméljük, hogy az Opel Zafira esetében is legalább ilyen jó eredményeket fogunk kapni.



10. ábra: néhány korábban alumíniumból gyártott termék régi és jelenlegi kialakítása

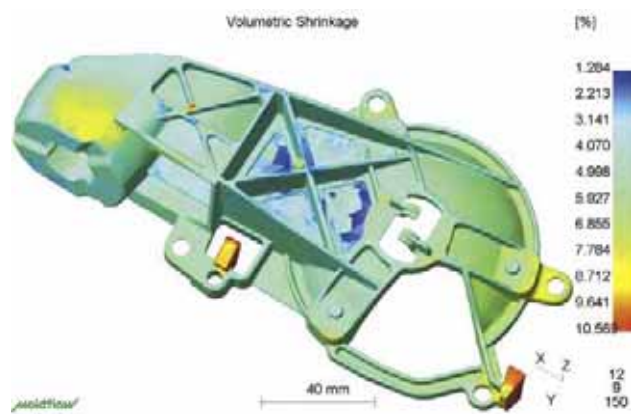
Irodalom

- [1] Czvikovszky T., Nagy P., Gaál J.: A polimertechnika alapjai, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2000
- [2] Kovács J. G.: Fröccsöntési technológia tervezése és modellezése számítógépes szimulációs programmal, Műanyag és gumi, 2001, 37/9, 316–325
- [3] Solymossy B., Kovács J. G.: Modelloptimalás fröccsöntési analízishez, Műanyag és gumi, 2005, 42/9, 335–337
- [4] Kovács J. G.: Fröccsöntési szimulációs programok elemzése, Műanyag és gumi, 2001, 38/9, 350–357
- [5] Dunai A., Macskási L.: Műanyagok fröccsöntése, Lexica Kft., Budapest, 2003
- [6] Shoemaker J.: Moldflow design guide: a resource for plastics engineers, Hanser Kiadó, München, 2006
- [7] www.campusplastics.com



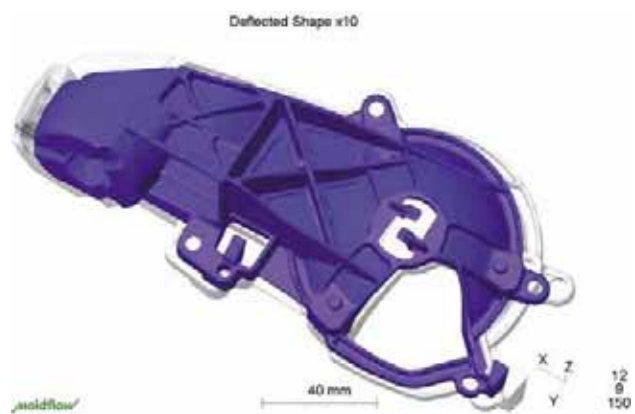
7. ábra: a szimuláció eredménye: hűlési idő

Fröccsöntés során elkerülhetetlen a termék térfogati zsugorodása. A különböző alapanyagoknak más-más zsugorodása van. Ezt a szerszám tervezése során mindig beleszámítjuk, annyiival nagyobb számszámot kell gyártani (jellemzően 1–2%). Azonban az eltérő falvastagságok esetén lokalizáltan jelentkezhet nagyobb mértékben is. Ez viszont rontja a termék esztétikai megjelenését, mert az ilyen helyeken beszívódások keletkezhetnek. A tükörtartó esetében, mivel nem látható része a tükörnek, azonban ennek nincs olyan nagy jelentősége, ezért még elfogadható a lokális 10%-os zsugorodás is (8. ábra).



8. ábra: a szimuláció eredménye: térfogati zsugorodás

A szerelés szempontjából nagy szerepe van a termék vetemelésének. A 9. ábrán látható a tükörtartó tízszeres nagyítású deformált alakja. Látható, hogy a vetemedés a termék egészén egyenletes. Ezen kívül az értéke sem túl nagy, amely így magát a szerelést nem befolyásolja.



9. ábra: a szimuláció eredménye: tízszeres nagyításban a deformált alak

Sebességváltók tesztelési folyamatának kutatása

Tömpe László

koordinátor, GMPT-H sebességváltó-felújítás

Varga Zoltán

egyetemi docens, Széchenyi István Egyetem Közúti és Vasúti Járművek Tanszék

A General Motors Powertrain Hungary (GMPT-H) a GM által gyártott kézi kapcsolású személygépkocsi-sebességváltók felújítását végzi, és ennek a tevékenységnek a felfuttatását tervezi. A felújítást követő jelenlegi próbapadi vizsgálatok minősége és termelékenysége nem volt elegendő a megfelelő színvonalú, és egy nagyobb volumenű, több típusra kiterjedő felújítási tevékenység kiszolgálására. Ezért vetődött fel a felújítást követő, minden darabra kiterjedő tesztelési folyamat korszerűsítésének gondolata, amelyet egy önálló kutatási-fejlesztési projektben kíván megoldani a megbízó vállalkozás.

General Motors Powertrain Hungary (GMPT-H) is occupied in/with the overhauling of manual car gears manufactured by GM and is planning to run in this activity. The quality and productivity of the actual testing bench examinations following the renewal did not have the proper quality level for serving the revival activities in a higher quantity and more types of products. Therefore the idea of modernizing the testing process for all pieces following the renewal was raised up which should be run by the company in the frame of a stand-alone research project.

TESZTELÉSI FOLYAMAT MODELL- ÉS BERENDEZÉSKIFEJLESZTÉSE KÜLÖNFÉLE FOKOZATSZÁMÚ ÉS NYOMATÉKÚ, FRONTHAJTÁSÚ SZEMÉLYGÉPKOCSI SEBESSÉGVÁLTÓ CSALÁDHOZ

A kutatás-fejlesztési folyamat többirányú, a tesztelési technológia, a kapcsolódó berendezések, az informatikai rendszer, a mérőrendszerek és a biztonsági berendezések összehangolt megalkotására irányul. Ki kell elégíteni a termelés, a gyártó infrastrukturális és szubjektív igényeit, valamint a korszerű üzemeltetés, biztonság, nagy termelékenység és megbízhatóság követelményeit. A kutatás-fejlesztési tevékenység terméke egy olyan vizsgálati folyamat, amelyet egy komplex egység, a felújítási technológia legvégső elemeként működő próbapad vagy tesztpad végez. Ennek megfelelően a fejlesztés erre a próbapadra irányult, és az ebben az egységben végbemenő folyamatokat fejlesztette, tervezte és olyan szinten kidolgozta, amely lehetővé tette magának a próbapadnak a megalkotását.

A TESZTELÉSI KONCEPCIÓ

A tesztelés során meg kell győződni arról, hogy a sebességváltó a járműben teljesíteni tudja-e az elvárt követelményeket.



1. ábra



2. ábra

Ennek érdekében a rendelkezésre álló rövid idő alatt a felhasználáshoz hasonló körülmények között meg kell vizsgálni és mérni a váltó közvetlen kezelhetőségi jellemzőit, illetve azokat a műszaki paramétereket, amelyek utalnak a helyes működésre.

A kézi kapcsolású sebességváltók kezelése a váltókkal történik, a gépkocsivezető más beavatkozást a váltón üzem közben nem végez. A kezelési jellemzők tehát ennek a karnak a mozgathatóságához kötődnek, és összefoglalva „kapcsolhatóság” kifejezéssel írhatók le. Ezt a váltókar mozgathatóságát keletkező igénybevétel a tesztelés során lehet szubjektíven és mérőberendezéssel vizsgálni.

A sebességváltók feladata a járműmotorok fordulatszámának és nyomatékviszonyainak a jármű hajtás szempontjából kedvező változtatása. A vizsgált sebességváltóknál ez többfokozatú fogaskerék-hajtóművel történik, amelyben szinkronkapcsolókkal kapcsolható fokozati áttételeket létrehozó állandó kapcsolatú fogaskerékpárok, valamint végáttételi fogaskerekek vannak. A sebességváltók minden kapcsolt menetfokozatban kétfokozatú fogaskerék-hajtóművet alkotnak,

jellemzően fordulatszám-csökkentő, nyomatéknövelő áttételekkel. A sebességváltó véghajtóművet differenciálmű követi, amely a jármű hajtott tengelyei felé szétosztja a nyomatékot, és csuklós féltengelyeken keresztül kívánt fordulatszámot biztosít a kerekeknek.

Amennyiben a valóságos üzemeltetés során fellépő körülmények hatását a hajtóműben meg akarjuk vizsgálni, akkor ezeknek megfelelő fordulatszám- és nyomatékviszonyokat kell létrehoznunk próbapadi körülmények között. A sebességváltónak egy behajtó és két kihajtó tengelye van, tehát ezeken a tengelyeken kell forgómozgást és nyomatékot létrehozni. Ez azt jelenti, hogy a tesztelés során három tengelyen kell forgatni, fékezní és meghajtani a sebességváltót. A nyomaték és a fordulatszám nagyságát a feltételezett üzemi körülmények és a tervezett pad méretei, névleges teljesítményviszonyai határozzák meg. Amennyiben teljes körű, nagy terheléses vizsgálatot kell elvégezni, akkor a tesztelés körülményeit a legnagyobb nyomatékú sebességváltó maximális méretezési nyomatékához kell igazítani. Ez a váltók fejlesztése során, a konstrukciós jellemzők meghatározása és tesztelése alkalmával szükséges eljárás a gyártást követő átvételnél szükségte len. Megalkotható olyan mérési paraméteregyüttes, amellyel meg lehet állapítani a váltó alkalmasságát a legnagyobb terhelésnél kisebb igénybevételek esetén is. Hasonló problémát vet fel a tesztelés időtartama. Az üzemszerű átvételnél viszonylag rövid mérési ciklusok is képet adnak a használhatóságról. Egyes problematikus gyártási esetekben azonban szükséges lehet tartampróbának is alávetni a sebességváltót, ezért célszerű a tesztelési technológiát erre is felkészíteni. A terhelés alatti vizsgálatot hajtó- és motorféküzemben, minden fokozat bekapcsolásával, fel- és visszakapcsoláskor szükséges elvégezni.

A terheléses járatás során az adott nyomatékokat és fordulatszámokat meghatározott értéken kell tartani, előre felvett időfüggvények, járatási ciklus diagramok alapján. Amennyiben ezt megvalósítjuk, akkor kézenfekvő a beállított, és az ezzel mért nyomaték, illetve fordulatszámok időfüggvényű regisztrálása, kijelzése és mentése. Ez lehetővé teszi az előírt és megvalósított járatás összehasonlítását, az eltérések korrigálását és származtatott mennyiségek képzését. A származtatott mennyiségek célszerűen: ki- és behajtó teljesítmény, fordulatszám és nyomatékáttétel, mechanikai hatásfok.

A terheléses járatásnál egyszerűen megoldható a váltó hőmérsékletmérése. A hőmérséklet mérhető a váltóházon kívül, illetve az olajba merített hőmérővel, hőfokjeladóval.

Nagyobb ráfordítást igényel, de a pontos diagnosztika megkívánja a rezgésmérés végrehajtását. A sebességváltó néhány pontján rezgésméréssel felvett időfüggvények rezgésdiagnosztikai kiértékeléssel fontos információkat adnak a sebességváltó fogaskezeinek és csapágyainak állapotáról. A rezgésmérő jeladók alkalmas pontokon, a váltó házán egyszerűen elhelyezhetők, és számítógéppel összekötve időfüggvények készítésére alkalmas rendszerre építhetők ki.

A terheléses járatás során lehetőség van a sebességváltó által keltett zaj vizsgálatára is. A keletkezett hangfrekvenciás rezgéseket műszerrel és szubjektív módon is vizs-

gálhatjuk. Tisztán szubjektív zajvizsgálat esetén a kezelőszemélyzet hallgatja a berendezést, és tapasztalatai alapján dönti el a zajosság erősségének és rendellenességének a mértékét. Ekkor a vizsgált berendezést nem kell elszigetelni a környezettől, tehát a berendezés ebben egyszerűbb lesz, viszont gondoskodni kell továbbra is a gépláncról való zajleválasztásról, valamint a géplánc további elemei zajkibocsátásának minimalizálásáról.

A vizsgálandó sebességváltótípusok:

- F40
- M20/32
- F13/F17

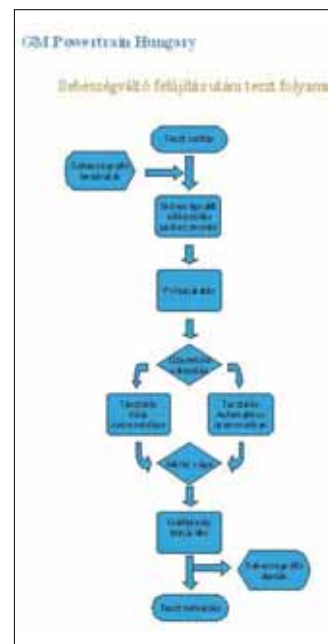
Mindegyik fronthajtású, keresztmotoros jármű kézi kapcsolású sebességváltója. Névleges tervezési nyomatékuk 130–400 Nm közötti, a fokozatszám 5, illetve 6. A próbapad más fronthajtású személygépkocsi-sebességváltók vizsgálatára is egyszerűen alkalmazható.

A PRÓBAPAD ALAPVETŐ FELÉPÍTÉSE

A pad fő alkotóelemei:

- Váz
- Géplánc
- Villamos rendszer
- Vezérlőrendszer
- Kezelőrendszer
- Biztonsági rendszer
- Kiszolgáló egységek

A próbadpad legfontosabb műszaki jellemzői a vizsgálandó sebességváltókból származnak. A fronthajtású, keresztmotoros személygépkocsi-sebességváltók három külső tengelyvéggel rendelkeznek: 1 behajtóval és 2 kihajtóval. A tesztelés során a meghajtó/fékező gépeket ezekhez a tengelyekhez kell kötni. A meghajtó/fékező gépek váltakozó feszültségű villamos motor generátorok, a kihajtó oldalon felszállókora teljesítménnyel, mivel a differenciálmű egyforma kihajtó fordulatszám esetén fele-fele arányban osztja szét a nyomatékot és a teljesítményt. A meghajtó/fékező gépeket tengelykapcsolók és csuklós tengelyek kötik a sebességváltó tengelyekhez. A behajtó oldali tengelykapcsoló járatás közben is oldható-zárható. A merev, padlóhoz rögzített, önhordó váz tartja a villamos mo-



3. ábra



4. ábra



5. ábra



6. ábra: automatikus vezérlés képernyője

rokat, a nyomaték és fordulatszámérő jeladókat, azok csapágyazását, a sebességváltókat, a kézi kapcsoló karok konzoljait, a biztonsági és zajvédő burkolatokat. A villamos kapcsolószekrény a vezérlőelemeket tartalmazza, amely mellett van a kezelőpult a kapcsolókkal és a számítógépes kezelőszervekkel.

A pad kézi előkészítő-leszerelő hellyel rendelkezik. Mellette található egy, a szükséges illesztő és váltóspecifikus elemeket, illetve a jeladókat tartalmazó szekrény.

A pad kezelése a vezérlőpultnál történik, bal kéznél a kapcsolók, illetve a számítógépegér, jobb kéznél a sebességváltó kar található.

A villamos rendszer belső visszatáplálással rendelkezik, ami azt jelenti, hogy a hálózathoz csupán a géplánc mechanikai veszteség energiáját veszi fel.

A villamos gépek háromfázisú aszinkron motorok, a frekvenciaváltós üzemi gyártott kivitelből választva, a Siemens motorválasztékból.

A vezérlés rendszerének hardver alapját egy személyi számítógép képezi.

A számítógéphez analóg illesztőegységgel csatlakoznak a nyomatékjeladók és CAN BUS-rendszeren a fordulatszám, hőmérséklet és sebességváltó fokozat érzékelő jeladók.

A próbapad számítógépes szoftver vezérlésű, a vezérlés lehet kézi és automatikus.

Mért mennyiségek	Jel	Mértékegység
pontos idő	t	év nap óra perc mp mp/10
nyomaték be	Mbe	Nm
nyomaték ki 1	Mki1	Nm
nyomaték ki 2	Mki2	Nm
fordulatszám be	nbe	f/perc
fordulatszám ki 1	nbe1	f/perc
fordulatszám ki 2	nbe2	f/perc
hőmérséklet 1	T1	Celsius-fok
hőmérséklet 2	T2	Celsius-fok
Tartalék csatorna		
Tartalék csatorna		
Tartalék csatorna		
Tartalék csatorna		

1. táblázat

A MÉRÉSI FOLYAMAT, A PRÓBAPAD KEZELÉSE, MŰKÖDTETÉSE

A sebességváltó-tesztelés folyamatát, a pad működtetését egységes rendszerbe foglaltuk össze. A teljes folyamat a 3. ábrán követhető nyomon. A teljes rendszer több részletre bontható, és az átláthatóság érdekében itt csak ezeket ábráztuk.

A teljes folyamat soros és párhuzamos részelemei:

- A sebességváltó előkészítése és felszerelése a próbapadra.
- Tesztelés automatikus üzemmódban.
- Tesztelés kézi üzemmódban.
- A sebességváltó minősítése, a mérések kiértékelése.

A vizsgálatok során mért fizikai mennyiségek:

A mérés mintavételezési ideje 0,1 másodperc. Ez elegendő pontosságú kiértékelésre és utólagos vizsgálatokra ad lehetőséget, biztosítva a mért adatok könnyű tárolását (4. ábra).

A vizsgálati folyamat során a sebességváltó-azonosítás vonalkód-leolvasással történik. Az azonosítással a vezérlőprogram meghatározza a szükséges csatlakoztatandó darabokat, a betöltendő kenőolaj-mennyiséget, az automatikus vizsgálat időfüggvényeit. A váltó felerősítése után kötelező próbajarat dönti el a vizsgálatok folytathatóságát. Ezután kézi, illetve automatikus tesztelési mód választható (5. ábra).

A próbaüzem befejezése után a kezelő választ az üzemmódok között.

Automatikus vizsgálatok során a kezelő a vezérprogram képernyőn megjelenő utasításai alapján jár el. Feladata a fokozatok előírt kézi kapcsolása, a zajosság és a kapcsolhatóság minősítése fokozatonként. A vezérprogram a vezérlődiagramok alapján végzi a nyomaték és fordulatszámértékek beállítását. Kijelzi a szükséges lépéseket, figyelmeztet a műveletek elvégzésére. A tengelykapcsolót automatikusan működteti, és a mért eredményeket tárolja.

Nem automatikus mérési módnál a kezelő egyenként bármilyen fizikai jellemzőt beállíthat a képernyőn egér segítségével.



7. ábra

A fokozatok bekapcsolásánál a tengelykapcsoló automatikusan működik. A mért mennyiségek a képernyőn folyamatosan kijelződnek analóg és szám formában.

Mindkét üzemmódból ki lehet lépni, és a méréseket meg lehet ismételni.

A sebességváltó leszerelése előtt kerülhet sor a váltó minősítésére. A sebességváltás a vezérprogramból automatikusan indított minősítő programmal történik, az elmentett mérési eredmények alapján. A minősítés megfelelő és nem megfelelő lehet.

A minősítés paraméterei

- A kezelő kapcsolhatóság minősítése.
- A kezelő zaj minősítése.
- A hatásfok átlag értéke.
- A kinematikai áttétel.
- Sebességváltó-hőmérséklet.

A fenti paramétereket vagy közvetlenül átveszi a mérési adatfájlból a minősítő program, vagy származtatott értéként kiszámítja. Adott tűréshatáron belül összehasonlítja a sebességváltó-adatfájlban lévő referenciaértékekkel, és adott feltételek alapján dönt az alkalmasságról.

A döntést jegyzőkönyvben rögzíti.



8. ábra: a kézi üzemmód vezérlő képernyője

A TOVÁBBFEJLESZTÉS LEHETŐSÉGE

A kifejlesztett próbapad magas technikai színvonalon teszi lehetővé a sebességváltók felújítás utáni tesztelését és amennyiben szükséges, továbbfejleszthető és alkalmassá tehető:

- Automatizált fokozatkapcsolásra
- Rezgésdiagnosztikai rendszer használatára
- Bármilyen időfüggvénnyel rendelkező járatás, fárasztás, típusvizsgálat elvégzésére, az adott teljesítményhatárokon belül.



Autóipari kis- és középvállalkozások logisztikai teljesítményének javítása

**Dr. Czinege Imre,
Kóbor Ildikó**

Széchenyi István Egyetem,
Járműipari Regionális
Egyetemi Tudásközpont

Egy olyan versenyorientált ágazat mint az autóipar, nemcsak a multinacionális és nagyvállalatok, de az alkatrészgyártó kis- és középvállalkozások számára is számos kihívást rejt. Piaci helyzetük és versenyképességük megőrzése érdekében e vállalkozások is folyamatos fejlesztésekre, hatékonyságnövelő és költségcsökkentő lépésekre kényszerülnek. Az őket érintő egyik legnagyobb kihívás logisztikai és termelési folyamataik hiányosságainak azonosítása, valamint a probléma megoldására a megfelelő lépések és IT-eszközök megválasztása. A cikk egy olyan nemzetközi kutatási projektet mutat be, mely az autóipari kis- és középvállalkozások logisztikai teljesítményének felmérését, közvetetten pedig annak fokozását célozta meg.

A highly competitive sector like the automotive industry does not only hide challenges for multinational companies but also for component manufacturer small- and medium sized companies. In order to maintain their market position and competitiveness these companies are also forced to carry out continuous developments and to take efficient and cost reducing steps. One of the main challenges they face is the identification of their weaknesses in logistics and production processes and to find the appropriate action lines or IT tools to overcome them. The article shortly aims at introducing an international research project which was implemented to survey and indirectly improve the logistics performance of automotive small- and medium-sized companies.

Egy olyan erősen versenyorientált ágazatban mint az autóipar, a globalizáció, a technológiai fejlődés, az új információs és kommunikációs technológiák, valamint az elektronikus kereskedelem folyamatos innovációt és változást tesznek szükségessé. Az iparágban tevékenykedő alkatrészgyártó kis- és középvállalkozások (kkv) kénytelenek viselni az egyre intenzívebb globális verseny nyomását, mely a folyamatos költségcsökkentésben, a hatékonyság fokozásában, valamint a minőség javításában nyilvánul meg. A kkv-kat érintő egyik legnagyobb probléma – komplexitásuktól függően – logisztikai és termelési folyamataik hiányosságainak azonosítása, valamint a probléma megoldására a megfelelő lépések és IT-eszközök megválasztása.

A LOG4SMES PROJEKT

Az olaszországi Bergamo-i Egyetem, a német Fraunhofer Kutatóintézet, valamint a győri Széchenyi István Egyetem és együttműködő partnereként a budapesti Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézete által a három régióban (Lombardia, Baden-Württemberg, Nyugat-Magyarországi Régió) megvalósított LOG4SMES c. kutatási projekt az autóipari kis- és középvállalkozások logisztikai teljesítményének javítását célozta. A kutatók fő célkitűzésként a következőket fogalmazták meg:

- lehetőséget biztosítani a kkv-k számára, hogy összehasonlíthassák saját logisztikai teljesítményüket az iparági és a regionális átlaggal, valamint a legjobb eredményt elérő vállalkozásával;
- lehetőséget biztosítani a kkv-k számára, hogy megismerhessék saját teljesítményhátrányuk lehetséges okait;
- meghatározott összetételű teljesítménymutatók figyelembevételével, közös viselkedési minták alapján vállalatklasztereket képezni;

- kimutatni, hogyan hatnak a cégek logisztikai teljesítményére a vállalatspecifikus egyedi lépésektől/döntésektől független ún. regionális tényezők;
- a három régió számára olyan stratégiák feltérképezése, mellyel az autóipari vállalatok számára meghatározhatók a földrajzi elhelyezkedésből adódó tényezők.

AZ AUTÓIPAR STRATÉGIAI JELENTŐSÉGE

Napjainkban az autóipar kétségkívül az egyik legfontosabb húzóágazat: 2005. évi forgalmát Európában az elemzők 450 milliárd €-ra becsülték (forrás: Európai Unió), mely az unió ipari bevételeinek közel 8%-át adta; az ágazatban közvetlenül, illetve közvetetten foglalkoztatottak száma 11–12 millió főre tehető. K+F ráfordítások tekintetében az ágazat úttörőnek számít: tervezés, termékbiztonság és termékbiztonság, folyamathatékonyság és környezetvédelem terén az iparágban születnek a legjelentősebb innovációk.

Az elmúlt évtizedben az iparágban új tendencia vált megfigyelhetővé: a járműgyártók gyártóhelyeiket – a kilencvenes évek politikai és gazdasági változásai következtében, valamint az olcsóbb munkaerő kihasználása érdekében – a fejletlenebb kelet-európai, dél-amerikai és ázsiai térségekbe helyezték át. Ezzel párhuzamosan gyártási feladataik végrehajtását alvállalkozóknak adták ki, mindössze az olyan központi alaptervekenységeket megtartva, mint a tervezés vagy a márkaépítés. Szakértők prognózisai szerint az elkövetkező tíz évben a kész járművek 80%-át külső beszállítók gyártják majd, melynek következtében a munkaerőpiac jelentős mértékben átrendeződik: míg az eredeti járműgyártó cégeknél csökkenés, addig a beszállítóknál számottevő növekedés várható a munkavállalók számát tekintve. Az előre jelzett változások folyamatos innovációt és fejlesztéseket tesznek szükségessé a kis- és középvállalkozások körében is.

A HÁROM RÉGIÓ FŐ JELLEMZŐI

A cégeknél alkalmazott logisztikai megoldások eredményessége nem csupán a vállalat belső tényezőitől függ; hatékonyságukat nagymértékben befolyásolják a kkv-knak otthont adó régió gazdasági, logisztikai és szociális helyi tényezői is. A kutatási munka első lépéseként a szakemberek a három érintett régió regionális adottságainak összehasonlító elemzését végezték el.

Az elemzések kimutatták, hogy a három régió közül Baden-Württemberg rendelkezik a legmagasabb egy főre jutó GDP-vel (30 715 €). Őt Lombardia követi 23 863 €-val, míg a Nyugat-Magyarországi Régió egy főre jutó GDP-je – főként gazdasági és politikai múltjának köszönhetően – mindössze 7887 €. Az oktatási rendszer fejlettségét, illetve az oktatáshoz való hozzáférést vizsgálva, mindhárom régió hasonló képet mutat; kutatási intenzitás tekintetében ugyanakkor megállapítható, hogy a német régió jóval több tőkét és humán erőforrást fordít kutatás-fejlesztésre, mint a másik két térség. Feltehetően ennek köszönhetően az említett régió rendelkezik a legmagasabban képzett munkaerővel, mely egy tudásalapú társadalomban a hosszú távú fejlődés és növekedés kulcsa. A német régió nagy hangsúlyt fektet jelenlegi és jövőbeli munkaerejének oktatására és továbbképzésére, ennek eredményeként a három régió közül a leginnovatívabbnak bizonyult. A kis- és középvállalkozások számát vizsgálva Baden-Württemberg a vezető szerep, ám az olasz régióban is



Baden-Württemberg

Lombardia

Nyugat-Magyarország

növekvő vállalkozói kedv tapasztalható. A Nyugat-Dunántúli Régió e tekintetben is jelentősen elmarad a két másik vizsgált térségtől.

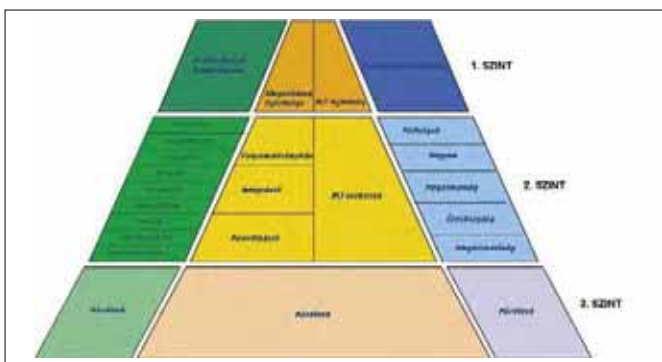
A kutatók által kiemelt járműipari regionális tényezők vizsgálatának további eredményeit a 2. táblázat foglalja össze:

A KUTATÁS MÓDSZERTANA

A három régióban végzett összehasonlító felmérés elsődlegesen az alábbi kérdésekre keresett választ:

- Hogyan befolyásolják a régió adottságai egy vállalkozás logisztikai teljesítményét?
- Milyen módszerekkel értékelhető egy vállalkozás logisztikai folyamatainak komplexitása?
- Hogyan kezeli egy vállalkozás saját komplexitását?
- Az egyes autóipari vállalkozásoknál alkalmazott információs és kommunikációs technológiák (IKT) megfelelően támogatják azok logisztikai megoldásait?
- Minden alkalmazott megoldást megfelelően mérnek és felülgélik?

A kutatási projekt keretein belül kialakításra került egy, a vállalatok logisztikai teljesítményének felmérését célzó kérdőív, melynek szerkezetét és tartalmát a kutatók – a SCOR (Supply Chain Operations Reference) és az SCM (Supply Chain Management) referenciamodellek integrálásával – egy elméleti adatértékelő modell alapján dolgozták ki. Az 1. sz. ábrán látható modell három, egymáshoz kapcsolódó elemzési lépésből épül fel:



1. ábra: az elméleti adatértékelő modell sematikus ábrája

1. szint: a vállalkozás komplexitásának, az adaptált menedzsmentmegoldások, az alkalmazott IKT-eszközök és a teljesítménymutatók értékelése.

2. szint: olyan elemek meghatározása, melyek által megfelelően jellemezhetőek az első szinten értékelt tényezők.

3. szint: a 2. szinten meghatározott szempontok alapján az egyes kérdések megfogalmazása.

Az összegyűjtött adatok alapján a kutatók az alábbiakban bemutatott statisztikai modellek alkalmazásával – SCOR-metrikák segítségével – egységes mintákat azonosítottak, majd az egyedi metrikák/indikátorok vagy indikátorkészletek javítása érdekében intézkedéseket határoztak meg, melyek

	Nyugat-Magyarország	Lombardia	Baden-Württemberg
Összes K+F kiadás (a GDP %-ában)*	0,3%	1,2%	3,9%
Összes K+F személyi állomány (a teljes foglalkoztatottság %-ában)	0,5%	1,1%	2,6%
* EU-átlag: 1,84% (2005)			

1. táblázat

	Nyugat-Magyarország	Lombardia	Baden-Württemberg
Helyi járműgyártók száma	61 *	447 *	369 *
Autóipari vállalkozások száma/Összes vállalkozás száma	0,05%	0,06% *	4,30%
A járműiparban foglalkoztatottak száma/Az összes foglalkoztatott száma	3,1%	n.a.	20,1%
Járműipari kisvállalkozások száma/Összes járműipari vállalkozás száma	72,4 % **	39,1% *	27%
Járműipari középvállalkozások száma/Összes járműipari vállalkozás száma	13,2% *	43%	
* NACE DM-34 ** TEAOR-szám: 3400			

2. táblázat

a részt vevő kis- és középvállalkozások számára egy portálon váltak elérhetővé. A portál segítségével az autóiipari cégek lehetőséget kaptak logisztikai és termelési teljesítményüknek más kkv-kkal, valamint iparspecifikus mutatókkal történő összehasonlítására, valamint erősségeik és gyengeségeik felismerésére. A projekt eredményeként elkészült, logisztikai megoldásokat tartalmazó katalógust fellapozva az autóiipari kkv-k megtalálhatták azokat a fő regionális tényezőket, melyek elősegítik vagy éppen gátolják logisztikai stratégiájuk megvalósítását. Ezzel pedig lehetőség nyílt számukra, hogy meghatározzák azokat az intézkedéseket, melyekkel eleget tehetnek a járműipar jövőbeni kihívásainak.

A SCOR-MODELL

A SCOR-modell a vevői igények maradéktalan kielégítése érdekében végzett üzleti tevékenységek leírása, értékelése és fejlesztése céljával került kidolgozásra. A beszállítói lánc egyes szereplői kommunikációjának támogatása, valamint a beszállítói lánc menedzsmentfejlesztése érdekében a modell összekapcsolja, és egységes struktúrába rendezi az üzleti folyamatokat, metrikákat, legjobb gyakorlatokat és technológiai jellemzőket. A modell számos egységből épül fel és öt fő menedzsmentfolyamatot: Tervezés (Plan), Beszerzés (Source), Előállítás (Make), Szállítás (Deliver), Visszaszállítás (Return) köré szerveződik.



2. ábra: a SCOR-modell

A SCOR-modell a vevőkkel folytatott interakciókon és a fizikai anyagmozgatással kapcsolatos tranzakciókon keresztül egészen az egyes piaci interakciókig ível. Három szintből épül fel, melyet a modellt alkalmazó vállalkozások minden esetben egy specifikus, adott vállalkozás folyamataira, rendszereire és gyakorlataira szabott negyedik szinttel egészítenek ki. Az említett három alapszint:

1. szint: az 1. szinten az öt alapvető menedzsmentfolyamat (Tervezés, Beszerzés, Termelés, Szállítás, Visszaszállítás) kerül meghatározásra
2. szint: a 2. szinten minden egyes, a SCOR-folyamatba foglalt folyamat elem az alábbi három folyamat típusra bontható:
 - Tervezés
 - Kivitelezés
 - Engedélyezés.
3. szint: a 3. szinten az anyag- illetve információáramlás, a befektetés és annak forrásai, valamint a kimenet és annak rendeltetési helyei kerülnek rögzítésre.

AZ SCM REFERENCIAMODELL

Az SCM referenciamodell a hatékony hálózatmenedzsmenthez szükséges IKT-támogatás feltételeinek meghatározását támogatja. A modell a beszállítói lánc menedzsmenttervezési feladatait osztja fel. Vizsgálja egyrészt a különböző ipari szektorok logisztikai hálózatszerkezetét, másrészt az egyes szervezetek helyét az értékláncban.



3. ábra: az SCM referenciamodell általános felépítése

A modell a logisztikai hálózatok termelésorientált szervezeteinek nézőpontjából közelít, és a szoftverfunkciók figyelembevételével részletes útmutatást ad, ezzel egészítve ki a SCOR-modellt, mely az IKT-megoldások bemutatását mellőzve egyszerű leírást ad csupán a beszállítói lánc működéséről és kulcs teljesítménymutatóiról. Az SCM-modell alapvető gondolata, hogy a vállalatközi logisztikai folyamatokat a feladatok és funkciók oldaláról mutatja be. Három fő, különböző feladatokat magában foglaló szakaszra osztható, melyek logikusan követik a működési, taktikai és stratégiai szinteket:

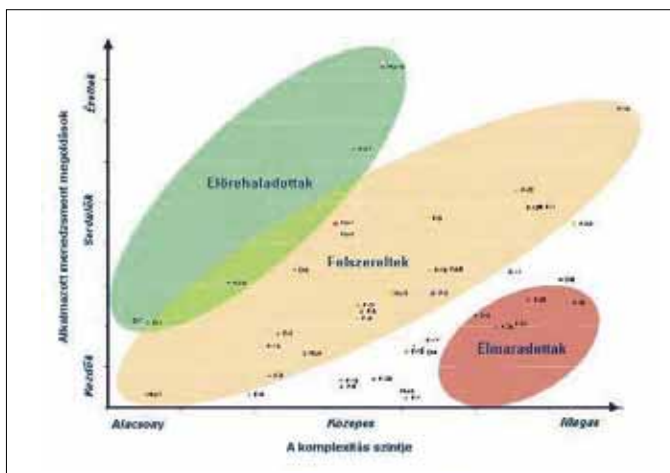
- stratégiai tervezés
- beszállítói lánc tervezése
- beszállítói lánc működtetése.

A megrendelésmenedzsment és a beszállítói lánc eseménymenedzsment horizontális elemekként jelennek meg a modellben, melyek közvetlenül kapcsolódnak egyes tervezési és végrehajtási feladatokhoz.

Az SCM referenciamodell olyan beszállítói, illetve vevői oldalon jelentkező teendőkkel egészülhet ki, mint az e-beszerzés, e-végrehajtás, e-reklám vagy az e-shop. A modell hálózati jellegének hangsúlyozása érdekében részét képezik például olyan együttműködés-központú feladatok, mint a megrendelésmenedzsment, vevői kapcsolat menedzsment, beszállítói kapcsolat menedzsment és a hálózati információmenedzsment.

A KUTATÁS EREDMÉNYEI, KÖVETKEZTETÉSEK

A kérdőíves felmérést követő leíró és statisztikai elemzések eredményeként a kutatók az alábbi következtetésekre jutottak. A regionális tényezők elemzése kimutatta, hogy a három érintett régió között jelentősen eltérő infrastruktúrális különbségek mutatkoznak. A Lombardiát jellemző negatív kereskedelmi mérleg bizonyítja, hogy a számos kis- és középvállalkozásból felépülő, elaprózott, ezáltal rugalmasabbnak gondolt ipari rendszerek magukban rejtik a versenyképesség hiányának kockázatát, hisz a vállalkozások kevésbé képesek új, innovatív technológiákba beruházások végrehajtására. A regionális tényezőket vizsgálva egyértelműen Baden-Württembergé a vezető szerep, mely nagyban köszönhető egyrészt az oktatási és képzési rendszer folyamatos fejlesztésének, másrészt a kutatás-fejlesztésre fordított jelentős beruházásoknak. A régió gazdasága a nagyszámú járműipari vállalkozásnak, valamint az iparágban foglalkoztatottak magas arányának köszönhetően rendkívüli módon függ a járműipartól. A vállalkozások méretét vizsgálva megállapítható, hogy míg Lombardiában és Nyugat-Magyarországon többnyire a kisvállalkozások dominálnak, addig a német régióban a közepes méretű vállalkozások terjedtek el.

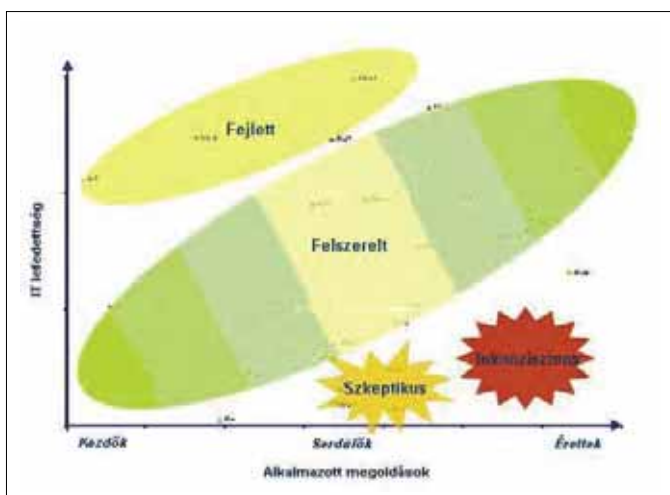


4. ábra: az alkalmazott megoldások és adott vállalkozás összetettsége közötti összefüggések

A felmérésbe bevont minta nagyrészt első szintű beszállítói kis- és középvállalkozásokat foglalt magába. A kutatók megállapították, hogy minél közelebb áll egy vállalkozás a végtermékgyártóhoz, annál nagyobb méretű, tehát annál komplexebb. A regionális tényezők elemzésével összhangban a felmérés kimutatta, hogy Lombardiában jóval kevesebb felsőfokú végzettségű munkavállaló dolgozik a szektorban, mint a két másik érintett térségben.

A részt vevő cégek komplexitásának vizsgálatához a kutatók a következő mutatókat határozták meg: beszállítók és vevők jellemzői, a versenytársak szerkezete, termékosztály és innováció, vállalat- és folyamatszervezés (beszerzés, termelés, logisztika és eladás), valamint a termelési és logisztikai folyamatok rugalmasságának foka. A felmérés eredményeként három fő vállalatklasztert: kis, közepes és nagy komplexitású cégcsoportot alakítottak ki. A vizsgált mintának mindössze 20%-a tartozott a nagy bonyolultságú, összetett folyamatokat kezelő vállalatok közé: ezek többnyire közepes méretű, első szintű beszállítók, melyek elsősorban motorrendszereket és hajtóműveket gyártanak, vevők pedig a végtermékgyártók és nagykereskedők köréből kerülnek ki.

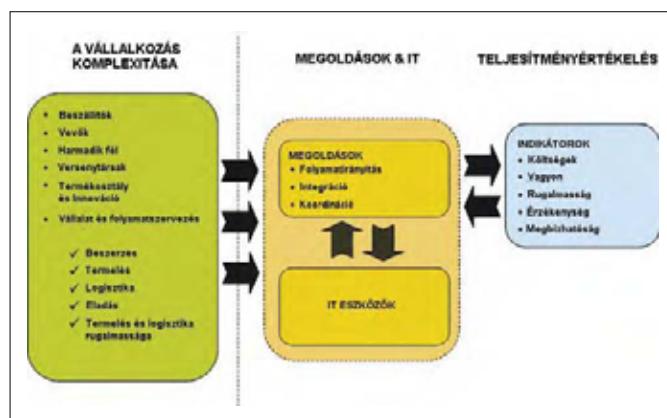
Az egyes vállalkozások – komplexitásuktól függően – egyre összetettebb és megbízhatóbb menedzsmentmegoldások alkalmazására kényszerülnek. Tapasztalatok alapján ilyen támogató megoldásokat elsősorban belső folyamataik, az integráció és koordináció erősítése érdekében alkalmaznak.



5. ábra: az alkalmazott megoldások és az IT-eszközök használatának összefüggései

E tekintetben a kutatók ugyancsak három klasztert definiáltak:

- Kezdő szint: a vizsgált minta mintegy negyede e kategóriába sorolható be; többnyire harmadszintű beszállítók, melyek egyszerű készletmenedzsment-megoldásokat alkalmaznak, és nem szentelnek figyelmet a gyártástervezésnek és -irányításnak;
- Serdülő szint: a vizsgált minta mintegy fele e kategóriába sorolható be; általában közepes méretű első és második szintű beszállítók; belső működésüket raktárkészlet-tervezéssel irányítják, és rendelkeznek már tapasztalatokkal gyártástervezési és -irányítási megoldások alkalmazásában;
- Érett szint: a vizsgált minta mintegy negyede e körhöz tartozik; e vállalkozások teljes mértékben megvalósították belső működésük integrálását, és magas fokon alkalmazzák a vállalatirányítási rendszereket; nagymértékű nyitottságot mutatnak a partnereikkel történő együttműködések meg erősítésére.



6. ábra: a 2. szintű adatértelmező modell ábrája

Összehasonlítva a két klasztercsoportot, azaz az ún. komplexitásklasztert és az ún. alkalmazásklasztert egyértelműen látszik, hogy az egyes vállalkozások komplexitása és az adaptált menedzsmentmegoldások alkalmazásának szintje között – a kutatók előzetes feltevésének ellentmondva – nem mindig mutatkozik összhang. A vizsgált minta mintegy 20%-a magas komplexitású, ám az alkalmazott megoldásokat vizsgálva kezdő szinten helyezkednek el. Feltételezhető, hogy itt csak relatív elmaradásról van szó. Összefüggés mutatkozik ugyanakkor az adaptált megoldások és az azokhoz alkalmazott IKT-eszközök között: ha egy vállalkozás egy speciális menedzsmentmegoldás bevezetése mellett dönt, az többnyire egy időben hatékony IKT-fejlesztésekkel párosul. Ez különösen jellemző a serdülő és érett vállalatokra.

A statisztikai elemzés utolsó lépéseként a kutatók a vállalkozások által a működésirányítás támogatása és felügyelete érdekében kidolgozott teljesítményértékelő rendszer fejlettségi szintjét vizsgálták. A rendszerek hatékony támogatást nyújtanak a vállalkozás teljesítményének nyomon követéséhez, valós célok kitűzéséhez, illetve a működésbeli problémák azonosításával a korrekciós lépések meghatározásához. A kutatók – a SCOR-modell kereteihez igazodva – öt teljesítményindikátort határoztak meg: megbízhatóság, érzékenység, rugalmasság, költségek és vagyongazdálkodás. A felmérés kimutatta, hogy – egy-két olyan kivételtől eltekintve, melyek maximálisan kihasználják a választott IKT-eszközök kapacitását és tudását – a vállalkozások nagy része nem szentel figyelmet az alkalmazott megoldások teljesítményének és hatékonyságának nyomon követésére.

ÖSSZEGZÉS

A projekt eredményeként a felmérésben részt vett magyar, német és olasz vállalatok lehetőséget kaptak arra, hogy – egy egységes e-katalógust felépítve – összehasonlítsák saját logisztikai teljesítményüket az iparági és regionális átlaggal, illetve viszonyítsák azt a legjobb eredményt elérő vállalkozásokéhoz. A kutatás pozitív hozadéka, hogy a cégek – azonosítva teljesítményhátrányuk okait, tudatában egyben a működésüktől független fő regionális tényezőknek – a jó gyakorlatok tanulmányozásával képessé váltak olyan előremutató intézkedések meghatározására, melyekkel – logisztikai és termelési folyamataik fejlesztése, optimalizálása által – eleget tehetnek az autóipar jövőbeni kihívásainak. Ezeket az előrelépéseket támogatja az az előbb említett – minden regisztrált vállalat számára elérhető – webes adatbázis, melyet a kutatók – az egyes részt vevő vállalatokra szabva – a felmérés eredményeinek ismertetése, illetve a jó megoldások egymásközi megosztása céljából hoztak létre.

A projekt megvalósításának lehetővé tételéért ezúton szeretnénk köszönetet mondani a Regins-program hazai és nemzetközi támogatóinak.

Irodalom

- [1] Improving logistics performance of SMEs in the automotive sector - Final Report, Bergamo, November 2006
- [2] A LOG4SMEs projekt hivatalos honlapja: www.log4sme.sze.hu
- [3] SCOR Model, Supply Chain Council, October 7, 2004.



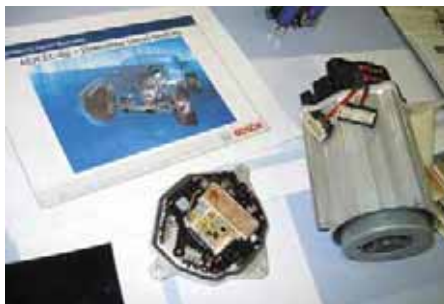
A Hungaroringen toboroz a Bosch

Nagyszabású rendezvény keretében mutatta be hazai fejlesztéseit és Magyarországon gyártott termékeit a Bosch. Az autóipar legnagyobb beszállítójaként ismert Bosch Csoport, mintegy 700 fő részvételével rendezte meg október 19-én az első Bosch Hungaroring Napot. A rendezvényen a műszaki felsőoktatásban tanuló diákok vettek részt a BME, a BMF-Kandó, a Miskolci Tudományegyetem, valamint a Szent István Egyetem hallgatói közül.

Az esemény kitűnő alkalmat adott arra, hogy a Bosch bemutassa hazai autóipari fejlesztéseit. A boxokban a Budapesti Fejlesztési Központ, valamint a hatvani és miskolci gyárak kollégái várták az érdeklődőket. A prezentációkon kívül számos hazai gyártású terméket lehetett megtekinteni és kipróbálni, az apró szenzoroktól egészen a műszerfalakig. Igazi érdekességnek mégis a rendezvényen kiállított autók számítottak. A Bosch autóipari partnerei segítségével számos prémium kategóriájú gépkocsiban szemléltette az általa képviselt magas színvonalat, környezetbarát és energiatakarékos jelleget, valamint a legújabb technikai vívmányokat. A boxutca mögötti parkolóban a Bosch Car Service partnerek tartottak bemutatót a Pryma Rally Team és a Spindler Opel vezetésével. A Szalay Dakar Team kamionja is a helyszínre vonult, hogy élőben mutassa be felszerelésait és tartson élménybeszámolót. Mindezek mellett a Bosch Autódiagnosztika Üzletág különböző diagnosztikai mérések bemutatásából adott ízelítőt, melyet hatalmas képernyőkön kivetítve lehetett nyomon követni. Amint azt Thomas Beyer, a Bosch Csoport magyarországi képviselője elmondta: „az esemény megrendezésével nem titkolt szándékunk, hogy a diákok érdeklődését magunk felé irányítsuk már az egyetemi évek alatt. Fontosnak tartjuk, hogy az autóipar iránt érdeklődők számára lehetőséget adjunk a legújabb technikai vívmányok megismerésére és a Bosch által nyújtott magas színvonal kipróbálására”. Az igazgató azt is elmondta, hogy a Bosch jelentős ráfordításokkal támogatja a hazai felsőoktatást. A Miskolci Egyetemen mechatronikai tanszékét alapította, a BME-n pedig áprilisban nyitotta meg autóelektronikai laboratóriumát. Mindezek mellett idén mintegy 65 millióval támogatta a BME gépész- és villamosmérnöki karait, valamint szaktudásával igyekszik a felsőoktatást a piaci igényekhez idomítani.

Jelentkezés és további információ:

Robert Bosch Kft. Humán Erőforrás Osztály
1103 Budapest, Gyömrői u. 120.
job@hu.bosch.com, www.bosch.com



Mikroszkopikus követési modellek, a vezetői különbségeket figyelembe vevő paraméterek meghatározására

Bécsi Tamás
egyetemi tanársegéd

Dr. Péter Tamás
egyetemi docens,
a műszaki tudomány kandidátusa
BME Közlekedésautomatikai tanszék

A cikk mikroszkopikus követési modellek paraméter-meghatározási problémájával foglalkozik. Ismerteti a paraméterek meghatározásának módszerét, külön kitérve az egyéni különbségek vizsgálatára. A módszer két, egymáshoz képest szinkron módon futó optimumkeresési algoritmus eredményeképpen szolgáltatja a keresett paramétereket. Az algoritmus alkalmazásának segítségével öt különböző követési modell vizsgálatát mutatja be.

The document deals with the problem of parameter identification of microscopic car following models. It describes the method of the determination of parameters, taking the determination of individual differences into special account. The method operates with two synchronous optimization processes to provide the parameters. With the aid of the algorithm, the evaluation of five different car following models is described.

BEVEZETÉS

A mikroszkopikus modellek paramétereinek meghatározásához alapvetően háromféle technika áll rendelkezésre: direkt, indirekt, illetve származtatott adatsorokat felhasználó kalibráció.

Az indirekt kalibráció esetében, az adott modell meghatározása a kérdés és a paramétereinek kumulált makroszkopikus eredményeit veszik figyelembe. A GHR-modell paramétereinek meghatározásánál alapvetően minden esetben ezt a technikát használták. A módszer általában keresztmetszeti mérést alkalmaz, melynek alapján meghatározza egy szakasz makroszkopikus jellemzőit, és azt veti össze a modell makroszkopikus teljesítményével. Mivel a GHR-modell esetében ez a lehetőség adott, a makroszkopikus modell paraméterei megfeleltethetők a mikroszkopikus modell paramétereinek [4].

A származtatott adatsorokat alkalmazó kalibráció lehetőleg több – de nem számos – keresztmetszet makroszkopikus mérési eredményei alapján determinált mikroszkopikus adatsort használ fel.

A direkt kalibráció komplett követési, viselkedési adatsorok alapján dolgozik. Megjegyzendő, hogy az ilyen jellegű adatok kinyerése és feldolgozása egyben a legnehezebb feladat, hiszen speciálisabb felkészülést igényel, mint például az egyszerű hurok-detektor alapú mérés.

A mikroszkopikus forgalmi modellek identifikációja közben a már ismertetett modellek paramétereinek meghatározása történik. Minden modellhez rendelkezünk egy viselkedési módszert és azok paramétereit. A járműkövetési modellek vizsgálata során a modell bemenő paraméterei minden esetben a jármű forgalomban elfoglalt pozíciója, illetve az egyéb környezeti hatások. A kimenő paraméter a járművezető reakciójától függően késleltetve jelentkező gyorsítás. Természetesen a járműkövetési modelleket önmagukban vizsgálni lehetetlen, mivel az egyéb hatások befolyásolják a vezető reakcióját, de megfelelően feldolgozott mérési adatokkal ezek hatása csökkenthető.

A követési modellek szinte kivétel nélkül figyelembe vesznek három alapvető forgalmi paramétert, amelyek a legnagyobb befolyással vannak a gyorsításra:

- Követési távolság;
- Sebesség;
- Közelítés mértéke (sebességkülönbség).

Ezen paramétereken kívül alapvetően a gyorsulási ráták figyelembevétele terjedt el, és részletesebb modellek esetében a követett jármű kategóriája vagy a jármű előtti teljes sor tulajdonságai is. Meg kell jegyezni azonban, hogy a több paramétert alkalmazó modell nem minden esetben jobb, illetve túlzott számítási igénye miatt nem olyan hatékony, mint az egyszerűbb modellek; a modellválasztásnál minden esetben figyelembe kell venni a modellezés célját.

A FORGALMI MODELLEK PARAMÉTERIGÉNYE

A vizsgálat során öt mikroszkopikus forgalmi modell paramétereinek meghatározására kerül sor. Az öt vizsgált modell kiválasztásának elve az volt, hogy a modellek körülbelül ugyanolyan mélységben írják le a forgalmi modellt, ami alatt azt kell érteni, hogy mindegyik modell „mikroszkopikusági” szintje azonos és a bemenő paraméterek száma közel egyenlő. A modellek tehát minden esetben klasszikus feltételrendszerrel bíró mikroszkopikus modellek, ahol a „jármű-vezető” egy rendszert alkot. A bemenő paraméterek minden esetben a követő és a követett jármű mozgási tulajdonságai, a kimenet pedig az adott reakcióidő után alkalmazott gyorsítás. (A Gipps-modell eredetileg sebességkimenettel bírt, de mivel a modellek megszorításai a maximális gyorsítások/fékezések, ezért ez a modell is gyorsítási paraméterrel szerepel.) Ezek a modellek:

- Gazis-Herman-Rothery (GHR); [2]
- Gipps (Aimsun); [7]
- Wiedemann (Vissim); [6]
- Egyszerű fuzzy modell; [1]
- Fuzzy állapotokon alapuló modell. [1]

Paraméter/Modell	GHR	Gipps	Wiedemann	Fuzzy	Fuzzy állapotmodell
Sebesség v_i (m/s)	X	X	X	X	X
Követési távolság* dx (m)	X	X	X	X	X
Sebességkülönbség dv (m/s)	X	X	X	X	X
Követett jármű gyorsulása a_{i+1} (m/s ²)	–	–	X	–	–

1. táblázat: a követési modellek bemenő paraméterei

* – A Wiedemann modellben pozíciókülönbség

AZ IDENTIFIKÁCIÓ MÓDSZERE

A feladat tehát a modellek paramétereinek meghatározása oly módon, hogy az így kapott modellel a lehető legjobban illeszkedjen a csoportosított adatok halmazához. Ehhez meg kell határozni egy illeszkedési függvényt, amely megmondja, hogy a modell milyen mértékben illeszkedik az adathalmazhoz. Meghatározandó még az optimumkeresés módszere és a modelleredmények generálásának módja is.

AZ ILLESZKEDÉS MÉRTÉKÉNEK MEGHATÁROZÁSA

Az optimumkeresés célfüggvénye pl. a modell paraméterlistájának felhasználásával kapott eredmények, és a hozzájuk tartozó valós mérési eredmények abszolút értékkel számolt eltéréseinek átlaga:

$$F_m = \frac{\sum_{i=1}^n D(f(p_m, x_i); m(x_i))}{n} \quad (1)$$

Ahol n az adatsor hossza; $f()$ a követési modell vizsgált paramétere; $m()$ a mérési adatsor; p_m a modell paramétervektora; x_i a mérési pont, $D(f, m)$ pedig a különbségfüggvény.

Az optimum kritérium ilyen megfogalmazása teljesen általános, a megfelelően identifikált modell elérése érdekében tehát meg kell határozni a függvény egyes elemeinek jelentését. Jelen vizsgálat során a figyelembe vett tényezők:

1. A vizsgált paraméter ($f()$; $m()$): a járműkövetési modellek identifikációjánál nem egyértelműen meghatározott az a járműparaméter, amelynek a legjobb illeszkedését kell meghatározni. Alapvetően háromféle megközelítés lehetséges [3]:

a. A jármű adott bemenő paramétereire tartozó gyorsítás vizsgálata. Ebben az esetben minden egyes mérési ponthoz generálható a gyorsítás, és ezt kell összevetni az adott pontban mért tényleges gyorsítással. Előnye, hogy nem kell szimulációt generálni az optimumkeresés mellé, azonban nem biztosítja a kapott modellparaméterek által a modell stabilitását. További előnye, hogy – amennyiben nem akarunk járművenkénti viselkedést vizsgálni – egyszerűen csoportosított, és ezáltal méretben jelentősen csökkentett alaphalmazon végezhető a vizsgálat.

b. A jármű adott bemenő paramétereire tartozó „következő” – Δt -vel eltolt idejű – sebességének vizsgálata. Ez a módszer nagyjából azonos az előző pontban leírttal, jelentősége olyan modellek esetén lehet, ahol a modell kimenő paramétere a jármű sebessége (pl. Gipps-modell).

c. A mérés során a követett jármű minden paraméterét megtartó, ám a járműnél az aktuális paraméterlista alapján lefuttatott szimulációelemzés. Ebben az esetben figyelembe vesszük a jármű mért és valós pozícióját (vagy a követési távolságot), az optimálási célfüggvényében.

2. A különbségfüggvény ($D(f; m)$): minden mért értékhez viszonyító optimumkeresési eljárás kritikus pontja:

a. Az egyszerű megoldások, mint az abszolút különbség, vagy a különbségnégyzet esetén gyors számítási eredményt kapunk, ám ezek bizonyos állapotokban (pl. a nagy követési távolság esetén) túl szigorúak lehetnek, így az optimumkeresés legfontosabb céltartományát károsítják.

b. A relatív különbség figyelembevétele ezért kiemelten fontos lehet a járműkövetési modellek identifikációjánál.

A fenti lehetőségek közötti döntés kézenfekvőnek tűnik, hiszen a legmegfelelőbb eredményt mindkét esetben az utolsó, egyben legkomplexebb eljárás adja. Azonban figyelembe kell venni, hogy ebben az esetben az optimumkeresés eredményeit szolgáltató szoftverrészt igen processzorigényes alkalmazást eredményez és így nem biztos, hogy elvárható időn belül megfelelő optimumhoz lehet jutni. A korábbi kutatások esetén nem állt rendelkezésre

olyan számítási teljesítmény, amely ezt az igényt ki tudta volna szolgálni, így – főleg a 2000 előtti irodalmakban ismertetett – kutatások túlnyomó hányada az egyszerűbb megoldásokat kereste. Az ilyen vizsgálatok általában csoportosított mérési eredményeken, esetleg kevés jármű adatára támaszkodva végezték el az optimumkeresést. Szerencsére a számítástechnikai teljesítmény ma már bonyolultabb megoldásokat is engedélyez.

A fenti szempontok figyelembevételével jelen vizsgálat során a vizsgált modellparaméter a követési távolság, mely így módon biztosíthatja a modell stabilitását, a különbségfüggvény pedig egy szimmetrikus relatív különbségnégyzet:

$$D(f(p_m, x_i); m(x_i)) = \left(\frac{f(p_m, x_i) - m(x_i)}{f(p_m, x_i)} \right)^2 + \left(\frac{f(p_m, x_i) - m(x_i)}{m(x_i)} \right)^2 \quad (2)$$

A MODELLEREDMÉNYEK GENERÁLÁSA

Az előző alfejezetben említettük, hogy a modellek kimenete generálásának két alapvető módja létezik: a mérési paramétersor felhasználása és minden egyes pillanatban az adott bemenethez generált kimenet vizsgálata, illetve a szimuláció. Ezek közül a második lehetőséget fejlesztettük. Mivel az irodalomban nem található ilyen jellegű rendszer leírása, ezért a módszert az alaptól kezdve kellett kidolgozni.

Eddig nem esett szó arról, hogy a modellek paramétereinek meghatározása során nemcsak a modellek általános paramétereit, hanem az egyes egyedek különbségeit is meg kellett határozni. A modellek minden esetben gyorsítási kimenetet generáltak, így a gyorsítási modellt kivétel nélkül az alábbi módon kellett meghatározni:

$$a_n^i(p, x_n^i, r_n) \quad (3)$$

Ahol $a_n^i()$ a modell gyorsítási kimenete, p az aktuális paramétervektor, x_n^i az n -ik jármű szimulációból nyert aktuális állapota (beleértve a követett jármű állapotát is), r_n pedig az n -ik jármű egyéni paramétervektora.

A feladat tehát kettős: meg kell találni a megfelelő p vektort és meghatározni minden r egyedre egy olyan eloszlásfüggvényt, amellyel a modellszimuláció később felhasználható sztochasztikusan inicializált egyedek generálására. Rendelkezésre áll tehát az alábbi mért adatsor minden egyes jármű összes követési állapotára, idő szerint ekvidisztáns osztásban: [járműazonosító, idő, pozíció, sebesség, gyorsulás, járműméret, köv. azonosító, köv. pozíció, köv. sebesség, köv. gyorsulás, köv. hossz, pozíciókülönbség, sebességkülönbség, gyorsuláskülönbség].

Ez az adatsor fogja a különbségképző függvény egyik bemenetét adni. A feladat ezek után olyan hasonló adatsor generálása, amely ugyanazon kiindulási pontból a modell alapján képezi a járműviselkedés eredményét. Ehhez minden egyes járműhöz generálni kell egy olyan adatsort, amely csak a követett jármű pozícióját, sebességét, hosszát és gyorsulását tartalmazza, illetve a reakcióidő figyelembevétele miatt a reakcióidő maximumának megfelelő időintervallumban a vizsgált jármű összes adatát az adatsor elején.

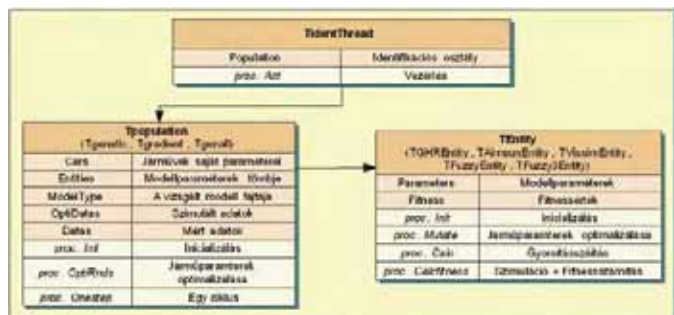
Ezek után következhet a járműkövetési szimuláció lefolytatása, szigorúan figyelembe véve a követett jármű változatlanul hagyott, mért paramétereit. A szimuláció minden egyes időpontban figyelembe veszi a jármű állapotát, a modellparamétereket és a saját döntési változóit. Ez alapján határozza meg a gyorsítást. A gyorsítás segítségével határozza meg a jármű Δt -vel eltolt sebességét és pozícióját az egyszerű ismert (trapéz-) szabály alapján:

$$s_n(i+1) = s_n(i) + v_n(i)\Delta t + \frac{a_n^i(p, x_n^i, r_n)}{2} \Delta t^2 \quad (4)$$

Ahol $s_n(i+1)$ a következő pozíció, $v_n(i)$ az eredeti sebesség, $s_n(i)$ az eredeti pozíció. Így minden származtatott érték, beleértve a vizsgálat tárgyát képező követési távolságot is, egyszerűen számolható.

A7 OPTIMUMKERESÉS METÓDUSA

Első lépésben el kellett készíteni az optimumkeresés környezetét. A szoftver tervezése során sok szempontot figyelembe kellett venni ahhoz, hogy a környezet többféle eljárást és többféle modellt kezelhessen. Ennek megfelelően a struktúra három fő alkotóelemből történő bontással készült. Ennek az osztálymodellnek a fontosabb elemeit szemlélteti az 1. ábra.



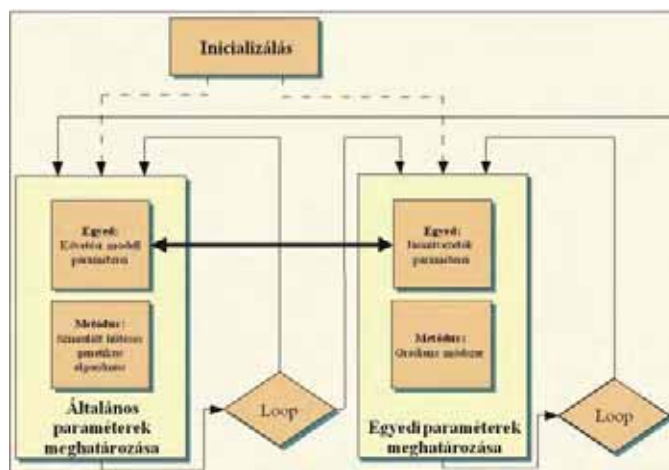
1. ábra: identifikációs osztályok

Az alkalmazás magját a „TIdentThread” szál adja, amely felelős az adatok betöltéséért, az optimaláló algoritmus inicializálásáért és a vezérlésért. Az átvett paraméterek alapján inicializálja a „TPopulation” osztály valamely utódját annak függvényében, hogy milyen optimumkeresési metódust akarunk alkalmazni (genetikus algoritmus, gradiens módszer, szimulált hűtéssel támogatott genetikus algoritmus stb.). Az így létrejött osztályegyed átveszi a mérési adatokat (Datas), inicializálja a szimulációs adatsort (OptiDatas), beállítja a modell típust (ModellType) és előkészíti a járműparamétereket (Cars). A modellparaméterekhez, mivel ezek modelltől függőek, a TEntities lista-ba generálja a populáció méretének megfelelő számú egyedet, a „TEntity” osztály megfelelő utódjából. (TGHREntity, TAimsunEntity, TVissimEntity, TFuzzyEntity, TFuzzy3Entity) Ezek az egyedek lesznek felelősek azért, hogy a szimuláció során a megfelelő modell alapján történjen a vizsgálat.

Jelen esetben az optimumkeresés legnagyobb problémája az, hogy a célfüggvénynek több lokális minimuma létezik, illetve a keresett függvény nemlineáris, ezért egyszerű analitikus módszerekkel nem határozható meg a globális optimum. Ezért a választott optimumkeresési eljárás a szimulált hűtéssel támogatott genetikuss algoritmus.

További problémát vet fel, hogy az általános követési modell mellett a hozzá tartozó vezetők egyéni különbségeinek meghatározása is szükséges. Az identifikáció tehát egyrészt a teljes adathalmazon elvégzett paraméter-meghatározást jelenti, de ugyanakkor időről időre a hozzá tartozó járművezetői paramétereket is frissíteni kell. Ezt a két feladatot egy eljárásan belül nem lehet megvalósítani, ezért a két feladatot párhuzamosan kell megvalósítani úgy, hogy egymásra a hatásuk kontrollált legyen. Az identifikáció folyamatát a 2. ábra szemlélteti.

Látható, hogy a bal oldali folyamat önmagában képes lenne egy egyéni különbségek nélküli modell identifikációjára. Az önmagában futó genetikai algoritmus ezt meg is valósítja, felhasználva minden külön járműnél annak paramétereit. Adott lefutás-szám után azonban átadja a vezérlést az egyéni különbségeket kiválasztó algoritmusnak. Ez az algoritmus alapmodellként a genetikai algoritmus csúcsgyeideit használja, nem módosítva



2. ábra: az optimumkeresés menete

azok paramétereit, csak a külön járművezető paramétereken futtatott gradiens algoritmussal keresi az egyedek optimumait. Feltétel természetesen, hogy mindkét esetben ugyanazon fitnessfüggvény határozza meg az optimumot. A két külön optimumkereső algoritmus használata azért célszerű, mert az általános modell esetén sok paraméteren szükséges elvégezni a keresést, ezért a gradiens módszer nem lenne megfelelő választás a sok lokális minimum miatt. Az egyéni különbségek vizsgálata során viszont csak kevés paraméterfajta meghatározását kell elvégezni, de rengeteg egyeden külön-külön, itt a genetikai algoritmus lenne elfogadhatatlanul lassú.

A VÁLASZTOTT OPTIMUMKERESÉSI ELJÁRÁS

A genetikus algoritmus – bár sokkal kevésbé érzékeny a lokális minimumokban való bennragadásra mint a gradiens módszer – önmagában nem, vagy nem megfelelő időn belül szolgáltat minimum helyet. Ezért célszerű segédalgoritmust igénybe venni. Erre a célra az ún. szimulált hűtés szolgál. A szimulált hűtés önálló optimumkeresési algoritmusként a '80-as években jelent meg [5] és a nevét a fémek hűtéséből vett analógiájáról kapta. Az eljárás lényege, hogy az egyes egyedek nem a gradienshez hasonló egyenes úton közelítik az optimumot, hanem a fématomokhoz hasonló rezgést imitálva, amelyek a fémek hűtésénél a megfelelő rácsszerkezet, jelen esetben pedig – a lokális minimumhelyek kikerülésével – jobb eredményt szolgáltatnak. A hűtés menete a Monte Carlo módszerből véve véletlen szomszédos egyedek generálása mellett folyik, melyek túlélési esélyeit és/vagy távolságát egy szabályozottan változó hőmérsékletérték szabályozza. Általában a hűtési folyamat exponenciális csökkenésű. Amennyiben lokális minimumban maradásra utaló jel van, visszamelegítés szükséges:

$$T = Ae^{(-t/T_i)} \quad (5)$$

Ahol T a hőmérséklet, A skálázási konstans, T_i pedig az időállandó.

A szimulált hűtést a genetikus algoritmus segédalgoritmusaként kétféle módon lehet felhasználni: vagy az egyed által generált fitnessértékhez hozzáadva egy T-től függő véletlen változót, és így segítve a kiválasztást; vagy a mutáció során, szintén T-től függő sugárban, véletlen paramétermódosítást eszközölni, és így folyamatosan mozgásban tartva az egyedeket.

Az optimumkeresést végleges formában olyan szimulált hűtéssel támogatott egyfajú genetikus algoritmus végezte, amelynek tulajdonságai:

- Elitista (5%-ban);
- Valós génreprezentációval rendelkezik;

- A fitnessértéket a szimulált hűtés $\text{random}(T)^*$ függvényével módosító;
 - A szelekciót így abszolút sorbarendezéssel valósítja meg;
 - A mutációt $\text{random}(T)^*$ sugárban végzi;
 - Teljes rekombinációt alkalmaz;
 - Állandó populációmérettel bír.
- * - [T; T] intervallumon értelmezett egyenletes eloszlás.

AZ IDENTIFIKÁLT MODELLEK

A kutatás során nemcsak a saját modell, hanem irodalomból vett, ismert modellek paraméterei is meghatározásra kerültek. A modellek paramétereinek újbóli meghatározására azért volt szükség, mert a szakirodalomban ezek a paraméterek nem, vagy nem elfogadható formában jelentek meg. Minden modell – kivéve a Fuzzy állapotmodell és a Wiedemann modell – egyéni különbségekkel és azok nélkül is tárgya volt a paraméterkeresésnek. Így összesen nyolc vizsgálatot végeztünk el:

- GHR-modell (egyéni különbségekkel/nélkülük),
- Gipps modell (egyéni különbségekkel/nélkülük),
- Wiedemann modell (egyéni különbségekkel),
- Egyszerű Fuzzy modell (egyéni különbségekkel/nélkülük),
- Fuzzy állapotmodell (egyéni különbségekkel).

A felsorolt modellek közül a Wiedemann és a két Fuzzy modell rendelkezik olyan paramétersorral, mely megkülönbözteti az egyes járművezetők különböző viselkedési paramétereit. A könnyebb összehasonlíthatóság érdekében a két másik modellbe is bekerültek egyéntől függő változók. A Wiedemann modell vizsgálata során kiderült, hogy elegendő két megkülönböztető paramétert megadni, amely segítségével a vezetői különbségek kiemelhetők.

A GHR-modell az alábbi módon változott:

$$a_n(t) = (c_a + [c_b r_{1,n} v_n(t-T)]^m) \frac{\Delta v(t-T)}{(\Delta x(t-T) + e r_{2,n})^l} \quad (6)$$

Ahol $r_{1,n}$ az n-ik vezető gyorsítási, $r_{2,n}$ pedig a távolságbecslési képessége/igénye. A modell további paraméterei lényegében változatlanok, a c paraméter két részre válik (c_a , c_b), illetve egy általános szorzótágot kap a távolságérzékelés (e).

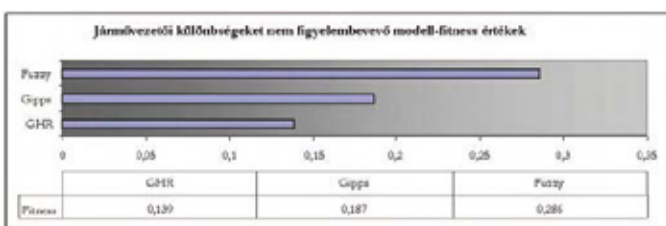
A Gipps modell változásai:

$$v_s(n, t+T) = (\varepsilon_a + \varepsilon_b r_{1,n}) * \left[d(n)T + \sqrt{d(n)^2 T^2 - d(n) \left[Z \{ x(n-1, t) - s(n-1) - x(n, t) - (\delta_a + \delta_b r_{2,n}) \} - v(n, t)T - \frac{v(n-1, t)^2}{d(n-1)} \right]} \right] \quad (7)$$

Ahol $r_{1,n}$ az n-ik vezető gyorsítási, $r_{2,n}$ pedig a távolságbecslési képessége/igénye, γ , δ_a , δ_b , ε_a , ε_b módosító paraméterek.

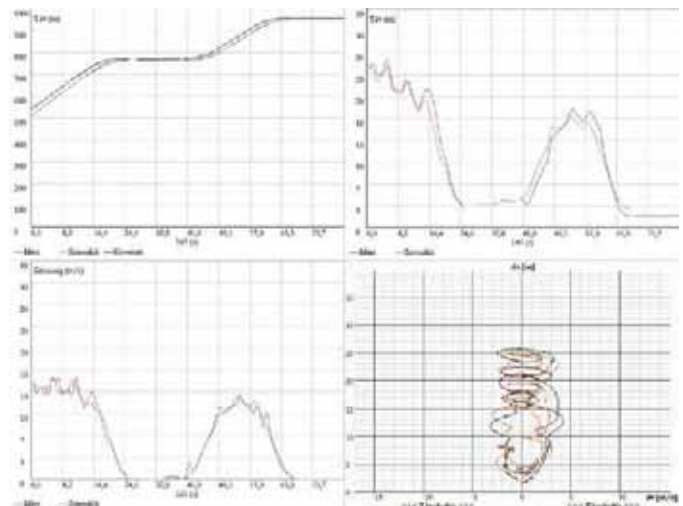
KEZDETI EREDMÉNYEK

Első lépésben ésszerű és kézenfekvő a modelleket csak egyéni különbségek nélkül vizsgálni. Ebből a célból a genetikusan algoritmus populációját 256 egyedre, a generációk számát 235-re beállítva, a modellek fitnessértékei a 3. ábra szerint alakulnak:



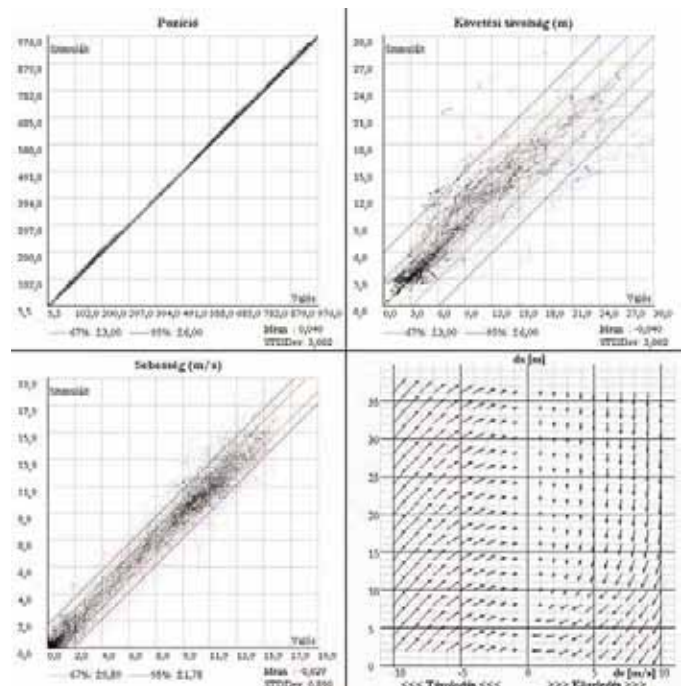
3. ábra: globális (egyéni különbségeket nélkülöző) modellek fitnessértékei

Szembeötlő, hogy a három vizsgált modell közül a GHR-modell teljesített a legjobban és a Fuzzy modell a leggyengébben. A GHR-modell esetében ez nem meglepő eredmény, hiszen egy jó általános modellről beszélünk, azonban erre szimulációt alapozni azért veszélyes, mert rugalmatlan, és sorfejlődés esetén instabil eredményt szolgáltat. A modell 0,139 értékű fitnessse azonban már elég jó közelítést mutat. A modell egy kiválasztott járművön vizsgálható teljesítményét a 4. ábra szemlélteti. Ennek első diagramján a követett (fekete), a mért (kék) és a szimulált (piros) jármű pozíciója látható, a másodikikon és a harmadikon a mért és szimulált követési távolság, illetve sebességértékek láthatók, amelyek igen jó fedést mutatnak. Az utolsó diagram a követési folyamat [sebességkülönbség-követési távolság] síkgörbéjét (metszetét) vázolja fel:



4. ábra: a globális GHR-modell teljesítménydiagramjai egy kiválasztott járművön (pozíció, követési távolság, sebesség és metszet)

Az 5. ábra az összes járműre, a teljes adatsoron a mért és a szimulált értékek kapcsolatát (korrelációját) mutatja. A pozíciódiagram a teljes 1 km-es szakaszon ábrázolja a mért-



5. ábra: a globális GHR-modell teljes adatsorra vetített eltérési diagramjai, illetve az 5 m/s sebességhez tartozó iránymezőmetszet

	GHR	Gipps	Fuzzy	Fuzzy 2	Wiedemann
Pozícióeltérés (m)	0,02; 1,99	0,02; 1,83	-0,01; 1,76	0,02; 1,68	-0,11; 2,67
Sebességeltérés (m/s)	-0,02; 0,83	0,01; 0,87	-0,01; 0,87	-0,01; 0,86	-0,05; 1,12

2. táblázat: a modellek mért adatoktól való eltérései (átlag, szórás)

szimulált összefüggést, az eltérés igazán a követési távolság diagramról olvasható le. Ezen – pozíciótól függő – eredmények eltéréseinek átlaga méterben 0,04 – ez megfelelő; a szórás 3,00.

A sebességértékek [m/s]-ban értelmezett eltéréseinek átlaga -0,029, szórása 0,089; amely szintén kiválónak tekinthető.

Ugyanezen értékek:

– a Gipps modellnél pozíció (0,192; 3,300), sebesség (-0,026; 0,986);
– a Fuzzy modellnél pozíció (0,193; 4,090), sebesség (-0,019; 1,575).

A két másik modell esetén tehát már jelentős az eltérés. A negyedik diagram a GHR-modell iránymezőjének 5 m/s sebességhez tartozó metszetét mutatja.

A modellteljesítmények fordítottan arányosak az időbeliségükkel és a „fejlettségükkel”, ám a későbbi makroszkopikus vizsgálatok, illetve a járművezetői különbségeket is figyelembe vevő eredmények rámutatnak majd arra, hogy mind mennyiségi, mind minőségi szempontból megfordul a sorrend.

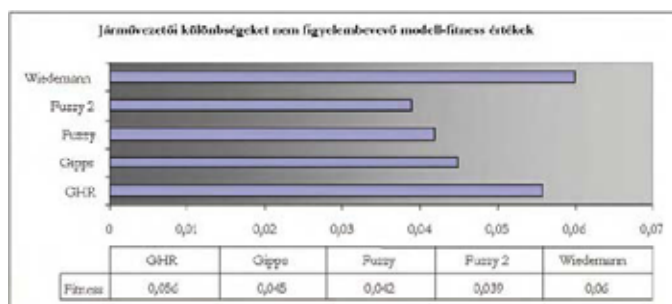
A JÁRMŰVEZETŐI KÜLÖNBSÉGEK FIGYELEMBEVÉTELE

A vizsgálat valódi tárgya a járművezetői különbségek meghatározása, a modellparaméterek feltárása mellett. Ez a feladat azonban nagyobb teljesítményt igényel, így a populáció mérete 512 egyedre, a generációk száma 335-re nőtt.

Minden egyes járműnél meg kell határozni – jelen esetben két – saját paraméterét olyan módon, hogy az összes jármű paraméter-sokaságára végül egy eloszlást lehessen illeszteni, amely alapján a későbbi szimuláció az egyedeket generálja.

Az épített szimulációs szoftver szempontjából hasznos, ha az eloszlások azonosak, ezért minden modell esetén a [0,15; 0,85] intervallumon levágott (0,5; 0,15) normális eloszlást erőlteti az optimalizáló algoritmus. Ennek megvalósítása egyszerű, hiszen egy ismert átlagú és szórású adatsor könnyen transzformálható, amennyiben ezen sztochasztikus paraméterek hatása egyszerűen jelentkezik (pl. [ar+b]), akkor még a globális paraméterek finomítása is kézenfekvő.

Az elvégzett optimumkeresés eredményét a 6. ábra ismerteti. A Fuzzy érzékelési modell esetében három-három, a Fuzzy állapotmodell (Fuzzy 2) esetén állapotonként két-két partíció alapján megvalósított modell vizsgálata készült el. A modellek teljesítménye tovább javulhat a partíciók méretének növelésével, ám a modell pontosságának javulása nem lenne egyenes arányban a modell méretének – és ezáltal – a számításigényének növekedésével. A soft-computing eszközökkel előállított modellek még így is jobban szerepeltek a többi modellnél, amelyet a megalkotásukból fakadó rugalmasságuknak kö-



6. ábra: az egyéni különbségeket figyelembe vevő modellek fitnessértékei

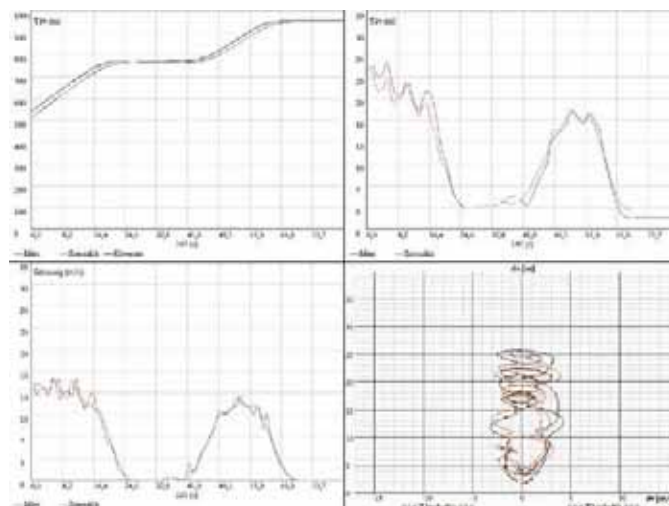
szönhetnek. Természetesen a legrosszabbul teljesítő modell is jobb eredményt szolgáltat, mint a vezetői különbségek nélküli modellek legjobbjá.

A Wiedemann modell viszonylag gyenge eredményét egyértelműen a túlzott óvatossága okozza, az a tény, hogy az „ütközési zónában” abban az esetben sem gyorsít, amennyiben az előtte haladó jármű gyorsabb nála. Ez az óvatosság a modellezés szempontjából közlekedésbiztonsági megfontolások mentén logikus, ám a mért adatsorok, illetve a kapott fitnessértékek alapján kijelenthető, hogy nem életszerű.

Érdemes egy pillantást vetni a modellek teljesítményére, látható, hogy alapvetően mind az öt modell megfelelően működik, a Wiedemann modell értelemszerűen ebben az összevetésben is gyengébben szerepel.

A könnyebb összehasonlítás érdekében, a vizsgálat tényleges tárgyát képező – és ennek megfelelően a legfontosabb – modell a második Fuzzy modell, teljesítményének bemutatásában ugyanaz a kiválasztott jármű szerepel, mint korábban a GHR-modell esetén. A modell teljesítményét a 7. ábra szemlélteti. A teljes futás során a pozíciódiagram szinte tökéletes fedést mutat és értelemszerűen ugyanez mondható el a követési távolság diagramjának esetében is, hiszen a maximális eltérés nem lépi át a 2 m-t. Ennél pontosabb közelítés azonban nehezen elképzelhető, mivel a járművezető pozícióját egyéb körülmények, illetve pillanatnyi saját döntései is befolyásolják.

A kiválasztott jármű átlagosnak tekinthető abból a szempontból, hogy azon a GHR-modell általános formájának teljesítménye is hasonlóan jó értékeket mutatott, azaz a járművezető saját



7. ábra: a Fuzzy modell viselkedése kiválasztott járművön (pozíció, követési távolság, sebesség és metszet)

viselkedési paraméterei közelítik az összes vezető saját paramétereinek várható értékét; ám a GHR-modell más járműveken nagyobb eltéréseket produkál.

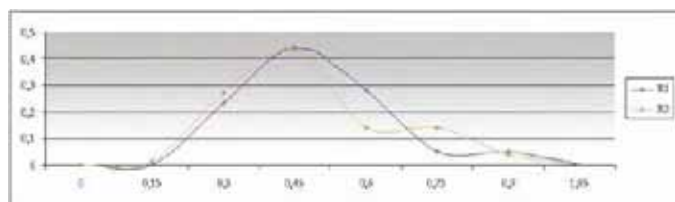
A 8. ábrán láthatóak a második Fuzzy modell teljes adatsorra vonatkozó teljesítménydiagramjai. A pozíció és követési távolság eltérések 1,677-es szórása megközelíti az elérhető minimumot, ennél jobb közelítést ért el Kikuchi-ék [Kiku03] Fuzzy modellje, ám a náluk alkalmazott igen nagy partícióméret és az ennek megfelelő nagy szabálybázis gyakorlati szempontból nem meg-

felelő; illetve az a tény, hogy az ő vizsgálatuk egyetlen jármű viselkedésének leírására vonatkozott rámutat, hogy a jelen dokumentumban ismertetett modell ilyen feltételek mellett jobbnak értékelhető. A modell sebességben is megfelelően teljesített, hiszen processzorigénye kevesebb, mint másfélszerese a Gipps modelljének.

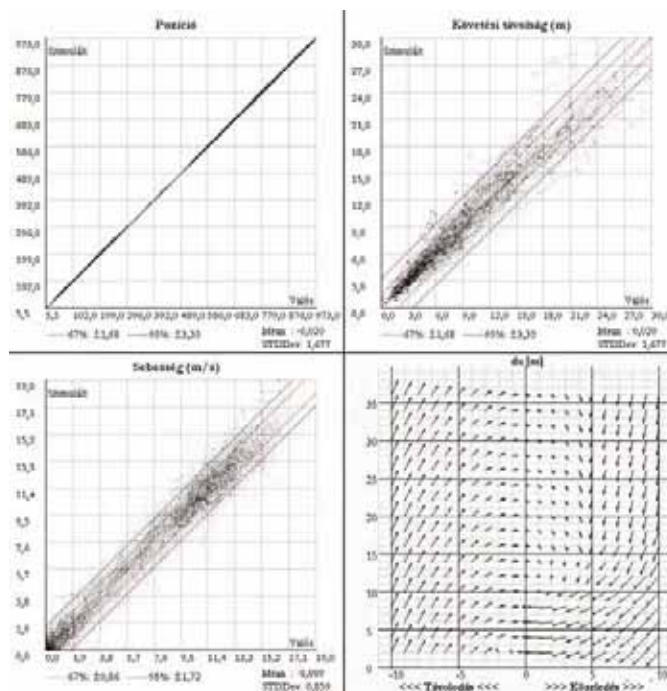
A sebességeltérés diagramon is kivehető a kiugró értékek alacsonyabb száma. Az 5 m/s sebességhez tartozó iránymező metszet pedig igen jól közelíti a mért adatsorok mediánját.

Végül, az identifikált modell vezetői paramétereinek meghatározását a 8. ábra, illetve a 3. táblázat ismerteti.

Az algoritmusba épített eloszláskényszerítés megfelelően működött, hiszen mindkét paraméter (r_1 , r_2) 0,5-ös átlaggal és kb. 0,15-ös szórással rendelkezik. További érdekesség, hogy sikerült két olyan tényezőt választani, amelyek nem, vagy nagyon kis mértékben hatnak egymásra, ezt mutatja a tényezők alacsony korrelációja.



8. ábra: járművezetői különbségek eloszlásának sűrűségfüggvénye a Fuzzy (2) modellben



9. ábra: a Fuzzy (2) modell teljes adatsorra vetített eltérésdiagramjai, illetve az 5 m/s sebességhez tartozó iránymezőmetszet

	Átlag	Szórás	Min.	Max.	Korreláció	Kovariancia
R_1	0,49	0,15	0,23	0,85	-0,013	-0,0004
R_2	0,50	0,18	0,15	0,85		

3. táblázat: a Fuzzy (2) modell járműparamétereinek statisztikai adatai

ÖSSZEFOGLALÓ

A cikk ismerteti a mikroszkopikus járműkövetési modellek paramétereinek meghatározásához szükséges metódusokat, illetve lehetőségeket. Ismerteti a modellek paraméterigényét és a paraméterek, illetve a járművezetői különbségek parallel meghatározásának módszerét. Több különböző modell keretében ismerteti a metódus működését.

Irodalom

- [1] Bécsi, T., and Péter, T.: „Forgalmi modellek identifikációja a videómérésből kinyert paraméterhalmaz alapján. (2006 1.1-K1-4)”, EJJT RET Kutatási jelentés 2006
- [2] Gazis, D.C., Herman, R., and Potts, R.B.: "Car following theory of steady state traffic flow", Operation Research, Vol. 7, 1959, pp.499-505.

- [3] Hourdakakis, J., Michalopoulos, P.G., and Kottommannil, J.: "A Practical Procedure for Calibrating Microscopic Traffic Simulation Models", Transportation Research Record No. 1852, Traffic Flow Theory and Highway Capacity, 2003, pp.130-139.
- [4] Kachroo, P., and Özbay, K.: "Feedback Control Theory for Dynamic Traffic Assignment", Springer, 1999
- [5] Kirkpatrick, S., Gelatt, C. D., and Vecchi, M.P.: "Optimization by Simulated Annealing", Science, Vol 220, Number 4598, 1983, pp.671-680.
- [6] Wiedemann, R., and Reiter, U.: "Microscopic Traffic Simulation: The Simulation System MISSION. Background and Actual State", CEC Project ICARUS (V1052) Final Report, Vol.2 Appendix A. CEC, Brussels, 1992
- [7] Gipps, P.G.: "A Behavioural Car-following Model for Computer Simulation", Transportation Research Part B, Issue 2, Pergamon, 1981, pp.105-111.

Továbbfejlesztett optikai sebességmérő

Kálmán Viktor

Takács Tibor

2006 nyarán elkezdtük egy járműtechnikai szenzor fejlesztését, amely a talajt figyelve digitális képfeldolgozási technikák alkalmazásával a jármű talajhoz viszonyított sebességét méri. A cikk elején röviden ismertetésre kerülnek a fejlesztés előzményei és a korábban megvalósított előzetes prototípus. Ezt követően megvizsgálunk egy alternatív megvalósítást, melyben mátrix helyett vonalkamerát alkalmazunk. Ismertetésre kerülnek a változtatás indokai és a várható előnyök, illetve hátrányok. Előzetes vizsgálataink szerint nagyobb sebesség érhető el kisebb számítási kapacitás használata mellett.

In the summer of 2006 we started developing an optical automotive sensor, which is able to measure true ground velocity, by calculating displacement from consecutive images of the ground below the vehicle. The first part of this paper describes the motivation behind the development and our initial proof-of-concept prototype. Then we examine the advantages and disadvantages of an alternative embodiment of the sensor, in which instead of a matrix camera, a line scan camera is used. According to our simulations, higher speed can be achieved, while using less computing power.

BEVEZETÉS

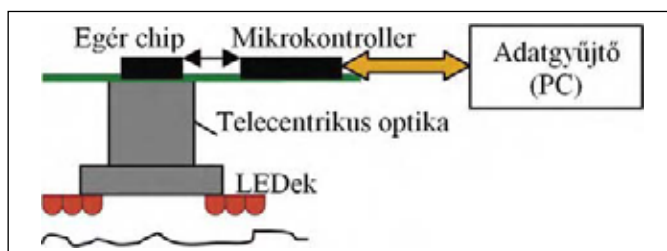
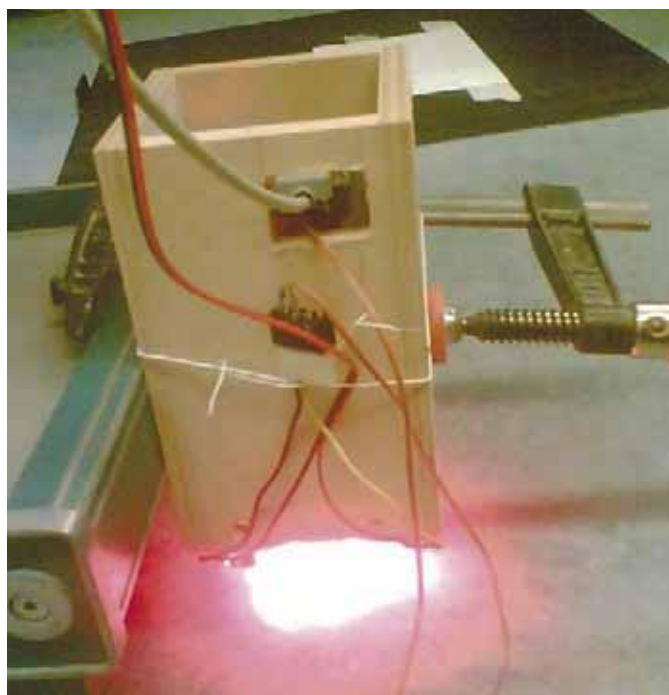
A 2006-os év folyamán elkezdődött egy optikai sebességmérő szenzor fejlesztése, mely a jármű aljára szerelve a talaj felé néz, és digitális képfeldolgozás alapján méri a talajhoz viszonyított hossz- és keresztirányú sebességet [1]. Alkalmas a jármű oldal-kúszási szögének a mérésére, ami bemenetül szolgálhat ESP-algoritmusok számára, vagy segítséget jelenthet a pontos futómű-beállításához. Más hasonló célú műszerrel szemben előnye, hogy kontaktusmentes, kisméretű, olcsó szenzorról van szó, amellyel várakozásaink szerint nagy pontosság érhető el. A professzionális járműtechnikában ez a mérési elv nem igazán elterjedt, jelenleg csak teszt pályákon, dinamikai adatgyűjtésre használják.

Az eddigiekben megvalósítottunk egy prototípust (1. ábra), amely egy egyszerű, optikai egérhez készült navigációs szenzoron alapul. Ezzel az egyszerű módszerrel is viszonylag jó eredményeket értünk el. Választásunk azért esett az egér érzékelőjére, mert egy chipben megvalósítja a sebesség mérését két dimenzióban, könnyen beszerezhető, jól dokumentált és olcsó.

Ennek a megvalósításnak azonban számos hátránya van, ezért további kutatás-fejlesztés vált szükségessé. Egy lehetséges megoldás vonalkamera használatával képzelhető el. A továbbiakban ezen irányban történő kutatásainkat, kísérleteinket és eredményeinket mutatjuk be.

OPTICAL FLOW VONALKAMERÁVAL

A legtöbb optical flow módszer a hagyományos mátrix kamera által szolgáltatott képeken dolgozik, azonban ennek a kameratípusnak több olyan hátránya van, amely komoly problémát okozhat ennél az alkalmazásnál [3]. Talán a legszembetűnőbb ilyen tulajdonság az alacsony mintavételezési sebesség (frame rate), amely lehetetlenné teszi a gyors mozgások mérését. Ezért mindenképpen érdemes megvizsgálni, hogy van-e lehetőség arra, hogy a hagyományos kamerát valamilyen másfajta működési elvű eszközzel helyettesítsük.



1. ábra: optikai sebességmérő szenzor prototípusa

Egy elképzelhető alternatíva lehet a vonalkamera (line-scan camera). E kameratípus érzékelője csupán egyetlen szenzorsorból áll, így egy intenzitásvektort állít elő – szemben a hagyományos mátrixkamerákkal, amelyekből sikképet olvashatunk ki. Ennek a kialakításnak több olyan előnye van, amelyek remekül illeszkednek az optical flow sebességmérő szenzorokkal szemben felállított követelményekhez.

A legfontosabb ezek közül az igen magas frame rate. Mivel csupán egyetlen szenzorsorból kell kiolvasni az intenzitásértékeket, nagyságrendekkel nagyobb mintavételezési sebesség érhető el: míg egy átlagos vonalkamera sorfrekvenciája 1–100 kHz tartományba esik, addig a mátrixkamerák extrém körülmények között is legfeljebb az 500 fps sebességre képesek (hasonló sorfelbontáson). Fontos továbbá megemlíteni az egydimenzióban nézve kiemelkedően magas felbontást is.

Ekkora mintavételezési sebesség (és felbontás) tökéletesen alkalmassá tenné a vonalkamerákat egy optikai sebességmérő alkalmazás alapjául. Azonban több olyan probléma is felmerül, amelyek megoldása komoly kihívást jelenthet, és akár meg is hiúsíthatják a vonalérzékelők ilyen irányú felhasználását. Munkánk során ezeket a tényezőket térképeztük fel, majd megkíséreltünk választ adni a felmerülő kérdésekre, nehézségekre.

FELMERÜLŐ NEHÉZSÉGEK

Hagyományos optikával a vonalkamerák a tér csak egy vékony szeletét látják, hiszen a leképezés egy síkra történik, ebből a vonalérzékelőre pedig csak egy sor esik. Ez komoly problémát okozna, hiszen könnyen elképzelhető, hogy két, egymást követő mintavételkor kiolvasott sorvektorhoz tartozó térszög között semmilyen kapcsolat nincs. Ennek megléte azonban nélkülözhetetlen az elmozdulásszámításhoz.

A probléma kiküszöbölésére különleges kialakítású lencserendszer lehet használni (például hengerlencsét), amely segítségével ugyanakkora térszöget lehet leképezni az egyetlen szenzorsorra, mint amekkorát egy hagyományos síkérzékelőre lehetett. Így a vonalkamera tulajdonképpen egy sor szerinti integrálóegységnek tekinthető.

Ennek a kialakításnak – a később bemutatott problémák mellett – van egy nagy előnye: mivel egy adott térrész egyetlen sorvektorra képződik le, a beérkezett fény mennyisége nem oszlik meg az egyes sorok között, így kisebb megvilágítás mellett is hasznos képet kaphatunk.

A legszembeütőbb probléma azonban az, hogy a vonalérzékelőre merőleges irányú mozgásokat a vonalkamerával még hengerlencse használatával sem lehet mérni. Elsőként tehát tételezzük fel azt az ideális esetet, hogy az elmozdulás kizárólag a párhuzamos irányra korlátozódik. Ekkor elméletileg viszonylag egyszerű a feladat, ugyanis ebben az esetben a két sorvektor között szoros

kapcsolat áll fenn, hiszen az összetartozó pixelek intenzitásértékei (közel) megegyeznek (2. ábra – bal oldal).

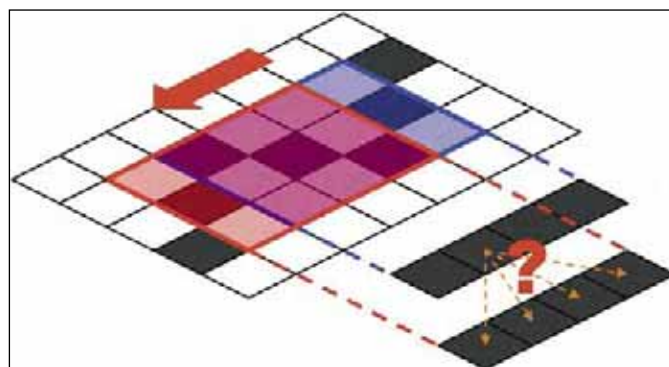
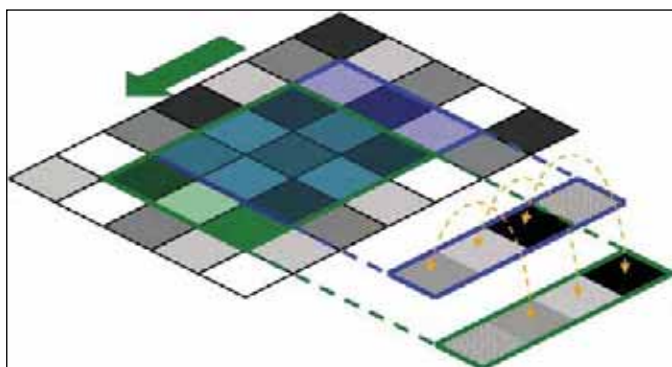
Probléma akkor adódik, ha a sorvektor egyes pixeleinek intenzitásértékei viszonylag kis szórást mutatnak, ekkor ugyanis túl homogén a vektor ahhoz, hogy két egymást követő képen az összetartozó pixeleket meg lehessen határozni. Ez a jelenség természetesen a mátrixkamerás megvalósítás esetén is problémát okozott, hiszen egy gyenge textúrájú, homogén felületről készített képszekvencia egymást követő képkockáin érdemi változást nem lehetett érzékelni. Ha ilyen képeknek vesszük a sorintegrálját, a kapott sorvektor örökölné a felület e rossz tulajdonságát és az elmozdulás detektálhatatlan lesz. Vonalkamera használatánál azonban nagyon jól textúrázott felület esetén is jelentkezhet ez a probléma. A 2. ábra jobb oldali képe egy ilyen esetet hivatott illusztrálni. A kamera egy „cikkakk” vonal felett mozog a jelzett irányban.

Egy valós alkalmazás esetén természetesen nem elégedhetünk meg az egydimenziós mérésekkel. Egyértelmű tény azonban, hogy a vonalérzékelőre merőleges irányú mozgást (merőleges mozgás) legjobb esetben is csak érzékelni (és nem mérni) lehet. Egy magától értetődő megoldás lehet a két, egymással szöget bezáró vonalérzékelővel rendelkező kamera együttes használata.

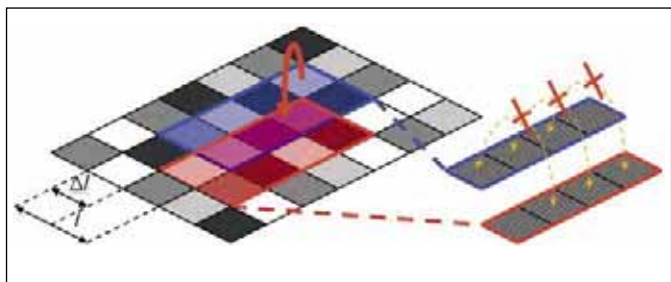
Egy nagyon fontos tény azonban nem lehet figyelmen kívül hagyni, amely a megvalósíthatóság ellenőrzésének kulcskérdése is egyben. Az előbb láthattuk, hogy egydimenziós, tisztán párhuzamos elmozdulás (és jól textúrázott sorvektorok) esetén a számítások elméletileg megoldhatók. Kétdimenziós esetben azonban a pixelek intenzitásértékeinek változását nem csupán a mérni kívánt párhuzamos sebességkomponens okozza, hanem minden pixel értékében megjelenik a vonalérzékelőre merőleges irányba történő elmozdulásból fakadó intenzitásváltozás is. Ez utóbbi tulajdonképpen a diszkrét, véges mintavételezés hibájának tekinthető, és jelentősen befolyásolhatja a párhuzamos elmozdulás kiszámításának a lehetőségét (3. ábra).

SZIMULÁCIÓS MÓDSZEREK

Az előzőekből tehát két vizsgálati szempontot lehet megállapítani: egyrészt fontos ellenőrizni, hogy vonalkamerás képvektorok alapján megállapítható-e a párhuzamos mozgás, másrészt megkerülhetetlen kérdés, hogy a merőleges mozgás mekkora mértékű teljesítményromlást eredményez. Ebben a részben ezen tényezők vizsgálati módszereit és a kapott eredményeket mutatjuk be. A különböző vizsgálatokat szimulációs környezetben hajtottuk végre, mert elsőként a megvalósíthatóságot szerettük volna ellenőrizni. A tesztelést tehát egy virtuális vonalkamerával végeztük el. Ehhez különböző felületekről hagyományos mátrixkamerával digitális fényképet készítettünk. A virtuális vonalkamera e tesztfelületek felett mozgott úgy, hogy a képeknek csupán egy meghatározott szegmensét látta, vagyis az érzékelő sorvektora e négyzet alakú régió sorintegráljának tekinthető.



2. ábra: vonalérzékelővel párhuzamos irányú mozgások

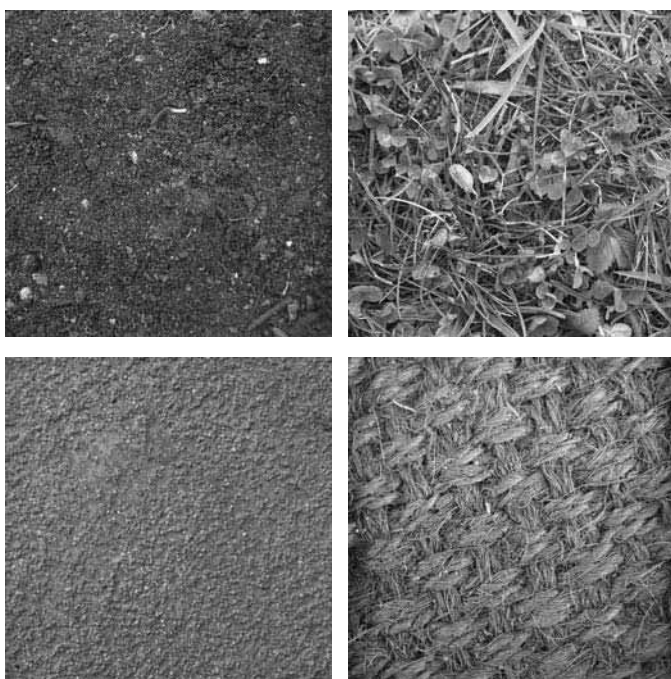


3. ábra: a mérőleges mozgások hibája

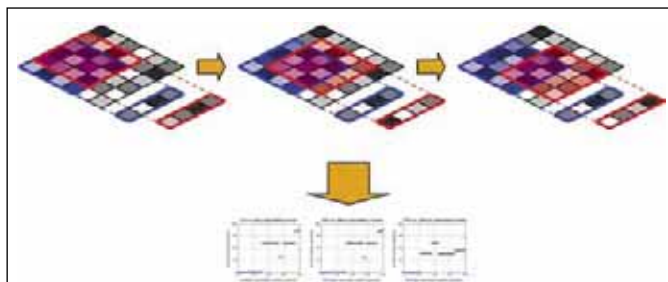
A textúrázottság jellemzésére egy egyszerű mérőszám, a sorvektor szórása remekül használható volt. A mérőleges elmozdulásból fakadó hibát azonban már sokkal körülményesebb volt meghatározni. Ehhez a virtuális kamerával egy meghatározott helyen készítettünk egy referenciavektort. Ezután egy ismert mértékű párhuzamos eltolás után ismét előállítottunk egy sorvektort, és kiszámítottuk, hogy egy adott algoritmus mekkora mértékű elmozdulást mért. Az ismert és a számított elmozdulás különbsége adta az algoritmus hibáját. Ezután megismételtük a mérést ugyanakkora párhuzamos, de már bizonyos mértékű mérőleges elmozdulásokkal is, információt gyűjtve arról, hogy az adott algoritmus a megfelelő felületen mekkora mértékű mérőleges elmozdulást képes elviselni. Ezzel egy olyan függvényt kaptunk, amely a mérőleges elmozdulások függvényében ábrázolja a tesztelt algoritmus hibáját egy adott párhuzamos elmozdulás mellett (az adott képen) (4. ábra).

Természetesen az adott mérési eredmény hibáját a felület és a használt algoritmus nagymértékben befolyásolja. Annak érdekében, hogy többé-kevésbé általános eredményre juthassak, 26-féle felületen (5. ábra) 4 különböző hasonlósági mértékkel (Euklidészi-távolság, Manhattan-távolság, Koszinusz-távolság és korrelációs együttható) végeztük el a kísérleteket. Így egyúttal lehetőség nyílt az egyes módszerek és felületek összehasonlítására is.

A tesztek során a párhuzamos mozgás mértéke 1%, 10% és 25% volt. Az algoritmusok a párhuzamos irányú elmozdulást a 0–50% intervallumon keresték, minden 0% és 100% közötti mérőleges



5. ábra: néhány szimulációs felületkép



4. ábra: a szimulációs módszer illusztrációja

elmozdulás esetén. Közös jellemzőjük, hogy az ún. „nyers erő” módszeréhez nyúlnak: 0 és a maximális párhuzamos elmozdulás között az összes lehetséges eltoláshoz kiszámítanak egy mérőszámot, amelyek az adott párhuzamos elmozdulás „valószínűségét” mutatják. Minél nagyobb ez a szám, annál biztosabb, hogy ennyit mozdult el a kamera a két kép felvétele között. Így a kiszámított értékek maximumához tartozó eltolódás lesz a becsült elmozdulás.

Bár ez a vizsgálati módszer igazán egyszerű, jelen esetben nem törekedtünk arra, hogy egy bonyolult, de pontos algoritmust fejlesszünk ki, hiszen a hangsúly magának a megvalósíthatóságnak az ellenőrzésén volt.

SZIMULÁCIÓS EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

Elsőként a képek textúrázottságát ellenőriztük. Sajnos a mesterségesen előállított sorvektorok intenzitásértékei relatív alacsony (5% körüli) szórást mutattak. A kérdés az volt, hogy ilyen alacsony érték mellett elvégezhető-e egyáltalán a párhuzamos elmozdulások mérése, illetve mennyire befolyásolja a mérőleges irányú mozgás a hatékonyságot. Ezekre a kérdésekre a második kísérlet adott kimerítő választ.

Az első fontos következtetés, amit akármelyik algoritmus szinte bármely diagramjából le lehet vonni, hogy a mérések hibája eléggé „bináris” természetű: vagy tökéletes a számítás (vagyis a hiba értéke nulla, vagy hozzá nagyon közeli értékű), vagy olyan óriási eltérés van a kiszámított és a valós elmozdulás között, hogy teljesen használhatatlan a mozgás becslésére (6. ábra – bal oldal). Ez valós felhasználás esetén komoly problémát okozhat, hiszen az ilyen hamis és nagyon hirtelen ugrások beláthatatlan következményt is okozhatnak (pl. egy szabályzó esetén), ugyanis az eddig teljesen pontos sebesség- és elmozdulásmérés hirtelen kezelhetetlenül nagy hibát szenved el.

Sokkal jobban kihasználható lenne egy olyan módszer, amely bár – természetes módon – bizonyos mértékű mérőleges elmozdulásnál már hibázik, de e hiba sokkal finomabban és folytonosabban növekszik. Erre egy lehetséges megoldás lehet például egy olyan súlyozás bevezetése, amely a korábban (előző képvektorpárnál) mért elmozduláshoz közeli eltolódások kiválasztásának valószínűségét megnöveli. Ez azért lehet egy hatékony alternatíva, mert nem valószínű, hogy a két mintavételezés közötti olyan drasztikus változás lenne a valós sebességben, amely a korábban mértől nagyon távol lenne.

Szintén fontos észrevétel lehet, hogy a hiba hirtelen ugrásának határa – eltekintve néhány csekély számú ellenpéldától – szinte független a párhuzamos elmozdulás mértékétől. Vagyis lényegesen, hogy 1%-os, 10%-os vagy 25%-os elmozdulás történt, a mérőleges mozgás minden esetben körülbelül ugyanannyira befolyásolta a mérés pontosságát.

Az egyik legfontosabb kérdés azonban az, hogy hol történik a hiba drasztikus növekedése, vagyis mekkora mértékű mérőleges irányú elmozdulást képes az algoritmus hiba nélkül elviselni. Erre a kérdésre nem adható olyan határozott válasz, mint a korábbi

esetekben. Ugyanis az algoritmusok és a felületek szerint is nagy szórás van a kapott eredményekben. Ezek leírása messze meghaladná e cikk kereteit, így csak a legfontosabb következtetésekre térünk ki (a részleteket lásd [2]).

Érdekes módon a négy algoritmus egy-egy olyan párt alkot, amelyekben található módszerek meglepően hasonló eredményt adtak. Ennek okát elsősorban abban láttuk, hogy míg az első csoportban található algoritmusok (Euklidészi- és a Manhattan-távolság) a vektorokat pixelszinten (lokálisan) hasonlítják össze, addig a másik kettő (Koszinusz-távolság és korrelációs együttható) globálisan az egészet egyben kezeli.

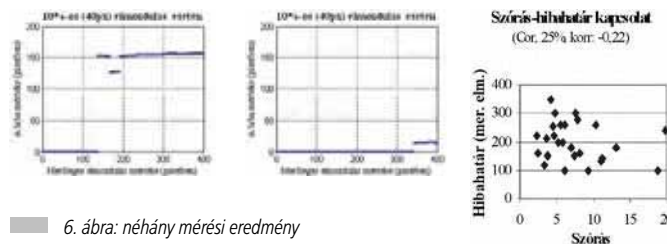
Összességében azt lehet megállapítani, hogy a globális módszerek hatékonyabban és megbízhatóbban oldották meg a feladatot: az esetek nagy többségében kb. 25–50%-os merőleges elmozdulásig tökéletes eredményt szolgáltatnak, és csak utána következik be a drasztikus ugrás. A lokális technikák ezzel szemben sokkal nagyobb szórást mutatnak: bizonyos esetekben az előzőekhez hasonló eredményeket kaptunk; gyakran megesett azonban, hogy már minimális merőleges elmozdulás esetén is nagyon pontatlanságot szenvedett el a mérés.

Mindkét esetben előfordul az az érdekes jelenség, miszerint közel 100%-os merőleges elmozdulás esetén sem nőtt meg drasztikusan a hiba (6. ábra – középső kép). Emiatt azonban felmerülhet a hitelesség kérdése, hiszen ilyenkor már minimális a két vektorhoz tartozó közös síkfelület metszete, így kevésbé valószínű sorvektorok közti szoros kapcsolat. Ez azonban nem fordult elő olyan gyakran, hogy teljes mértékben megkérdőjelezze a teljes mérés hitelességét, azonban mindenképpen további vizsgálatok tárgyát fogja képezni.

Az eredmények értékelése során – többek között az előző probléma miatt – megkíséreltük megállapítani a kapcsolatot a sorvektorok – illetve a mátrixképek – szórása (textúrázottsága) és a hiba között. Következmenyként azonban azt vonhattuk le, hogy semmilyen összefüggés nincsen e mértékek között (6. ábra – bal oldal). Ezt azzal lehet magyarázni, hogy míg gyenge textúrázottság esetén nehezebb megállapítani az elmozdulást, de a merőleges elmozdulás kisebb hibát okoz, addig nagy szórásnál ez éppen fordítva van. Ezen előny-hátrány pár „súlyának” változása okozza e sztochasztikus viselkedést.

TOVÁBBI TERVEK

Összefoglalva tehát arra a következtetésre jutottunk, hogy bár számos nehézséget és feladatot kell megoldanunk a jövőben,



6. ábra: néhány mérési eredmény

mégis érdemes a kérdéssel részletesen foglalkozni, hiszen a szimulációs eredmények többsége szerint a vonalkamerás optical flow számítás képes 20–25% mértékű merőleges elmozdulást is elviselni a pontosság drasztikus csökkenése nélkül, amely bőven a tűréshatáron belül esik.

A jövőben tehát mindenképpen folytatjuk ezen irányú fejlesztéseinket. Egyrészt egy sokkal összetettebb, robusztusabb és pontosabb algoritmust fogunk megalkotni a sorvektorok közti elmozdulás kiszámítására. Másrészt megvizsgáljuk az integrálás súlyozásának a hatását, például konstans súlyok helyett Gauss függvényt használva. Ezek után elkészítünk majd egy vonalkamerára épülő tesztplatformot, amelynek segítségével valós környezetben is vizsgálható és ellenőrizhető lesz a vonalkamerás optical flow elve.

ÖSSZEFOGLALÁS

E cikkben az optikai sebességmérés egy új irányzatát, a vonalkamerára épülő optical flow számítást mutattuk be. Első kísérleteinket szimulációs környezetben hajtottuk végre abból a célból, hogy ellenőrizzük a módszer megvalósíthatóságát és lehetőségeit. Első eredményeink – bár számos nehézséget és problémát vetettek fel – mutatják, hogy a technikának komoly elvi akadálya nincs.

Irodalom

- [1] Bári G., Kálmán V., Szabó B.: Járműdinamikai állapotbecslő algoritmus fejlesztése. A jövő járműve. 1–2 (2006) 37–40.
- [2] Takács T.: Optikai folyamszenzorok megvalósítási lehetőségeinek vizsgálata. BME-IIT diplomaterv 2007
- [3] Barron, J.L., Fleet, D.J., and Beauchemin, S. Performance of optical flow techniques. International Journal of Computer Vision, 12(1): (1994) 43–77

Vezeték nélküli kommunikációs megoldások autóiipari alkalmazásokban

Bíró Imre

Egri Attila

Dr. Loványi István

Nagy Elemér Károly

Budapesti Műszaki és

Gazdaságtudományi

Egyetem, Irányítástechnika

és Informatika Tanszék

Autógyártók a legkorszerűbb érzékelő technikát is bevetik, a gépjárművek biztonsági és kényelmi szolgáltatásainak növelése érdekében [6]. A tervezés is egyszerűsödik, ha az egyes érzékelőket különböző rendszerarchitektúrákba könnyen lehet integrálni. Az autonóm navigáció kutatásaink fókuszában van. A megoldást két általános funkcióra alapozzuk: mozgáskövetés és 3D rekonstrukció. A képérzékelők a vezetőnek a figyelmét esetleg elkerülő látványrészletet is interpretálják, míg a járműnek lehetővé teszik a környezet jobb „megértését” és a jelfeldolgozáson alapuló adekvát reakciót. A kamerák és egyéb 6 DOF érzékelők (radar, LIDAR, magnetométer, gyorsulásérzékelő, GPS, ultrahang, giroszkóp) fúziója jó megoldás lehet. Ebben a cikkben – folytatva az előző számokban megjelent cikkeink gondolatmenetét – bemutatjuk a vezeték nélküli hálózatok fejlesztésében elért eredményeinket, a biztonság, energiatakarékosság, robusztusság, skálázhatóság, ad-hoc routolás, hot-plug jelleg, valamint a sávszélesség tekintetében.

Automotive makers are incorporating cutting-edge sensing features for safety and convenience in their car and commercial vehicle designs [6]. To support designers, they must be integrated into a variety of system architectures. Autonomous navigation is in the focus of our interest. Tasks are mainly based on two types of functionality: motion description and 3D reconstruction. Image sensors in vehicles help drivers to interpret scenes they would not otherwise be able to see and help the car itself to better “understand” its surroundings, process the information, and react. Fusion of data generated by vision and other 6DOF sensors (like radar, LIDAR, magnetometer, accelerometer, GPS, ultrasonic, gyroscope, etc.) could facilitate this complex task. In this article – in accordance with a series of our previous articles - we would like to introduce- as an initial step toward these goals – our results in wireless sensor networking providing some security, energy-awareness, robustness, scalability, ad-hoc routing, hot-plug and channel bandwidth features.

1. BEVEZETÉS

Az EJJT RET keretében történő intelligens jármű szenzorháló fejlesztések során igény merült fel egy olyan keretrendszer kiépítésére, mellyel a szenzorok közötti és/vagy valamilyen központi egységgel történő egyedi kommunikációs feladatok gyorsan és költséghatékonyan oldhatók meg. Ez az elvárás mind a tesztelés, mind a keretrendszer esetleges járműbe való integrálása szempontjából a vezeték nélküli megoldásokat részesíti előnyben (Wireless Sensor Network, WiSeNt). Például a tesztelési fázisban a szenzorok adatainak feldolgozása gyakran még PC-n történik, míg a szenzorok valamilyen mozgó eszközön (vezérelhető modellautó [1]) vannak elhelyezve. Egy vezeték nélküli keretrendszer járműbe való építése mellett számos előny hozható fel:

- Nem szükséges pótlólagos vezetékezés kiépítése, ezáltal a telepítési költségek csökkennek, valamint – utólagos beszerelés esetén – a jármű esztétikai (és ezáltal piaci) értéke is kevésbé csökken.
- A vezeték nélküli hálózatokhoz gyakran a „nem biztonságos” kifejezést asszociáljuk. A vezetékek kiépítésének szükségletlen-sége azt is eredményezi, hogy a jármű meglévő vezetékezése érintetlen marad, így garantáltan nem teszi tönkre az új vezetékezés a régit. Ez kiemelkedően fontos, mert számos biztonsági rendszert lehetetlen tesztelni egy új rendszer beépítése után. (Például a légszák vezetékezésének esetleges elrontása egy új GPS-es navigációs rendszer telepítése közben komoly következményekkel járhatna.)
- Harmadrészt, mivel a vezeték nélküli hálózatokhoz sokkal könnyebb akár hot-plug, akár cold-plug módon csatlakozni, a hozzáadott rendszerek együttműködési képessége (interoperability) jelentősen nő. Ez a tulajdonság megkönnyíti

a szenzorfüziót. (Például egy riasztó emelésérzékelője alkalmas a borulás érzékelésére, vagy a riasztó GPS koordinátái felhasználhatók az elkerülhetetlen, de azért még időben érzékelt ütközés előtti vészhíváshoz.)

A cikkben három vezeték nélküli technológiát vizsgálunk meg, melyek különböző szempontok alapján lehetnek előnyösek:

- Crossbow
- ZigBee
- Wifi.

A technológiák ismertetése után a cikk betekintést nyújt a vezeték nélküli hálózatok biztonsági kérdéseibe, majd néhány alkalmazási példát ismertet.



1. ábra: a Mica2Dot mote

2. CROSSBOW PLATFORM

Az első megvizsgált platform a Crossbow Mote-rendszer volt, azon belül is a Mica2Dot (lásd 1. ábra), mely a következő tulajdonságokkal rendelkezik:

- A platform kész rádiós hálózatot biztosít, amely lehetővé teszi a vezeték nélküli hálózatok tipikus problémáinak (biztonság, energiaellátás, sávszélesség) megismerését és ezen problémák megoldását.
- A platformon a nyíltforrású TinyOS operációs rendszer fut, mely a rendszer nyitottságán túl a kompatibilitást is biztosítja.
- A TinyOS felett futó alkalmazások fejlesztése a NesC programozási nyelven történik, mely alapvetően C szintaktikával rendelkezik, viszont komponens alapú tervezést és implementációt biztosít.

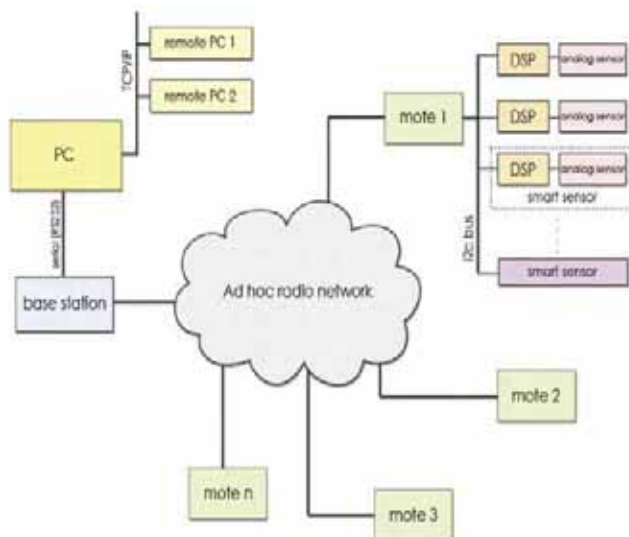
A platformról összességében elmondható, hogy könnyen testreszabható, jól skálázható, hot-plug támogatású, valamint igény szerint ad-hoc telepíthető és viszonylag biztonságos, illetve robusztus.

A skálázhatóságba beleértjük, hogy – a sávszélesség korlátain belül – több szenzor hozzáadásával a szenzorok adatainak statisztikai pontosításán kívül azok hibaanalízise is lehetséges. Minden csomópont egyedi azonosítóval és típussal képes bejelentkezni a hálózatba, majd az érzékelt adatokat közzétéve azokat az azonos eredetűvel összevetve képes a hibás csomópontokat felderíteni, majd azok eredményét figyelmen kívül hagyni, korrigálni vagy önmagát lekapcsolni.

A hot-plug támogatás alatt nemcsak az értendő, hogy egy új csomópont hozzáadásával a rendszer újrakonfigurálás nélkül képes tovább működni és/vagy új szolgáltatásokat nyújtani, de az is, hogy a tápellátás hiánya miatt kieső csomópontokról a többi – akár más típusú – csomópont képes tájékoztatást küldeni valamely külvilággal kommunikáló csomópont, például egy LCD-panel felé.

Az ad-hoc telepíthetőség alatt nemcsak azt értjük, hogy a hatótávon belüli csomópontokat tetszés szerinti elrendezésben telepíthetjük, hanem azt is, hogy ezek az egységek képesek egymás számára átjátszóállomásként viselkedni (ad-hoc routing, lásd 2. ábra), ezért az adott energiafelhasználással elérhető hatókörnél nagyobb összehatókörű hálózatban is működőképesek, előzetesen megtervezett hálózati struktúra nélkül is.

Az ad-hoc routing követelményeit egyszerűen kielégítő közös kulcs és az ezzel járó viszonylag alacsony számítási kapacitás (energiafogyasztás) következményeként mindaddig elég biztonságos megoldást kapunk, amíg a közös kulcsot csak jó szándékú csomópontok ismerik, és nem rendelünk nagy számítókapacitást és eszközt a forgalom lehallgatásához és visszafejtéséhez.



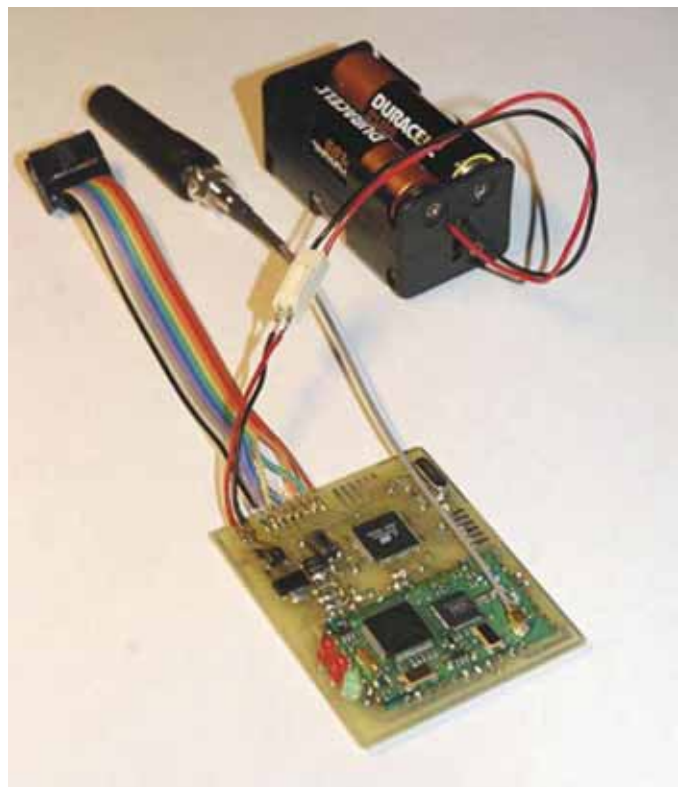
2. ábra: ad-hoc vezeték nélküli szenzorháló-architektúra

A robusztusság az azonos adatforrású (funkciójú) érzékelők redundanciájából is következik.

A felsorolt méretezési megfontolások kapcsán fontos azt is megjegyezni, hogy az egyes területeken megkívánt magasabb igény csak a többi rovására valósítható meg. Például a robusztusságnövelés-érzékelő redundancia segítségével költségnövekedést, illetve plusz kommunikációt jelent, ami az adott sávszélesség kihasználhatóságát csökkenti.

3. ZIGBEE

A ZigBee (lásd 3. ábra) egy magas szintű kommunikációs protokoll, kis sávszélességű, kis energiaigényű digitális rádióátvitel megvalósításához. A ZigBee Alliance (zigbee.org) által kezelt szabvány az IEEE 802.15.4 WPAN-ra (vezeték nélküli személyi hálózat) épül. A ZigBee által szem előtt tartott fő szempontok a hosszú üzemidő (elemes táplálás esetére) és a biztonságos adatátvitel.

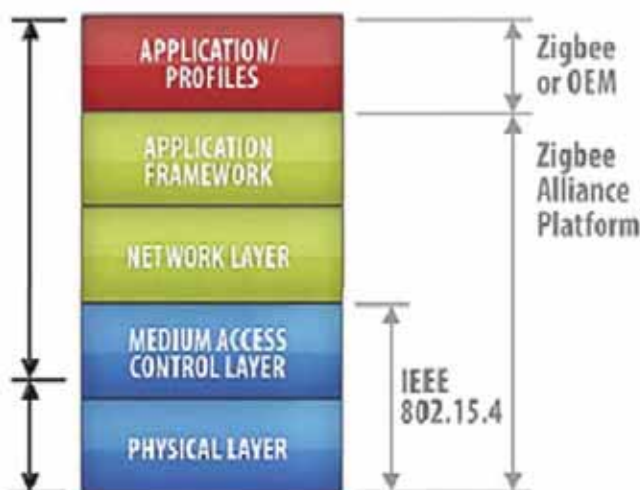


3. ábra: ZigBee modul

A ZigBee felépítése

A ZigBee az OSI-modellhez hasonló felosztás alapján öt rétegre tagolható (lásd 4. ábra). Az egyes szomszédos rétegek SAP-okon (service access point) keresztül kommunikálnak egymással, egyszerű kérés-válasz (fentről le) és értesítés-elfogadás (lentől fel) üzenetpárokkal. A legfelső réteg az alkalmazásréteg, melyet vagy az eszköz gyártója specifikál, vagy egy előre megvalósított ZigBee profilt implementál, mely lehetővé teszi a más gyártók hasonló célú termékeivel való kommunikációt (pl. home automation profile). Ez alatt helyezkedik el az alkalmazástámogatási réteg (application support layer), melynek feladata a profil és az azon belüli adatcsoport- (cluster) kezelés, valamint az alkalmazás számára támogatást nyújt az alsóbb rétegek eléréséhez, úgynevezett ZigBee device object-eken (ZDO) keresztül. A hálózati réteg az IEEE-szabványban nem specifikált topológiák alkalmazását teszi lehetővé, elsősorban útválasztás (routing) szolgáltatása segítségével, valamint lehetőséget ad csoportos címzésre. A jelen alkalmazás számára jelentős funkciókat azonban megvalósítja az alsó két réteg, így a továbbiakban ZigBee

helyett csak az IEEE 802.15.4-gyel foglalkozunk. A következő réteg a közegelési (MAC) réteg. A teljesség igénye nélkül néhány szolgáltatása: CSMA/CA közegelés-vezérlés, címkezelés, megbízható adatátvitel-vezérlés, titkosítás stb. A legalsó, fizikai réteg (PHY) feladata a csatornafelezés, a moduláció és maga a fizikai átvitel a 898,915 MHz vagy a 2,4 GHz ISM-sávokban (mi csak az utóbbit használtuk).



4. ábra: a ZigBee rétegei

Az IEEE 802.15.4 vonatkozó jellemzői

A szabvány a meghatározott szimbólumráta alapján maximális 250 kbps szabadteri átviteli sebességet tesz lehetővé csatornánként. Ebbe beleértendő minden forgalom az adott csatornán, csomagfejlécekkel (header), visszaigazoló üzenetekkel és hálózatazonosító csomagokkal (beacon) együtt. Mindezeket figyelembe véve, a hasznos sávszélesség jóval kisebb az elméleti 250 kbps-os maximumnál, de ennek értéke sok tényezőtől függ, melyekről a szabvány nem tesz említést. A hatótávot a szabvány szintén nem specifikálja, így ez PHY implementáció és antennafüggő, de általában a gyártók 30–60 m-t említenek. A csatornakiosztás a következőképpen alakul: 1 csatorna a 898 MHz-es sávban (20 kbps), 10 a 915 MHz-es sávban (40 kbps) és 15 a 2,4 GHz-es sávban (250 kbps). Egy csatornán több hálózat is működhet egyidejűleg, de természetesen ugyanabból a sávszélességkészletből kell gazdálkodniuk ez esetben. A hálózatot egy kiemelt szerepű eszköz, az úgynevezett koordinátor indítja és kezeli. A koordinátorfunkciókat ellátni képes eszközöket FFD-nek (full function device) nevezzük, ellentétben az RFD-vel (reduced function device), melyek csak végpontként üzemelhetnek. A hálózathoz kapcsolódott eszközök csillagtopológiában helyezkednek el a koordinátor körül, de az FFD típusú eszközök képesek közvetlenül egymással is kommunikálni. Hálózat létrehozásakor a leendő koordinátornak lehetősége van a csatornákat scannelni, hogy megállapítsa a kijelölt csatornákon lévő energiasűrűséget, így kiválaszthatja az üres csatornák egyikét, vagy a legkevesbé terheltet. A hálózat létrejötte után a koordinátor működhet ún. beacon enabled üzemmódban, amikor adott időközönként hálózatazonosító frame-eket (beacon) sugároz. Ezeknek nemcsak a hálózat „hirdetése” a feladata, hanem időzítést biztosít a GTS (guaranteed time slot) üzemmóddhoz, melyben a kis sávszélességű, de kis késleltetésigényű eszközök garantált időszéleket kapnak periodikusan. Ha egy végpontként működő eszköz csatlakozni szeretne egy hálózathoz, két módon scannelheti a csatornákat. Aktív módban egy beacon-request küldésével értesíti a csatornán hálózatot fenntartó koordinátorokkal, hogy küldjenek hálózatazonosítót. Passzív módban pedig csak figyeli a csatornaforgalmat, így beacon-enabled hálózatokat képes megtalálni.

A hálózatazonosító frame tartalmazza a 16 bites PAN id-t és egy tetszőleges byte sorozatot (lehet pl. karakterlánc), ami alapján az eszköz azonosítani tudja a keresett hálózatot. A csatlakozáshoz kérés küld a kiválasztott hálózat koordinátorának, ami pozitív elbírálás után válaszában megadja az eszköz 16 bites hálózati címét. Az adatátvitel maximum 127 byte méretű csomagokkal történik, melyből kb. 90 byte a hasznos teher. Ennek minél jobb kihasználása kritikus fontosságú az adatátviteli sebesség szempontjából. A csomag fizikai közegre helyezése CSMA/CA közegelés-vezérléssel történik, tehát az eszköz belehallgat a csatornába mielőtt adni kezdene, ha a csatorna foglalt, random ideig vár, majd újra próbálkozik. A csomag fejlécében szerepel a címzett és a feladó címe (16 bites hálózati cím vagy 64 bites IEEE-azonosító), a cél és a forrás hálózatazonosító (16 bites PAN id), maga az üzenet, és az üzenet titkosítási és visszaigazolási opciói. Ha az üzenet frame visszaigazolást igényel, a küldő várja a célállomás automatikus válaszáat. Ha megkapta, értesíti a felsőbb réteget vagy alkalmazást. Előre beállítható a várakozási idő, valamint ennek letelte után az újraküldési próbálkozások száma. Ha a beállított számú küldés után sem érkezik meg az elfogadó üzenet (acknowledge frame), akkor a MAC-réteg értesíti az alkalmazást a sikertelen küldésről is. Az átvitt üzenet helyességéről szekvenciaazonosító és CRC-kód gondoskodik. Lehetőség van az üzenetek titkosítására is, ezen a téren a szabvány igen rugalmas, sok megoldást kínál: kezdve a megbízhatatlan partnerek üzeneteinek elutasításától, a 128 bites AES-kódolástól.

4. WIFI

A harmadikként megvizsgált vezeték nélküli adatátviteli közeg a széles körben elterjedt TCP/IP protokollt használó WiFi volt (IEEE 802.11 b/g). A technológia előnye a nagy sávszélesség, viszont adott késleltetést nem képes biztosítani, ami a valós idejű rendszerek alapkövetelménye. Így a WiFi olyan követelmények esetén jöhet szóba mint megoldás, ahol megfelelő sávszélesség és bufferelhetőség esetén elegendő, ha a küldő fél megerősítést kap ahogy a fogadó vette az üzenetet, hiszen csomagvesztés esetén lehetőség van ilyenkor a csomag újraküldésére. A WiFi ezen követelményeknek megfelel, hiszen a TCP/IP protokoll teljes körű átvitelvezérlést valósít meg a felhasználó számára átlátszó módon, valamint a szabvány G verziója 54 Mbps átviteli sebességet tesz lehetővé, ami ugyan a valóságban nem érhető el, de megfelelő teljesítményű adóval és a széles termékskáláról választott megfelelő nyereségű és iránykarakterisztikájú antennákkal kielégítő eredmények érhetők el. Problémát jelent viszont, hogy az eddig ismertett két technológiához képest egy nagyobb számításigényű, bonyolultabb protokollal van dolgunk. Ezért a WiFi mikrokontrolleres beágyazott környezetbe integrálása nem egyszerű és nem olcsó. Ezekre a problémákra megoldást jelent a protokoll- és közegvizsgálat, illetve a tesztelési fázis során valamilyen fogyasztói eszköz használata (lásd 7. fejezet).

5. BIZTONSÁG

Szenzorhálózat járműbe való építése során követelményként lép fel egy átlátszó, nem túl számítás- és sávszélesség-igényes, de biztonságos hitelesítés. Az átlátszóság alatt itt azt értettük, hogy akár egy meglévő rendszer CAN- (Controlled Area Network) illesztőjének helyére tett céláramkör a hitelesítést elvégzi és ellenőrzi, miközben a vezeték nélküli hálózat kommunikációját is vezérli. Ez a megoldás például a már használatba vett járművön belüli vezetékezés egy részének kiváltására is alkalmas. Így a korábban tervezett, kész eszközökön a CAN csatoló, CAN fizikai illesztő és CAN protokoll IC helyére forrasztva az új illesztőt, kulcsolt programozót és csatolót (antennát), a nyakok újratervezése és az egységek újraprogramozása nélkül lehetne vezeték

nélküli hálózatra váltani. Azok az új egységek, amelyek kulcsát előre felvittük az illesztőkre, hot-plug módon működhetnek.

Bár sok szabványos autentikációs metódus létezik – mint például az AES (Advanced Encryption Standard) vagy a HMAC (keyed-Hash Message Authentication Code) – ezek vagy az üzenet hosszát növelnék meg jelentősen, vagy nem adnának eléggé „értelmetlen” üzenetet.

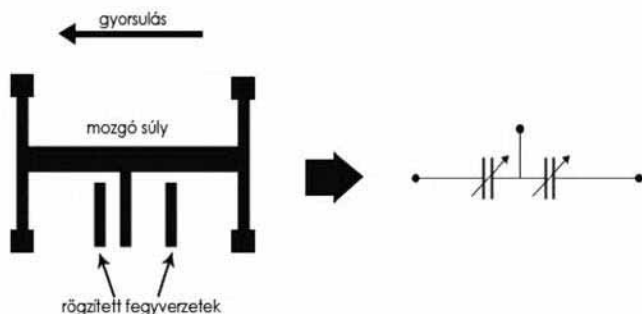
Egy lehetséges megoldás a busz terheltségéhez adaptívan alkalmazkodó HMAC kód, egy másik lehetséges megoldás a kisebb MAC-ek (például ugró kódok) alkalmazása. Mindkét esetben tovább lehet növelni a sávszélességet azzal, hogy a rádiófrekvenciás kommunikációban nem kötelező (bár jó lenne) a CAN-szabványt alkalmazni, így lehet akár nagyobb csomagokat is CRC nélkül küldeni. Ezáltal a cím által elfoglalt sávszélesség csökken, a CRC-t pedig kiváltja a HMAC. Amennyiben mégis meg lehet tartani a CAN-szabványt, a hitelesített és a nem hitelesített CAN-buszok, amelyek ugyanazon a ZigBee fizikai rétegen futnak, békésen megférnek egymás mellett. Ha a tápellátás nem okoz gondot, ZigBee helyett természetesen más 802.15 megoldások is szóba jöhetnek, például Bluetooth2.0 (2.0 Mbps) vagy WUSB (480 Mbps), bár a komplexitásból fakadó magas egységárak lehet, hogy csak évek múlva teszik ezt a megoldást rentábilissá. Jelenleg az autentikációs mechanizmusok vizsgálatánál tartunk, ezek elemzésére szimulációs program készült. A megoldás technikai részletei [3]-ban találhatók.

6. ALKALMAZÁSI PÉLDÁK

Az eddig ismertetett vezeték nélküli technológiák megismerését és azok felhasználását két konkrét fejlesztésünk tette indokolttá, melyek az adatátvitellel szemben különböző igényeket támasztottak.

Az első egy úgynevezett navigációs célchip [1, 2], mely gyorsulásmérő adatok vezeték nélküli továbbítását igényli. Ez a tesztelési fázis során alapvetően a gyorsulásmérők és egy központi feldolgozó egység (PC), míg a későbbiekben beágyazott egységek közötti kommunikációt jelentett. A rendszer valós idejű követelményeket támaszt, így a szóba jöhető technológiák a ZigBee, illetve Crossbow. Az első választás a Crossbow-ra esett, az e technológiában való nagyobb kezdeti tapasztalatunk miatt.

A második alkalmazás fejlesztése az Inventure Kft.-vel közreműködve történik. Célja CAN-buszon érkező járműdiagnosztikai adatok központi egységhez való eljuttatása [5]. A feladat alapvetően nem támaszt valós idejű követelményeket, viszont nagyobb adatmennyiségek forgalmazását igényli, így a legalkalmasabb adatátviteli közegnek a Wi-Fi-t találtuk.



5. ábra: gyorsulásszenzor sematikus felépítése

Gyorsulásérzékelő

Az alkalmazott érzékelő működési elve (lásd 5. ábra): két egymással sorba kötött kondenzátor egy mozgatható súlyra szerelt és két rögzített pozíciójú fegyverzetből épül fel. Ahogy a középső mozgatható fegyverzet a gyorsulás következtében elmozdul,

úgy változik a két kondenzátor kapacitása. A fellépő gyorsulás értéke a kapacitások különbségéből származtatható. Néhány érdekes adat:

1. súly tömege 0,1 µg
2. teljes kapacitásváltozás átlagosan 10 fF
3. minimális érzékelhető kapacitásváltozás 20 aF
4. fegyverzetek közötti távolság 1,3 µm
5. súly legkisebb érzékelhető kitérése 0,2 Å

A szenzormodul kimenetén mérhető feszültségből a gyorsulás a következőképpen számítható:

$$a = \frac{V_{out} - Offset}{Sensitivity}$$

A legegyszerűbb kalibrációs eljárás során a Föld gravitációs tere került felhasználásra. Az egyes tengelyek kalibrációjához a szenzor kérdéses tengelyét a +1 g értékű gravitációs térrel párhuzamosra állítjuk, majd a mérést az ellentétes orientációban, -1 g mérése mellett megismételjük. A két mérés alapján számítható a két ismeretlen érték:

$$Sensitivity = \frac{V_{out}(+1g) - V_{out}(-1g)}{2}$$

$$Offset = \frac{V_{out}(+1g) + V_{out}(-1g)}{2}$$

A szenzor kimenete két komponensre bontható: statikus és dinamikus gyorsulásra. A statikus komponens a Föld gravitációs tere eredményezi. Csak a gravitációs tér következtében fellépő – a három tengely mentén mért gyorsulásértékekből adódó – háromdimenziós gyorsulásvektor nagysága egységnyi.

$$\sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} = 1 \equiv a_x^2 + a_y^2 + a_z^2 = 1$$

Az egyes tengelyek menti dőlésszög a statikus gyorsuláskomponens alapján számolható. A szenzor kimenete dinamikus komponens hiányában a következő módon függ az eszköz egy tengely menti θ dőlésétől:

$$V_{OUT} = Offset + (Sensitivity \cdot \sin \Theta)$$

Ez alapján tehát a dőlés számítható:

$$\Theta = \arcsin\left(\frac{V_{out} - Offset}{Sensitivity}\right) \equiv \Theta = \arcsin(a)$$

A gyorsulás kétszeres integrálja megadja a kezdeti pozíciótól való relatív elmozdulást [4]:

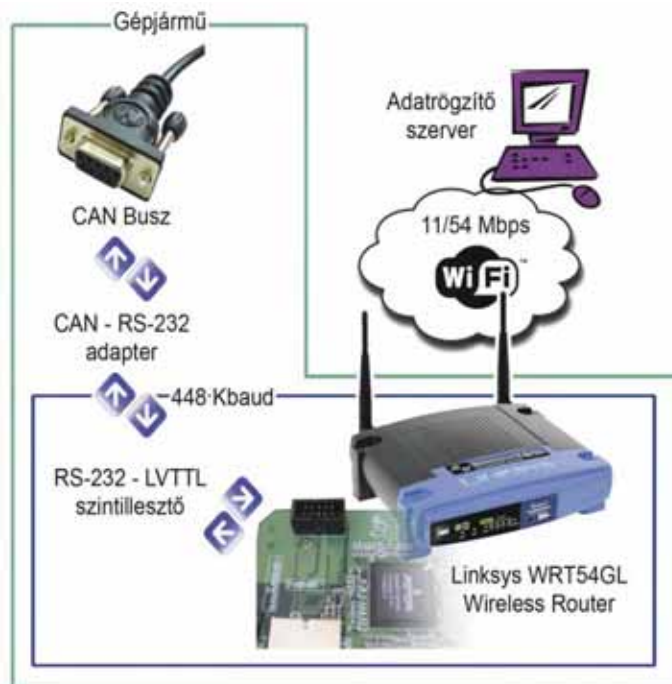
$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d^2x(t)}{dt^2} \Rightarrow \int_0^T \int_0^T a(t) dt = x(T) - x(0)$$

A pozíciószámítás ezen módja önmagában nem ad kielégítő eredményt, mivel a kétszeres integrálás során a gyorsulásértékekben keletkező kis pontatlanságok felhalmozódása pár másodperc után kezelhetetlen méretű hibákat eredményez a számított pozícióértékben. Ha például félperces időtartamon keresztül akarjuk követni a pozícióváltozást, és a mért gyorsulásban fellépő

pó maximális hiba 1 mg ($0,00981 \text{ m/s}^2$) nagyságú, a pozícióban bekövetkező átlagos hiba értéke:

$$E_{\text{pos}} = \frac{A \cdot t^2}{2} = \frac{0,00981 \text{ m/s}^2 \cdot 900 \text{ s}^2}{2} = 4,41 \text{ m}$$

Ez az ismert probléma a szenzorfüzió segítségével feloldható. Az alapötlet és megvalósítása részletesebben [1] cikkünkben olvasható.



6. ábra: WiFi-n keresztül járműdiagnosztikai adatgyűjtő

Járműdiagnosztikai adatgyűjtés

A feladat megoldásához a TCP/IP-t használó WiFi adatátviteli közeget választottuk. A költségeket és az egyszerű fejleszthetőséget tartva szem előtt, eszközként a Linksys által gyártott WRT54GL típusú routert használtuk. A készülék különlegessége, hogy operációs rendszerként egy kisméretű speciális Linux disztribúció fut rajta, ami – mivel GPL-licenc alá tartozik – nyílt forráskódú, így szabadon módosítható. Az interneten fellelhető számos módosított firmware közül az OpenWRT-re (www.openwrt.org) esett a választásunk. A routerre a Kamikaze 7.07 verziót telepítettük, melyhez letölthető a keresztfordítót tartalmazó fejlesztőkészlet és a dokumentáció is. A berendezés a felhasználó számára rejtett módon, de tartalmaz két soros interfészt, melyek közül az egyik egy szintillesztő áramkör elhelyezése után szabványos RS232 portként általunk került kivezetésre az

előlapon. További előny, hogy a Linuxot futtató hardver elég erős, egy mikrokontrolleres rendszerénél jóval bonyolultabb feladatok is rábízhatók. A gépet 16 MB RAM-mal szerelték, ami lehetővé teszi kapcsolat megszakadása esetén jelentős mennyiségű adat bufferelését, így elkerülve az adatvesztést. Mindezen kedvező tulajdonságok mellé társul a könnyű beszerezhetőség és a bruttó 15 E Ft-os kiskereskedelmi ár.

Rövid konfigurálás után access point helyett kliens üzemmódra kapcsoltuk a készüléket, ami így képes lett egy meglévő WiFi-hálózathoz kapcsolódni, és az ahhoz kapcsolódó többi géppel kommunikálni. Tesztelésre egy egyszerű socket kezelő alkalmazást írtunk, mely a kialakított RS232 interfészen keresztül érkezett információkat küldte tovább egy beállított IP-címre WiFi-hálózaton keresztül.

7. KONKLÚZIÓ

Az EJJT RET keretében folyó járműipari fejlesztések során felmerült az igény egy vezeték nélküli kommunikációs rendszer kiépítésére. Megállapítottuk, hogy a különböző fejlesztések más-más igényeket támasztanak egy ilyen rendszerrel szemben. Az egyik fejlesztés kis mennyiségű adatok továbbítását igényelte determinisztikus módon, melyre a Crossbow alapú rendszer megfelelőnek bizonyult. A másik fejlesztés nagy sávszélességet igényelt azzal a feltétellel, hogy az adatvesztés detektálható legyen és ebben az esetben lehetőség nyíljon az újraküldésre. Több olyan hálózat áll szabványosítás alatt, melyek mindkét követelményt (nagy sávszélesség, determinisztikus viselkedés) tudják teljesíteni: MILTRANS [7], CALM [8], WUSB [9]. Segítségükkel akár „látóhálózatok” (Wireless Visual Sensor Network) fejlesztése is megvalósíthatóvá válik számunkra.

Irodalom

- [1] Egri A., Loványi I.: Szenzorfüzió alapuló önkalibráló navigációs látórendszerek, EJJT folyóirat, 2006
- [2] Dr. Arató P., Bíró I., Egri A., Kertész Zs., Kocza G., Loványi I.: 3D navigációs algoritmusok analízise és hardver szoftver partícionálása, EJJT folyóirat, 2006
- [3] Loványi I., Nagy E.: Some Problems and Problematic Solutions of Secure Hot-plug. IEEE International Conference on Mechatronics July 3-5, 2006, Budapest, Hungary
- [4] Németh P.: Háromtengelyű gyorsulásérzékelő implementálása szenzorfüzióval. Diplomatervezés, 2006
- [5] Inventure Kft. 2007 kutatási jelentés, EJJT RET
- [6] 2005 Micron Automotive Guide
- [7] Millimetric Transceivers for Transport Applications http://www.foresightvehicle.org.uk/showdoc.asp?doc_id=10740
- [8] ISO TC204/ WG16 <http://ftp.tiaonline.org/wag16/working/July2001contributions/PWI1229521.pdf>
- [9] Wireless Universal Serial Bus specification http://www.usb.org/developers/wusb/docs/WUSBSpec_r10.pdf

Alternatív megoldások az önerősített fékkonstrukcióhoz

Balogh Levente

BME Gépjárművek Tanszék

**Dr. Németh Huba,
Frank Péter**

Knorr-Bremse Kutatási és
Fejlesztési Központ

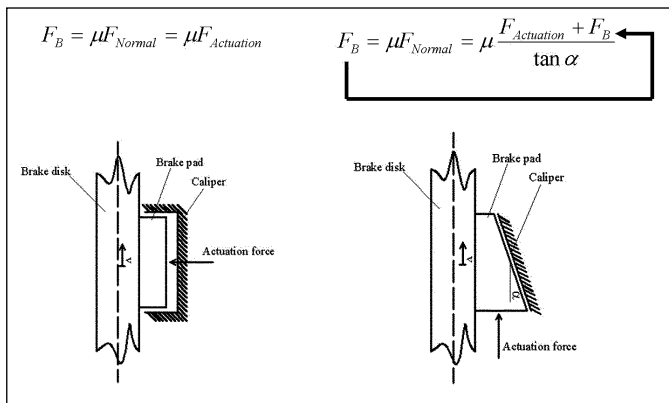
A hibrid járművek és az X-by-Wire rendszerek megjelenése fokozatosan növeli az elektromechanikus fékrendszerek létjogosultságát. Napjaink szakirodalmában számos fejlesztésről számol be ezen a téren, de a leggyakrabban használt ötletek egészen a '60-as évekig nyúlnak vissza. Cikkünk célja, hogy bemutassa, összehasonlítsa és értékelje az önerősített mechanizmus elvére épülő különböző kerékfék-konstrukciókat.

As hybrid vehicles and X-by-Wire systems appear, the need for the justification of the electro-mechanic brakes systems increases. The today's literature shows a few developments in this area but the very first ideas came already from the '60s. This paper presents compares and evaluates the wheel-end constructions built on the self-amplified mechanism principle.

1. ÖNERŐSÍTETT FÉK

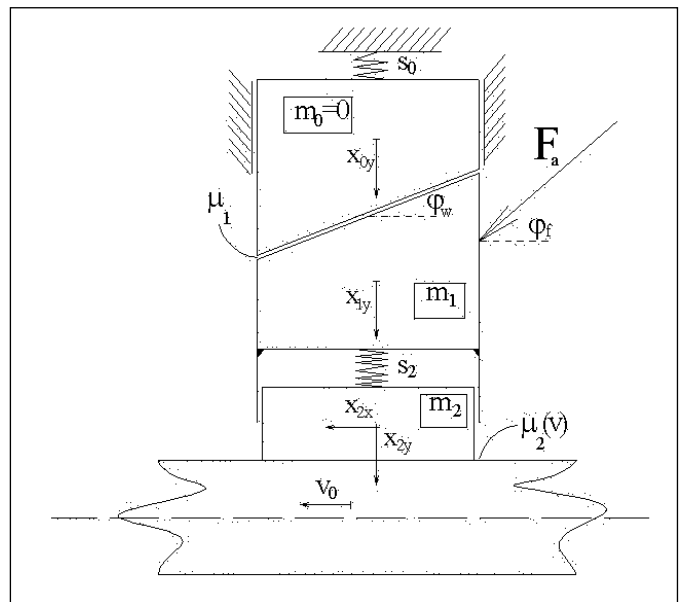
Az ék már az ősidőkben ismertté vált, mint egyszerű gép. Segítségével nagy úton megvalósuló kis erejű munkát rövid, nagy erejű munkavégzéssé transzformálhatunk. Különös érdekessége a menetorssónál is kihasznált önzárási hajlam, amely alapvetően az ék szögének tangense és az egymáson elcsúszó felületek súrlódási együtthatója aránya szerint alakul.

Tárcsafékek esetében a tárcsa – valamint az általa közvetített további elemek – mozgási energiáját kell egy, a mozgásra merőleges irányú erővel súrlódási energiává alakítani. Figyelembe véve ezeket a kondíciókat, az ék, mint lehetséges megoldás jöhet számításba a feladat megvalósítására. Az 1. ábra a konvencionális és az önerősített fék működését mutatja be. Jól kivehető, hogy ez utóbbi esetében a tárcsát összeszorító erő nagy része – az ék segítségével – magából a fékező súrlódó erőből keletkezik. Mindez azt jelenti, hogy az eldisszipálendő mozgási energia egy részét használjuk fel fékezési energiaként.



1. ábra: a hagyományos és az önerősített tárcsafék működése

Az ékfék esetében is az ékszög tangense és a súrlódási együttható aránya határozza meg a rendszer önzárási hajlamát, azaz a stabilitást. A stabilitásvesztés analitikus úton is könnyen kimutatható az ékfék egyszerűsített modelljének analízise során. A modell a 2. ábrán látható.



2. ábra: az ékfék egyszerűsített modellje

A mozgásegyenletek mátrixalakját a $\zeta = x_{2x} - x_{2x0}$ és az $\eta = x_{1y} - x_{1y0}$ kis zavarásokra az (1) szerint írhatjuk fel.

$$M \begin{bmatrix} \ddot{\zeta} \\ \ddot{\eta} \end{bmatrix} + S \begin{bmatrix} \zeta \\ \eta \end{bmatrix} = 0 \quad (1)$$

ahol az általános tömeg és merevségi mátrixok alakja a (2) szerint alakul.

$$M = \begin{bmatrix} m_1 + m_2 + m_0 \tan \varphi_w & -m_0 \tan \varphi_w \\ -m_0 \tan \varphi_w & m_0 + m_1 \end{bmatrix}, \quad S = \begin{bmatrix} s_0 \tan^2 \varphi_w & -(s_0 \tan \varphi_w + \mu_2(v_d) s_2) \\ -s_0 \tan \varphi_w & s_0 + s_2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

A rendszer aszimptotikus stabilitását a karakterisztikus polinom megoldásai határozzák meg (3), (4), [1]-nek megfelelően:

$$\det(\lambda^2 M + S) = 0 \quad \lambda \in \mathbb{C} \quad (3)$$

$$a_4 \lambda^4 + a_2 \lambda^2 + a_0 = 0 \quad (4)$$

A rendszer stabil (Ljapunov szerint), ha a kifejezés együtthatói (5)–(7) pozitívak és a (8) feltétel igaz.

$$a_4 = \det \mathbf{M} = (m_1 + m_2 + m_0 \tan^2 \varphi_w) m_1 + (m_1 + m_2) m_0 > 0, \quad (5)$$

$$a_2 = (m_1 + m_2)(s_0 + s_2) + s_0 m_1 \tan^2 \varphi_w +$$

$$m_0 s_2 \tan \varphi_w (\tan \varphi_w - \mu_2(v_d)) > 0, \quad (6)$$

$$a_0 = \det \mathbf{S} = s_0 s_2 \tan \varphi_w (\tan \varphi_w - \mu_2(v_d)) > 0, \quad (7)$$

$$\sqrt{a_2^2 - 4a_4 a_0} > 0. \quad (8)$$

A (7) feltétel igaz, ha a (9) is igaz, valamint a többi feltétel a paraméterek valós tartományában szintén teljesül.

$$\tan \varphi_w > \mu_2(v_d) \quad (9)$$

2. AZ ÉKSZÖG KIVÁLASZTÁSA

Az előző fejezetben taglaltak szerint a rendszer stabilitása a súrlódási együttható függvénye, mely egy igen bizonytalan és széles tartományban változó paraméter. Ezt a változást az ékfék szabályozójának igen gyorsan kell követnie, és ez indokolja az elektromotorok, mint beavatkozók használatát. Megfelelő beavatkozó és a hozzá tartozó szabályzási algoritmus segítségével a rendszer stabilizálható abban az esetben is, amikor a (9) feltétel nem teljesül.

Nem hagyhatjuk figyelmen kívül azonban, hogy a fék egy biztonságkritikus rendszer a járműben, és mint ilyen, a beavatkozó meghibásodása esetén is definiált viselkedést kell, hogy mutasson. Ez a kötöttség vezet a jelenlegi ékfékfejlesztés egyik konstrukciós kérdésköréhez; a nyomó-húzó és a tisztán nyomó elvű ékfékek különbözőségéhez. Az egyik oldalon a beavatkozási energia csökkentése érdekében a konstrukciók egy csoportja olyan ékszöget használ, melynek tangense a leggyakoribb súrlódási együttható értékével megegyezik [2]. Ekkor ugyanis a szükséges beavatkozási erő statikus fékezés esetén zérus. A másik oldalon viszont az üzemi fékre vonatkozó előírásokat kell szem előtt tartani, miszerint a tápellátás megszűnésekor a féknek oldania kell. A két konstrukciós irányvonal jellemzőit az 1. táblázat foglalja össze.

Fontos megjegyezni, hogy a (9) feltétel módosul, ha a rendszer belső súrlódása nem tekinthető elhanyagolhatónak. Ez a belső súrlódás az önzárást segíti, így a tisztán nyomó elv esetén ezt is figyelembe kell venni az ékszög meghatározásakor.

Szempont	Nyomó-húzó elv	Tisztán nyomó elv
Ékszög	Normál súrlódási együttható arkusztangense	Nagyobb, mint a várható legnagyobb súrlódási együttható arkusztangense
Energiaigény	Alacsony	Magas
Önoldási hajlam	Külön mechanizmussal biztosítható	Biztosított
Stabilitás	Kicsi	Nagy
Érzékenység a beavatkozó holtjátékára	Nagy	Kicsi
Érzékenység a beavatkozó hatásfokára	Nagy	Kicsi

1. táblázat: az ékszög kiválasztásának irányvonalai

2. A féknyereg funkciói

Egy féknyereggel szemben támasztott elvárások sokrétűebbek annál, hogy megelégedhetnénk csupán az elvárt lassulás megvalósítására alkalmas szerkezettel. Az ékfék magában csak forgó tárcsánál hoz létre megfelelő mértékű fékezőerőt, mellyel az üzemi fékre vonatkozó előírások teljesülnek. További két funkciót szükséges biztosítani: a betétkopás miatti utánállítást és a rögzítőféket.

2.1. Rögzítőfék-megoldások

Mivel az ékfék a működtetési energia nagy részét a tárcsaforgásból nyeri, annak beavatkozója viszonylag kis teljesítményű. Így álló tárcsa esetében sokkal kisebb az előfeszítő erő, amely létrehozható vele. Az elérhető előfeszítő erő tehát függ a kiválasztott ékszögtől, hiszen egy nagyobb ékszög esetében (tisztán nyomó elv) magához az üzemi fékhez is nagyobb teljesítményű beavatkozóra van szükség. Befolyásolja továbbá az erőt a működtetés iránya is, azaz a 2. ábrán látható φ_f szög. Ennek oka a tárcsa és a betét közötti nagy súrlódási együttható, mely álló tárcsánál a beavatkozó ellen dolgozik. Minél kisebb a φ_f szög, annál inkább igaz ez, és annál kisebb lesz a létrehozható előfeszítő erő.

További problémát jelent az üzemi féknél használt beavatkozó alkalmazása esetén, hogy míg az üzemi féknek oldania kell a tápellátás meghibásodása esetén, addig a rögzítőféknek a hiba keletkezésekor az addigi állapotát kell megtartania, melyek egymásnak ellentmondó követelmények.

Az említettek alapján három konstrukciós irányvonal alakult ki a fejlesztések során a rögzítőfékre (sorrendben a 3. ábrán [3], [4]):

1. Egyik lehetőség, hogy egy teljesen különálló beavatkozó kerül beépítésre, mely képes kisebb dinamikával, energia nélkül tartható, megfelelő méretű előfeszítést, akár az üzemi fékhez képest eltérő irányból létrehozni.

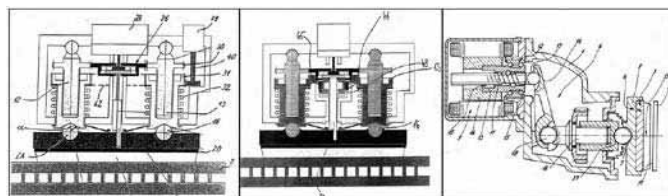
2. Második lehetőség, hogy az üzemi fék beavatkozájának áttételét változtatva növeljük az előfeszítő erőt a dinamika kárára. Ekkor a megváltozott hajtásláncnak önzárónak kell lennie, hogy a beállított állapotot energiabefektetés nélkül tartani tudja.

3. Végül kialakítható olyan konstrukció is, melyre a tisztán nyomó elv miatt eleve nagyobb teljesítményű beavatkozó kerül, méghozzá olyan irányból működtetve, hogy az álló tárcsa súrlódása ne fejtsen ki erőt az erőnöveléssel ellentétesen. Így az üzemi fék beavatkozója változtatás nélkül képes lehet a megfelelő előfeszítő erő létrehozására, de mivel így nem lehet a hajtás önzáró, álló tárcsánál rögzíteni szükséges.

2.2. Betétkopás-utánállítási funkció

A haszongépjárművek fékbetéteinek vastagsága jóval nagyobb, mint a maximális fékezéshez szükséges betétlöket. Így a betét kopását kompenzálni kell, hogy a betétlöket ne tolódjon el a légrés felé, mely a maximális fékerő csökkenését, majd – egy ponton – annak eltűnését eredményezné. A légrés beállításának pontossága továbbá erősen befolyásolja a fék megszólalási idejét, és ezzel együtt a fékutat. A megnövekedett közúti forgalomsűrűség a fékút további rövidítését kívánja, így szükségessé válik a légrés pontos beállítása, melyhez már nem elegendő a konvencionális mechanikus megoldás. Az elektromechanikus fék esetében azonban az eszközrendszer adott az elektronikus utánállítás megvalósításához.

Ékfékek esetében az utánállításhoz más szempontból is fontos szerepe van. A betét tárcsával párhuzamos, tangenciális elmozdulása az éken keresztül szoros kapcsolatban áll a normál irányú elmozdulással. Mivel az ékprofil véges, valamint – a kétirányú mozgás miatt – van egy neutrális pontja, nem tolódhat el, és ezzel együtt normál irányban is meg kell őrizni az utánállítással a tárcsa és a betét relatív távolságát. Különösen igaz mindez, ha az ékprofil löketfüggő, azaz nem állandó szögű.



3. ábra: rögzítőfék-megoldások ékfékhez

Azon konstrukciók esetében, ahol a rögzítőfék egy nagy áttételű, önzáró hajtásláncon keresztül valósul meg, ugyanazon módszerrel maga az utánállítás is megvalósítható (3/1. és 3/2. ábra). Mindkét funkció azonban csak akkor valósítható meg megfelelően, ha a rendszer kellő pontossággal szabályozható, hiszen a megvalósítandó löket a rögzítőfék esetében egy nagyságrenddel nagyobb, mint utánállításkor.

Az áttétel-módosítás nélkül megvalósított rögzítőfék-megoldások esetében (3/3. ábra) azonban mindenképpen szükségessé válik egy külön beavatkozó integrálása, az utánállítási funkció ellátására. Így azonban az utánállító egység megfelelően kicsire méretezhető, hiszen nem elvárás, hogy nagy erővel tudja mozgatni a fékbetétet, mint a rögzítőfék esetében.

3. AZ AKTUÁLÁS IRÁNYA

A korábbiakban már többször szóba került a beavatkozó által az ékre kifejtett erő irányának (φ_f) fontossága. Mint láttuk, a kérdés összefügg a rögzítőfék kialakításával és ezen keresztül az utánállítással is. Amiről nem esett még szó, az a szög szerepe a fék szabályozásában.

Mivel az ékfelületeken a fékezés során alapvetően nyomóerőt, azaz pozitív normálerőt kell feltételezni, nem szükséges az ékfelületeket normál irányban egymáshoz alakzáróan rögzíteni. Az ehhez hasonló megvezetést már csak a belső súrlódások csökkentése, azaz a mechanikai hatásfok növelése érdekében is el kell hagyni. A valóságban azonban a tárcsa eléréséig nem keletkezik normálerő a felületeken, azaz a felületek – külön megvezetés hiányában – elválhatnak egymástól. Ez azt jelenti, hogy a normál és tangenciális pozíciók ékszögfüggő kapcsolata megszűnhet. Az elválás feltétele az ékszög és az aktuálás szögének függvénye; a felületek elhagyják egymást a légrésben, ha $\varphi_w < \varphi_f$.

Mindaddig, míg az ékfelületek nincsenek kapcsolatban, a mozgás irányát a beavatkozási irány határozza meg, a kapcsolat létrejötté esetén pedig az ék szöge. A 2. ábrán vázolt kétszabadságfokú modell mindaddig irányítható is, amíg $\varphi_f \neq 90^\circ$. Ekkor ugyanis az x_{2x} állapotváltozóknak semmilyen kapcsolata nem lesz a beavatkozóval sem közvetlenül, sem az éken keresztül. Ez a tulajdonság biztosítja azt, hogy az ék mindig a tárcsa forgásával megegyező irányban mozdul el tangenciálisan, a beavatkozóknak nem kell ismernie a tárcsa forgási irányát. Viszont a tangenciális elmozdulás a súrlódási erő megjelenésével lökészerűen történik meg az ékfelület eléréséig, ami komoly feltételeket szabhat mind a mechanikai, mind pedig a szabályozástervezés számára.

Mivel az ékfelületek által átvitt normálerő igen nagy, a hozzá kapcsolódó súrlódási erő – még a legjobb csapágyazás esetén is – számottevő lehet. Amennyiben az aktuálás szöge megegyezik az ék szögével, úgy a keletkező felületi erők tisztán a fékerőből származnak. Az aktuálási szög csökkentésével a felületi erőket – és ezzel együtt a belső súrlódást – a beavatkozó ereje is növeli, mert az ékfelületen keresztül fejt ki normálerőt. Ha azonban nö-

veljük az aktuálás szögét, azzal a normálerő egyre nagyobb részét közvetlenül a beavatkozóra terheljük át, ezzel is csökkentve az ékfelületek terhelését és az ott keletkező belső súrlódást.

A vázolt megfontolások alapján három konstrukció kialakítás ismert jelenleg. Ezeket a 2. táblázat hasonlíttja össze.

Szempont	$i_f = 0^\circ$	$i_f = i_w$	$i_f = 90^\circ$
Irányíthatóság	Teljes	Teljes	Részleges
Belső súrlódás	Nagy	Közepes	Kicsi
Önoldási hajlam egyforma ékszög esetén	Kicsi	Nagyobb	Legnagyobb
Az aktuálás iránya a tárcsaforogás irányától	Függ	Függ	Nem függ
Létrehozható normálerő álló tárcsánál	Kicsi	Közepes	Nagy
Adaptálhatóság jelenlegi féknyereg-kialakításokra	Közepes	Kicsi	Nagy

2. táblázat: az aktuálási szög kiválasztásának irányvonalai

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A fentiekben megpróbáltuk összefoglalni, milyen kiegészítő attribútumokkal kell számolnunk, amennyiben önerősített tárcsafék-konstrukciókról beszélünk. Megmutattuk továbbá, milyen irányvonalak láttak napvilágot az egyes kérdéskörökben, és azokat milyen szempontok szerint kell értékelnünk. Azt viszont nem lehet tudni jelenleg, hogy a vázolt lehetőségek közül melyik kerül ki úgymond győztesként, hiszen láthattuk mindegyik előnyeit. Mindenesetre annyi biztos, hogy egy olyan biztonságkritikus szerkezet esetén mint a fék, a legrobosztusabb megvalósítás hozhat hosszú távon sikert. A fejlesztések ezen fázisában a hangsúly a funkciókon, az energiamegtakarításon és a költségcsökkentő megoldásokon van, melyek egy része minden bizonnyal áldozatul fog esni a megbízhatóság növelésének.

Irodalom

- [1] Farkas, M. (1994): Periodic Motions. Springer, New York 1994.
- [2] H. Hartmann, M. Schautt, A. Pascucci, and B. Gombert, (2002): eBrake – the mechatronic wedge brake, SAE Paper 2002- 01-2582
- [3] J. Baumgartner, R. Trimpe, R. Gruber, G. Steffen, A. Pericevic and M. Seidenschwang (2007): Selbstverstärkende Scheibenbremse mit elektromechanischem Aktuator, DE102006029942 A1
- [4] J. Baumgartner, M. Seidenschwang, D. Bieker and D. Ganzhorn (2006): Scheibenbremse in selbstverstärkender Bauart und Ansteuerungsverfahren für eine selbstverstärkende Bremse DE102005030617 A1

Idővezérelt járműfedélzeti hálózati protokollok

Edelmayer András
MTA SZTAKI

Virág László
MTA SZTAKI

A BMW és a DaimlerChrysler 7 évvel ezelőtti bejelentésével, amiben megerősítették egy biztonságkritikus járműirányítási feladatokra alkalmas, idővezérelt járműfedélzeti hálózati protokoll kifejlesztését, s aminek akkor ideiglenesen a „FlexRay” nevet adták, a járműtechnológiák fejlődését figyelemmel kísérők számára nyilvánvalóvá vált, hogy a technológia hamarosan a közúti jármű tömeggyártásban is hamarosan megjelenik. Az új technológia legfontosabb előzményeként a TTP/C protokoll említhető, amely a fent említett járműgyártók közös fellépésétől függetlenül, saját útját járva próbál piaci részesedést szerezni. Mi köti össze a két technológiát, mi a közös bennük és mik a legfontosabb eltérések? Ki lehet-e jelteni, hogy valamilyen szempont szerint ítélve az egyik jobb a másíknál, vagy csak megint a számtalanszor előfordult értelmetlen piaci rivalizálás áll a háttérben? A cikk ezekre a kérdésekre próbál meg röviden választ adni.

With the announcement of BMW and DaimlerChrysler to develop the new time-triggered protocol, codenamed FlexRay, for safety critical “X-by-Wire” applications 7 years ago, it was obvious for everyone that the time-triggered technology is moving into the mainstream of the automotive electronics market. The most important antecedent of this announcement is the time triggered protocol TTP/C that has been developed in academic workshops earlier, and which still exists in some application domains as a direct competitor of the new FlexRay technology. What are the links between the two seemingly different technologies, what makes the difference and what are the analogies between them? This paper would like to summarize these issues very briefly.

BEVEZETÉS

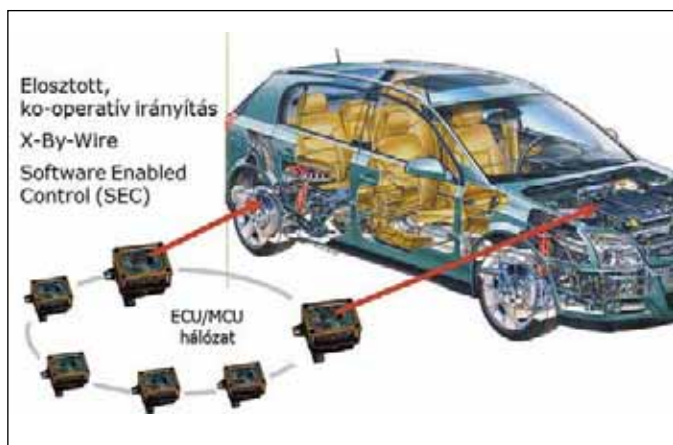
Napjaink járműipara, ideértve az autókat, a repülőgépeket és az egyéb személy- és teherszállításra alkalmas járműveket előállító iparágakat, egyre magasabb minőségi és megbízhatósági követelményeket támasztanak és egyre szigorúbb feltételeket szabnak a fedélzeti irányítórendszereik működésével szemben. Mára szinte minden területen a műszaki technológiai fejlődés általános trendjévé vált, hogy a korszerű járműirányítási rendszerek egy szélsőségesen elosztott számítógép-hálózat formájában kerülnek megvalósításra. Az elosztott struktúra működésének lényege, hogy a jármű funkcióit realizáló legfontosabb működtető elemek és egységek vezérlésére és felügyeletére a feladathoz

rendelt (dedikált) elektronikus vezérlőegységek (ECU/MCU) sokaságát hozzuk létre, majd ezeket az egységeket, mint aktív hálózati elemeket (node-ok) különféle fizikai kapcsolati formákon keresztül egymással összekötjük, megteremtve ezzel a koordinált és felügyelt irányítás informatikai alapját. Egy manapság korszerűnek számító középkategóriás személygépjármű fedélzetén, annak felszereltségi szintjétől függően, 50–100 db ilyen hálózatra kapcsolt elektronikus vezérlőegység található (ld. az 1. ábra illusztrációját), amelyek a hálózaton megosztott módon 500–1500 db jel feldolgozását végzik.

Az így jellemzett szétszórott irányítási architektúrák másik fontos mozzanata, hogy a járműfunkciók megvalósítása egyre növekvő mértékben szoftveralapokon nyugszik. Az egyes ECU/MCU egységek olyan beágyazott számítógépes rendszerek, amelyek egy-egy járműfunkció létrehozásáért és minőségbiztosításáért felelnek, azaz az egyes beágyazott számítógépes platformokon futó számítógépes programok a járműfunkciók (pl. fékezés és dinamikai tulajdonságok stb.) realizációjának legfőbb letéteményesei. Az így jellemezhető rendszertulajdonságokból nagyon sok minden következik. Ezek közül is az egyik legfontosabb, hogy az aktív ECU/MCU csomópontokat hálózatba szervező buszrendszerek tulajdonságai és az ezeket működésben tartó hálózati elvek és programok a fejlesztésben különös fontosságot kapnak. Mivel a kommunikáció sikeres lebonyolításának alapja a kommunikációs protokoll, ezért ennek performance tulajdonságai állnak a járműfedélzeti hálózatok kutatás-fejlesztési tevékenység figyelmének a középpontjában.

IDŐVEZÉRELT KOMMUNIKÁCIÓS PROTOKOLLOK

Az autóiparban a jelenleg legelterjedtebben használt hálózati kommunikációs rendszer a CAN-busz (amelyet nagyon gyakran



1. ábra: szélsőségesen elosztott jármű funkció reprezentáció

csak, mint CAN hálózati protokollt szoktunk emlegetni) és amely az SAE (Society of Automotive Engineers) ajánlása szerinti hálózatosztályok A és B kategóriájába eső rendszerek implementálására alkalmas. Mondhatjuk, hogy a 2000. év fordulójától napjainkig a CAN a legáltalánosabban alkalmazott járműipari hálózati protokoll.

Az egyre növekvő felhasználói igényeknek azonban a CAN már egyre kevésbé tud megfelelni. Ilyen új feltételeket támasztanak a legújabb tervezési elvek: az alkalmazások által támasztott egyre növekvő sávszélességigény és a nagyobb megbízhatóságra való törekvés. A nagyobb megbízhatóság a különféle X-by-Wire rendszerek előtérbe kerülésével vált elengedhetetlenül fontossá. Ilyen rendszerek esetén nem engedhető meg pl., hogy egy jel hálózaton keresztül való sikeres továbbításának valószínűsége egy előírt referencia időintervallumon belül 1-től (avagy a 100%-os bizonyosságtól) jelentősen eltérjen. Mivel az ember által alkotta technológiákra és egyéb mérnöki rendszerekre semmiképpen nem alkalmazható a 100%-os megbízhatóság fogalma (a hibák keletkezésének lehetőségétől, bizonyos körülmények között a hibák működés közbeni folyamatos jelenlétét, az azokkal való együttélés minden technológiájának figyelembe kell vennie), olyan hibatűrő mechanizmusok beépítésére van szükség, amelyek a keletkező hibák hatásának kompenzálására, illetve azok hatásának a rendszerből való időben történő kivonására képesek. A rendszerek bonyolultsági szintjének folyamatos növekedése, a valós időben zajló irányítási akciók a kommunikáció időbeli viselkedésére (latency, jitter), valamint az irányítórendszer globális tesztelhetőségére és diagnosztizálhatóságára (megismerhetőség és determinisztikus viselkedés) nézve szabnak a korábbiaktól lényegesen eltérő új feltételeket. Ezekkel a problémákkal összefüggésben a tervezés szempontjait befolyásoló további hasznos információkat találhatunk az [1] forrásban. Így merült fel az igény egy működésében nyomon követhető és a szigorú tervezési időfeltételeknek megfelelő C osztályú (ld. 1. táblázat) kommunikációs technológia alkalmazása iránt. A feltételeket kielégítő technológia alapelve az, hogy a kommunikációt egy globális, a teljes járműrendszerre érvényes és a kommunikációs node-ok közötti szinkronizált globális időalap szerint vezérelt kommunikációs ciklusokba (időszeltekbe) szervezve valósítja meg, biztosítva ezzel azt, hogy a hálózatban részt vevő csomópontok kommunikációjának időbeli viselkedése teljes mértékben ismert és visszakövethető legyen. Csomópontok csak a tervezés során nekik rendelt időszeltekben kommunikálhatnak. Ennek következtében a működés során fontos diagnosztikai értékű információt hordoz pl. egy olyan esemény is, amikor egy-egy időszeltekben egy adott csomópont nem kommunikál, melynek pedig ez akkor éppen „kötelessége” lenne. Ez utalhat meghibásodásra, vagy egyéb más nem várt esemény bekövetkeztére, melyet aztán zárt keretek között kezelni lehet.

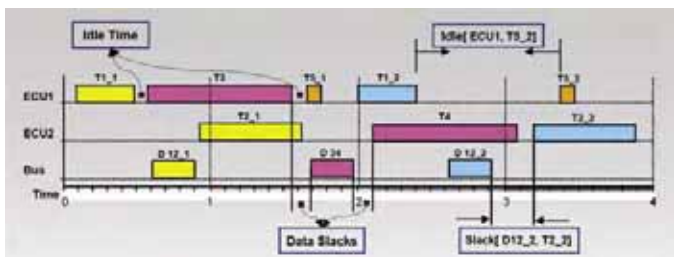
A nagy megbízhatóságú járműfedélzeti hálózatok alkalmazásának, egy adott feladatra alkalmas hálózat kiválasztásának

Class	Sebesség	Alkalmazás	Típus
A	10–125 kbps	Világítás, ajtózáraz, kényelmi berendezések vezérlői	CAN LIN
B	125 K–1 Mbps	Elektronikus kijelzők, légkondicionálók, diagnosztika	CAN
C	1 M–20 Mbps	Motorvezérlők, ABS, ESP, hajtáslánc elemei, aktív felfüggesztés	TTP/C FlexRay
D	10 Mbps felett	Multimédia, navigáció	MOST

1. táblázat: járművekben alkalmazott fedélzeti kommunikációs hálózatok osztályba sorolása az SAE ajánlása szerint

és gyártásba vitelének két legfontosabb szempontja a hálózat komponálhatósága (a tervezésnek és az architektúra összeállításának rugalmassága), valamint a hálózati technológia által elérhető tipikus megbízhatóság. Mindkét szempontnak költségvonzatai és a gyártás gazdaságosságát alapvetően meghatározó hatásai vannak. A két jellemző megválasztása egymással ellentétes hatásokkal jár, ezért a tervezés egyik legnagyobb jelentőségű döntése a kettejük között húzódó ellentmondás optimális feloldása. Erre a problémára a [2] forrás 2.1 fejezetében található követelményleírás világít rá talán a legjobban. Eszerint „... egy ACR-nek (a repülőgépiparban az ECU/MCU megfelelője) minden olyan belső szoftver és hardver management módszerrel és eljárással rendelkeznie kell, amely biztosítja számára azt, hogy a működésével kapcsolatos minden idő- tér- és i/o alokáció determinisztikus és statikus módon történjen. „Determinisztikus” és „statikus” ebben a kontextusban azt jelenti, hogy a memóriahely és i/o alokációs műveletek kód összeállítási időben (kompilálás, linkelés) egyértelműen meghatározásra kell kerüljenek oly módon, hogy azokat futási időben már dinamikusan semmi ne befolyásolhassa és azonosak maradjanak minden újraindítás során.” A tervezés rugalmasságának, és a működés biztonságának fogalma között feszülő ellentmondást ennek alapján a következőképpen értelmezhetjük: mennél szigorúbban ellenőrzött és felügyelt tervezési keretek közé szorítjuk a szoftver előállítását (ami természetes módon a szoftverköltések jelentős emelkedéséhez vezethet), annál megbízhatóbb működést leszünk képesek megvalósítani, és viszont. Egy idővezérelt architektúra teljesítőképessége (sávszélesség) a protokoll sajátosságai folytán pl. messze alatta marad a hagyományos eseményvezérelt (ütköztetési) elven működő hálózatokénak, tervezése költséges és eszközigenyes, sok odafigyelést igénylő és körülményes, cserében viszont minden eddigi technológiához képest nagyobb és garantált megbízhatóságot nyújt. A tervezés felelőssége egy olyan kommunikációs technológia és tervezési eljárás megválasztása és egymáshoz rendelése, amely az adott járműtermék vagy funkció implementálására versenyképes áron alkalmas. A járműipar speciális követelményei mindezeket az elvárásokat a következő követelményhalmazban foglalták össze. Egy korszerű, valós időben végzett irányítási feladatokat ellátó fedélzeti hálózati kommunikációs technológia képes kell, hogy legyen:

- Konfigurálható szinkron és aszinkron adatátvitelre.
- Nagy sávszélesség (10 Mbps vagy nagyobb) biztosítására.
- Determinisztikus adatátvitelre.
- Az átvitelben a késleltetés és jitter minimalizálására.
- Skálázható redundancia támogatására.
- Azonnali (gyors) hibadetektálásra és on-line diagnosztikára.
- Globális időalap alkalmazására.
- Hibatűrésre a fizikai rétegen.



2. ábra: idővezérelt kommunikáció működési sémája. A két kommunikációs végpont (ECU1 és ECU2) közötti adatcsere időbeni lefolyása egy előre rögzített időalaphoz viszonyított módon determinált

- Arbitráció nélküli média-hozzáférésre.
- Mind optikai, mind elektromos fizikai réteg támogatására.
- Rugalmas komponálhatóságra a tervezés és bővíthetőségre az üzemeltetés során.
- Minden a járműiparban korábban nagy elterjedtséggel használt kommunikációs technológia (CAN, LIN, MOST) integrálására.

A fenti követelményhalmaz ismeretében az elmúlt több mint két évtizedben számos kutatás folyt egy alkalmas, az egész iparágat kiszolgálni képes hálózati protokoll kifejlesztésére. A kihívásra legkorábban a Technical University of Vienna által kifejlesztett TTP hálózati kommunikációs technológia próbálta megadni a választ. A TTP-nek 20 évre visszanyúló eredmény előzményei vannak és ami ilyen vagy olyan módon minden, a technológiára vonatkozó későbbi megközelítést befolyásolt, mint pl. az IEEE 802.3 alapjaira épülő TT/Ethernet-et vagy a CAN-protokoll idővezérelt átalakítására történt próbálkozást (TTCAN), bár ezen megoldások nem tudtak gyökeret verni a járműiparban. Sokkal később (a 2000. év fordulóján) a BMW és a DaimlerChrysler (DC) által bejelentett FlexRay-technológia egy kicsit ellentmondásos körülmények között vált a TTP/A, B, C alapú technológiák erős piaci versenytársává (megj.: a technológia megjelölésében az A, B, C betűk használata az 1. táblázat adatai szerint értelmezhető). A két módszer működési elveit tekintve nagyon hasonló egymáshoz. Mivel mindkettő időosztásos protokoll és a TDMA (time-division-multiple-access) stratégiát alkalmazza adatátvitelre, minden egyes csomópontnak fix és garantált sáv szélességet biztosít. Egy tipikus TTP/C és FlexRay node funkcionálisan teljesen azonos és felépítésükben a 3. ábra szabályait követik.

A két kommunikációs protokoll közötti jellemző különbségeket a kialakulásuk történetében kell, hogy keressük. A TTP/C protokoll közel 20 évre visszanyúló kialakulása során tudományos igényességgel dolgozta fel a felmerült és az előbbi 12 pontban felsorolt igényeket és azokhoz mindig a technológia pillanatnyi lehetőségei adta legkorszerűbb módszereket rendelték. A protokoll kialakulásában piaci megfontolások nem befolyásolták. A TTP/C protokoll a biztonságot mindig a tervezési rugalmasság elé helyezte. Sokszor maximalista törekvéseivel a TTP/C protokollt ezért az iparágban gyakran csak mint Hi-Fi time triggered protokollt említik. A FlexRay ezzel szemben nem akadémiai képződmény, hanem ipari törekvések eredménye, s mint ilyen, az autóipar sokszor önkényes érdekeinek próbál megfelelni. Ennek értelmében pl. a működés megbízhatóságát és biztonságát gyakran a tömeggyártás igényei által motivált komponálhatóság és tervezési rugalmasság érdekei

mögé helyezik. A történet elején a BMW a TTP/C protokoll egy szűk készletével kísérletezett és alapvetően légzsákok vezérlésére létrehozta a kis sáv szélességet biztosító, ám kritikus válaszidő feltételeknek eleget tevő Biteflight-rendszert. Mivel a Biteflight protokoll, ezen a speciális alkalmazási célterületen és annak tipikus működési időhorizontján (légzsákaktiválás 10 ms-os időhorizonton belül) nem feltételezte a kommunikációs hibák kialakulását, a protokoll hibatűrő mechanizmusokat nem tartalmazott. A hosszabb időintervallumon működő irányítási missziók kezelhetővé tétele érdekében a BMW és DC szövetséges fejlesztéseinek iránya éppen ezért a Biteflight hibatűrő tulajdonságokkal való kiegészítése irányában indult el. Az eredmény a komponálhatóság és a biztonság konfliktusát ellentmondásos módon feloldó protokoll lett.

A protokollok működése közötti lényegi különbség a kommunikáció két fő módusának: a szinkron és az aszinkron üzenetek továbbításának módjában, illetve a szinkron és aszinkron al-rendszerek integrálásának módjában található. Szinkron módú kommunikáció szükséges minden eddig említett irányítási feladat sikeres végrehajtásához. A szinkronizált kommunikációs módban az adatok továbbítása szigorúan a rendszer időalapjához igazodó és az idő által indukált kommunikációs ciklusokban zajlik. Az e szerint történő kommunikáció gyakorlatilag teljesen azonos módon zajlik a két protokollban. A low-latency tulajdonságú időkritikus feladatokat ellátó protokoll Biteflight magja tulajdonképpen a TTP/C protokoll szinkron módú elve szerint működik. Aszinkron vagy más néven eseményvezérelt módú kommunikációra elsősorban a régebbi protokollok által kezelt feladatok integrálásának igénye (a CAN eseményvezérelt protokoll), illetve a nagy sáv szélességigényű alkalmazások kiszolgálása miatt lehet szükség. Amíg a TTP/C az aszinkron kommunikációt a szinkron módtól jellemzően elkülönítve, az idővezérelt protokoll felett egy számára allokkált időszelvényben hajtja végre, addig a FlexRay a két meglehetősen különböző feltételeket szabó kommunikációs csatornát időben párhuzamosan egymástól függetlenül kezeli, engedményeket téve ezzel a tervezés rugalmasságának, de rossz beidegződéseket követve a tervezésben, negatívan befolyásolva az adatbiztonság mutatóit.

A két protokoll kvalitásainak összehasonlításakor fontos megjegyezni ugyanakkor, hogy abban az esetben, ha egy FlexRay klaszter implementálásakor a tervező lemond az idő- és eseményvezérelt funkcionalitás párhuzamos alkalmazásáról, a hálózati adatbiztonság tekintetében a FlexRay egyenrangú ellenfele lesz a TTP/C alapú rendszereknek. Arról, hogy a valós járműipari alkalmazások ne fűgjenek a két konkurens hálózati protokoll egyikétől sem, egy, az OSI hálózati modell 2. és 3. rétegén megvalósított konvergencia layer gondoskodik. Az adaptációs réteg alkalmazásával a járműgyártók függetleníthetik magukat a piaci viszonyoktól. Az érdeklődő olvasó a két technológiával kapcsolatban további részletes összehasonlító adatot az [5] irodalomban találhat.

ÖSSZEFOGLALÁS

A TTP/C és FlexRay olyan X-by-Wire alkalmazások kiszolgálására létrehozott idővezérelt kommunikációs protokoll, amelyekben nincs mechanikus backup. Ezekben az alkalmazásokban az elektronikus irányítórendszerben bekövetkező hibák a teljes rendszerre nézve jelentenek olyan súlyos működési kockázatot, amelyek a rendszer teljes elvesztéséhez vezethetnek, ezért a feladat megoldásához mind tervezési kultúrájában, mind technológiai fejlettségében igényes módszereket és technológiát kell alkalmaznunk. Ebben a rövid összefoglalóban áttekintettük a piacon rivalizáló két fő kommunikációs protokoll legfontosabb tulajdonságait, megpróbálni ezzel eligazítani az olvasót a nevezett protokollokkal kapcsolatban kialakult ellentmondásos információk világában. A TTP/C protokoll fej-



3. ábra: egy kommunikációs csomópont (Node) tipikus struktúrája



4. ábra: TTP/C-FlexRay technológia konverzió a protokoll adaptációs réteg közbeiktatásával

lesztését és ipari alkalmazásokra történő támogatását jelenleg az Audit, a francia PSA csoportot, a Renault-t, a Delphi-t és a Honeywell-t tömörítő TTA-Group végzi. Az Alcatel a TTP/C vasúti, míg a Honeywell a repülőgépipari alkalmazásainak legfontosabb támogatója. A FlexRay konzorciumot a BMW-t és a DC-t kiegészítve a VW, a GM, a Ford és a Volvo támogatja, kiegészítve a legfontosabb elektronikaalkatrész-gyártókkal,

mint pl. a Motorola, Philips, Fujitsu, Bosch és Freescale. Megállapítható, hogy pusztán tudományos szempontok szerint és az implementáció elvi igényessége alapján ítélve, a legátgondoltabb technológiát a TTP/C szolgáltatja. Ennek ellenére az elmúlt 5 évben a FlexRay-technológia tagadhatatlanul sikeres utat futott be és egyértelműen kijelenthető, hogy az új jövővény mára a közúti jármű-gyártás de-facto ipari szabványává lépett elő. Ez a siker részben a FlexRay támogatói csoportjának politikai befolyástól sem mentes lobbitevékenységének hatalmas üzleti sikere, másrészt az ebben a cikkben is említett és a járműgyártók által preferált nagyobb technológiatervezési szabadság biztosításának az eredménye.

A közlemény az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok támogatásával készült, szerződésszám: OTKA K 61081.

Irodalom

- [1] SZABÓ Géza: Kockázati alapú fejlesztési kritériumok a járművek biztonsági rendszereinél. A jövő járműve, ISSN 1788-2699, 2 (1–2), 2007, pp. 38–41.
- [2] WG-48, R.-S. -. E. (1999). Minimal Operational Performance Standards for Avionics Computer Resource. Washington D.C., ARINC RTCSA-SC-182/Eurocae WG-48.
- [3] KOPETZ, H. (1997). Real-Time Systems, Design Principles for Distributed Embedded Applications. ISBN: 0-7923-9894-7, Third printing 1999. Boston, Kluwer Academic Publishers.
- [4] KOPETZ, H., and M. HOLZMANN (2000). A Universal Smart Transducer Interface: TTP/A Object-Oriented Real-Time Distributed Computing, Newport Beach, Cal., IEEE Press.
- [5] KOPETZ, H. (2001). A comparison of TTP/C and FlexRay. Research Report 10/2001, Institute of Informatics, Technical University of Vienna

Soros architektúrájú hibrid napelemes járművek modellezéséről

**Preitl Zsuzsa,
Bauer Péter,
Bokor József**

Budapesti Műszaki és
Gazdaságtudományi
Egyetem, Közlekedés-
automatikai Tanszék

Üzemanyag-fogyasztás és környezetszennyezés csökkentése szempontjából egy manapság már használatos technológia a hibrid elektromos járművek családja. Ezek a hagyományos benzin / dízel üzemű és a teljesen elektromos járművek között egy megfelelő átmenetet jelentenek. Több elsődleges energiaforrással rendelkeznek, ebben az esetben az üzemanyagtank mellett akkumulátort is alkalmaznak. Az elektromos másodlagos energiaforrást alkalmazó járművek neve elektromos hibrid jármű (EHJ). Olyan országokban, ahol magas a napsütéses órák száma, érdemes napelemeket is alkalmazni az akkumulátorok töltésére. A napelemmel ellátott EHJ a napelemes hibrid jármű (NHJ). Jelen dolgozatban egy soros architektúrájú NHJ matematikai modellezését mutatjuk be. Mivel munkánk célja az üzemanyag-fogyasztás minimalizálása, ezért a modellezett jellemzőket ilyen szempontok szerint kell kiválasztani. A modell komponensei a következők: jármű hossz dinamikai modellje, elektromotor-modell, belső égésű motor + generátor modell, akkumulátormodell, napelemmodell. A modellt szimulációs úton teszteltük Matlab/Simulink környezetben.

An option to conventional vehicles, having usually as energy source a fuel tank with gasoline, consists in the so called hybrid electric vehicles (HEV) which have multiple main energy sources. These energy sources are the conventional fuel tank and a battery, delivering both chemical and electrical energy. This can be completed with photovoltaic panels resulting in a hybrid solar vehicle (HSV). HEVs and HSVs can be seen as a transition from conventional vehicles to fully electric ones. The paper presents a study on modelling a series HSV. The mathematical model is built taking into account fuel consumption minimization aspect. The components relevant from this point of view are modelled, after which simulations were performed in MATLAB/Simulink.

1. BEVEZETÉS

Manapság a kőolajforrások egyre drágábbak és bizonytalanabbak, ezért a benzin- vagy dízel motorok helyett mihamarabb megfelelő alternatív hajtási módokat kell a járművek részére kidolgozni. A fosszilis energiahordozók helyett két lehetséges megoldás merül fel napjainkban. Az egyik az elektromos energia, a másik pedig folyékony hidrogén használata. Elterjedésüket gátolja, hogy mindkettő radikális változtatásokat igényel az infrastruktúrában és a járművekben. A hagyományos benzin/dízel üzemű és a teljesen elektromos járművek között egy megfelelő átmenetet jelenthetnek a hibrid megoldások. Ezek több elsődleges energiaforrással rendelkeznek. Az üzemanyagtank mellett lehetséges akkumulátor, nagy kapacitású kondenzátor, lendkerék és üzemanyagcella alkalmazása is. Ezek kiegészítik egymást, és együtt biztosítják a jármű hajtásához szükséges energiát. Ráadásul a többféle energiaforrás használata azt jelenti, hogy lehetséges az üzemanyag-felhasználás és a környezetszennyezés csökkentése az energiaforrások közti átkapcsolás optimális szabályozása révén, miközben a jármű vezethetősége nem csökken.

Az elektromos másodlagos energiaforrást alkalmazó járművek neve elektromos hibrid jármű (EHJ). Olyan országokban, ahol magas a napsütéses órák száma, érdemes napelemeket is alkalmazni az akkumulátorok töltésére. A napelemmel ellátott EHJ a napelemes hibrid jármű (NHJ). A napelemek főként parkoláskor használhatók az akkumulátorok töltésére, de nyílt területen menet közben is energiatöbbletet képesek biztosítani.

Az EHJ és NHJ energia optimális irányítása nagyban függ a hajtáslánc szerkezetétől. Négy alapstruktúra létezik, éspedig: soros, párhuzamos, soros/párhuzamos és komplex hibrid [1, 2, 3]. Jelen dolgozat a soros architektúrájú NHJ-vel foglalkozik. Tanulmányok alapján kimutatták, hogy a soros architektúra optimális a városi használatra, ahol viszonylag rövid távokat kell megtenni, sűrű gyorsításokkal és fékezésekkel. A soros NHJ architektúráját az 1. ábra szemlélteti, melyben az elektromos hajtás struktúrája kiemelt szerepet kapott. A soros struktúrában a belső égésű motor csak a generátort hajtja meg, mely tölti az akkumulátort. A járművet az elektromotor (EM) vagy EM-ok hajtják, felhasználva az akkumulátor energiáját. Regeneráló fékezés és/vagy napelemes panelek javíthatják a hatásfokát.

A jármű matematikai modellje egy továbbfejlesztett verziója a [4, 5] cikkekben bemutatott modelleknek. A modell egy dinamikus modell, a következő tagokat tartalmazza: belső égésű motor (BÉM), mely egy generátorral (EG) van összekapcsolva, elektromotor (EM), akkumulátor, napelem (PV) panel.

2. JÁRMŰADATOK, KOMPONENSMODELLEZÉS

Az általunk modellezett NHJ egy valós prototípus, melyet az olaszországi Salerno városának egyetemén építettek meg. A prototípus részletesen a [6] dolgozatban kerül bemutatásra. A prototípus technikai adatait az 1. táblázat mutatja be.

2.1. Járműmodell

A jármű modelljét a hossz dinamikai egyenletek alapján építettük fel. Itt figyelembe vettük a gördülési ellenállást, emelkedőn való

haladást és a légellenállást. A következő egyszerű egydimenziós egyenletet vettük figyelembe:

$$F_d(t) = m \cdot \dot{v}(t) + \frac{1}{2} \rho \cdot v^2(t) \cdot A_d \cdot C_d + m \cdot g (\cos(\gamma(t))C_r + \sin(\gamma(t))) \quad (1)$$

Az egyenlettel a hajtóerő-szükségletet F_d lehet meghatározni, melyből a hajtónyomatékot és az EM szögsebességét lehet számolni. Az egyenlet első tagja a tehetetlenségi erő, a második a légellenállás, a harmadik pedig a gördülési és az emelkedő haladás ellenállása.

Járműtípus	Piaggio Micro-Vett Porter
Hossz	3,37 m
Szélesség	1,395 m
Magasság	1,87 m
Tömeg	1620 kg
Véghajtásátvitel	1:4.875
C_x	0.4
Elektromotor	BRUSA MV 200-84V
Maximális sebesség	52 km/h
Átlagteljesítmény	9 kW
Csúcsteljesítmény	15 kW
Akkumulátor	14 Modul, Pb-Gél
Tömeg	226 kg
Kapacitás	130 Ah
PV panelek	Polycrystalline
Felület	1,44 m ²
Tömeg	60 kg
Hatásfok	0,13
Generátor	Lombardini (505cc motor, 3 fázisú indukciós EG)
Max. teljesítmény	15 kW
Max. hatásfok	25% @ 9 kW
Tömeg	100 kg

1. táblázat: soros NHJ technikai adatai

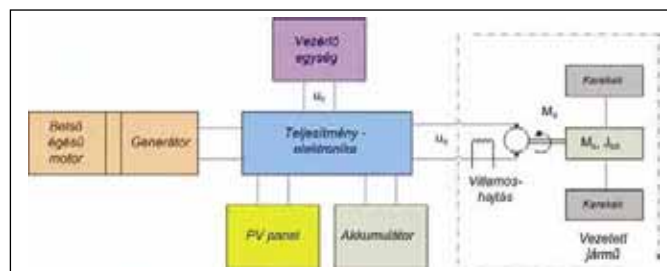
2.2. Elektromotor-modell

A prototípus EM-je egy külső gerjesztésű egyenáramú motor (DC-m), ezért ennek megfelelő modellt használunk. Az EM működési tartománya négy síknegyedre osztható: hajtás + előrehaladás, fékezés + előrehaladás, hajtás + tolatás, fékezés + tolatás [7, 8]. A hajtásra külön modell is készült, mely magában foglalja a hajtás és a rendszer dinamikáját (terhelési nyomaték formájában) is.

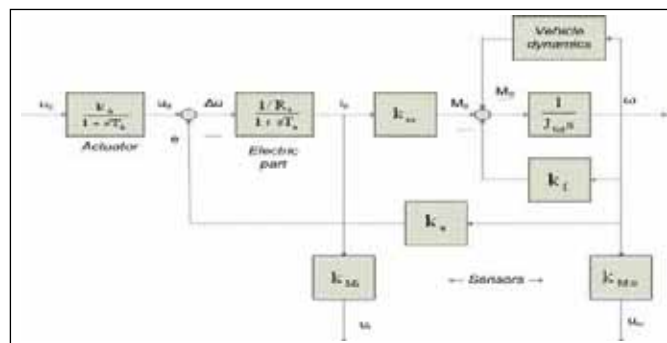
Bizonyos egyszerűsítő feltételeket alkalmazva, a motor blokkstruktúráját a 2. ábrán szemléltetjük.

A következő jelöléseket használtuk a motor modellezésénél: T_A – beavatkozó szerv időállandója, u_a – armatúrafeszültség, k_a – beavatkozó szerv erősítés, u_c – szabályozó által adott beavatkozó feszültség, L_a – induktancia, T_a – elektromos időállandó, i_a – gerjesztőáram, e – ellenfeszültség, k_e – együttható, ω – rotorsebesség, J_{tot} – szakasz teljes inerciája, M_a – aktív nyomaték, M_s – terhelőnyomaték, M_f – súrlódási nyomaték, J_m – DC-m inerciája, J_{veh} – jármű inerciája.

A DC-motor állapotterez leírása a következő lesz:



1. ábra: soros architektúrájú napelemes hibrid jármű



2. ábra: elektromotor egyszerűsített hatásvázlata

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} \dot{i}_a \\ \dot{\omega} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R_a}{L_a} & -\frac{k_e}{L_a} \\ \frac{k_m}{J} & -\frac{k_f}{J} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \\ \omega \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{k_E}{L_a} & 0 \\ 0 & -\frac{1}{J} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_c \\ M_s \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} i_a \\ \omega \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \\ \omega \end{bmatrix} \end{cases} \quad (2)$$

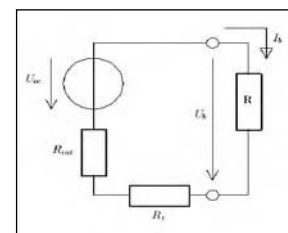
Az EM szabályozására egy kaszkád szabályozási struktúrát használtunk. A belső kör az áram szabályozása (PI szabályozással és telítéskezeléssel – Anti-Windup-Reset (AWR)), a külső kör pedig a motor ω fordulatszámát szabályozza, ugyancsak PI jellegű szabályozókkal. A szabályozó paraméterei és a tervezési eljárás részletei a [9] cikkben találhatók.

2.3. Belső égésű motor és generátor modellje

A BÉM és EG-t egy kompakt szerkezetbe integrálta a Lombardini gyártó cég. A kéthengeres, 505 köbcentiméteres BÉM meghajtja a háromfázisú aszinkron generátort. A BÉM gyártási karakterisztikáit a [10] által közzétettetek alapján használtuk fel, illetve a generátorral együtt vett karakterisztikája is ismert. Ezen karakterisztikák alapján, hozzáadva a megfelelő dinamikát [11, 12], egy nemlineáris modellt alkottunk meg. Az NHJ teljes modelljében a BÉM + EG együttes bemenőjele a tüzelőanyag-tömegáram, a kimenőjel pedig a generátor elektromos teljesítménye PEG. Ez a teljesítmény felhasználható a jármű hajtására vagy az akkumulátor töltésére.

2.4. Akkumulátormodell

Az irodalom többféle akkumulátormodellt tartalmaz, egyszerűbeaktól az igen bonyolultakig. A modellünkhöz egy bonyolultabb modellt választottunk, mely egy valós feszültséggenerátorként tekinti a rendszert, amikor is a töltöttségi szint (State of Charge



3. ábra: akkumulátormodell valós feszültséggenerátor formájában

– SOC) változásait az üresjárás feszültség változásával veszi figyelembe. A modell vázlatát a 3. ábra mutatja be.

A modellt leíró egyenletek a következők:

$$U_{oc} = U_{OCmin} + (U_{OCmax} - U_{OCmin}) \cdot SOC$$

$$I_b = - \frac{U_{OC} - \sqrt{U_{OC}^2 - 4 \cdot (R_{int} + R_t) \cdot P_b}}{2 \cdot (R_{int} + R_t)}$$

$$\frac{dSOC}{dt} = \frac{\dot{Q}}{Q_{max}} = \frac{I_b}{Q_{max}} \quad (3)$$

Ebben az esetben pozitív akkumulátorteljesítmény ($<< P_b >>$) tulajdonképpen akkumulátormerítést jelent, míg a negatív teljesítmény a töltést jelképezi. [13] tárgyalja az akkumulátor hatásfokát is, melyet a következő összefüggéssel modellez:

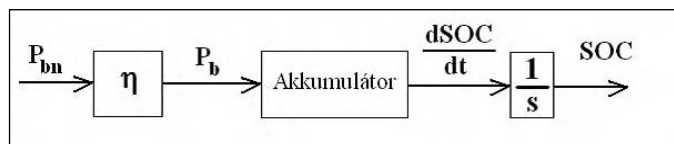
$$P_b = \frac{1 - \sqrt{1 - 6 \cdot 10^{-5} \cdot P_{bn}}}{3 \cdot 10^{-5}} \quad (4)$$

Ahol $<< P_{bn} >>$ az akkumulátor nominális teljesítményét jelenti. A 4. ábra a hatásfokkal „bővített” modellt mutatja be.

Az η blokk a (4) egyenletet jelképezi, míg az Akkumulátor blokk a (3) egyenleteket jelenti.

2.5. Napelempanellek modellezése

A napelem- (PV) paneleket [14] szerint modellezzük, mely egy nagy pontosságú modell. Mivel a PV panel teljesítménye (PPV) folyamatosan változik, ezért ezt hasznos zavarásnak tekintjük. Az energiamenedzsment szempontjából tulajdonképpen csak a PPV értéke játszik szerepet. A PV panelek megválasztásakor figyelembe kell venni ezek hatásfokát, és egy karbantartást nem igénylő robusztus struktúrát kell kialakítani.



4. ábra: akkumulátor szimulációs struktúra

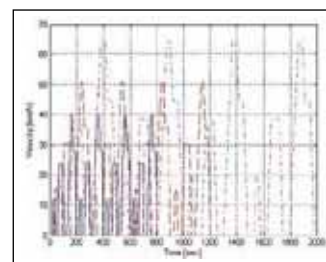
3. SZIMULÁCIÓS EREDMÉNYEK

A modellezés hosszú távú célja, hogy a jármű forrásait megfelelőképpen kihasználva olyan irányítási algoritmusokat fejlesszünk, amelyek a minimális üzemanyag-fogyasztást eredményezik, felügyeleti szabályozó használatával. Először viszont azt szeretnénk megvizsgálni, hogy hogyan viselkedik a járműmodell felügyeleti szabályozó nélkül, azaz adott sebességprofilt hogyan tud követni, illetve mennyi üzemanyagot fogyaszt ebben az esetben (a hajtási energiát teljes mértékben a BÉM + EG biztosítja, a regeneratív fékezésből nyert energiát pedig nemlétezőnek tekintjük). Egy adott vezetési profilra felhasznált üzemanyag mennyisége az EM teljesítményigényéből lesz kiszámítva, a BÉM + EG inverz statikus modelljét felhasználva.

3.1. Részleges NEDC-szimulációk

A szimulációk összehasonlíthatósága érdekében ajánlatos bizonyos standardizált tesztelési adatokat használni. Ebben az esetben egy vezetési profilról van szó, melyet az irodalomban használnak járműmodellek teszteléséhez. Többféle profil létezik, mi az Új Európai Vezetési Profil (New European Driving Cycle – NEDC) vá-

rosi részét (az első négy azonos ciklust) vettük figyelembe. Három változatát használtuk, az eredeti NEDC-t, illetve ennek időben elnyújtott változatait (5. ábra).



5. ábra: NEDC-változatok

Mint látható, mindhárom esetben ugyanaz a sebességprofil, viszont különböző az időtartam és a maximális sebesség (810, 1215 vagy 2000 sec). Az alapjel követése mindegyik esetben nagyon jó, igen kis túllendülések voltak észlelhetők, melyek jelentősége elhanyagolható.

3.2. Fogyasztás kiszámítása részleges NEDC-profilokra

A szimulációkat ebben az esetben 0° lejtésszögre végeztük, mindhárom előbb felsorolt vezetési profilra. Az eredményeket a 2. táblázat összegzi. Az eredmények tükrözik, miszerint hosszabb NEDC-profilra több üzemanyag fogyott.

NEDC hossza [sec]	Maximális sebesség [km/h]	Üzemanyag-fogyasztás [g]
810	40	339,795
1215	51	512,454
2000	64	854,05

2. táblázat: üzemanyag-fogyasztás NEDC városi részének változataira

4. KÖVETKEZTETÉSEK

A dolgozat egy soros architektúrájú napelemes hibrid jármű modellezését mutatja, egy létező prototípus alapján. A modell azon komponenseket veszi figyelembe, melyek relevánsak a későbbi üzemanyag-optimalizálási algoritmusok szempontjából: jármű hosszdinamikája, elektromotor, belső égésű motor, generátor, akkumulátor, napelempanelek. A modellek statikus karakterisztikák és a dinamika ötvözeteként születtek.

A matematikai modellt MATLAB / Simulink környezetben implementáltuk és különböző szimulációkat futtattunk rajta (különböző sebességprofilokat használva). A szimulációk az elvárásoknak megfelelő eredményeket szolgáltatottak, a továbbiakban az üzemanyag optimális szabályozástervezésével kívánunk foglalkozni.

5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás az NKTH RET04/2004 pályázat finanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- [1] G. Gutmann: Hybrid electric vehicles and electrochemical storage systems – a technology push – pull couple, Journal of Power Sources, Vol. 84, pp. 275-279, 1999.
- [2] I. Arsie, M. Graziosi, C. Pianese, G. Rizzo, M. Sorrentino: Optimization of Supervisory Control Strategy for Parallel Hybrid Vehicle with Provisional Load Estimate, AVEC '04 (Department of Mechanical Engineering – University of Salerno).
- [3] K.D. Huang, S.-C. Tzeng: A new parallel – type hybrid electric – vehicle, Applied Energy, Vol. 79, pp. 51-64, 2004.
- [4] Bauer P., Zs. Preitl, T. Peter, P. Gaspar, Z. Szabo, J. Bokor, Control oriented modelling of a series hybrid solar vehicle, Workshop on Hybrid Solar Vehicles WHSV, November 6, 2006, University of Salerno, Italy, proceedings, pp.19-26.

- [5] Preitl Zs., P. Bauer, J. Bokor (2006), Fuel Consumption Optimization for Hybrid Solar Vehicle, Workshop on Hybrid Solar Vehicles WHSV, November 6, 2006, University of Salerno, Italy, proceedings, pp.11-18.
- [6] Arsie I., Martino R. Di, Rizzo G., Sorrentino M. (2006): A model for a hybrid solar vehicle prototype, Workshop on Hybrid Solar Vehicles, November 6, University of Salerno, Italy, 2006.
- [7] Crowder R.M., Electric Drives and their Controls, Oxford University Press Inc., New York, (1998).
- [8] Maggetto G., J. van Mierlo: Electric vehicles, hybrid electric vehicles and fuel cell electric vehicles: state of the art and perspectives, Ann. Chim. Sci. Mat, Vol. 26(4), pp. 9-26, 2001.
- [9] Preitl Zs., P. Bauer, I. Bokor (2007). A Simple Control Solution for Traction Motor Used in Hybrid Vehicles, 4th International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics SACI '07, 17-18 May 2007, Timisoara, Romania.
- [10] Lombardini, Courbes Caratteristiques du Moteur LGW 523 / M1, DITEC/POLI Segr. Tecnica, N° 32842.
- [11] Dorf R.C., R.H. Bishop, Modern Control Systems, Tenth Edition, 2005, Pearson Hall, Pearson Education Inc., Upper Saddle River, NJ 07458.
- [12] Rizzoni G.: Principles and Applications of Electrical Engineering, Richard D. Irwin Inc., (1993).
- [13] Koot M.W.T., J.T.B.A. Kessels, A.G. de Jager, W.P.M.H. Heemels, P.P.J. van den Bosch, M. Steinbuch, Energy Management Strategies for Vehicular Electric Power Systems, IEEE Trans. on Vehicular Technology, 54(3), 771-782, (2005).
- [14] Petrone G., G. Spagnuolo, M. Vitelli, A model of mismatched photovoltaic fields for simulating hybrid solar vehicles, Workshop on Hybrid Solar Vehicles WHSV, November 6, 2006, University of Salerno, Italy, proceedings, pp. 43-48.

„Holttértükörre” vonatkozó EU-irányelv

Deák János
gépjárműszakmérnök,
központvezető
Közlekedéstudományi
Intézet EU és ENSZ-EGB
Közúti Jármű Műszaki
Koordinációs Központ

Az Európai Közösségek Bizottsága a 2001-ben kiadott „Fehér Könyv”-ben az európai közlekedéspolitikai egyik fő céljaként azt tűzte ki, hogy az Európai Unióban 2000 és 2010 között 50%-kal csökkenjen a közúti balesetben elhunyt személyek száma.

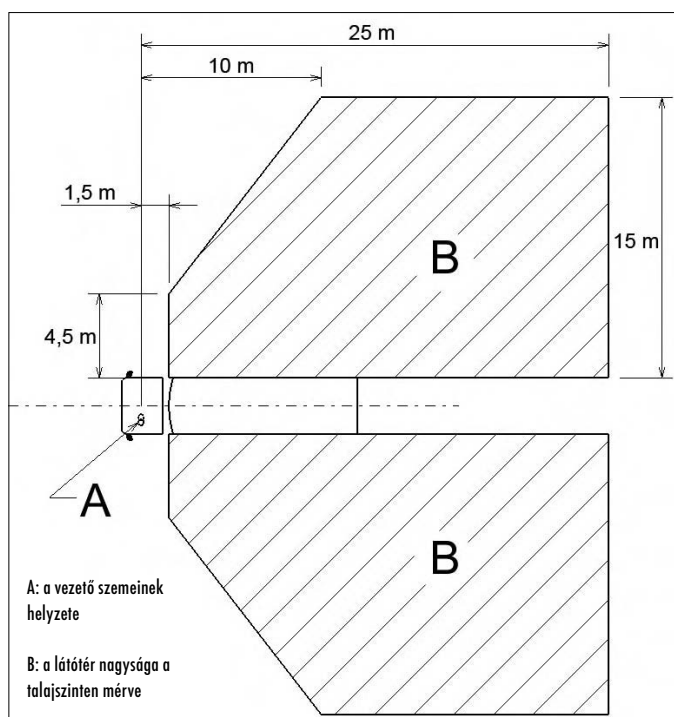
In a white paper published in 2001, the European Commission stated one of the main targets for the European road traffic safety policy. According to this the European Union should set itself a target of reducing the number of road accident victims by half by 2010.

E közlekedésbiztonsági akcióprogram keretében többek között előírászták, hogy a már forgalomban lévő tehergépkocsikat a közvetett látást biztosító, így a jármű vezetője által be nem látott holttér csökkentő visszapillantó tükrökkel kell utólag felszerelni. Számos baleset következik be ugyanis amiatt, hogy a nehéz tehergépkocsik vezetői kanyarodás, sávváltás közben nem észlelik, hogy a vezetővel ellentétes oldalon a saját járműük közvetlen közelségében (a beláthatatlan „holttérben”) gyalogos, kerékpáros, motorkerékpáros tartózkodik. A becslések szerint évente körülbelül 400 ember veszti életét Európában ilyen okok miatt.

A közúti járművek típusjóváahagyásának keretében a visszapillantó tükröket és a járműre történő felszerelésüket az alábbiak szerint kell ellenőrizni:

- az EU 2003/97/EK, illetve az ezt módosító 2005/27/EK irányelv
- Magyarországon a többször módosított 6/1990/KÖHÉM rendelet A/8. melléklete szerint.

A fenti követelmények szerint az N2 és N3 kategóriájú tehergépkocsikat mindkét oldalon fel kell szerelni IV. osztályú (széles látószögű),



IV. osztályú tükrök (Driver's ocular point: a vezető szempontja)



az utas oldalán pedig kötelező az V. osztályú (közelbe látó) tükrök felszerelése. 2007 januárjától nem helyezhető forgalomba az ezen kategóriákba tartozó gépjármű, amelyek nem rendelkezik típusjóváahagyással a 2003/97/EK és 2005/27/EK irányelv alapján.

Az említett tükrökre vonatkozóan az irányelv az alábbi ábrákon feltüntetett – a talaj szintjén értendő – látóternek a tükrök általi láthatóságát követeli meg.

A fenti irányelvek a látóterre vonatkozó követelmények mellett további, szerteágazó műszaki (optikai, szilárdsági, mechanikai) követelményeket tartalmaznak a visszapillantó tükrökre (azok tartójával együtt) mint önálló egységekre, valamint azoknak a járműre történő felszerelésére és elhelyezésére vonatkozóan.

Az utólagos felszerelést az Európai Parlament és a Tanács újabb, 2007. július 11-i keltezésű 2007/38/EK irányelve írja elő. Ezen irányelv azokra az N2 és N3 kategóriájú járművekre alkalmazandó, amelyek nem rendelkeznek a 2003/97/EK irányelv szerinti típusjóváahagyással vagy jóváhagyással.

Ez az irányelv nem alkalmazandó az alábbiakra:

- a 2000. január 1-je előtt nyilvántartásba vett N2 és N3 kategóriájú járművek
- azon N2 kategóriájú, legfeljebb 7,5 tonna legnagyobb megengedett össztömegű járművek, amelyeknél nem lehetséges az V. osztályba tartozó tükrök felszerelése olyan módon, hogy – a beállítási helyzetétől függetlenül – a visszapillantó tükrök egyetlen alkatrésze se helyezkedjen el 2 m-nél közelebb a talajhoz, és a tükrök a vezető helyzetéből teljes mértékben látható legyen (ez a helyzet elsősorban az alacsony vezetőfülkéjű kisáruszállítók esetében fordulhat elő, és azt jelenti, hogy vélhetően abban az esetben, amikor az V. osztályú tükrök a jármű magassági mérete miatt nem szerelhetők fel, a IV. osztályú tükrök sem szükségesek az oldalra/hátára látás támogatására).

Az utólag felszerelt kiegészítő (a holttér belátására alkalmas) tükröknek meg kell felelniük a korábban említett 2003/97/EK irányelvben a tükrökre önmagukra és a felszerelésükre vonatkozó követelményeinek, azzal az engedménnyel, hogy az utólag felszerelt IV. osztályú tükröknek a talaj szintjén mért látótér legalább 95%-át, az V. osztályú tükröknek pedig annak 85%-át kell lefedniük.

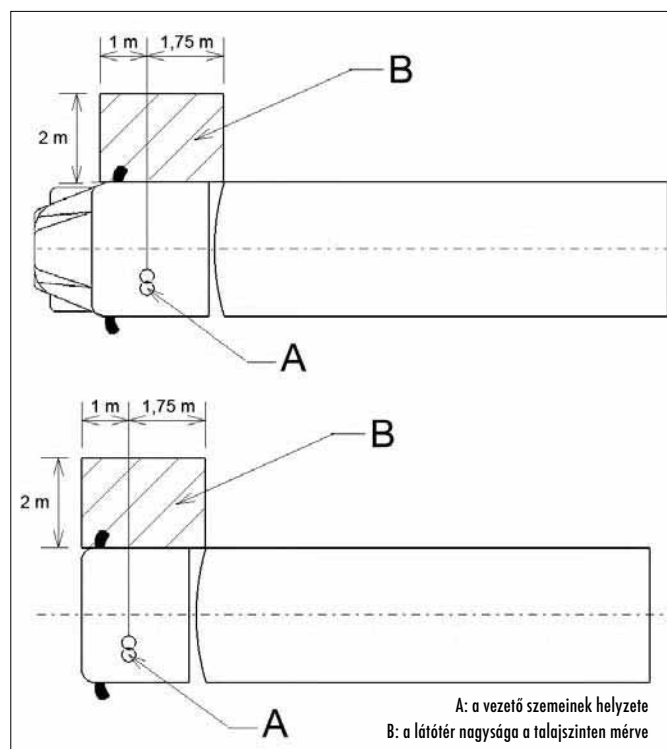
Az utólagos felszerelés végső határideje 2009. március 31. E kötelezettség teljesítését az évenként előírt időszakos műszaki megvizsgálás keretében kell ellenőrizni. Az ellenőrzés legegyszerűbb módja a vízszintes, sík felületre állított jármű mellett a belátandó terület felfestéssel, bójákkal történő kijelölése, és ennek a vezetőüléson helyet foglaló személy általi ellenőrzése.

A hazai járműállományi statisztikák alapján legfeljebb nagyjából 45 000 jármű tartozik az érintett kategóriákba. Ez a szám csökken mindazon járművek számával, amelyeket gyárilag vagy egyéb módon már felszereltek a szükséges visszapillantó tükrökkel (ez a statisztikából nem állapítható meg). Ezek közé tartoznak a korábbi 71/127/EK és 88/321/EGK irányelv szerint jóváhagyott N3 kategóriájú járművek is. Ezt az üzemeltetők a hazai tehergépkocsi-márkaképviselők vagy a közlekedési hatóság segítségével tisztázhatják, illetve önmaguk ellenőrizhetik, hogy a járművükre felszerelt tükrök rendelkeznek-e a megfelelő jóváhagyással („e” vagy „E” jellel).

A visszapillantó tükrök utólagos felszerelési kötelezettsége üzleti lehetőséget jelent a tehergépkocsi-márkaképviselők, illetve a tükrőgyártók számára, ugyanakkor kötelezettséget ró a közlekedési hatóságra a tájékoztatás és az ellenőrzés tekintetében.

Az utólagos felszerelésre kötelezettek számára az elvileg lehetséges eljárások:

- A jármű- és tükrőgyártók kidolgozzák a felszerelendő holttér-tükröket és azok rögzítését, majd az „egységcsomagokat” jóváhagyatják az illetékes Nemzeti Közlekedési Hatóságnál a 2003/97/EK és 2005/27/EK irányelv alapján, ahol alkalmazási engedélyt kaphatnak. A beépítést a szakszervizek végzik a gyártó dokumentációja alapján. A felszerelésről műbizonylatot adnak. Az időszakos műszaki vizsga során a közlekedési hatóság ellenőrzi a műbizonylat meglétét és azt, hogy a műbizonylatban megjelölt tükrő található-e a járművön. (Adott esetben a járműgyártó szerepét erre specializálódott szakműhelyek is



V. osztályú tükrő

betölthetik, akik dokumentációjukat és technológiájukat külön jóváhagyatják a szakintézményekkel és az NKH-val).

- Ettől eltérő esetben az egyedileg felszerelt visszapillantó tükröket a többször módosított 5/1990/KÖHÉM rendeletben előírt módon vizsgálóintézményben, vizsgálóintézetben vagy a közlekedési hatóságnál kell külön ellenőriztetni, és az itt kapott vizsgálati jegyzőkönyvet be kell mutatni a következő műszaki vizsgán.

Látható, hogy a viszonylag egyszerű szerkezeti elem utólagos felszerelése – amelytől az Európai Közösség a közlekedés biztonságának javulását várja – egyaránt körültekintő eljárást követel meg az üzemeltetőktől, a hatóságtól és a gyártóktól.

SAPU Bt. = Visiocorp Hungary Bt. – Új névvel, új lendülettel a legnagyobb autógyártók szolgálatában

New name and more dynamism at the service of the world's greatest manufacturers

A mosonszolnoki SAPU Bt. sikeres és mozgalmas évet zárt 2007-ben. Az autóipar igényei szerint állandóan változó környezetben is meg tudta őrizni a globális hálózatra épülő stabilitását, versenyképességét és innováción alapuló fejlődését.

A vállalat történelemkönyvébe két jelentős eseményt jegyezhettek fel az év végével: **hivatalosan december 13-tól Visiocorp-ra változott a Schefenacker csoportként nemzetközileg elismert autóipari cég neve, december 14-től pedig Győrben autóipari tesztlaboratóriummal bővült a cégcsoport magyar központja, tervezőbázisa.**

Ezzel egy időben a vállalatcsoport minden leányvállalatának neve is megváltozott, így a jövőben a személygépkocsi visszapillantó tükrök szerelésével, festésével és burkolatok fröccsöntésével foglalkozó **SAPU Bt., Visiocorp Hungary Bt.** néven, de azonos szervezettel és tevékenységgel áll a legnagyobb autógyártók szolgálatában. A névváltozás oka a cégcsoport tulajdonosi körének módosulásában keresendő, a tesztlaboratórium kialakítása pedig a Széchenyi István Egyetemmel közös JRET-projektben és a fejlesztési központban hónapok óta folyó eredményes munkának köszönhető.

A Visiocorp Hungary Bt. tevékenysége a laboratóriummal és a központtal vált teljessé. Az autóipari laboratórium a műanyag alkatrészek és a szériatermelésből kivett termékek tesztelése mellett támogatja a gyártási tevékenységet, valamint tovább erősíti az egyetemi és az ipari szakemberekkel való együttműködést. A laboratórium mellé költözött tervezőiroda szolgáltatási



visiocorp

köre is bővült a koreai és a francia központok irányába végzett tevékenységgel.

A névváltoztatás tényét Mihalicz Antal cégvezető így kommentálta: „az új név mindnyájunk számára azt tükrözi, hogy világszerte jelen lévő autóipari beszállítóként, új vállalati identitással, tekintetünket előre, a sikeres jövőre irányítjuk”.

A 740 munkatársat foglalkoztató **mosonszolnoki gyártóbázis** elérte 2007-re kitűzött célját, miszerint **a világceg egyik legjelentősebb európai gyárává vált.** Feladata azonban lesz bőven idén is: a **Visiocorp Hungary Bt. célja szerint 2008 a minőség éve lesz a vállalatnál.**

A mosonszolnoki gyár idén több új tükröprojeztet indít, a jelenleg futó Audi- és Opel-modellek új verzióinak (Q5, Global Epsilon) gyártását is elnyerte, sőt a Hyundai csehországi gyárába is szállít majd. Februárban ugyancsak meghatározó esemény várható: a FORD ünnepélyes keretek között átadja a Q1-es beszállítói státust elismerő dokumentumokat.

SCHEFENACKER = VISIOCORP



A tesztlaboratórium ünnepélyes átadásán jelen volt Borkai Zsolt polgármester is, akinek Tarnai Zoltán laborvezető mutatta be a létesítmény tevékenységét és mérőműszereit

Visiocorp – egy új név, amely innovációt, vezető szerepet jelent a szolgált piaci és üzleti szegmensben, a világpiac harminc százalékában. A Visiocorp a külső tükrök piaci és technológiai vezető világcége. Élen jár a tehergépkocsik és a SUV járművekhez kifejlesztett tükrömegoldások területén. Integrált holtérfigyelő rendszerei világhírűek. A kamerás környezetérzékelők vezető technológiai cége. A világ legtapasztaltabb belső tükrök beszállítóinak egyike. Tanksapkák és egyéb gépkocsialkatrészek fő beszállítója. Vezető szakértelem a műanyag-, a fröccsöntési és festési technológiák, a villamos meghajtások és a világítástechnika terén. A Visiocorp ügyfelei közé tartozik szinte a világ minden gépjárműgyártója. Több mint 5000 dolgozójával, valamint Európában, Amerikában, Ázsiában és Ausztráliában 21 gyártó és fejlesztő telephellyel rendelkező globális hálózatával készséggel áll ügyfelei rendelkezésére. A széles körű gyakorlati tapasztalat, élenjáró technológiai szakértelem, valamint az innovációnak és értéknek központi szerepet biztosító kultúra meghatározó szerepet biztosít a Visiocorp számára a minőség, biztonság, tervezés, hatékonyság globális szintjének kialakításában.

(x)

Autóipari innovációs tapasztalatok

Petrók János

Világszerte megatrendek határozzák meg a gépjárműtechnika jövőjét, mégis számos innováció téveszti szem elől a vásárlói igényeket. A gépkocsik költséges kutatás-fejlesztésének ezzel együtt is megfizethetőnek kell maradnia. Az Oliver Wyman tanácsadó iroda „Car Innovation 2015” című tanulmányának bemutatásával áttekintjük azokat a módszereket, amelyekkel a gazdaság vezető erejévé fejleszthető az innováció.

The future of the vehicle technology is determined worldwide by megatrends, but still several innovations lose sight of customers' needs. However, the expensive research and development of the vehicles must remain affordable. With the introduction of the “Car Innovation 2015” study from the Oliver Wyman consulting firm, we review the methods, with them innovation could be developed to the leading force of the industry.

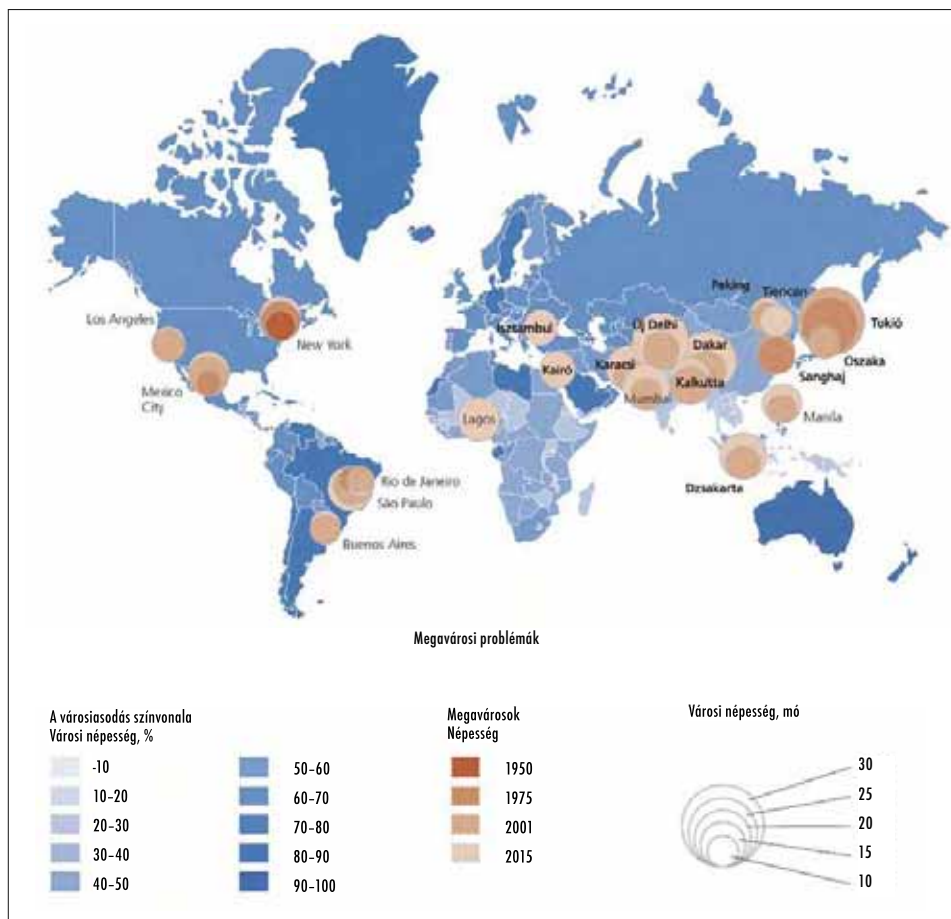
Az autóipar lényeges megújulása nélkül veszélybe kerülne az egyéni mobilitás elve, ezért a termékek és a technológiák megújításának kihívását az egész ágazatnak kell felvállalnia. Az autóipari vállalatoknak kivételes innovációigazgatással kell gondoskodniuk arról, hogy a jövő gépkocsijai ne csak a legtehetősebbek számára legyen vonzó, hanem a széles vásárlói rétegek számára is elérhető maradjon, miközben azok megfelelnek a szigorodó törvényi előírásoknak.

AZ OW TANULMÁNYA

A „Car Innovation 2015” című tanulmány célja, fokozott figyelemre ösztönözni az autóipart a vásárlók és a marketing tekintetében; ráirányítani az autóipari vezetés figyelmét az innovációs portfólió aktív újjászervezésére; javítani az ágazat K+F gazdálkodását és kockázatkezelését; támogatni a nyitott szervezeteket és kultúrákat; megfelelő irányba állítani az ágazat innovációs stratégiáját.

A tanulmányt az OW cég 30 szakértője vásárlók, járműkereskedők, 300-nál is több járműgyártó, fejlesztő és beszállító cég helyszíni felmérései alapján készítette.

Az OW-tanulmányon alapuló írásunk e céloknak megfelelően tekinti át a megatrendek autóipari innovációra gyakorolt hatását; az ágazat 2015-ig megvalósítandó legfőbb járműinnovációit; a gépkocsivásárlók innovációs kívánságait; a piaci költségnyomás innovációra gyakorolt hatásait; ajánl szerkezeti változásokat a kutatás-fejlesztésben; és javasol akciókat az innovációs stratégiák megváltoztatására.



A jövő megavárosai

A témakör alapkérdései: melyek az OEM-gyártók és a beszállítók innovációs stratégiáját befolyásoló legfőbb tényezők; hogy tudja az autóipar a maga innovációit folytatni folyamatos árnyomás alatt; el tud-e számolni megfelelően az iparág a járművezetők innovációs kívánságaival? Milyen hatások befolyásolják az autóipar innovációt erősítő folyamatait? Melyek azok az innovációk, amelyekre az ágazat OEM-gyártói és beszállítói koncentrálnak?

Ha ez teljesül, a gépkocsi a jövőben is világszerte folyamatos fejlődésben marad. Az Oliver Wyman (OW) stratégiai tanácsadó iroda „Car Innovation 2015” című tanulmánya összefoglalja azokat a módszereket, amelyekkel az autógyártók és beszállítók a gazdasági növekedés motorjává tehetik termékeik megújulását. E sikertényezők hosszú távú innovációs elgondolásokra, intelligens üzleti modellre, vevőorientált innovációs marketingre és költségkímélő fejlesztési folyamatokra épülnek.

A sikeres innovációmenedzsment egymással, fogaskerekekhez hasonlóan kapcsolódó elemekből álló rendszert jelent. Olyan rendszert, amely szorosan kapcsolódik a vállalat üzleti modelljéhez, világos innovációs stratégiára épül, megfelelő kultúrájú szervezet működteti, és a stratégia módosításával úgy irányítja az innovációs folyamatokat, hogy azok kézzelfogható eredményt hozzanak.

Az OW az így működő rendszert tekinti az innovációs stratégia alapjának (Innovation Strategy Framework-nek). Az ISF 1. tervezett ügyfélajánlatból (a vevő jövőbeli céljából); 2. üzleti tervből (a vevő tényleges hasznából); 3. (az előbbieket magában hordozó termékeket előállító) szervezetből és kultúrából; valamint 4. (az előbbieket magában foglaló) belső és külső portfóliókból áll. Optimális ISF megvalósítására csak kevés vállalat alkalmas. Az OW-tanulmány a szállítók szempontjából hatféle alap innovációfajtát különböztet meg. Az egyes innovációfajták egymással meghatározott módon kapcsolódó elemei működő rendszert alkotó alap innovációprofil képeznek.

A gépkocsigyártók és a beszállítók innovációtípusai modellként használhatók a K+F stratégia irányainak kitűzésében, szervezetének és kultúrájának formálásában, a hatásköri igények és lehetőségek vezetési stílusba való beágyazásában, a kívánt hatékonyság elérésében éppúgy, mint a stratégiai

... az innováció céljaira

	A környezetvédelem megerősítése	Stagnáló népességnövekedés	Megvárosi problémák	Az aktív népesség öregedése	A jövedelemeloszlások polarizálódása	A biztonság iránti igény növekedése	Az összekapcsolhatóság, egyszerűség igénye	Növekvő mobilitás iránti igény	Egyénítés	Növekvő műszaki bonyolultság
Funkciók										
Élet- és vagyonbiztonság										
Kényelem										
Teljesítmény és dinamika										
Szolg. és összekapcsolhatóság										
Rugalmasság és tágasság										
A formaterv és benyomásai										
Egyszerűség										
Emissziók										
Összes fenntart. és üzema. kts.										
Költségek										
Anyag										
Energia										
Munkadíj										
Vagyoni kts.										

Tulajdoni költséghányad

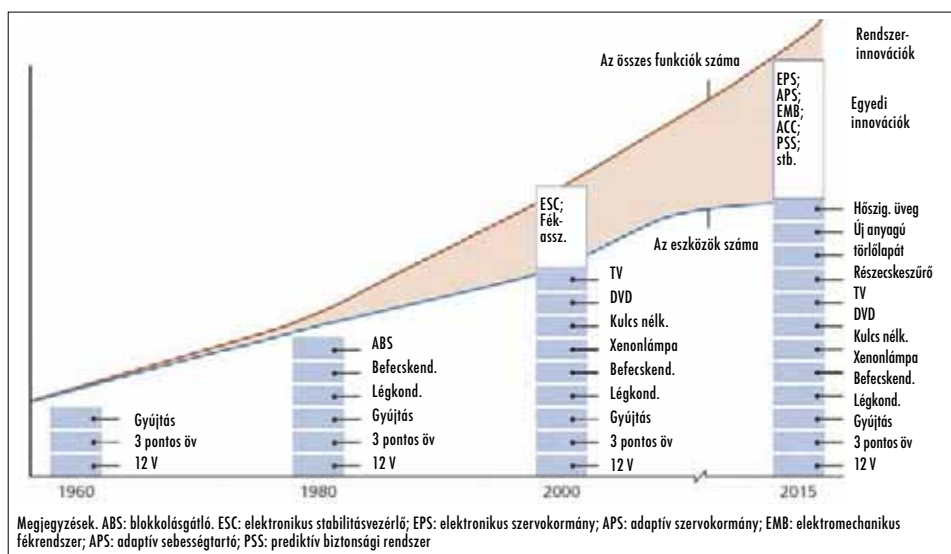
nincs befolyással csekély/közepes döntő befolyású

A megatrendek hatásai a gépkocsi-innovációra

Megatrend (példák)

Törvényhozás és politika - A környezetvédelmi törvények kiterjesztése - A fogyasztóvédelmi jogszabályok szaporodása - Kivételes szabályozások - Nemzetközi kereskedelempolitikai változások	Vevők és társadalom - A megvárososok bővülése - A fejlődő gazdaságok növekedése - A jövedelemeloszlások polarizálódása - A kínálat egyénítése
Verseny és gazdaság - Értéklánc-specializáció - Stratégiai szövetségek és együttműködések - Az OEM gyártói és a beszállítói kapcsolatok megszilárdítása	Innováció és technika - A műszaki bonyolultság növekedése - A fejlesztési folyamatok virtualizálása - A termék koncepciók modularizálása - A műszaki konvergencia erősödése

A megatrendek befolyása az autógyártó innovációs tevékenységére



Eltolódás az egyeditől a rendszer-innováció felé

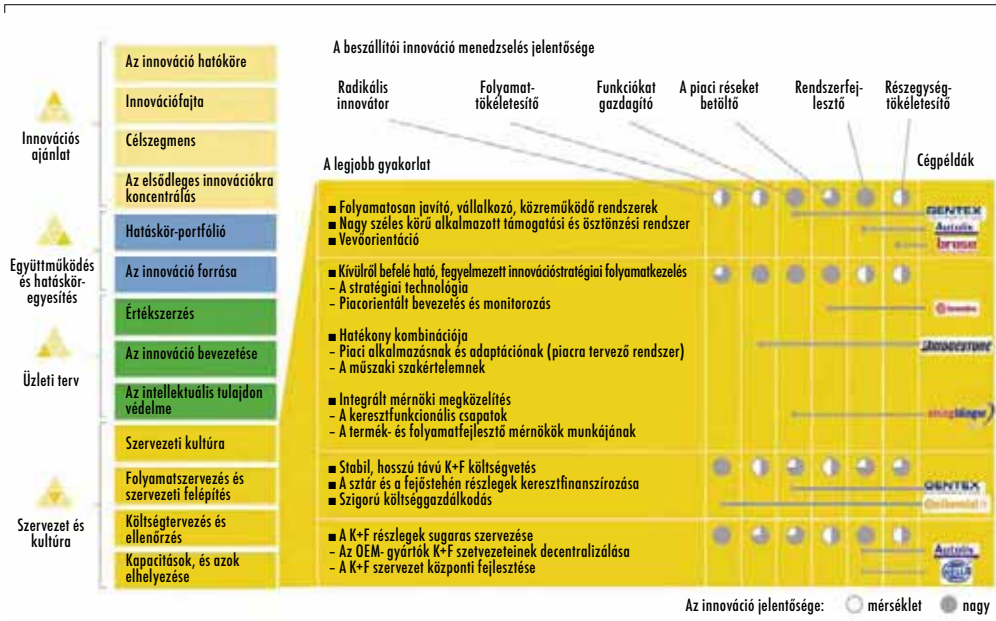
nehézségeket okozó utánzások kiküszöbölésére.

Sok vállalat egyidejűleg többféle stratégiát is követ, a különböző járműgyártók különféle piacokra készülő terméksorába beszállító cégek, akik esetében az adott innovációtípusok megfelelő dinamikával kezelendők.

AZ INNOVÁCIÓS STRATÉGIA FELÜLVIZSGÁLATA

A különböző járműgyártó és beszállító cégek gyakori feladata az innovációs stratégia módosítása. Ennek során az ISF-ből kiindulva kell az ügyfélajánlatot, az üzleti tervet, a szükséges szervezetet és kultúrát, továbbá a megfelelő portfóliót megválasztani.

AZ AUTÓIPARI INNOVÁCIÓ



A beszállító vállalatok innovációmenedzselésének főbb jellemzői

Így például a prémiumszegmensű autók előállítójaként, a cég innovációs stratégiájának a márka hagyományaihoz való módosítása közben nem annyira a költségek innovációjára, mint inkább az új modell kiegészítő funkcióira kell fókuszálnia. Megfontolva, hogy a megvalósításhoz elegendő-e a meglévő struktúrában gondolkodnia, vagy az új feladat megoldásához módosítania kell azokat.

A vásárlói vélemények feltárása érdekében a marketingkapacitásokat és az innovációs tervek úgy kell egymással szisztematizálni, hogy a korábbi vásárlók véleményét minden termékvalót megelőzően számba vegyék.

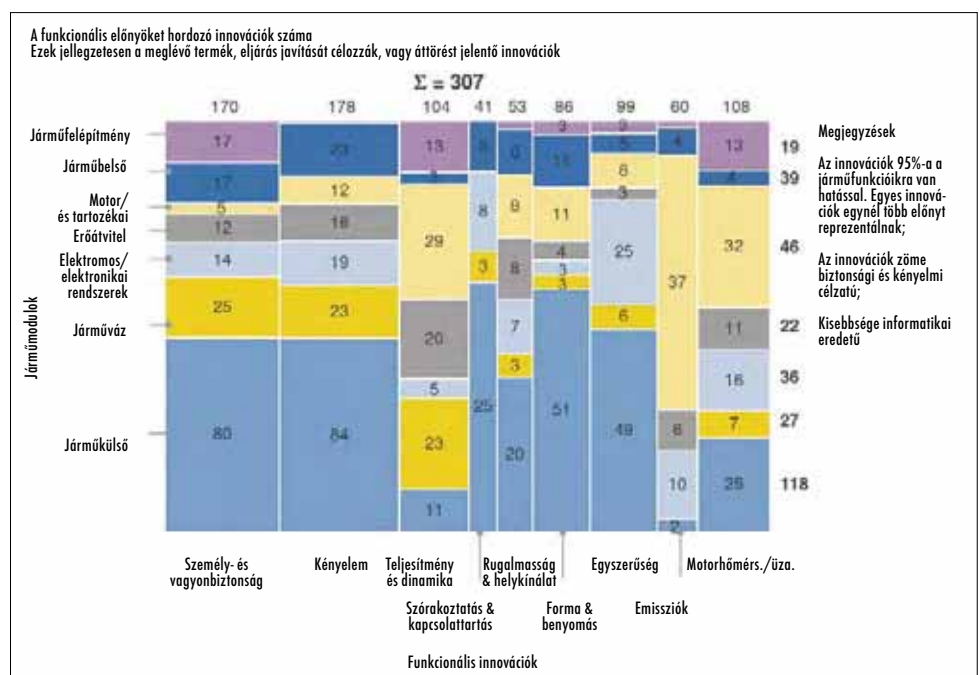
A termékvalót megelőzően természetesen arról is meg kell győződni, hogy a termék bevezetése kielégíti-e a vállalati piaci és jövedelmezőségi célokat. Ilyenkor célszerű az innovációs projektek számát felülvizsgálni, és ha lehet csökkenteni, a meglévők tevékenységét serkenteni, a szervezetet és a költségtervet a kitűzött célokhoz igazítani.

Az innovációs tervek soha sem korlátozódhatnak pusztán az adott vállalatra és annak megszokott üzletfeleire. Az innovációs hálózatot és az innovációs szövetségeket, különösen az új technológiák terén élni kiteni és bővíteni kell, kihasználva a megfelelő know-how-kan és együttműködésben rejlő növekedési lehetőségeket. A felmérések azt mutatták, számos innovációtípuson belül érdemes az innovációs tevékenységet hálózati együttműködéssel fejleszteni.

Ami az innovációs szervezetet és kultúrát illeti, az autóiipari innovációt vezető vállalkozásokon belül erős kreatív kultúra működik, amely nyitott és alkotó szellemiségű. Az innovációk irányítóinak törekedniük kell e szellemiséget az egész vállalatban belül elmélyíteni.



Az autóiipar gyakran téveszt szem elől a vásárlók igényeit

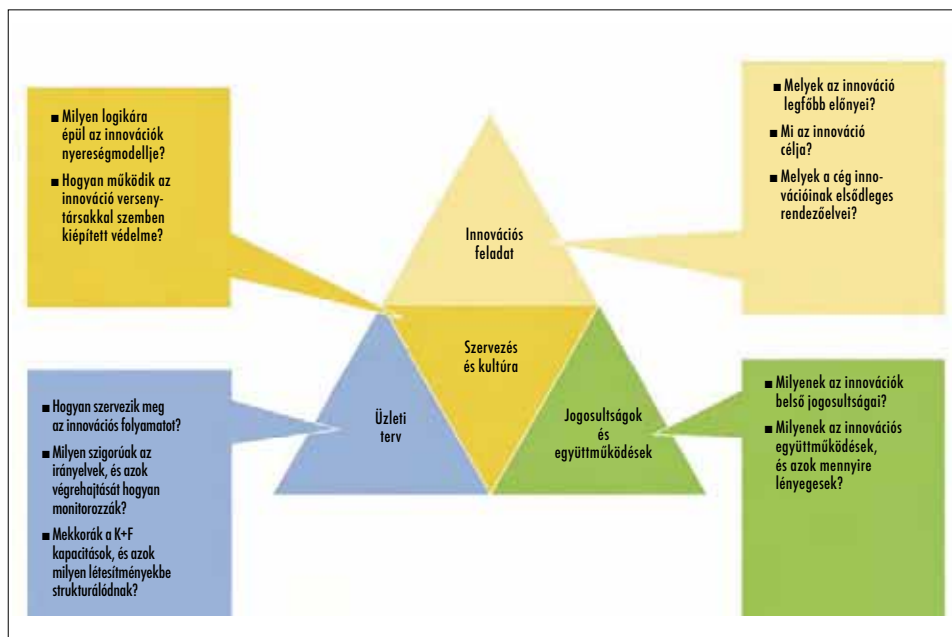


Az Oliver Wyman által elemzett 315 legfontosabb jármű-részegység innováció

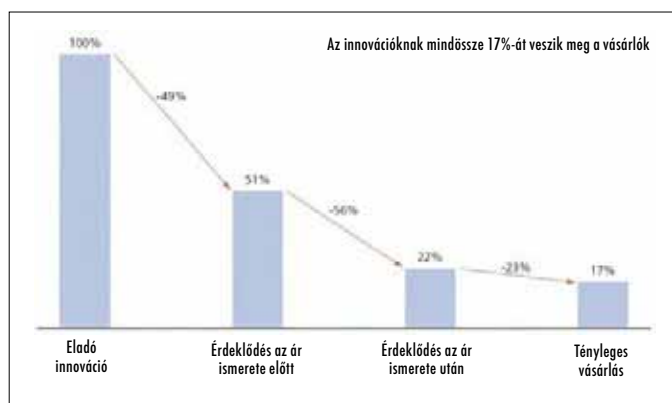
ágazat átlagos nyereségszintjét. Ma a világ autóiparában 800 ezer mérnök foglalkozik kutatás-fejlesztéssel, 68 milliárd eurót költve a célok megvalósítására.

E tevékenység azonban távolról sem hatékony. A roppant ráfordítás 40%-ával ugyanis olyan projekteket finanszíroznak, amelyek járművei nem jutnak el a sorozatgyártásig, vagy megfelelő vásárlói érdeklődés híján gazdaságtalan az előállításuk. Miután a ráfordítások további 40%-át a sorozatgyártás hatósági előírásokkal összefüggő fejlesztéseinek költségei képezik, valójában a teljes K+F költségnek csupán 20%-a jut a piaci versenyben való helytállás finanszírozására. Ennek az ötödnek harmaddá emelése a gyártók és a beszállítók K+F-fel összefüggő innovációigazgatási munkájának a célja.

2015-ig várhatóan 800 milliárd euróra, csaknem a tizenkétszeresére(!)



Az eredeti termékgyártók és beszállítók innovációban vezető vállalatainak stratégiai négy fő jellemzőcsoporttal írhatók le



Az innovációknak mindössze 17%-át veszik meg a vásárlók

duzzadnak az autóipar K+F költségei. Úgy, hogy ennek 40%-át, az ágazat a mai összráfordítás ötszörösét (!) továbbra is téves innovációk finanszírozására fordítja majd.

Az innovációk sikere, és e horribilis mellényulás csökkentése érdekében az OW-tanulmány a globális megatrendektől az aktuális innovációkban keresztül, a vásárlói hasznosságot, a gazdaságosság szempontjából a legkedvezőbb gyakorlat eredményeit is feltárva, a teljes autóipari innovációt vizsgálat alá vonta.

A tanulmány vizsgálatai szerint az innovációmenedzselés legfőbb hibái a következő intézkedésekkel küszöbölhetők ki. 1. A K+F tevékenység vásárlóérdekű és piacszerű meg-

vezésével. 2. Az innovációs portfólió aktív újítások irányában végzett átszervezésével. 3. A K+F tevékenység gazdaságosságának és kockázatkezelésének folyamatos javításával. 4. Más ágazatok tendenciáinak átvételére is alkalmas szervezet és kultúra kiépítésével. 5. Az innováció aktualizálásának az innovációs stratégiával fennálló harmóniájának rendszeres, folyamatos felülvizsgálatával.

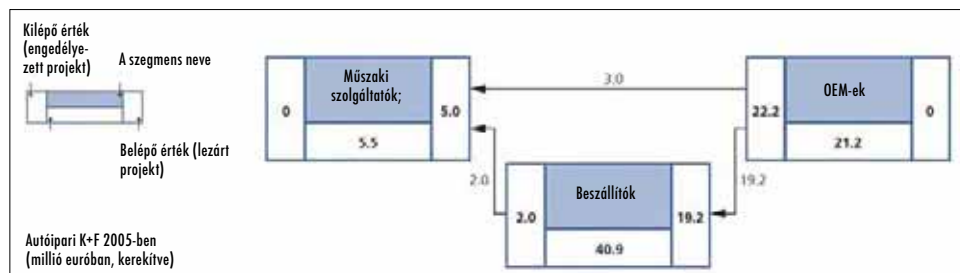
MEGATRENDEK HATÁROZZÁK MEG A JÖVŐT

Az autók innovációs stratégiáját a fejlesztés célja, közelebből annak eldöntése határozza meg, hogy a gépkocsit milyen jellemzőkkel, tízéves, vagy annál is hosszabb használati időtartamra tervezzük. E cél megvalósítását segíti a megatrendek elemzése. Olyan folyamatok számbavétele, mint amilyen a nagyvárosok megavárossá fejlődése. Távoli fejlődési prognózisokból ismeretes, hogy 2015-re a világ népességének 40%-a egymilliónál nagyobb városokban él majd, ami növeli a parkolóhelyigényt, torlódásokat vált ki, és fokozott emissziókorlátozással jár. A városi gépkocsi, ami eddig az autóipar perifériális kérdése volt, a jövőben elsődleges fejlesztési céllá lép elő az autóipar számára.

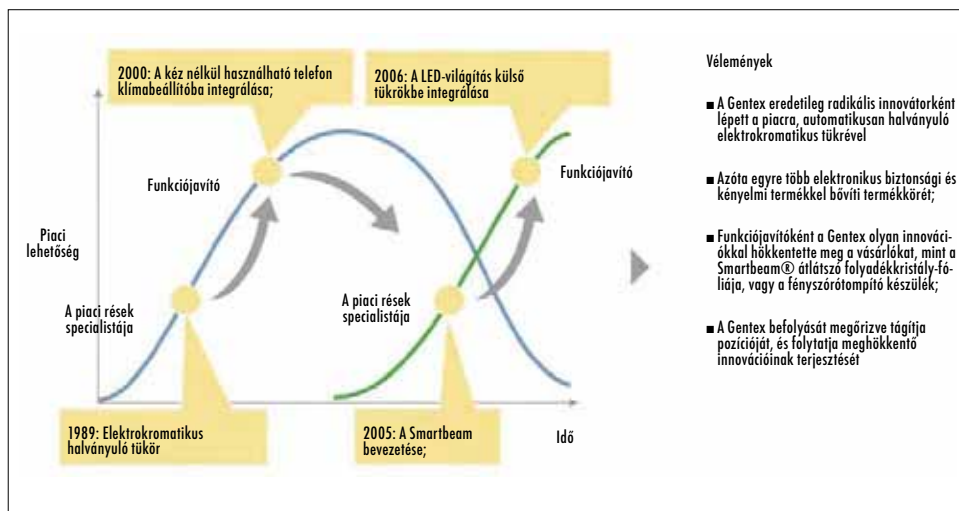
A műszaki prognózisok arra mutatnak, hogy a torlódásokkal a forgalmi informatika, a torlódásokkal járó stresszoldás igénye, és a baleseti veszélyek kockázata megnövekszik.

További megatrend a jövedelemeloszlások egyenletlenségének növekedése, ami 2015-ig az alsó járműkategóriák iránti kereslet erőteljes növekedését váltja ki. A jelentést készítő 27 megatrendet azonosítottak, amelyek az autóipar egészére ki-

hatnak. Az egyes cégek innovációs gyakorlatát vizsgáló kutatók azt állapították meg, hogy a hosszú távon előre tekintő gondolkodás és prognóziskövetés sikertényező a vállalati kutatás-fejlesztésben. A határozott távoli cél nélküli, rövid távú stratégiákon alapuló, büdzsékurtító fejlesztések ugyanis nemcsak tévelygők, de azonos időhorizonton rendszerint költségesebbek is.



A beszállítók kétszer nagyobb összeget fordítanak innovációra, mint a járműgyártók



Vélemények

- A Gentex eredetileg radikális innovátorként lépett a piacra, automatikusan halványuló elektrokromatikus tükrével
- Azóta egyre több elektronikus biztonsági és kényelmi termékkel bővítette termék körét;
- Funkciójavítóként a Gentex olyan innovációkkal hűköltette meg a vásárlókat, mint a Smartbeam® átlátszó folyadékkristály-fóliaja, vagy a fényszórótompító készülék;
- A Gentex befolyását megőrizve tágitja pozícióját, és folytatja meghökkenő innovációinak terjesztését

A Gentex a funkciók folyamatos javítására koncentrálna tágitja a feltárt piaci részt

A 2015-IG HATÓ, LEGFŐBB GÉPKOCSI-INNOVÁCIÓK

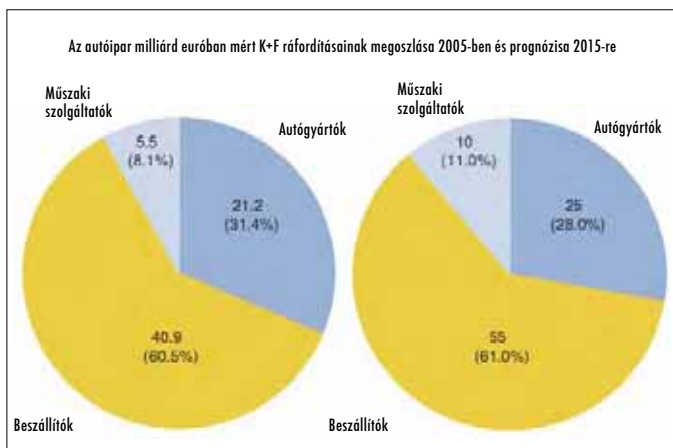
Az OW-tanulmány kimutatta, hogy az autóipar legnagyobb kihívásait a folyó innovációs projektek teljes egészében lefedik. Közülük mégis csupán alig egytizedük blockbuster (kasszasiker)-innováció. Az ide tartozó projekteknek persze a kockázata is nagyobb, a mindennapokban beválóknak pedig rendszerint a költségeik is nagyobbak.

A 8%-os növekedést megalapozó, legsikeresebb technikák körébe a szoftver-, félvezető-, kijelző- és hajtásrendszer-fejlesztések tartoznak. A növekedés 6%-át képviselve, továbbra is az innovációk 60%-át valamilyen elektromos-elektronikus innováció öleli fel. Ez a termékcsoport azért is jelentős, mert az áramkörök integrálhatók, és szabványosítható, ami egyértelműen költségcsökkentő hatású.

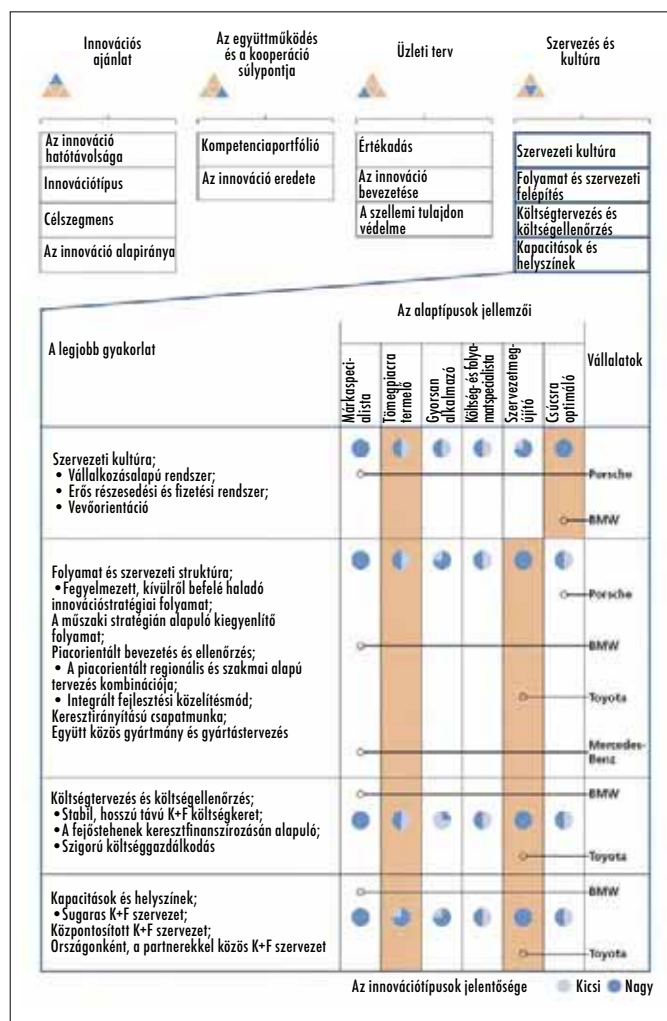
A meglévő részegységek és modulok intelligens kombinációja az egyedi innovációktól a rendszerintegráció felé hajtja az innovációs folyamatokat.

SZÁMOS INNOVÁCIÓ A VÁSÁRLÓKNAK IS TETSZIK

Az OW-tanulmány készítői, az autógyártók vásárlóikat is kikérdezték a gyártói és beszállítói termékekkel szemben fennálló elégedettségükről és kívánságaikról. Válaszaikból kitűnt, hogy számos bonyolult termék van a piacon, melyekkel a használók-felhasználók távolról sem elégedettek. Kifejezetten kifogásolják a termékek



Az autóipar milliárd euróban mért K+F ráfordításainak megoszlása 2005-ben és prognózisa 2015-re



Az OEM-vállalatok innovációmenedzselésének alaptípusai

A GÉPKOCSIKNAK MEGFIZETHE- TŐNEK KELL MARADNIUK

Az ipari országokban az elmúlt két évtizedben a gépkocsik ára megkétszereződött, az átlagjövedelmek ezzel szemben csak a felével növekedtek.

A költségek megújításának ezért a jövőben is az autópálya hasonlóan fontos céljának kell maradnia, mint az innovációk hagyományos differenciálása. Csak így érhető el ugyanis az, hogy a gépkocsik 2015-ben is megfizethetők, és egyidejűleg nyereségesek is legyenek.

A költséginnovációnak ezért az autópályában az innovációk hagyományos differenciálásával egyenértékűen fontos célnak kell maradnia. Csak így lesz elérhető az, hogy a gépkocsi 2015-ben is megfizethető, és egyidejűleg nyereséges termék maradjon. E két cél elérése 1500 euró megtakarítást tesz lehetővé járműegységenként, ami 11%-os költségmegtakarításnak felel meg.

Az olyan költségcsökkentő intézkedések, mint az offshoring (kiszervezés, a K+F tevékenységek külföldre költöztetése), a folyamatgyorsítás, a szabványosítás és a modulositás, vagy épp olcsóbb modellek gyártása, segíthet a mind több funkciót a járműveibe építő autópályában.

A K+F kiadások azonban gyártónként jelentősen különböznek egymástól. Az élvonalas BMW például járművenként 1796 eurót, jó 15-ször többet költ kutatás-fejlesztésre mint a sereghajtó Hyundai, amelynek a járművenkénti K+F kiadása 120 euró járműegységenként. A gyártók fajlagos (egy járműre jutó) kutatási költségei az elkövetkezőkben növekedni fognak. A kínai, az indiai és a dél-koreai gyártók ugyanis a legutóbbi időben egyértelműen növelték K+F költségeiket.

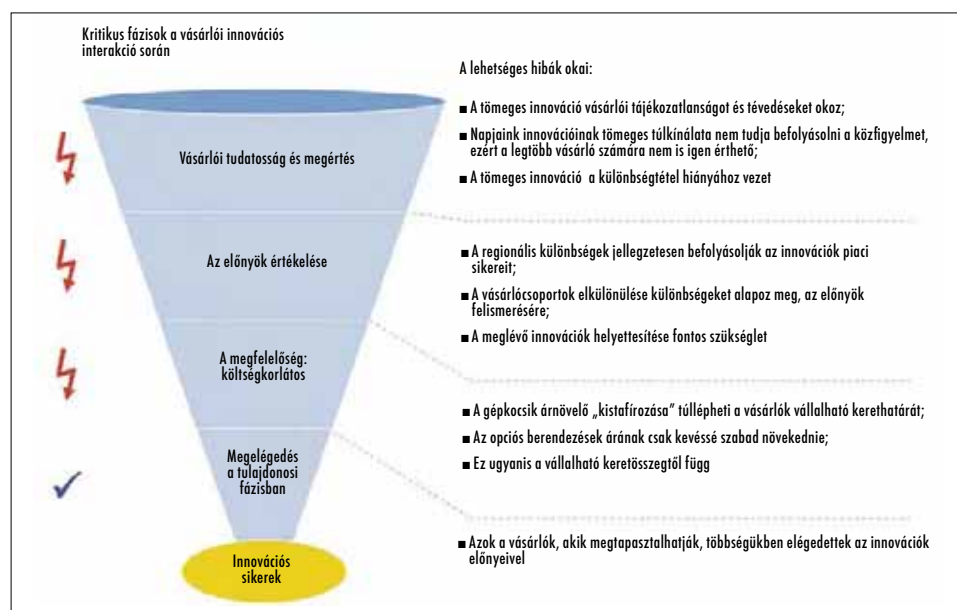
Az ágazat egészét tekintve, a beszállítók és a műszaki szolgáltatók számítanak a fejlesztések nyerteseinek. Évenkénti K+F tevékenységük összkiadása 2005-ben 46 milliárd eurót tett ki, ennek értéke 2015-re eléri a 66 milliárd eurót. A tőkekoncentráció beszállítók körében zajló fokozódása az innovációs folyamatokat is szükségszerűen felerősíti. A beszállítók ezen túlmenően a kiegészítő know-how tevékenységüket is növelik, ami az innováció minőség-növekedésén túl egyben költségcsökkentéssel is jár.

	Eredeti termékgyártók	Az innováció típusa	Innovációs feladat	Fókusz és együttműködés	Üzleti terv	Cég-példák
1	Márkaépítő	Márkaorientált termékinnováció Közepes gazdag vásárlók	Különlegességekre fókuszáló	Erős beszállító szövetség és K+F kiszervezése	Kedvező márkaimázs; Prémium; Erős IP védelmü	BMW Mercedes-Benz
2	Gyorsan követő	Javuló innovációk tömegpiacra vitele	Közepesen fókuszáló Szelektíven együttműködő	A K+F-et széles körben kiszervező	Kis költségvállalás Korrek, gyenge IP védelmü	Daewoo Hyundai;
3	A tömegpiacra alkalmazható	Adaptáció és a meglévő termék-innováció javítása	A teljes K+F kiszervezése	Korlátozott hálózati	Kis költségvállalás Gyenge IP védelmü Kedvező márkaimázs	Ford GM;
4	Szerkezetváltó	Széles körű folyamat-innováció A piaci rés felé tolódó	Hálózatépítő Modulképző	A K+F-et korlátozottan kiszervező	Költségorientált innovációjú Korrek, erős IP védelmü	Toyota VW;
5	Drága termékeket optimalizáló	Részegység- és alkatrészjavításra alapozott prémium termék innováció	Specializációra fókuszáló	Igen korlátozott K+F kihelyezés	Innovatív Erős IP védelmü Kedvező márkaimázs	Porsche Hummer;
6	Költség- és folyamat-specialista	Új gyártási folyamatokra épülő innovációjú Vásárlóorientált	Széles körre fókuszáló	A K+F-et közepesen kihelyező Formális partnerség	Olcsó termék Korrek, erős IP védelmü	Kia Dacia

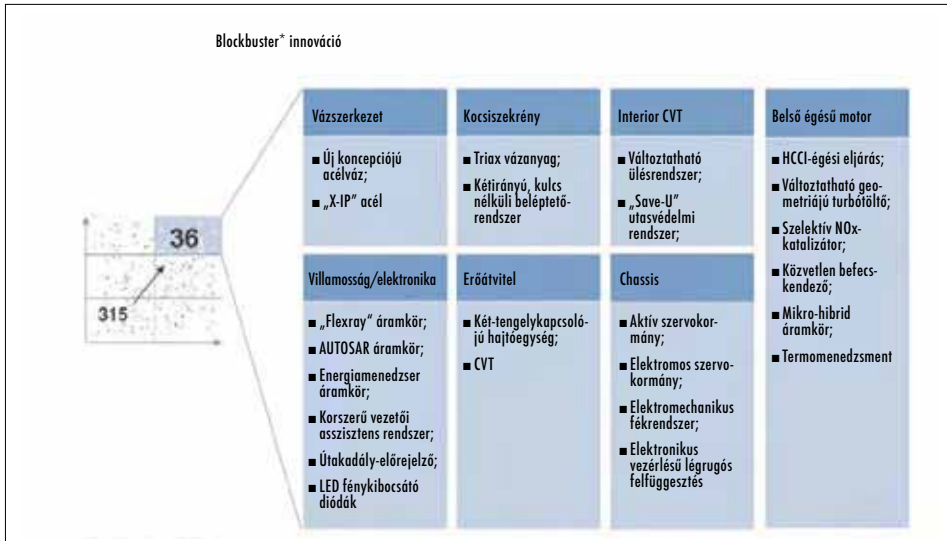
Az eredeti termékgyártók innovációmenedzselésének főbb jellemzői

	Az innováció típusa	Innovációs feladat	Fókusz és együttműködés	Üzleti terv	Cég-példák
1	Radikális innovátor	A régi rendszereit újra cserélő	Specializációra fókuszáló Know-how képes	Prémiumárak Erős IP védelmü	Siemens VDO
2	Funkciókat gazdagító	Új funkciókat piacra bevezető Eredeti termékgyártóra és végfelhasználóra fókuszáló	Funkcionális integrációkereső Know-how képes	Prémiumárak Erős IP védelmü	Gentex
3	Rendszereket összekapcsoló	A funkcionális folyamatokat és termékeket optimalizáló Végfelhasználóra fókuszáló	Új rendszerek hálózati expanziójára koncentrálnak Nyitott kapcsolati rendszerű	Prémiumárak vagy olcsó termékek Korrek, gyenge IP védelmü	ZF Friedrichshafen
4	A precíz folyamatok bajnoka	Szélsőséges folyamatmegújító és azokat széles piacokon elterjesztő A vásárlókhoz alkalmazkodó	A folyamatokra fókuszáló Szövetkezésre nyitott	Olcsó termékeket régi technika-val előállító Gyenge IP védelmü	ElringKlinger
5	Rés piacokba betüremkedő	A rés piacokra jutás érdekében termék és folyamatmegújító Végfelhasználóra fókuszáló	Igen specializált know-how-ra képes Szelektíven szövetkező	Prémiumárakkal működő Változó IP védelmü	Elmos
6	Modul-formáló	Modulok tervezésére és folyamatgyártására fókuszáló Meghatározott modulokat új egyedi know-how-val kombináló	Eredeti termékgyártóval szövetkező/ rendszer-egybekapcsoló;	Az eredeti termékgyártótól értékeket szerző Költségeket modulalapon csökkentő	Brose

A beszállító vállalatok innovációmenedzselésének főbb jellemzői



Innovációs hibákra mutató ügyfélreakciók



Csak néhány innováció válhat legkedveltebb terméké

AZ ELKÖVETKEZŐ INNOVÁCIÓK ÜZLETI MODELLJE

Az OW munkatársai a legsikeresebb autógyártók innovációs stratégiáját tanulmányozták. Eredményeiket az innovációs stratégia alapjai című fejezet tartalmazza. A mindenkor üzleti modellnek négy, egymással fogaskerékszerűen kapcsolódó elemre kell épülnie: az ügyfeleknek tett innovációígéretekre, az innovációs hálózat megfelelő K+F-kompetenciáira, az innovációk kezeléséről szóló üzleti esetkezeltésre, valamint az innovációs szervezetre. Az automobil-innovációk a jövőben is kulcsszerepet játszanak az egyéni mobilitás fenntartásában. Az ágazat legnagyobb feladatai: az üzemanyag-fogyasztás, az emissziók, a nyersanyag-felhasználás és a költségek csökkentése. E legfőbb célok túl a vállalat kutatás-fejlesztésének közelebb kell kerülnie a vásárlókhöz és a képviseltekhez, ki kell küszöbölnie a fölösleges projekteket, és javítania kell az új fejlesztések elfogadásán.

AZ AUTÓIPARI K+F TÍZ LEGFONTOSABB SIKERTÉNYEZŐJE

Előremutató műszaki vízió. A vállalati vezetésnek hosszú távú innovációs tervet kell készítenie, és azt anélkül kell végrehajtania, hogy az ütközne a rövid távú végrehajtás teendőivel.

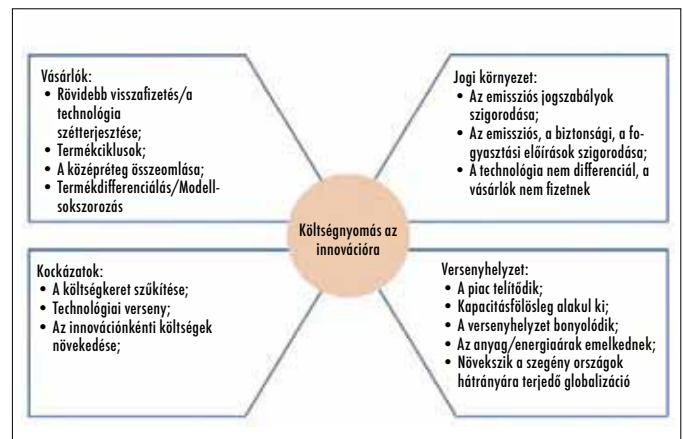
A vásárlók megismerése. A vásárlói preferenciák jobb megértéséhez a vállalat innovációs tervét a vásárlók érdekeivel összehangoltá kell alakítani.

Stratégiai illeszkedés. A gyártóknak és a beszállítóknak a K+F stratégiáikat már a tervezés korai időszakában szinkronizálniuk kell a célvásárlókkal és a hálózati partnerekkel.

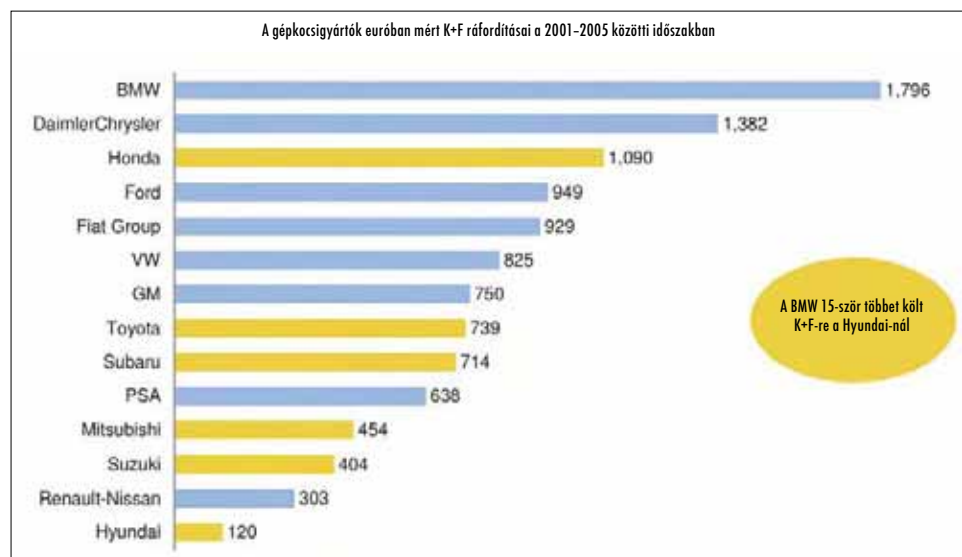
A K+F jogosultságok fókuszálása. A legjobb innovátoroknak össze kell hangolniuk K+F jogosultságaikat, és K+F stratégiáikat fokozott gondossággal össze kell hangolniuk.

Stratégiai partneri viszony kialakítása. A K+F hálózatok növekvő komplexitása a beszállítók számára is döntő sikertényező.

A munkatársak bevonása. A vállalatoknak a sikeres innovátor munkatársakat a K+F tevékenységek minden szintjén be kell vonniuk a megvalósításba.



Az innovációra folyamatos költségnyomás nehezedik



A gépkocsigyártók euróban mért K+F ráfordításai a 2001–2005 közötti időszakban

A hibrid hajtású gépkocsik fejlődése

Petrók János

Az elmúlt évtizedben egymilliónál több hibrid gépkocsi gördült a világ útjaira. Manapság 400 ezernyi hibrid járművel bővül évente a világ gépkocsiállománya. Ennek kétharmada az amerikai, negyede az ázsiai-óceániai, a többi az európai kontinensen talál gazdára. Hazánkban néhány száz a hibrid autók száma. A hibrid hajtás előremutató hajtásmód, ugyanis bármilyen üzemanyagú gépkocsi mozgatásához előnyös megoldást kínál, a hidrogént is ideértve.

In the last decade more than 1 million hybrid vehicles rolled to the streets of the world. Nowadays the stock of hybrid vehicles grows by 400000 vehicles per year. Two-thirds of them are sold on the American continent, one-fourths in the Asia-Pacific region and the rest in Europe. In Hungary there are only a few hundred hybrids. The hybrid drive is a favourable technology, as it offers an advantageous solution for all the vehicles using different kind of fuels, including hydrogen too.

A jármű hajtására legalább két különböző erőforrással, és két különböző energiatároló rendszerrel gyártott gépkocsikat hibrid hajtású, röviden hibrid gépkocsiknak nevezzük. A hibrid hajtás legfőbb előnye, a különböző erőforrások és energiatároló rendszerek előnyeinek egyesítése. A hibrid jármű villanymotorja kiegészíti a belső égésű motor teljesítményét, ez megnöveli a jármű gyorsító képességét, és javítja a hajtás rugalmasságát.



Európában, az 1899-ben kifejlesztett, Lohner-Porscht tekintik az első hibrid hajtású gépkocsinak

A hibrid hajtásmód a villamos hajtás 80% körüli hatásfokának előnyét hasznosítja, a belső égésű motorral végzett hajtás 15% körüli hatásfokával szemben úgy, hogy kifinomult irányítórendszerének köszönhetően, egyszerűen kikapcsolja a belső égésű motor kedvezőtlen emissziójú hajtásállapotát.

Az eddigi hibrid autók belső égésű motorjai kizárólag benzinmotorok voltak, jóllehet, a dízelmotorok nagyobb hatásfokúak, kisebb fajlagos fogyasztásúak és kisebb az üvegházhatású gáz kibocsátásuk.

A hibrid járművek szerkezetileg legegyszerűbb csoportját a mikrohibridek képezik, amelyek különösen alapjáratú tartományban és féküzemben teszik takarékosabbá és kevesebb CO₂-emissziójúvá a benzinmotor működését. Náluk, szerkezetileg a „mild” vagy lágy hibridek bonyolultabbak, amelyek a belső égésű motorén túl, jelentős többlet nyomaték kifejtésével javítják a jármű menetdinamikáját. A full (nagy méretű) vagy strong (erős) hibridek villamos teljesítménye és hajtónyomatéka összemérhető a belső égésű motoréval.

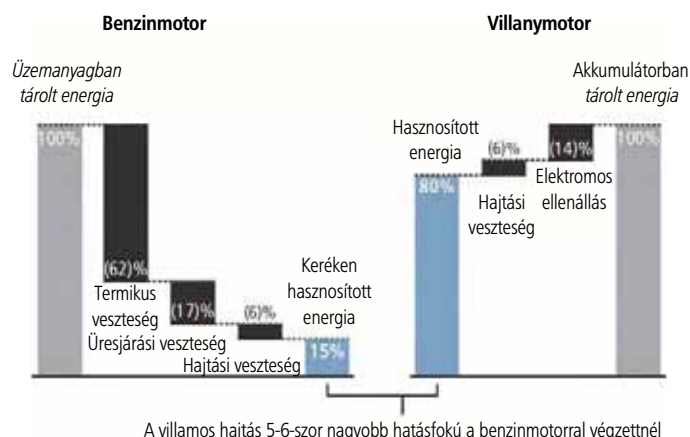
A hibrid autók benzinmotorúnál takarékosabb változatai a dízel-hibridek és a hálózatról is tölthető, plug-in hibridek, amelyek napjainkban kerülnek rendszerbe állításra. Az előbbieket Európában, az utóbbiak az USA-ban és Japánban.

Gépkocsihajtásmódok	Korszerűség	Üvegházhatás	Légszennyezés
5. Benzinmotor	+/-	+	+
4. Benzin-hibrid	+	+	+
3. Biodízel	+	++	+
2. Villamos gépkocsi	++	+/-	++
1. Plug-in hibrid	++	+	+

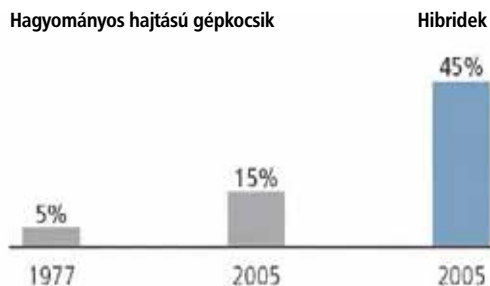
++ kitűnő + jó +/- megfelelő

Gépkocsihajtásmódok alkalmazása

További fejlesztési törekvés a fosszilis energiahordozók felhasználásának csökkentése, és megújuló energiaforrásokkal – napenergiával, illetőleg növényi és állati energiahordozók bioenergiává alakításával – végzett helyettesítése. Az előbbire a Honda és a plug-in hibrid Toyota Prius, az utóbbira a Saab



A hibrid hajtásmód a villamos hajtás, belső égésű motorral végzett többszörösen meghaladó hatásfokának kihasználására épül

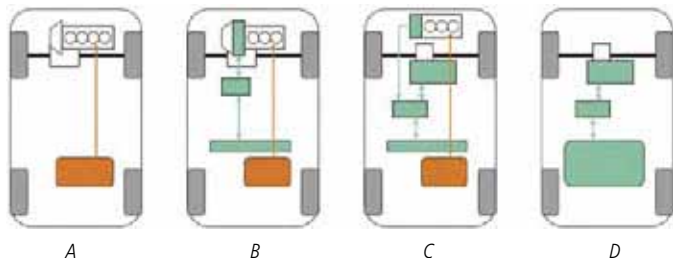


A hibrid gépkocsik elektronikai és villamos értékhányada legalább háromszorosa a belső égésű motorral hajtottakénak

BioPower Hybrid belső égésű motorját fosszilis energiafelhasználás nélkül, bioenergiával működtető megoldása kínál előremutató példát.

MIÉRT ÉRDEMES HIBRIDESÍTENI?

Az IPCC, földi éghajlatváltozásról, az év elején közzétett jelentése szerint, bolygónk egyre gyorsuló ütemben, melegebb időszak felé tart. Az ezzel járó éghajlatváltozás kockázatának növekedése igazolhatóan emberi eredetű üvegházhatású gáz kibocsátás következménye. A jelentés készítői kimutatták: a légkör további felmelegedését megakadályozandó, a gáz kibocsátások elviselhető ráfordítással mérsékelhetők. Úgy, hogy a továbbiakban a Föld országainak, több száz éven át, alkalmazkodniuk kell a változó klíma következményeihez. A fokozódó felmelegedés megelőzésének késlekedése ugyanis, egyre kritikusabb helyzettel kényszeríti szembesülni a világot.



A személygépkocsi-hajtások felosztása, a használt hajtóenergia-fajta szempontjából: A: fosszilis üzemanyagú, belső égésű motorú hajtás. B: fosszilis üzemanyagú, belső égésű motorú párhuzamos hibrid hajtás. C: fosszilis üzemanyagú, belső égésű motorú soros hibrid hajtás. D: tisztán villamos hajtás

Ezért a fejlesztőknek arra kell törekedniük, hogy az elkövetkező években egyre kevesebb környezetet és éghajlatot károsító jármű készüljön, a korábbiakénál nagyobb hatótávolsággal, az üzemidejük pedig mind kisebb mértékben függjön a kőolajtól.

Hibridfajta	Mikro	Mild	Medium	Full
Újratölthetőség	+	+	++	+++
Start & Stop	+	+	+	+
Gyorsítássegély	-	-	++	+++
Villamos hajtás	-	-	-	+
Üzemi feszültség, V	12/14	36/42	144	>200
Tárolóképeség, Ah	50–60	15–20	6–8	>6

Megjegyzés: + Egyszerű; ++ Elvisehető; +++ Túl sokáig tart

A hibrid hajtások főbb használati jellemzői

A környezeti célok megvalósításának kiváló eszköze a hibridesítés, amely a villamos hajtás hatótávolságának és dominanciájának növelésével és a belső égésű motorok üzemidejének csökkentésével, energetikai feladattá módosítja a környezetkárosításának problémáját.

Eddig a személygépkocsikat döntően belső égésű benzinüzemű erőforrások hajtották. Dacára annak, hogy a gépkocsihajtások első negyedszázadában jóval nagyobb hatásfokú, villamos hajtású gépkocsik is készültek és a benzinmotorokénál a dízelmotorok is kedvezőbb hatásfokon üzemelnek.



A legegyszerűbb hibrid hajtás egyetlen indítógenerátorból áll (Opel Corsa)

Napjaink hibrid autói ma még távolról sem a kategóriák legolcsóbb járműeszközei. A hibrid járművek ára a villamosenergia-tárolás miatt magas. Jóllehet, a hagyományos járművek csak elektromos fedélzeti energiatárolókkal villamosíthatók. A villamosenergia-tárolásra az elektrokémiai akkumulátorok és az ultrakondenzátorok kombinációja kínál ígéretes megoldást. A motorbenzinek (és dízel gázolajok) energiasűrűsége ugyanis e két tárolóelem együttes használatával közelíthető meg a legjobban.



A Porsche Cayenne Hybrid hajtóelemeinek elhelyezése

A mai villamos hajtások hatásfoka 3–4-szerese a belső égésű motorokénak. A ma piacon kapható, legnagyobb fajlagos energiasűrűségű lítiumion akkumulátor energiatartalma is csupán hetede egy átlagos méretű tartályban lévő benzin energiatartalmának. Ilyen, 100 kWh tárolóképeségű akkumulátor villamos energiájával, kb. 500 km-nyi utat tehetünk meg. A nagyobb gondot azonban az akku feltöltése jelenti. A benzintartály 6 percnyi (1/10 óranyi) tankolási ideje alatt, 1 MW-nyi villamos



A Porsche Cayenne, tengelykapcsolóval egybeépített mildhibrid hajtásának részegységei

teljesítményt kellene tudni az akkumulátorba belegyömöszölni. Ez ma még lehetetlen feladat. A belső égésű motorhajtás rossz hatásfokán és a villamos üzem kis hatótávolságán, a két erőforrás kombinálását jelentő hibrid hajtás javíthat. Különösen akkor, ha az utántölthető akkumulátorral készül (plug-in hibrid hajtás). A dízelhibrid, külön ráfordítás nélkül is nagyobb hatásfokú, és környezetkímélőbb másfajta hajtáskombinációnál. Biodízel üzemanyaggal működtetve klímavédőbb és dinamikusabb, utántölthető (plug-in) üzemeltetéssel pedig energiatakarékosabb is egyben.



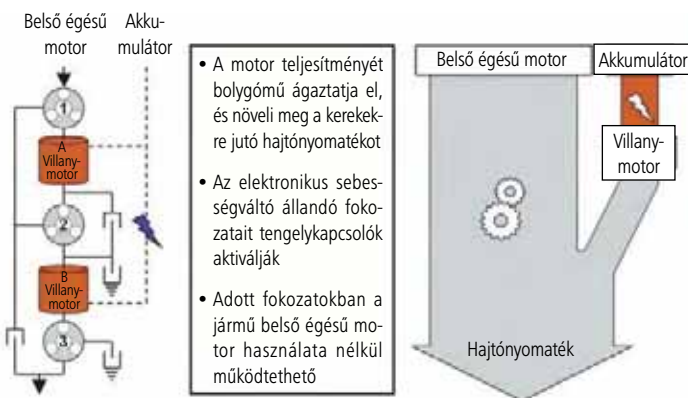
A Porsche Cayenne Hybrid erőátvitelének egyidejű mechanikus és villamos hajtás üzemmódjában

Mint ismeretes, az energetikai eszközök világában nincsenek csodák. Ha a hibrid járművek kémiai üzemanyag-felhasználását, több villamos energia ráfordításával akarjuk csökkenteni, azonos összes energia felhasználása esetén, a korábbinál nagyobb villamosenergia-tárolóra és kisebb üzemanyag-tartályra lesz szükségünk.



A kettős üzemű hibrid hajtórendszer mechanikus szerkezeti elemei

Európában a 2008-as év lesz a hibrid hajtású gépkocsik sorozatgyártásának induló éve. V6-os, hathengeres benzín-, 38 kW-os, villanymotorral és 288 V-os nikkel-metálhidrid akkumulátorral. A dízelhibrid európai törekvés. A dízelhibrid megoldandó problémája a gyorsító képesség javítása. A dízelmotorú gépkocsikon ugyanis kis fordulatszámra a turbólyuk miatt, nagy sebességen, a dízelmotor kisebb vég fordulatszám közeli kisebb teljesítménydotációja miatt haladja meg, a benzines hibrid hajtású gépkocsik gyorsítási időigényét.



A kettős üzemű hibrid hajtórendszer két további tengelykapcsolót foglal magába. Ezekkel, és az elektronikus sebességváltó használatával úgy ágaztatható el a motor teljesítménye, hogy a párhuzamos, hibrid üzemű jármű négy állandó fokozatban működtethető

A dízelhibrid premierjét Európában 2009-re ígérik, a már bemutatott Peugeot 307-es és a Citroën C4 Hybride HDi dízelhibrid sorozatgyártású változatoként. A Daimler egy évvel ennél is későbbre ígéri Mercedes-Benz, S 320 és 350 jelű, Bluetec Hybrid járműveinek gyártásba vételét.



A kettős üzemű hibrid hajtórendszer, az év zöldautójának (2008 Green Car of the Year®) választott Chevrolet Tahoe Hybrid SUV-ben

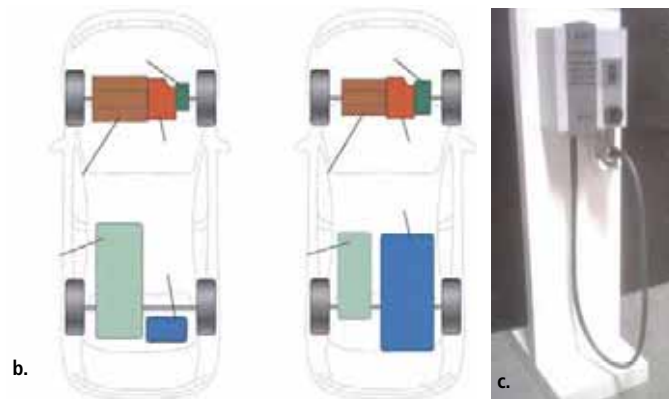
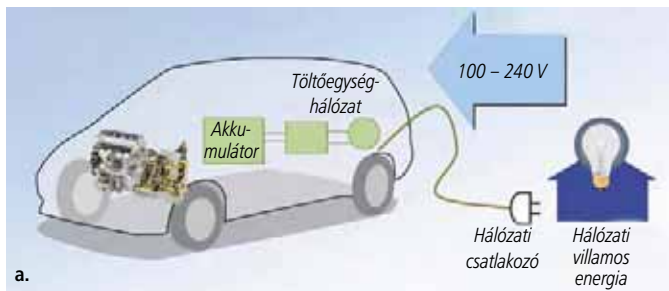
ÚJ FEJLESZTÉSTENDENCIÁK

Az előttünk álló években az éghajlat globális védelme jelenti az autóipar legnagyobb kihívását. Olyan kihívást, amelyben a gépkocsi üzemanyag-megtakarítása fontosabb azok emisszióinál. A globális túlélés érdekében mindez nem óhaj, hanem parancsoló szükségszerűség, amely átrendezi a fejlesztési prioritásokat is. Ennek érdekében a hibrid hajtású gépkocsik fejlesztése a belső égésű motorral és a villanymotorral végzett hajtás hatásfokának növelése irányába mutat.



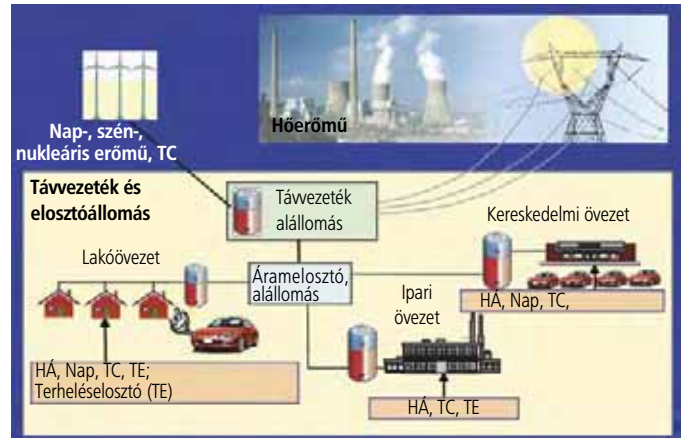
A Peugeot 307-es és a Citroën C4 Hybride HDi dízelhibrid hajtórendszerének felépítése. 1. Soros, 4 hengeres dízelmotor. 2. Dízel részecszeszűrő. 3. Start-stop rendszer. 4. Állandó mágnesgerjesztésű szinkrongép. 5. Automatikus kapcsolású, 6 fokozatú sebességváltó. 6. Inverter, villamos teljesítményfokozat. 7. 12 V-os akkumulátor. 8. A hibrid hajtás vezérlőegysége. 9. Tápkábelek. 10. Nikkel-metálhidrid akkumulátor

Abban, hogy a hibrid hajtás a célélérés elidegeníthetetlen eszközévé válik a közelebbi jövő új autóin, mindhárom autós régióban egyetértés van. Az új autók felét dízelmotorral gyártó Európa, a hibrid hajtás dízelesítésében, a japánok a benzinüzemű hibrid hajtás továbbfejlesztésében, az amerikaiak a benzinüzemű hibrid hajtás villamos teljesítményének növelésében látják a következő évek megoldását.



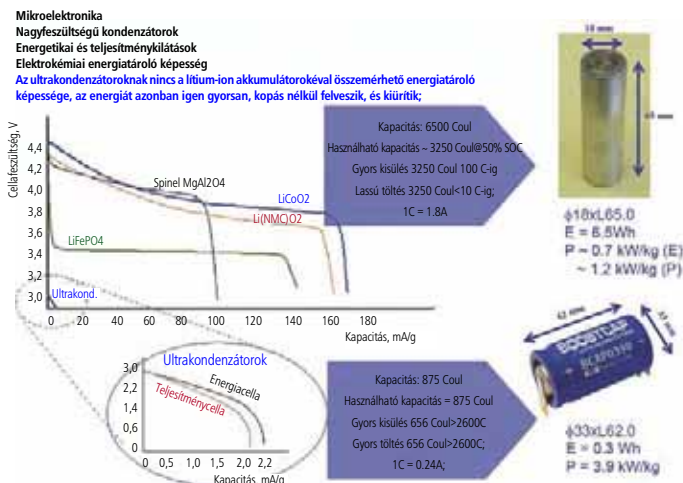
A plug-in rendszerű hibrid gépkocsi (a), nagyobb akkumulátorral és kisebb üzemanyag-tartállyal készült (b). A jármű napközben lemerült fedélzeti akkumulátora éjszaka, hálózati villamos energiával tölthető fel. Képünk a töltőegységet ábrázolja (c)

A belső égésű járműmotor és a villamos gép kombinálta hibrid hajtás nagy lehetőségeket hordoz az üzemanyag-fogyasztás, és a CO₂-kibocsátás csökkentésére. A tisztán benzin- és dízelmotoros hajtásokhoz képest a benzinmotoros hibridek 25, a dízelmotorúak 20 százalékos CO₂-kibocsátás megtakarítását teszik lehetővé. A közvetlen benzinbefecskendezés és a sebességváltók optimalizálásával az említett lehetőségek 1–5%-kal tovább növelhetők. Különösen a fullhibrid-hajtások villamos gépei képesek kellően nagy teljesítményt kifejteni ahhoz, hogy a vele hajtott jármű, károsmisszió-kritikus menetállapotokban, kizárólag villamos üzemben, azaz zérus emisszióval közlekedhessenek. Mivel a



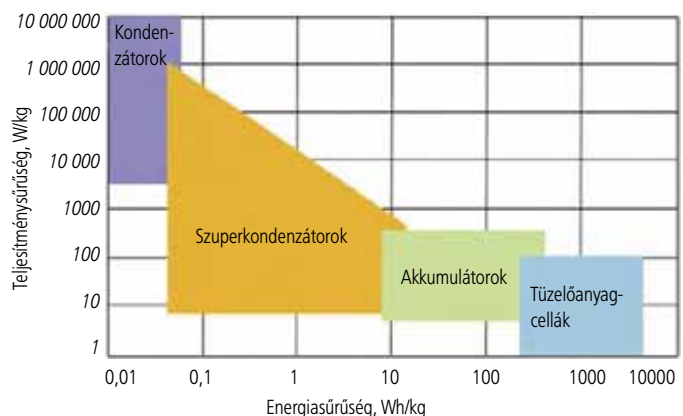
A plug-in hibrid gépkocsik tömeges elterjedése nemzeti léptékű áramszolgáltató infrastruktúra kiépítését és működtetését igényli

villamos motor rásegítése a gyorsítások során is jelentősen támogatja a belső égésű motort, a zsúfolt városi közlekedésben számottevően javítja a dinamikus haladást és a forgalmi áramlat felgyorsítását.



A hibrid járművek energiatároló képessége ultrakondenzátorok használatával növelhető

A Bosch elsősorban a párhuzamos-hibridhajtás fejlesztését helyezi a középpontba, amely rendszer a moduláris felépítésnek köszönhetően a járműgyártó hajtásigényének megfelelően alakítható ki. A párhuzamos-hibridhajtás többféle sebességváltó-fajtával kombinálható, melyekkel a legkülönbözőbb piaci



A hibrid hajtás energiatároló eszközeinek teljesítmény- és energiasűrűség-diagramja

2007	További autógyártók indítanak hibridgépkocsi-gyártást
2007	Bevezetik a dízelhibrid gépkocsigyártást
2007	Korszerűbb benzinmotorokat vezetnek be
2008	A Toyota beindítja a Prius 3. generációját
2008	Megkezdik a lítiumakkumulátoros hibrid gépkocsik gyártását
2008	Bevezetik az Euro 5-ös emissziós előírásokat
2009	Elkezdik a növelt tárolókapacitású plug-in akkumulátorok gyártását
2010	A Toyota valamennyi modelljét hibrid változatban is gyártja
2010	A hibrid gépkocsik eladásának részaránya 10,6%-ra nő
2011	A plug-in hibridek hatótávolsága 10 mérföldre nő
2012	A Toyota beindítja a Prius 4. generációját
2012	A klímaváltozás miatt tovább szigorodnak az emissziós előírások
2013	A gépkocsimodellek többségét hibrid változatban is gyártják
2013	A plug-in hibridek hatótávolsága 30 mérföldre nő
2014	A nikkellalapú akkumulátorokat kivonják a járműgyártásból
2015	A gépkocsik többsége hibrid változatban készül
2020–25	A plug-in hibridek hatótávolsága meghaladja a 50 mérföldet
2020–25	Megkezdik a tüzelőanyag-cellás gépkocsik sorozatgyártását
2030	A hibrid gépkocsik eladásának részaránya eléri a 85%-ot

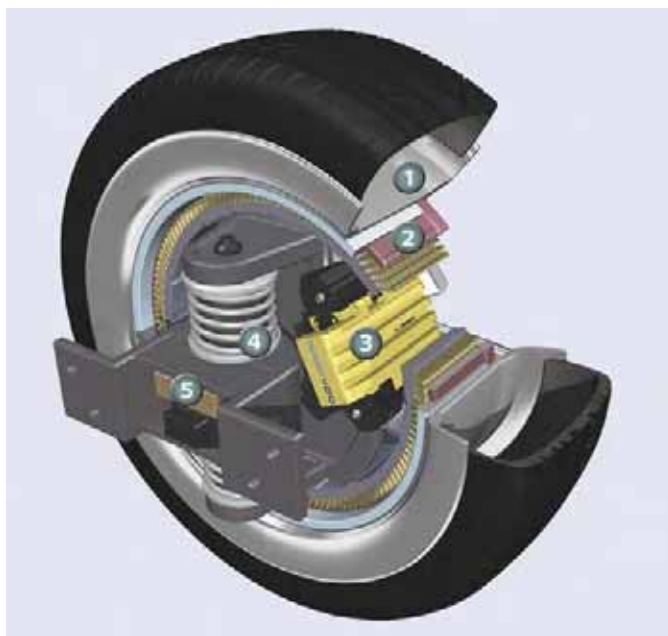
A hibrid gépkocsik elterjedésének prognózisa, 2030-ig

1999–2005	2006	2007–2009
Ford: Escape, Mariner GM: Sierra, Silverado Honda: Accord, Civic, Insight Toyota: Alphard, Crown, Estima, Highlander, Kluger, Prius, Lexus RX 400h	DaimlerChrysler: Ram GM: Equinox, Saturn VUE Honda: Acura TL Nissan: Altima Toyota: Avalon, Camry, Tacoma, Lexus GS 450h, Lexus LS 600h	Audi: Q7-SUV BMW: X3 DCX Dodge Durango, Mercedes S Ford: Fusion, Futura, Marina, Milan, Zephyr, Mazda Tribute Geely: Maple GM: GMT900, Malibu, Sierra*, Silverado*, Tahoe, Yukon Honda: Acura, MDX, CR-V, Fit, Pilot Hyundai: Accent, Getz Kia Motors: Rio Mahindra & Mahindra: Scorpio Peugeot: 307, Citroën C4 Porsche: Cayenne, Panamera Saab: 9-3 Subaru: Legacy, Outback Toyota: Corolla, Land Cruiser, Sequoia, Sienna, Tundra, Lexus ES 330, Lexus LS 30, Lexus LX 470 Volkswagen: Jetta, Passat, Touareg

A személygépkocsi-gyártók hibrid járművei



A Siemens VDO kerékagy motorjának felépítése



A Siemens VDO kerékagy beágyazott hajtó, fékező és kormányzó elemei. 1. Keréktárcsa. 2. Kerékagyba ágyazott villanymotor. 3. Elektromos fék. 4. Aktív kerékelfüggesztés. 5. Elektromos kormányzó

igények is kielégíthetők. A Bosch tervei szerint, a piac 2015-ig 50–50 százalékkal nő majd meg a párhuzamos és az osztott teljesítményű hibrid hajtások között.

Különösen az USA államaiban, Kanadában és Mexikóban, továbbá Japánban várható a hibrid hajtások intenzívebb piaci növekedése. 2015-re a Nafta térség országaiban 4, Japánban 9% részesedést érhetnek el a hibrid hajtású gépkocsik. Európában alig 1–2%-ra tehető a lágy és az erős hibrid hajtások gyártása.

További előnnyel jár az is, hogy a hibrid járműveknek a mellékhatásai is villamos működtetésűek, ami tovább csökkenti a járműfajta üvegházhatású gázkibocsátását.

Az amerikai plug-in hibridek fejlesztése az olcsó éjszakai áram hasznosításának lehetőségéből indult ki. A következő évtizedben várható nagyobb elterjedésük feltétele a 24 órás gépkocsiakkumulátor-feltöltő hálózat kiépítése, automatikus feltöltési díjszámloló infrastruktúrával, és automatikus dokkolással végzett feltöltéssel. Ennek tervekkel megalapozott időpontját az amerikaiak 2020 utánra teszik.



A Saab BioPower Hybrid belső égésű motorját fosszilis energiafelhasználás nélküli, megújuló bioenergia működteti

KETTŐS ÜZEMŰ HIBRID HAJTÓRENDSZER

Nagy tömegű járművek hibridesítésére a GM, a DaimlerChrysler és a BMW különleges, kettős üzemű hibrid hajtórendszert fejlesztett ki összehangolt, többéves munkával. A kettős üzemű hibrid hajtórendszer legeredményesebben az év zöldautójának (2008 Green Car of the Year®) választott Chevrolet Tahoe Hybrid SUV-n mutatkozott be.

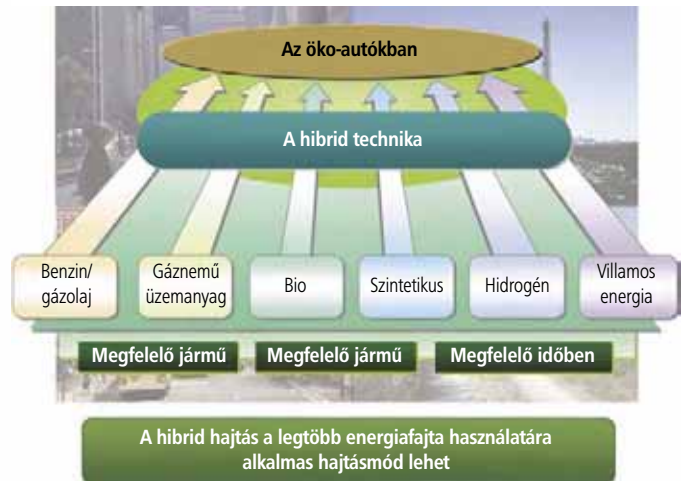
A megfelelően hangolt elektronikus sebességváltónak és a kettős üzemű hibrid hajtásának köszönhetően, a teljes üzemi tartományában 25%-os, városi üzemből 40%-os üzemanyag-megtakarítást értek el, a 3 tonna saját tömegű, amerikai fullhibrid SUV-modellen.

A kettős üzemű hibrid hajtórendszer két üzemmódjával és négy sebességfokozatával a következő hat üzemállapot hozható létre.

- Egyszeres teljesítményelágazás esetén a jármű fokozat nélkül üzemeltethető.
- Kétszeres teljesítményelágazás esetén a jármű szintén fokozat nélkül üzemeltethető.
- A két villanymotor egybekapcsolásával, egyszeres teljesítményelágazással, a jármű intenzív gyorsításra és lassításra alkalmas villamos üzemmódban, 1-es fokozatban működtethető.



A plug-in hibrid Toyota Prius akkumulátora napenergiával is tölthető



A Toyota szerint a hibrid hajtás a jövőben is a legtöbb energiafajta használatára alkalmas hajtáskonceptiót jelent

- Az egyik villanymotor bekapcsolásával, a jármű gyorsításra és lassításra alkalmas villamos üzemmódban, 2-es fokozatban működtethető.
- A két villanymotor egybekapcsolásával, kétszeres teljesítményelágazással, a jármű gyorsításra és lassításra alkalmas villamos üzemmódban, 3-as fokozatban működtethető.
- Az egyik villanymotor bekapcsolásával, egyszeres teljesítményelágazással, a jármű gyorsításra és lassításra alkalmas villamos üzemmódban, 4-es fokozatban működtethető.

A fokozat nélküli áttételek és a négy sebességfokozat kombinációjával a kettős üzemű hibrid hajtórendszer, a rángatásmentestől a sportos üzemig, minden sebességtartományban kényelmes haladást tesz lehetővé.

A HIBRID JÁRMŰVEK MŰKÖDÉSSZABÁLYOZÁSA

A hibrid járművek irányítóközpontja a hibridmenedzser egység. Ez a belső égésű és a villanymotor, illetőleg az akkumulátor működését irányító részegység a pillanatnyi haladási és energetikai állapotoknak megfelelően optimalizálja a jármű kétféle hajtóegységének működését és az akkumulátor töltését. A hibridmenedzser egység másodpercenként 20 ezer műveletet végez, így több mint háromszor gyorsabb a belső égésű motorok, 6000 utasítás/s műveleti sebességű vezérlőegységénél.

A hibrid járművek működésének szabályozása eltér a tisztán belső égésű motorral hajtott gépkocsikétól. Amíg ugyanis a tisztán belső égésű motorral hajtott gépkocsikon a jármű erőforrásának működése teljes mértékben a vezető teljesítményigényét (gázadását) követi, a hibrid járműveken a teljesítményvezérlés, emissziókorlátozott folyamat. Ez azt jelenti, hogy a jármű erőforrásainak állapotváltozása, az emissziónövekedéssel járó gyors (tranzien) beavatkozások elkerülésére, 1 másodperc körüli késedelemmel követi a kezdeményezett gyorsítási vagy lassítási folyamatokat. Az emissziókorlátozott vezérlésmód lehetőséget ad a belső égésű motor fokozott károsanyag-kibocsátással járó üzemi állapotainak villamos hajtással végzett kiküszöbölésére, konvojban vagy akadályoztatott városi forgalomban való haladás esetén.

A világ hibridgépkocsi-állománya az ABI Research kutatóintézet előrejelzése szerint, 2013-ban lépi túl a 2 milliót. Úgy, hogy ennek fele az USA útjain fut majd.

A hibridpiac a járművek árcsökkenése és a fedélzeti energiatárolás megújulása nélkül, az elkövetkező öt évben csak lassú bővülésre számíthat. (A fedélzeti energiatárolás új lehetőségeiről a szerző Autótechnikában megjelenő írása foglalkozik.)

SAE webkonferencia

Az SAE International 97 országban működő, 90 ezres létszámot meghaladó, nemzetközi szervezet, földön, vízen, levegőben, erőből mozgó járművek szakemberei számára. Az SAE szakmai eseményeket szervező, szabványokat és műszaki információkat készítő szervezet. Széles körű tevékenysége a szakmai informatika minden ágára kiterjed, szerte a világon. Így, egyebek között az interneten zajló webkonferenciák (WK-k) megszervezésére és lebonyolítására is.

November végén, a Közlekedéstudományi Intézetben másodikban gyűltünk össze webkonferenciára. A WK-k témáiról és időpontjáról dr. Merétei Tamás, a KTI tagozatvezető-helyettese, tagi jogon kap tájékoztatást. A KTI vezetése a téma aktualitásának megfelelően dönt a WK-n való részvételről. Az esemény előkészítése intézeti jelentkezéssel, a részvételi díj SAE-nek való kifizetésével folytatódik.

A WK, a KTI tanácsterme és az előadás amerikai helyszíne között, nem igényel kétirányú képátvitelt. Képtovábbításra ugyanis csak az amerikai előadásképek, KTI tanácstermébe juttatásakor került sor. Úgy, hogy a beszédkommunikáció, hagyományos telefonvonalon, az előkészületi információátvitel e-mailen zajlik.

Az eseményt megelőzően, a rendezvény KTI-s szervezői időegyeztetést követően, a megfelelő összeköttetések létrehozásával kipróbálják az átviteli vonalakat. A kipróbált vonalakon az SAE, az esemény előtti napon a KTI-s szervezők pedig az esemény résztvevőinek számítógépére továbbítják az előadások pdf-formátumú képanyagát. Így a KTI tanácstermében helyet foglaló hallgatóság felkészülhet az előadáshoz kapcsolódó kérdések megfogalmazására.

A WK előadások átvitelét az SAE által előzetesen megadott, és a KTI géprendszerére letöltött program használata tette lehetővé. A web-konferencia a képek tanácstermi kivetítésével és a telefonbeszéd kihangosításával, angol nyelven folyik.

Az internetes megbeszélések egybeszervezésének legelterjedtebb eszköze a WebEx elnevezésű számítógépi programrendszer. Az SAE, az általa szervezett webkonferenciához is hasonló programot ad. Ennek segítségével nemcsak PC-k, hanem laptopok és PCA-k is tárgyalásba kapcsolhatók.

Általános gyakorlat, hogy amíg a videokonferencia főleg a felsővezetők speciális rendezvényévé válik, az alsóbb vezetők a webes összejövetelekre szakosodnak. A helyzet kedvező megítélését mutatja, hogy a Microsoft megvette a WebEx, Placeware nevű versenytársát, és annak termékét, Microsoft Office Live Meeting néven be is építette irodai csomagjába.

A Microsoft Office Live Meeting, webes konferenciaprogram használatával az értekezlet vezetője (az „előadó”) ütemezheti az értekezleteket, és meghívhat résztvevőket. Amint a résztvevők az adott időpontban bejelentkeznek a Live Meeting webhelyre, máris kezdetét veheti az értekezlet.

Az előadók egyetlen munkamenetben lehetővé tehetik a résztvevőknek az asztal megtekintését. Úgy, hogy az előadók számítógépén látható információk a virtuális résztvevők képernyőjén is megjelenjenek.

Továbbíthatnak PowerPoint-bemutatókat, vagy Excel munkalapon nyújthatnak a hallgatóságnak lépésenkénti útmutatót. A Live Meeting-program szöveges csevegésre, on-line szavazásra, faliújságrajzok továbbítására, továbbá bemutatók rögzítésére és lejátszására nyújt lehetőséget.

A program azonnali üzeneteinek használatával, alkalmazások és a faliújság megosztására; fájlok/fényképek küldésére és fogadására; szemtől-szembeni videokonferencia használatára és szóbeli üzenetváltásra nyílik lehetőség.

TOVÁBBI TUDNIVALÓK A WK-RÓL

WK-n való részvétel esetén senkinek sem kell repülőjegyet vennie és vételárat fizetni az utazásért (mivel utazni sem kell). A WK módszerek lehetőséget nyújtanak diavetítések bemutatására, továbbá a dokumentumok több vagy kevesebb személy közötti megosztására, akik a számítógépük előtt ülnek. A résztvevők a beszédkapcsolat létesítéséhez telefonos konferenciaközpontot vesznek igénybe.

Mivel nem igényelnek speciális hardver- vagy szoftvereszközöket, a WK költsége jelentősen kisebb az utazásokénál (tekintettel arra, hogy a lebonyolítása csupán telefon, internet-számítógép és böngésző használatát igényli).

A korábban nagy reményeket ígérő, nehézkes videokonferenciázást, mindinkább a könnyebben hozzáférhető eszközök használatán alapuló webkonferencia váltja fel.

A meglévő telefon mellett ugyanis, mind több vállalkozásnak van internet-hozzáférésű PC-je. Az internet használatáról hamar kiderült, hogy a Föld túlsó oldalán lévő partnerekkel is könnyű beszéd- és videokapcsolatba lépni, anélkül, hogy a résztvevőnek végig kellene szenvednie a videokonferenciák értekezletekhez hasonló, közös guggoláit.

Előnyei és hasznossága miatt, a webkonferenciát mint új infokommunikációs formát, jó szívvel ajánlom a Jövő Járműve kiadóvezetőinek és olvasóinak szíves figyelmébe.

Az utóbbi SAE WK a „Hibridüzemű járművek – Az optimális fedélzeti energiatárolás kutatása (Hybrid Vehicles – The Search for Better Onboard Storage)” címet viselte. Főbb megállapításait „A hibridhajtású gépkocsik fejlődése” című írásunk tartalmazza.



Az SAE webkonferencia szervezői és technikai eszközei

BRT – A tömegközlekedés új dimenziója

Balvin Nándor

ipari formatervező,
Kaposvári Egyetem
Művészeti Kar,
a Moholy-Nagy Művészeti
Egyetem Doktori
Iskolájának hallgatója

Amikor egy város vezetése elhatározza, hogy fejleszti infrastruktúráját, az első ötlet általában egy kötöttpályás szállítási megoldás, egy Light Rail Vehicle (elővárosi vasút). Ez népszerű formája a tömegközlekedésnek, de a beruházási költségek túlságosan magasak. A Bus Rapid Transit (gyorsforgalmú autóbusz) relatíve olcsóbb megoldás, amely egyesíti a vasút kényelmét egy hagyományos autóbusz-szolgáltatással. A BRT a következő lehetőségeket alkalmazza rendszerében:

1. Szállítás speciális járművekkel.
2. Emelt peronok az állomásokon.
3. Elektronikus viteldíjgyűjtés.
4. Vonalprioritást biztosító rendszer alkalmazása.
5. Elkülönített buszsáv.
6. Valós idejű utasinformáció.

Az első BRT-t 1979-ben a brazil Porto Alegre-ben állították üzembe. Azóta a rendszer hatalmasat fejlődött. Az egész világon nagyon sok városban tudják, hogy a BRT tökéletes alternatívája a tömegközlekedésnek.

When the leading of a city decide to improve our infrastructure the first idea usually a fixed guideway transit, an LRV (Light Rail Vehicle). It's a popular form of public transport, but the investment of the rail is too expensive. The BRT (Bus Rapid Transit) is a relatively cheaper solution which combine the comfort of rail with a conventional bus service. The BRT apply the next opportunities in our system:

1. Transporting with special vehicles.
2. High level platforms in stations.
3. Electronic fare collections.
4. Installing TPS (Transit Priority System).
5. Separated rights-of-way.
6. Passenger information in real-time appearance.

The first BRT started to work in 1979 in Brazilian Porto Alegre. Since that system has improved huge. It's known in a lot of cities on the world the BRT is a perfect alternative to public transport.

EGY VÁROS DILEMMÁJA

Florida állam Jacksonville városának közlekedési hatósága (JTA) átfogó regionális közlekedési reformra készül. A már-már vége feléig zsúfolt és közúti forgalomtól túlterhelt város számára kíván megnyugtató közlekedési fejlesztéseket végrehajtani. Természetesen a város vezetése is és a közlekedési hivatal egyaránt pontos elképzelésekkel rendelkezik az átszervezésekről és a tömegközlekedés új viszonylatainak telepítéséről. Mára az ehhez szükséges bázisstervek elkészültek és mindenki számára hozzáférhetőek.

Az elképzelések komplex kivitelezésének előirányzott céldátumaként a 2025-ös évet jelölték meg. A távoli befejezési időpont két tényezőt sejtet. Érzékelteti a feladat bonyolultságát, jelesül egy város történelme során kialakult forgalmi rendjének megváltoztatása hatalmas vállalkozás és felelősségteljes kihívás. Másrészt jelzi az új koncepció kivitelezésének rendkívüli finansziális terheit. A beruházás hosszú időintervalluma lehetőséget nyújt a vezetők számára, hogy igazolják: a meglévő terv valóban a legjobb elképzelés. Bizonyíthatják a projekt csillagászati költsége minden egyes elköltött centjének jogosságát. A fejlesztések szükségszerűségét senki nem kérdőjelezi meg, de az üggyel foglalkozó és rendelkezésre álló fórumok lapjain olvasható vélemények érzékeltetik a város hatóságainak és polgárainak hatalmas dilemmáját. A bizonytalanságukat azíránt, hogy milyen műszaki tartalommal töltsék fel az elképzelt nyomvonalakat.

Jelenleg a város üzleti negyede a peremkerületek felől leginkább vasúton közelíthető meg. Ezt a forgalmat részben ingázó vonatok (Commuter Rail), illetve elővárosi vasutak (Light Rail Vehicle) segítségével bonyolítják. Az ingázó vonatok nagy teljesítményű, dízel erőforrású, kötöttpályás vasúti szerelvények. Az LRV szintén kötöttpályás, de felső vezetékes, elektromos erőforrású személyszállító vonatok. A Commuter Rail az LRV-hez képest nagyobb sebességű, viszonylatán ritkább kiosztású megállókat alkalmaznak. A külvárosból három irányból haladnak nyomvonalai a centrum felé, a központi metszéspontjuk belefut az öreg S-Line-nak nevezett kanyargós LRV vonalába. A külterületekről bejövő három vonal a CSX, a FEC és a Norfolk-Southern (lásd: mellékleten).



1. ábra



2. ábra: ingázó vonat (commuter rail)

Nevezett vonalak átszervezésére, kiegészítésére számos elképzelés született már. A tervezetek közül talán a legmerészebb, hogy az egyik magánkézben lévő vasutat vásárolja meg a város, szüntessék meg, helyén pedig létesítsenek zöldövezeti vonalat, amely rekreációs területként funkcionálna a továbbiakban a sétálóközönség, a sportolni vágyók és kerékpárosok nagy öröme. Az elképzelés sokakban pozitív visszhangra talált, azonban a tervre a jelenlegi tulajdonos csupán annyit mondott: „Nem!” A Florida East Cost Railway (FEC) természetesen hamar tisztázta a kérdéses felvetést és kijelentette, hogy nem áll szándékában eladni a vonalat, azonban ha valaki használni szeretné, mint szolgalmi utat szívesen bérbe adja. A jelenleg is leterhelt vasúti közlekedés újabb neuralgikus ponttal gyarapodott, miután a Jax Port-nál bejelentették a teherszállítás bővítését, amelyet a délről érkező CSX vonalon kívánnak lebonyolítani. Így a növekvő teherforgalom a jövőben kizárja a személyforgalom bővítésének lehetőségét ebből az irányból. Nyilvánvalóvá vált, hogy a jelenlegi vasúti rendszer lehetőségein jóval túlmutató megoldásra van szükség. Ha Jacksonville-ben (talán bárhol az Amerikai Egyesült Államokban) e probléma remélt megoldásaként a közvélemény kutatás eszközeihez nyúlunk, és feltennénk a kérdést: – Ön milyen terv megvalósulásával orvosolná a jelenlegi közlekedési káoszt? Valószínű a legtöbben a vasútfejlesztést választanák. Részben emocionális okokból, hiszen ki ne gondolna vissza némi nosztalgiával gyermekkor kedvenc játékára? Másrészt a döntés oka a mélyen megbúvó tradicionális gyökerekben érhető tetten. A vonat mindig megkülönböztetett és jelentős szerepet játszott Amerika történelmében. Természetesen a vasút nem volt minden esetben a legjobb választás. A JTA (Jacksonville Transportation Authority) jelenleg sem tett le a meglévő vasútvonalak fejlesztésével kapcsolatos elképzeléseiről, sőt közlekedésinnovációs terveiben figyelembe veszi az LRT-t, az ingázó vonatot, és a villamost is, amelyek együttesen alapját képezik a hosszú távú, összetett szállítási rendszer jövőbeni kiépítésének.

„Látom az ingázó vonatot, ahogy az utasok Palatkából, Green Cove-ból és Orange Parkból utaznak a városba minden harmincadik vagy hatvanadik percben. Aztán az emberek éjszaka érkeznek vissza otthonaikba. Mi a BRT gyorsforgalmú autóbusszrendszert alkalmaznánk az ingázó vonat kiegészítéseként, amit integrálnánk a meglévő szisztémába” – jelentette ki Ed Castellini, a JTA mérnök tanácsadója, majd létrehozták a fejlesztés bázisát. A várost kelet-nyugati és észak-déli irányban szelnek négyfelé gyorsforgalmi buszpályák új nyomvonalai. A keleti irányból a centrumba tartó viszonylat különlegessége, hogy a vonal a szakasz teljes hosszában emelt pályán futna. Ezt a megoldást az elképzelt pálya szintjének jelenlegi beépítettsége teszi indokolttá. A város közlekedési hatósága a terv döntés-előkészítési szakaszában

adatokat gyűjtött egy már működő BRT-szisztémáról. A vizsgálat tárgya: Amerika második legnagyobb városában, Los Angelesben üzemeltetett BRT-vonal volt. A választást az indokolta, hogy közel azonos hosszban működött Los Angeles két vonalat, az egyik egy BRT-járat, a másik egy LRT-vasút.

Los Angeles 2003-ban nyitotta meg új LRT-vonalát, amelyet Gold-Line-nak neveznek, majd 2005-ben állította munkába az Orange-Line nevű BRT-rendszerű gyorsforgalmi autóbusszjáratát. Vonalhosszúsága mindkettőnek körülbelül 14 mérföld, mindkét viszonylat 13 megállóval rendelkezik, hozzávetőlegesen 1 mérföld távolságra egymástól. Mindkettő azonos szinten épült. Az Orange Line-t és a Gold-Line-t egyaránt a külváros közepes távú övezetében állították forgalomba. Az üzemeltetés közel azonos paramétereiből adódik a tökéletes összehasonlítás lehetősége LRT kontra BRT között. A BRT beruházási költsége 349 millió dollár volt, ami a pálya 1 mérföldjére vetítve 25 millió dollár önköltséget jelent. Az LRT beruházása a fenti összegnek több mint kétszeresét emésztette fel. Összköltsége 859 millió dollárt tett ki a beruházás befejezésekor. Ez az összeg mérföldenként 61 millió dollár önköltséget jelent. Mindkét vonal utasszáma dinamikusan növekszik, azonban a BRT-járatok és LRT-járatok eltérő befogadóképességéből adódó felszállók számának összehasonlítása helyett célszerűbb egybevetni a következőt: a beruházások összköltsége és a járatindítás óta eltelt idő alatti összes utas számának hányadosát. Mindkét forgalmi szisztéma esetén elvégezték a számításokat, ami meglepő eredményt hozott. A BRT-vonal beruházásának az egy utasra kivetített összege: 54 cent, míg az LRT-viszonylat beruházási összköltségének egy utasra jutó összege: 1,08 dollár. Jacksonville-ben a tervezett számok szintén a BRT előnyét igazolják. Az LRV-járat napi utasmennyisége 41 000 fő, szemben a BRT napi 34 000 főjével. Tény, hogy ezek a tervezett adatok az LRT jobb kihasználtságát vetítik előre, azonban a beruházás önköltségi adatainak összehasonlítása azt mutatja, hogy a BRT-vonal létrehozása gazdaságosabb ügylet lenne. A 34 mérföldes BRT-viszonylat létesítésének összköltsége várhatóan 388 és 577 millió dollár között lesz, ami egy mérföldre kivetítve 11 és 16 millió dollár közötti összeget tesz ki. Ha az LRT beruházását valószínűsítjük meg, azt körülbelül 977 millió és 1,1 milliárd dollár közötti költséggel tehetnék csak meg. Egy mérföld vasúti pálya így 28 millió dollárba kerülne. A fenti összehasonlító elemzés után gondolja a JTA és többé-kevésbé a Szövetségi Szállítási Hivatal minden tagja, hogy Jacksonville számára a legjobb megoldás a BRT beruházása lenne. Az új közlekedésfejlesztési elképzelések közzétételének tartalma megosztja a várost. Mindennaposak a polémiák a különböző internetes fórumokon. A két tábor éles szópárbajba kezdett, elsősorban a zöldek táborába tartozó polgárok aggódnak a zaj és a növekvő



3. ábra: Light Rail Vehicle (LRV)



4. ábra: a jelenleg működő vasúti hálózati viszonylatai és a tervezett BRT gyorsforgalmú autóbussz nyomvonalai

kipufogógáz szennyezése miatt. Tiltakozásuk jeléül egy filmet készítettek, amelyben igyekeznek a gyorsforgalmú autóbuszokat pejoratív, degradáló színben feltüntetni. A filmben egy rögzített kamera előtt autóbuszok suhannak el, közben idézetek jelennek meg, hol BRT-t támogatók, hol BRT-t ellenzők szájába adva a szót. „Ez egy életképes alternatíva” – mondja Suvaya Temple a JTA-BRT beruházási menedzsere. „Mi forró levegőt kapunk majd, kipufogógázt és mindenféle mást. Ez olyan veszélyes, keresztülhajtani a buszokat a városban, ami már mindennek a teteje” – jelenti ki Anna Field ékszerkereskedő.

„Ez egy vízió, amely tíz év óta jól működik” – mondja Mike Miller, a JTA igazgatója. „Ez gusztustalan, ez nem szennyezés, bizonygatják, de a levegő a kipufogógáztól lesz koszos és mindezt az utcáról ránk öntik” – jelenti ki Phillip Roundtree ruházati kereskedő. A vita nem csak a lakosság és a hivatal közt zajlik, a polgárok egymás közt is megosztottak. Természetesen van, aki üdvözlő a beruházásokat, csak a tervezett nyomvonal kialakításával szemben élnek kifogással. A dilemma jelenleg is tart, mára még nem eldöntött tény, hogy az LRV és a BRT Jacksonville-i szimbiózisa valaha is létrejöhet-e? „Megnéztük az összes adatot és érezzük, hogy a BRT a legjobb választás Jacksonville számára. De azt szintén tudjuk, hogy egy kizárólagos közlekedési szisztémában nem bízunk. Nekünk egy multimodális közlekedést kell fenntartanunk. Abban bízunk, hogy látjuk majd a vasutat, a folyami szállítást, a villamost, a Skyway-t, amint szállítják az utasokat Északkelet-Floridában. Mindegyik módot egy lehetőség. Mi az amit nem szabad megengedni, hogy mint lehetőség bekövetkezzen? A várakozás a zsúfoltságban. A fejlesztés néhány területen túlságosan drága és nagyon nehéz elfogadtatni mindenkivel. Azonban ha egy kiegyensúlyozott, átfogó szállítási rendszert alkalmazunk, akkor Jacksonville felkészülhet a jövőre, amiben az egyetlen jóslható realitás a súlyos forgalomnövekedés. A multimodális terv nélkül

ez az idő hamarabb eljön, előbb mint gondolnánk” – mondta Scott Clem, a JTA stratégiai tervező igazgatója. A végső döntés kimenetelét illetően halvány hangsúlyeltolódás érezhető az FTA (United States Department of Transportation Federal Transit Administration) nyilatkozata után, amit a fejlesztéssel kapcsolatos állásfoglalásukban hoztak nyilvánosságra. Ebben kifejtik, hogy döntés-előkészítésükben figyelembe veszik a beruházási árakat és az adott rendszer mozgékonyágát. Alapjában nem zárkoznak el, sőt egyetértenek a BRT Jacksonville-i alkalmazásával.

MI IS AZ A BRT?

„A Bus Rapid Transit, egy harmonikusan rendezett és rugalmas csomagja a szolgáltatásnak” – jelentette ki Alice H. Kang és Roderick B. Diaz tervezési menedzserek az APTA 2000 vasútkonferencián tartott módszertani előadásukban. Bemutatták, hogyan jött létre ez a tömegközlekedési szállítási rendszer, 1979-ben a brazil Porto Alegre-ben. A Public Enterprise of Transportation and Circulation (EPTC) tervezte meg a város új vonalának beruházását. Természetesen minden fejlődésnek induló nagyváros elővárosi forgalmának bővítésekor először kötőpályás, vasúti hálózatban gondolkodik. Telepítésének költsége kevesebb, mint egy metró rendszerű föld alatti pálya létrehozása, de drágább, mint egy tradicionális autóbussz-vonalhálózat beruházása. Porto Alegre-ben az elképzelt LRV beruházási munkálatok tervezési stádiumában kiderült, hogy a rendelkezésre álló finanszírozás forrásai szűkösek és közel sem fedik le egy új elővárosi vonal létrehozásának költségeit. Ekkor született meg az ötlet, hogy hozzanak létre egy a vasút szisztémáján alapuló, de a hagyományos buszközlekedési rendszert magában foglaló új tömegközlekedési eszközt. A viszonylatokat buszjáratokkal fedné le, de működésé elvét a vasút rendszere szolgáltatná. Miután az elképzelések konkrét dokumentációvá váltak, és a város vezetése a kivitelezés mellett döntött, a beruházás hamar megvalósult. Itt hívták először az új rendszert Bus Rapid Transit-nak és mára ezt a megkülönböztető elnevezést használják az egész világon hasonló szisztémájú hálózatok megjelöléseként. Az akkori újítási ötlet mára igazolta létrejöttének jogosultságát. A viszonylag alacsony költségvetéssel létrehozott szolgáltatás nem azt jelentette, hogy egy csökkentett értékű LRV-t állítottak üzembe, hanem azt, hogy egy addig sehol sem használatos új, korszerű rendszer állt a tömegközlekedés szolgálatába. Az új szállítási szisztéma elfogadottsága és minősége a felhasználók elégedettségi szintjével azonnal mérhető volt. A vonal tervezésének alappillérei a következők voltak:

1. Speciális járművek üzembe helyezése.
2. Magasabb peronok alkalmazásával könnyítsék a be- és kiszállást a terminálokon és az állomásokon.
3. Olyan elektronikus irányítórendszer alkalmazása, amely növeli az utasbiztonságot és redukálja a menetidőtartamot.
4. Elektronikus viteldíjfizetés lehetőségének biztosítása.
5. Járatprioritást biztosító elektronikus berendezések alkalmazása.

Porto Alegre a beruházással növelte szolgáltatásainak minőségét a piac és a felhasználói igényeknek megfelelően. Természetesen az új rendszer elfogadtatása és üzembe helyezése nem ütközött akkor még olyan akadályokba, mint az előzőekben tárgyalt Jacksonville-i beruházás, hiszen könnyű olyan helyen telepíteni új szolgáltatást, ahol annak előtte egyáltalán nem volt tömegközlekedési vonal.

RÉSZLETES DEFINÍCIÓ

A BRT rendkívüli átalakuláson ment keresztül. A fejlesztési lehetőségeiből adódóan rugalmasan korszerűsödött. Az alapszisztem mintájául szolgáló brazil vonal mára számos technikai újítással egészült ki. Vizsgáljuk meg milyen egy BRT technológiájának öt fő összetevője.

1. Szállítás

A BRT rendszerének legfontosabb összetevője, amely meghatározza a szolgáltatás gyorsaságát, utaskényelmét és felhasználóbaráti tulajdonságát. A szállítási technológia minőségét az alkalmazott jármű műszaki tartalma határozza meg. Számos autóbustípus közül választhatunk, amelyek a meghajtásukat tekintve lehetnek: dízel, alternatív, elektromos vagy hibrid erőforrásúak. Hosszméretük szerint alkalmazhatunk: 30–40 láb (1 láb = 30,48 cm) egyszekrényes, illetve 60–80 láb hosszúságú egy- vagy kétszékű járműveket.

2. Útvonal

Az útvonal határozza meg merre haladhatnak a járművek. A haladás hatékonyságát nagymértékben növelni tudjuk, ha az útvonal teljes hosszában járműprioritást biztosító ún. TPS (Transit Priority System) rendszert alkalmazunk. Ez az elektronikus forgalomirányító műszaki megoldás biztosítja, hogy az autóbusz a kereszteződéseken áthaladva mindenkor elsőbbséget élvezzen. A hatékonyságjavítás csúcsa a gyémántvonal, ahol minden más közlekedési eszköz számára korlátozott vagy tiltott az út használata. Ezek az elkülönített utak tudják biztosítani a magasabb fokozatú alkalmazást. Főbb kereszteződésekben felüljáró vagy aluljáró közbeiktatása ajánlott. Az út azonban lehet teljes hosszában megemelt, ilyen a Jacksonville-i BRT tervezett nyomvonala, amely keleti irányból közelítené meg a város centrumát.

3. Vezérlőrendszer

Meghatározza merre és mikor mehetnek a járművek. Az irányítórendszer funkcionálisan két irányban osztott. Részben a forgalmat irányítja, másrészt az utazóközönség felé küld információkat. A forgalomirányító rendszer küld jelzést és engedélyezi az autóbuszvezetők részére az indulás pillanatát, pontossága segíti a járat megbízhatóságát az előrehaladás következetességét.

4. Utasgyűjtő rendszer

A megemelt peronok segítik a könnyű és gyors beszállást az autóbuszokba, ezzel csökkentik a járművek állomáson töltött inaktív idejét, ami hatékony módszere a menetidő csökkentésének.

5. Utasinformáció

A rendszer limitált információt nyújt real-time szolgáltatásban. Hiánya kritikus akadályt jelentene a vonalat használóknak, mivel a tájékozódás nehézsége nagyon bonyolulttá tenné az utazást. Ez az egyszerű felhasználói csatolófelület az utasok felé összetett információk átadását teszi lehetővé. Az információs jelzés tájékoztatja az utasokat, hogy mikor melyik járművel utazhatnak, valamint útbaigazító információkkal szolgál, jelzi az átszállási lehetőségeket más vonalakra. Az információs rendszer bluetooth-on keresztül jelzést küld a vonalat igénybe vevő utas mobiltelefonjára és tájékoztatást ad a soron következő jármű beérkezéséről az állomásra. Ez a fajta médiakommunikációs kapcsolódási lehetőség nagyban hozzájárul egy közlekedési vállalat hatékony marketingmunkájához.

Hogy egy közlekedési vállalat viszonylathálózata zavartalanul és jövedelmezően működjön, számtalan szolgáltatásnak kell egyszerre összhangban dolgoznia. Ezek közül hat kiemelten fontos.

1. Viszonylatok felépítése

Lényeges eleme a BRT-szolgáltatás tervezésének. Meghatározza, hogy térben milyen területek közt teremtünk kapcsolatot.

2. A szolgáltatás gyakorisága

Meghatározza, hogy milyen gyakran közlekedjenek a járatok. Kíváncsi, hogy a hagyományos szisztémában működő más buszjáratokhoz képest a várakozási idő lényegesen rövidebb le-

gyen. A már korábban említett Orange-Line vonal csúcsidőn kívüli járatkövetési ideje 90 sec alatti időtartam. A sűrűbb járatindítás célja az utasbizalom-vesztés elkerülése.

3. Megállók kiosztása

Kijelöli az utazóközönség hozzáférését a járatokhoz. Tipikus, hogy a megállók távolsága nagyobb egy normál autóbusz-viszonylatnál alkalmazott kiosztási közöknél. Természetesen nagyobb a menetsebesség és rövidebb az állomáson tartózkodás.

4. A szolgáltatás időbeli kiterjesztése

Meghatározza, hogy a nap mely periódusában milyen járatindítási sűrűséggel kell a BRT-nek működnie. A rendszer folyamatosan rögzíti a nap minden szakában a járatokat igénybe vevők számát. A beérkezett adatok ismeretében ritkítják vagy sűrítik az induló autóbuszokat.

5. A hálózat felépítése

Kialakítja a BRT-járat rendszerének struktúráját, egy nagyváros térbeli kapcsolódási pontjainak viszonyát.

6. Kapcsolódás más közlekedési vállalatokhoz

Meghatározza, hogy az utasok hogyan érhetik el céljukat, egy kiindulási és egy célpont közti utazást egyszerűsíti és gyorsítja. Ha a tömegközlekedés fejlődésének történetét végignézzük és az átalakulás folyamatát elemezzük, igazolódni látjuk, hogy a BRT-rendszer szükségszerűen jött létre. Az iránta megmutatkozó igény



5. ábra: BRT Art Project, Los Angeles

azonban olyan vállalati stratégia alkalmazását követeli meg, amely biztosítja a fejlődéséhez szükséges utasmegtartó képességét. Azonban nem elég csupán elérni a felszállók állandósuló számát, hanem olyan működési stratégiát kell választani, amely bizonyosan utaselégedettséggel párosul. Ez pedig csak az utaskényelem állandó fokozásával érhető el. A BRT ez irányú marketingjét három alapelem határozza meg.

1. Biztonság

A BRT rendszere több biztonsági megoldást alkalmaz, mint egy hagyományos autóbusz-hálózat. Szolgáltatása ezáltal összetettebb, de megbízhatóbb. A rendszerben speciálisan a BRT részére tervezett csökkentett zajszintű járművek közlekednek, amelyeket alacsony károsanyag-emissziójú motorokkal szerelnek fel. A biztonságot nagymértékben növeli a járatprioritás, valamint a BRT-nél alkalmazott útminőség, amely a közlekedési balesetek számának csökkentését segíti.

2. Információs stratégia

Ez csak fejlett informatikai háttérrel oldható meg. A real-time információs rendszer hatékonysága nem kérdőjelezhető meg. A korszerű utastájékoztató kiegészítve a jól áttekinthető, logikusan felépített térképekkel az utasok kényelmét szolgálják.

3. Építészet és design

Az elővárosi vasutak épületei innovatív és reprezentatív design hordozói. A BRT szintén alkalmazza ezt az arculati megjelenést. A terminálok és várók közelítenek az LRV-nél megszokott építészeti megoldásokhoz. Gyakran jelennek meg a high-tech építészeti stílus jegyei. A különböző vonalakat előszeretettel jelölik egyedi színekkel, amelyeket egyedi formavilágú, specifikus információs jelekkel egészítenek ki. A dekorativitás fokozását a BRT üzemeltetői rugalmasan kezelik. Erre jó példa amikor az Orange-Line vezetői felkérték tizenöt kaliforniai képzőművészt, hogy alkotásaikkal segítsék az állomások egyedi megjelenését és terveikkel emeljék szolgáltatásuk színvonalát.

A művészi alkotások célterületeként kijelölték a fedett váró járófelületének mozaikját, valamint egy az úttestre merőleges, de a járda felületére épített tárolót, amely alkalmas kétdimenziós munkák befogadására. A művek elkészültek és ha valaki végállomástól végállomásig utazik, egy komplett képzőművészeti kiállítás részese lehet.

KONKLÚZIÓ

A vasúthálózat egy magas szintű technikai komplexitást jelent. A BRT technológiája képes hidat verni egy egyszerű hagyományos autóbusz-szolgáltatás és egy merőben összetett vasúti szisztéma

közé. Az egységes szolgáltatás, amit a BRT ajánl, lehetővé teszi, hogy a régiók és a városok közti folyosók magasabb kapacitású és prioritású útvonalként működjenek. A kezdetekhez képest mára a BRT rendelkezik mindazon tulajdonságokkal, amelyeket az elővárosi vasutak nyújtanak. A rugalmas BRT meggyorsítja egy város távoli pontjának elérhetőségét. Az összefüggés egy térség közlekedési beruházása és gazdasági fejlődése között jól demonstrálható. Egy régió magas lélekszámú populációja és erőteljes munkaerő-áramlása megfelelő támogatottságot nyújt ahhoz, hogy közlekedését fejlesszék. A BRT USA-beli sikeréhez hozzájárult a NABI-csoporthoz tartozó budapesti gyár mérnökcsoportjának munkája is. A fejlesztési osztály főkonstruktorra Habuda Pál fejlesztőmérnök vezetésével tervezték meg, majd gyártották a NABI 60 BRT típusú csuklós buszt, amelynek designere Tóth János mérnök-formatervező volt. A kiváló műszaki paraméterekkel rendelkező és egyedi megjelenéssel bíró jármű tengerentúli népszerűségét bizonyítja, hogy az amerikai közlekedési vállalatok ez ideig 400 ilyen autóbuszt állítottak forgalomba. NABI 60 BRT típusok futnak a Los Angeles-i Orange Line-on is, ahol kivívták az üzemeltetők és az utazóközönség együttes szimpátiáját. A NABI terméke áttörést jelentett az amerikai BRT-vonalakon közlekedő autóbuszok designjában. A formavilága illeszkedik az USA-ban kedvelt járművek megjelenéséhez, de kétségtelenül egyedi vonását az európai formajegyeinek köszönheti. A lágyabb vonalvezetése és a fő formák közti finom átmenetek felkeltették az addig „guruló konténerekhez” hasonlító autóbuszok látványához szokott amerikai közönség érdeklődését. A NABI 60 BRT azonnal közkedve lett. Mára nyilvánvalóvá vált, a BRT gondoskodik arról, hogy újragondoljuk az autóbusz közlekedésben betöltött szerepét. Térhódítása méltán keltette fel annak idején sok nagyváros vezetésének és közlekedési vállalatának érdeklődését. A jövőben minden bizonnyal sokan számolnak majd a BRT-vel mint potenciális tömegközlekedés-fejlesztési alternatívával.

Irodalom

- [1] APTA Bus Rapid Transit volume 1: Case studies Herbert Levinson, Samuel Zimmerman and others – 2003, http://gulliver.trb.org/org/publications/tcrp/tcrp_rpt_90v1.pdf
- [2] APTA Bus Rapid Transit volume 2: Case studies Herbert Levinson, Samuel Zimmerman and others - http://gulliver.trb.org/org/publications/tcrp/tcrp_rpt_90v2.pdf
- [3] Bus Rapid Transit: An integrated and flexible package of service - A. Kang and R. Diaz - www.apta.com/research/info/briefing2.cfm
- [4] Regional Transportation System, Jacksonville Transportation Authority, 2007
- [5] JTA's BRT plan for downtown - www.metrojacksonville.com/content/section/11/16

Változó keresztmetszettel hengerelt acélszelvények

Enyingi Kálmán
okl. kohó- és
gazdasági mérnök

A változó keresztmetszettel hengerelt acéltermékek gyártástechnológiáját a Technische Universität, Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen, Darmstadt dolgozta ki, amelyet a Német Kutatási Egyesület is támogatott. A tanulmányt az intézet közleményeiből állítottuk össze, és felhasználtuk a termékekhez szükséges acélokat gyártó svéd acélmű anyagtechnológiai anyagát is.

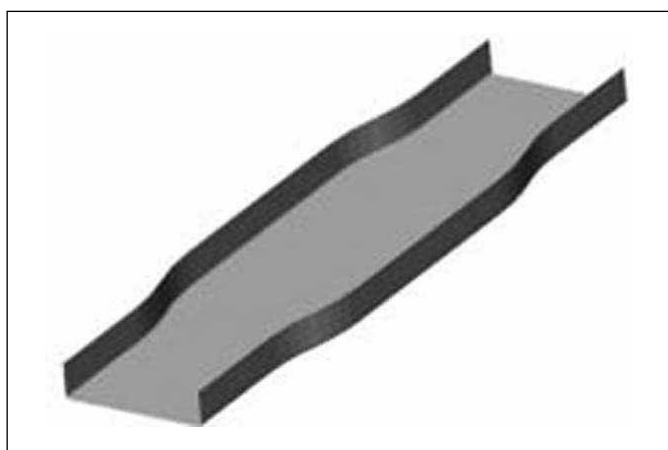
A tömegtermékek gyártásánál a változó keresztmetszetű szelvények hengerlési technológiáját, mint nagyon gazdaságos eljárást az iparban elfogadták és használják. A szelvényhengerléssel a világ éves acéltermelésének kb. 8%-át dolgozzák fel, hidegen hengerelt szelvény alakjában. Ezzel a technológiával nagyon sokféle alakú acélszelvényt lehet gyártani.

Jelenleg a gépjárművek karosszériagyártásához sok fajta, nagy és növelt szilárdságú acéloból, hengerléssel gyártott elemet használnak fel. Ezeknek az acéloknak a felhasználása biztosítja egyrészt a jelentős tömeg- és költségcsökkentést, valamint a műszaki követelményeket a gépjármű méretét figyelembe véve is teljesítik.

Az acélipar nagyon sok lehetőséget kínál a nagy és növelt szilárdságú acélok felhasználására a gépjárműgyártásnál. Ezek a szerkezeti anyagok, a könnyűszerkezetes gépjárművek gyártásánál fontosak, és megalapozzák a gyártás biztonságát. Ezt mutatják azok az eredmények, amelyeket pl. az ULSAB- (Ultra Light Steel Auto Body) technológiával gyártott, könnyűszerkezetes karosszériák gyártásánál az acélgyártó és a gépjárműipar együttműködésével valósítottak meg.

A változó keresztmetszettel hengerelt, rúd alakú, nyitott vagy zárt szelvényű acéltermékeket az ipar majdnem minden területén, azonban elsősorban a gépjárművek gyártásánál használják fel. Azonban ezeket csak kis mennyiségben és viszonylag nagy költséggel, több lépésben, több szerszám felhasználásával tudják gyártani.

A korlátozott gyártási lehetőségek ellenére a változó keresztmetszetű szelvényeknek nagyon sokféle felhasználására van lehetőség. A hagyományos technológiával szemben, illetve annak bővítésével, a gyártható alkatrészek alak és méret szerinti választékát jelentősen növelték. A változó keresztmetszetű szelvények felhasználására a következő területeken van lehetőség:



1. ábra: változó keresztmetszetű U-szelvény

- járműgyártás
- gép- és berendezésgyártás
- építőipar
- bútortipar.

A járműgyártáson belül különösen a gépkocsi, a vasúti az autóbusz és a haszongépjárművekhez használják a szelvény hossza mentén változó keresztmetszetű elemeket, leginkább a csatlakozó- és a csomóelemekhez. A terhelt szerkezeti elemeknél biztosítják a tömegcsökkentést, a csatlakozó alkatrészeket összevonják, és kevesebb elemet használnak fel.

Az acél karosszériák fejlesztéséhez és gyártásához használják a Stahl-Space-Frame (SSF) technológiát. Sokféle alkatrészt gyártanak ezzel a technológiával, amelyekenél a műveleteket, pl. mélyhúzás, illetve hajlítás összevonják. Ezt a lehetőséget eddig a hagyományos karosszéria-konstrukció biztosította. A kisebb anyagköltségek biztosítása céljából használják a nagy és növelt szilárdságú acélokat és az SSF-technológiát. Tekintettel a könnyűszerkezetes karosszériára, gondolnak az acél féltermékek minőségének gazdaságos továbbfejlesztésére is.

A gép- és berendezésgyártásnál, valamint az építő- és bútortiparban nagy az az alkatrészválaszték, amelyet változó keresztmetszetű szelvényrel hengerelt termékből gyártanak.

Az EFP-program keretében eddig a következő kutatási feladatokat oldották meg. A legfontosabb, hogy kifejlesztették a változtatható keresztmetszetű szelvényhengerlés technológiáját. Ennek az eljárásnak az előnye, összehasonlítva az ismert korábbi technológiákkal, mint pl. mélyhúzás, az elemnek nagy rugalmasságot biztosít, és egyidejűleg kicsi a beruházás költsége. Így lehetséges a teljes szelvényválasztékot, vagyis többféle méretű szelvényt



2. ábra: szerszámrendszer a változó keresztmetszetű szelvények hengerléséhez

egy berendezéssel gyártani, és itt az „NC-alakítási technológia” is szóba kerül.

Az FE-szimuláció és az elvégzett kísérletek is bizonyították a gazdaságos eljárás megoldását. Az első tervezett elem kiválasztásakor a döntés az 1. ábrán bemutatott, változó keresztmetszettel hengerelt U-szelvényre esett.

Döntő szempont a technológiánál a szerszámok mozgása a változó keresztmetszet kialakításakor. Összehasonlítva a hagyományos szelvények gyártásával, itt a szerszámot megosztott fél állványrészekből alakították ki. A 2. ábrán a változó keresztmetszettel hengerelt szelvény gyártásához felhasznált szerszámrendszert mutatjuk be.

Mind a két fél résznél biztosított az erőátvitel és a körforgás. Úgy, hogy a görgő tengelyének a vonala mindig függőleges helyzetet foglal el, és lehetővé teszi a szelvény függőleges vezetését. A görgők irányítását művelet végrehajtása közben, a meghajtását a PC-re telepített vezérlés és egy elektromos motor biztosítja. Ez lehetővé teszi emellett az oldalsó rendszer mozgását és a lengő mozgást egy alfa szögben. A 3. ábrán az alakító görgők helyzetének a beállítását mutatjuk be az alakítás közben.

A 2. ábrán bemutatott szerszámrendszerrel gyártották le az első prototípus szelvényeket. Ehhez lézerrel elvágott lemezeket használnak fel, amelyek másfajta szelvények gyártásához is megfelelnek. A változó keresztmetszettel hengerelt U-szelvény (4. ábra, bal), amelyet aztán hajlító művelettel zárt szelvénné alakítanak tovább (4. ábra, jobb).

Az FE-szimulációk eredményei megmutatták, hogy a kész elemeknél a tartós megnyúlás jellemző megosztása alakul ki a szelvény hosszirányában. Az 5. ábrán a képlekeny hosszirányú nyúlás FE-szimulációs számításának az eredményét mutatjuk be. Ez érinti mind a húzó, mind a nyomó részt is a keresztmetszet átmenet tartományában.

Az eljárás korlátai, amennyire eddig ismert, főleg az alakító tényezőktől függenek. Így a végtermék elkészítésénél fontos szerepe van a szelvény alakjának, valamint a feldolgozandó lemez vastagságának is.

A különböző, további szelvényeknek a gyártását is megoldották az ipari fejlesztés keretében. Ezeknek az alakoknak az ismertetése azonban a titoktartás követelménye miatt nem lehetséges.

A változó keresztmetszetű acéltermékek gyártásához az 1. táblázatban ismertetett acélokat használják fel.

A jelenleg a kohászati üzemekben elvégzett kutatások célja, megfelelő módszereket kidolgozni a változó keresztmetszetű acéltermékek gyártásához felhasználható acélok biztosításához.

Minőség	Szelvény mérete (mm)	Folyáshatár ($R_{p0,2}$ N/mm ²)	Nyúlás (A_{80} %)
DC01	1,25	175	38
MSW1200S	1,5	1300	5,9
CPW1000	1,5	885	8,8
TRIP800	1,5	500	22
DP600	1,5	370	21
DP500	1,5	330	24
DC01	1,5	175	38
CPW1000	1,63	885	8,8
DP600	2,0	370	21
DP500	2,0	330	24
ZStE340	2,0	390	21
DC01	2,0	175	38

1. táblázat

Az eljárás korlátainak az elemzéséhez megfelelő számítási módszereket dolgoztak ki, és szimulációs módszerrel vizsgálták a kísérletek eredményeit.

Az 1. táblázatban ismertetett, nagy és növelt szilárdságú acélok mellett a szakembereknek ajánlják a svéd SSAB Swedische Steel GmbH által gyártott Docol Roll acélok felhasználását is.

A skandináv acélgépgyártó vállalat adatai szerint a növelt szilárdságú acélokat elsősorban azért fejlesztették ki, hogy a változó keresztmetszettel hengerelt szelvények gyártásához megfelelő célt biztosítsanak. A hidegen hengerelt, növelt szilárdságú Docol acéloknak nagy a folyáshatár, jó az alakíthatóságuk és kis szögben jól alakíthatók.

A svédek a Docol acélokat két szilárdsági osztályban gyártják, az egyik csoportnál 800 N/mm², a másiknál pedig 1000 N/mm² a legkisebb szakítószilárdság. A nagy szakítószilárdságuk mellett ezeknek az acéloknak nagy a folyáshatár. A két anyagjellemző között kicsi a különbség, ami az acél jó szelvényhengerlési tulajdonságát biztosítja. Így pontos alakú nyitott és zárt szelvényeket lehet gyártani, amelyeknél a keresztmetszetben jelentősen kis feszültségkülönbségek lépnek fel. A járműiparban felhasznált szelvényekhez a hengerlési eljárást jellemzi a nagy termelékenység, és ugyanakkor a kis gyártási költség. Ezért kívánatos és elvárják, hogy az új acél- és technológiafejlesztés biztosítsa, hogy a karosszéria- és biztonsági elemek gyártásánál ezeket a termékeket nagyobb mennyiségben használhassák fel.

Az SSAB a következő növelt szilárdságú acélokat gyártja:

- Domex – melegen hengerelt finomlemez
- Docol – hidegen hengerelt finomlemez
- Dogal – horganyzott finomlemez
- Prelaq – színbevonatú finomlemez

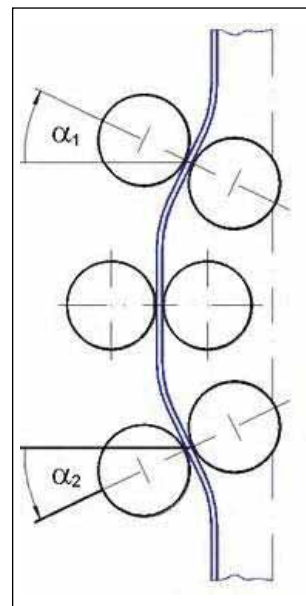
A felsorolt acélfajták közül a Docol hidegen hengerelt acélokat elsősorban a változó keresztmetszettel hengerelt acéltermékek gyártásához használják fel. Ezeket az acélokat az SSAB különböző szilárdsági és alakíthatósági fokozatokkal jelöli, amelyek sokféle felhasználásra alkalmasak. A tervező a szilárdság és az alakíthatóság különféle változataival tudja biztosítani a megfelelő minőségű terméket.

- Gyártmány lehet tekercs, osztott szalag vagy tábla lemez.
- Szakítószilárdság 1400 N/mm².
- Lemez vastagsága (0,4–3,0) mm, a szalag szélessége (600–1500) mm.
- A lemezek felületeinek a minősége kiváló.
- Az acélok teljesítik az ISO 9002 és a QS-9000 sz. szabványok szerinti minőségi követelményeket.

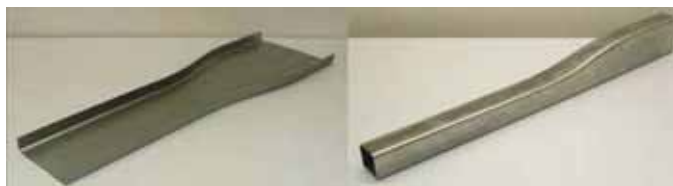
A következőkben a Docol acélokat ismertetjük.

1. DOCOL YP

Ez az acél az alapminőség, amelynek nagy a szilárdsága és hidegen jól alakítható. A terméket (220–500) N/mm² garantált folyáshatárral szállítják, amely megfelel a SEW 093 sz. szabvány szerinti acélminőségeknek, a felület minősége A jelű.



3. ábra: alakító hengerek beállítása a változó keresztmetszetű szelvények hengerléséhez



4. ábra: szelvényprototípusok

Az alacsonyabb szilárdsági tartományban a Docol YP szűkebb folyáshatárközt biztosít, mint a szabványos lágyacélok. A DC01 acél folyáshatára (140–280) N/mm², a Docol 220 YP folyáshatára pedig (220–290) N/mm² között ingadozik. A folyáshatárnál ez a kis köz biztosítja, hogy a Docol YP egyenletesebb anyagtulajdonságokkal rendelkezik.

Tehát a Docol YP ideális szerkezeti anyag hajlításhoz, peremzéshez és jól felhasználható a szokásos követelmények között sajtoláshoz is.

2. DOCOL RP / BH

A Docol RP nagy szilárdságú, 0,007% foszforral ötvöztött acél, amelynél egyesül a nagy szilárdság a kitűnő mélyhúzóhatósági tulajdonsággal. Az RP acélokat két változatban gyártják, amelynek a folyáshatára szállított állapotban garantáltan megfelelő.

A Docol BH Bake Hardening acél, amelynél a felhevítés során kívánnak az ötvözők vegyületei és ennek eredményeként a szilárdság jelentősen növekszik. A BH acélokat Mn, Al, Nb és Ti ötvözéssel gyártják.

A BH acélokat ugyanolyan szilárdságtartományban szállítják, mint a Docol RP acélt, azonban a garantált min. folyáshatár szállítási állapotban, hideg- és melegalakítás után biztosított.

A Docol RP és Docol BH acélok mechanikai jellemzőit a 2. táblázatban foglaltuk össze.

Minőség	Folyáshatár (R _{p0,2} , N/mm ²)	Szakítószilárdság (R _m , N/mm ²)	Nyúlás (A ₈₀ , %)
Docol RP	380–450	Min. 600	Min. 27
Docol RH	400–540	340–460	18–27

2. táblázat

3. DOCOL DP / DL

A hidegen hengerelt Docol DP/DL nagy és növelt szilárdságú többfázisú (UHS) acélok. Az acélok szerkezete kemény martensites és lágy ferrites szövetelemből áll. A martensites szövetelem mennyiségének a növekedésével jelentősen nagyobb lesz a szilárdság.

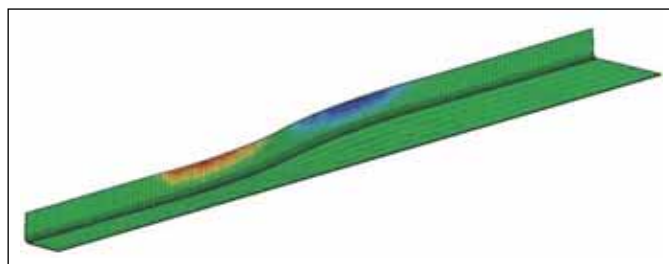
A Docol DP/DL acélok nagy szilárdsággal rendelkeznek és jó az alakíthatóságuk.

A nagy és növelt szilárdságú DP/DL acélokat (400–1400) N/mm²

garantált min. szakítószilárdsággal szállítják. Az acél minőségjében pl. a Docol 800 DP számjegy a garantált legkisebb szakítószilárdságot jelenti.

A Docol DP acéloknak hasonlóan nagy a folyáshatár és a szakítószilárdságuk, és ezzel a tulajdonsággal a szelvény alakítása nagyon gazdaságos.

A Docol DL acélokat úgy gyártják, hogy a folyáshatár és a szakítószilárdság között nagyobb a különbség, mint a Docol DP acéloknál. Ez azt jelenti, hogy a Docol DL acélnek még jobb az alakíthatósága, mint a Docol DP acélnek.



5. ábra: az alakítható hossz az FE-számítás eredménye

4. DOCOL 450 WEAR

Ez hidegen hengerelt kopásálló acél, amelyet nemesítenek, edzenek és megeresztenek és utána a felületét megedzik, hogy a kitűnő kopásállóságot, valamint a jó alakíthatóságot és a hegeszthetőséget biztosítsa.

5. DOCOL 700 W

Hidegen hengerelt, időjárásálló, növelt szilárdságú acél. Ez az acél létesít a felhasználáskor a szabadban egy éven belül egy egyenletes, szilárd oxidréteget, amely a további rozsdásodást megakadályozza. Azon kívül a Docol 700 W acélnek nagyon jó az ütés- és kopásállósága. A jelben a számjegy a garantált legkisebb szakítószilárdságot jelenti.

Irodalom

- [1] www.ptu.tu-darmstadt.de - Zettler. A: Herstellen von Profilen mit verändlichen Querschnitt durch „Flexibles Walzprofilieren“
- [2] www.ptu.tu-darmstadt.de - Dr. Groche P – Henkelmann M: Herstellung von Profilen aus höher- und höchstfesten Stählen durch Walzprofilieren
- [3] www.all4engineers.com - Erster ultrahochfester Stahl speziell für Walzprofilieren
- [4] www.ika.rwth-aachen.de - Dr. Wallentowitz, H – Dr. Patberg, L – Schwarz, D: Stahl-Space-Frame – Ein Optimierungsansatz für den automobilen Leichtbau
- [5] www.ssab.de - SAB Swedish Steel GmbH. - Weltweit der erste ultrahochfeste, speziell für das Walzprofilieren konzipierte Stahl

Szeretnék/nem szeretnék ingyenes példányt kapni „A jövő járműve – Járműipari innováció” folyóiratból.

.....
Dátum

.....
Aláírás

1. VÁLLALATI ADATOK

A cég neve

Címe

Telefon

Fax

E-mail

Weboldal

2. SZEMÉLYES ADATOK

Név

Foglalkozás

Telefon

Fax

E-mail

Milyen szakterületen dolgozik?

Termékfejlesztés ☐

Kutatás és fejlesztés ☐

Műszaki tudományok, engineering ☐

Gyártástervezés ☐

Szerszám- és eszközfejlesztés ☐

Beszerzés ☐

Egyéb (nevezze meg)

3. A VÁLLALAT PROFILJA

Mi a vállalat fő terméke vagy szolgáltatása?

.....

Mely tevékenység tartozik a vállalat profiljába?

Gyártás ☐

Kutatás-fejlesztés ☐

Értékesítés ☐

Lerakat / forgalmazó ☐

Műszaki mérnökség, tervezés ☐

Kiadványyszerkesztés ☐

Más (nevezze meg)

A vállalat alkalmazottainak száma

Vannak még kollégái ezen a címen, akik szeretnének ingyen példányt kapni a folyóiratból?

Név

Foglalkozás

Név

Foglalkozás

Név

Foglalkozás

Név

Foglalkozás

Név

Foglalkozás

Név

Foglalkozás



Robert Bosch GmbH

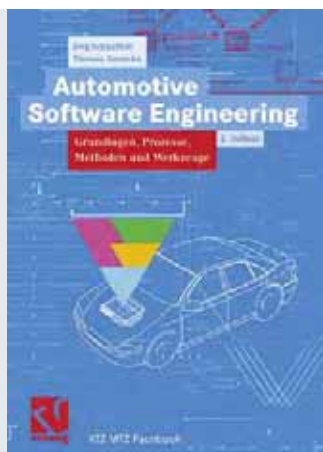
Autoelektrik / Autoelektronik

Autóelektromosság / Autóelektronika
5., teljesen átdolgozott és kibővített kiadás, 2007, 530 oldal, német nyelven.

Ára: 44,90 EUR

Az autóelektromosság / autóelektronika viharos fejlődése nagymértékben befolyásolta az Otto-motorok és az egész autó felszerelését. Ezért szükség lett az eddig bevált gyakorlati alapelvek újrafeldolgozására. Modern fényszóró-berendezések, lopásgátló rendszerek, információs, navigációs és parkolórendszerek kerültek ebbe a kiadásba.

Jörg Schäuffele, Thomas Zurawka



Automotive-Software-Engineering

Autóipari szoftvertechnika – Alapelvek, folyamatok, módszerek és eszközök
3., átdolgozott és javított kiadás, 344 oldal, 277 ábra, német nyelven.

Ára: 41,90 EUR

Napjainkban a gépjárművek szinte minden funkcióját elektronikusan irányítják, szabályozzák vagy felügyelik. Ez a könyv azon folyamatok, módszerek és eszközök alapelveit tartalmazza gyakorlati példákon keresztül, melyek hozzájárulnak egy jármű elektronikus rendszereinek és szoftverjeinek kezeléséhez. Az előtérben a hajtómű, a futómű és a karosszéria elektronikus rendszerei állnak.



Robert Bosch GmbH

Kraftfahrtechnisches Taschenbuch

Gépjármű-technikai zsebkönyv
26., aktualizált és kibővített kiadás, 2007, 1192 oldal, német nyelven.

Ára: 39,90 EUR

A gépjármű-technikai zsebkönyvnek már 7 évtizede biztos helye van az autószerelő műhelyekben és az íróasztalokban. Könnyen kezelhető zsebkönyvként, kompakt adalékokkal megbízható betekintést nyújt a gépjárműtechnika aktuális állásába, központi helyen a személy- és teherautó-technikába.



Bert Breuer, Karlheinz H. Bill

Bremsenhandbuch

Fékkézikönyv – Alapelvek, komponensek, rendszerek, menetdinamika
3., javított és kibővített kiadás, 2006, 509 oldal, 605 ábra, német nyelven.

Ára: 49,90 EUR

Az autóipari mérnököknek és technikusoknak elengedhetetlenül fontos a modern gépjármű-fékszerkezetek részletes ismerete. A fékkézikönyv átfogóan tartalmazza az alapelveket, követelményeket, értelmezéseket, szerkezeti felépítéseket, konstrukciókat, komponenseket és a modern gépjárművek részrendszer-funkcióit.



Richard van Basshuysen, Fred Schäfer

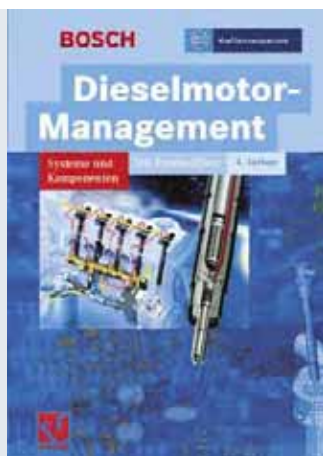
Lexikon Motorentechnik

A robbanómotor A-tól Z-ig – Motorteknikai lexikon

2., javított és kibővített kiadás, 2006, 1096 oldal, 1764 ábra, német nyelven

Ára: 99 EUR

A lexikon részletesen bemutatja az aktuális motorteknikát, és kitekint a jövőbe is. A könyv keresztivalkozásokból álló rendszere minden alfogalmat a fő fogalmakhoz rendel. Így a címszavak nem különállóak, hanem egymással összefüggő tartalmat alkotnak. A 4500 fogalom a motorteknika teljes területét felöleli.



Robert Bosch GmbH

Dieselmotor-Management

Dízelmotor-menedzsment – Rendszerek és részegységek

4., teljesen átdolgozott és kibővített kiadás, 2004, 501 oldal.

Ára: 44,90 EUR

A dízelmotor és a befecskendezőberendezés elválaszthatatlan egységet alkotnak. Az elektronikának egyre nagyobb szerepe van abban, hogy az autó teljesíteni tudja az egyre alacsonyabb károsanyag-kibocsátási és üzemanyag-fogyasztási követelményeket. Ez a szakkönyv kompetens és széles körű információkat nyújt a témáról.



Robert Bosch GmbH

Fachwörterbuch Kraftfahrzeugtechnik

Gépjármű-technikai szakszótár

3., teljesen átdolgozott és kibővített kiadás, 2005, 779 oldal, német, angol, francia és spanyol nyelven.

Ára: 49,90 EUR

Kb. 7600 gépjármű-technikai szakszó. Forrásnyelv alapján rendezhető, míg a másik három nyelv lesz a célnyelv. Mindenki számára fontos lehet, akik a nemzetközi üzleti életben beszédkepesek akarnak maradni. A 3. kiadásban a tudásterületet kibővítették, és hozzáigazították a Gépjármű-technikai zsebkönyv terjedelméhez.



Hans-Hermann Braess, Ulrich Seiffert

Handbuch Kraftfahrzeugtechnik

Gépjármű-technikai kézikönyv

5., teljesen újrafeldolgozott és kibővített kiadás, 2007, 923 oldal, 1127 ábra, német nyelven.

Ára: 89 EUR

A gyakorlati és elméleti gépjárműmérnököknek szükségük van a járműtechnika alapelveihez és részleteihez, valamint a lényeges kapcsolódó ipari folyamatokhoz való gyors és biztos hozzáféréshez. A kézikönyv célja olyan információk szisztematikus összefűzése, melyek egymástól teljesen eltérő forrásokból származnak.



Richard van Basshuysen, Fred Schäfer
Handbuch Verbrennungsmotor
Robbanómotor kézikönyv – Alapelvek, komponensek, rendszerek, perspektívák 4., átdolgozott és kibővített kiadás, 2007, 1032 oldal, 1556 ábra, német nyelven.

Ára: 99 EUR

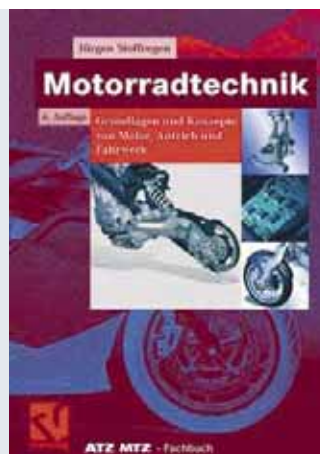
A Robbanómotor kézikönyv átfogó ismereteket nyújt az Otto- és dízelmotorokról. Tudományosan szemléletes módon és ezzel egyidejűleg gyakorlatorientáltan mutatja be a szakterület alapelveit, komponenseit, rendszereit és perspektíváit. Az elméleti és gyakorlati tudásanyag mintegy 120 szerzőtől származik.



Richard van Basshuysen
Ottomotor mit Direkteinspritzung
Otto-motor közvetlen befecskendezéssel – Alapelvek, rendszerek, fejlesztés, potenciál 2007, 445 oldal, 399 ábra, német nyelven.

Ára: 34,90 EUR

A közvetlen befecskendezésű Otto-motor egyre nagyobb jelentőségre tesz szert. Fejlesztésében még nagy potenciál rejlik, gondoljunk csak a teljesítmény és a nyomaték növelésére, párhuzamosan az üzemanyag-fogyasztás csökkentésével és a károsanyag-kibocsátás minimalizálásával. A könyv leírja és értékeli a különböző motorkonceptiókat, mint például a downsizing és a turbófeltöltés, továbbá bemutatja a különböző anyagokkal szemben támasztott követelményeket.



Jürgen Stoffregen
Motorradtechnik
Motorkerékpár-technika – A motor, a hajtás és a futómű alapelvei és koncepciói 6., átdolgozott és kibővített kiadás, 2006, 437 oldal, 357 ábra, német nyelven.

Ára: 28,90 EUR

A szerző könnyen érthetően és gazdag képanyaggal szólítja meg a műszaki dolgok iránt is érdeklődő motorosokat. A nehéz matematikai levezetések elhagyásával és a szemléltető összefüggések bemutatásával a könyv egy kincseshánya azoknak, akik többet szeretnének tudni, mint amennyi a használati utasításban áll.



Erich Hoepke
Nutzfahrzeugtechnik
Haszonjármű-technika – Alapelvek, rendszerek, komponensek 4., átdolgozott és bővített kiadás, 2006, 514 oldal, 565 ábra, német nyelven.

Ára: 44,90 EUR

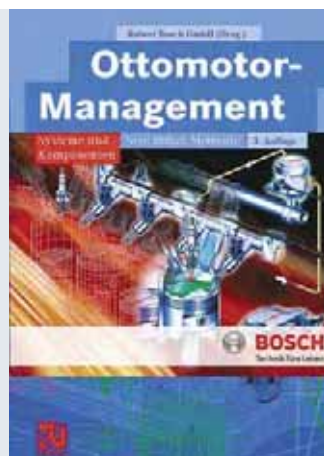
Ez a kiadvány egy alapvető szakkönyv stílusában bemutatja az összes jelentős építési módot, formát és komponenst. A klasszikus konstrukciós tanítások, az örökvényű menetmechanika és termodinamika mellett a könyv bemutatja a legújabb fejlesztéseket, figyelembe véve az elektronikus rendszereknek a hajtásra és a fékezésre gyakorolt befolyását.



Otto-Peter A. Bühler
Omnibustechnik
Autóbusz-technika – Történelmi járművek és az aktuális technika. 342 oldal, 2000, német nyelven.

Ára: 36,90 EUR

Az autóbuszok már kezdettől fogva robusztus, megbízható és kényelmes személyszállító járműveknek számítottak, eltérő számú ülőhellyel. A múlt autóbuszait az 1. részben mutatjuk be, minden olyan leírásukkal együtt, melyből a specializálódásukra fény derül. A könyv második részében az autóbuszok műszaki fejlesztésének magas színvonalát mutatjuk be konkrét, aktuális példákon keresztül.



Robert Bosch GmbH
Ottomotor-Management
Otto-motor menedzsment 3., átdolgozott kiadás, 2005, 358 oldal, német nyelven.

Ára: 44,90 EUR

A szakkönyv először rövid visszatekintést ad az autógyártás történelmi kezdeteire, majd a munkamódszerek alapelveit, valamint az Otto-motor vezérlését fejtegeti. A töltésvezérlés, a befecskendezés (szívócső- és benzin-direktbefecskendezés) és a gyújtás rendszereinek leírása átfogó képet nyújtanak azokról a vezérlési mechanizmusokról, melyek egy modern Otto-motor működéséhez feltétlenül szükségesek.



Eduard Köhler
Verbrennungsmotoren
Robbanómotorok – Motormechanika, a dugattyús motorokra vonatkozó számítások, értelmezések 4., javított és kibővített kiadás, 2006, 481 oldal, 280 ábra, német nyelven.

Ára: 64,90 EUR

A dugattyús motorok mozgó és mozdulatlan alkatrészei statikus és dinamikus igénybevételnek vannak kitéve, melyek a mechanika törvényeit követik. Ez a könyv az egyes motorkomponenseket a hozzá tartozó számításokkal együtt mutatja be. Számos praktikus magyarázat mellett a könyv az anyag- és gyártási eljárás fejtegeti, valamint bemutatja hatásukat a konstruktív kialakításra.

További információk a könyvekről és a megrendelés módjáról:

X-Meditor Kft.
Autóinformatikai üzletág

9002 Győr, Pf. 156
Tel.: 96/618-083.
Fax: 96/618-063.
E-mail: at@xmeditor.hu

Gépjárművek mérésére szolgáló és gépjárművekbe beépített biztonsági radarok statisztikai elmélete (3. rész)

Dr. habil. Molnárka Győző
egyetemi docens, a matematikai és fizikai tudományok kandidátusa, Széchenyi István Egyetem, Műszaki Tudományi Kar, Matematika és Számítástudományi Tanszék

Dr. Oláh Ferenc
okl. villamosmérnök, okl. lokátor szakmérnök, főiskolai docens, Széchenyi István Egyetem, Műszaki Tudományi Kar, Közlekedési Tanszék

A radar és a radarral történő mérés a 20. század első felében jelent meg és indult fejlődésnek. A polgári alkalmazások csak a II. világháború után kezdtek elterjedni. Ma már a mindennapi gyakorlat részévé vált. A polgári járművek felderítésére, leszállítására, kikötőbe történő bevezetésére, sebesség, oldalszög, helyszög és távolság, illetve helymeghatározására általánosan használják. Egyre jobban terjed a szárazföldi – közúti – járművekben is, amelynek célja a közlekedés biztonságának növelése. A radarok és lidarok – lézerradarok – egyszerűsített elméletére vonatkozó irodalom viszonylag könnyen hozzáférhető. A korszerű radar működése azonban bonyolult matematikai módszerekkel tárgyalható. A valószínűségelméleten alapuló eszközbázisra épül. Az elmélet kiterjed minden radartípusra. Ha figyelembe vesszük a természetes és mesterséges zajok által keltett hatást is, számítani kell arra, hogy a hasznos jel a zajban elveszik, mégis fel kell ismerni. Ez tovább nehezíti a feladatot. Ebben a dolgozatban a gyakorlatban előforduló leggyakoribb esetek elméletét kívánjuk ismertetni, amelyből megtudhatjuk, hogyan lehet a zaj által takart hasznos jelet kiszűrni magából a zajból. Ennek megoldása a rádiólokációs elmélet alapvető feladata.

Measuring with radars started in the first half of the 20th century. Civilian applications only get round after the 2nd World War. Nowadays radars are part of our everyday life. They are used to discover and deliver civilian vehicles and to determine speed, distance, rotation and position. It is commonly used in the vehicles in road traffic in order to increase traffic safety. The literature of the simplified theory of radars and lidars (laser radars) is easily accessible. The operation of the modern radars however has to be discussed with complicated mathematical methods. It is based on the instruments of the probability theory. The theory include all of the radar types. If the effects caused by the natural and artificial noises are also considered, you have to expect that the useful sign will be missing in the noise, but you still have to recognize it. This makes the task more difficult. We would like to present the theory of the most frequent cases, and how to filter out the useful sign out of the noise. This is the essential task of the radar theory.

17. EGYEDÜLI IMPULZUS OPTIMÁLIS FELDOLGOZÁSA

Legyen a radar impulzusüzemű és a kisugárzott jel egyetlen impulzussal modulált, továbbá rendelkezzen ismert amplitúdóval és véletlen kezdőfázissal. Ilyen jeleket állít elő a magnetron, illetve az impatt és Gunn diódás oszcillátor. Az optimális feldolgozásnak ebben az esetben két módszere van.

- a korrelációs integrál megoldása
- szűrővel történő feldolgozás

17.1. Egyedüli impulzus korrelációs feldolgozása

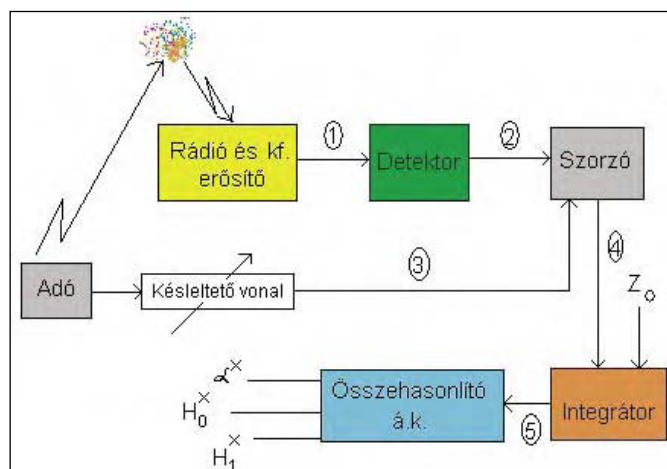
Az első részből ismert a korrelációs integrál (43):

$$Z(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot s(t - t_k) dt \quad (115)$$

ahol:

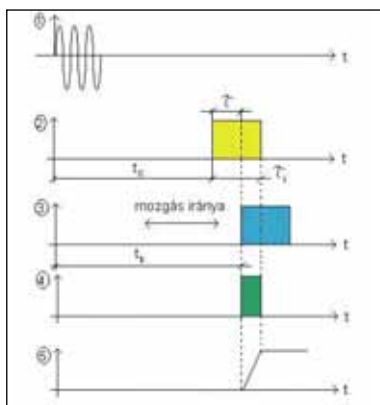
$$s(t - t_k) = S(t - t_k) \cos[\omega_0(t - t_k) + \varphi_0] \quad (116)$$

Ekkor a feldolgozás lehet soros vagy párhuzamos, de ezek során a vivőfrekvenciás késleltetés nem valósítható meg, vagyis a késleltetés csak videojelek formájában történhet. Video-



31. ábra: korrelációs integrál kvázioptimális feldolgozása videofrekvencián

frekvenciás feldolgozás során azonban elveszik a vivőfrekvenciás feldolgozáshoz képest néhány információ, ezért csak kvázioptimális feldolgozásról beszélhetünk. Megjegyezzük,



32. ábra: a videofrekvenciás feldolgozás impulzusábrái

Az I. részből tudjuk (32), hogy:

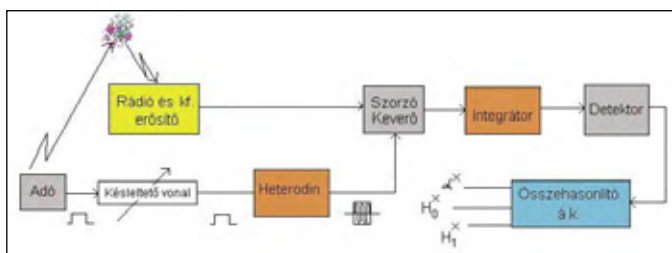
$$x(t) = s(t - t_c) + n(t)$$

de

$$s(t - t_c) = \begin{cases} S_m & \text{ha } 0 < t - t_c < \tau_i \\ 0 & \text{ha } t - t_c < 0 \text{ és } t - t_c > \tau_i \end{cases}$$

illetve:

$$s(t - t_k) = \begin{cases} S_m & \text{ha } 0 < t - t_k < \tau_i \\ 0 & \text{ha } t - t_k < 0 \text{ és } t - t_k > \tau_i \end{cases}$$



33. ábra: a korrelációs integrál kvázioptimális feldolgozása

ahol: τ_i a kisugárzott impulzus időtartamát jelenti.

Az ilyen módon történő feldolgozást a 31. ábra mutatja.

Mivel impulzust alkalmazunk, ezért az integrátor szerepét egy közönséges RC tag is betöltheti, amelyre érvényesek a következők:

$$\frac{\Delta U_{ki}}{U_{ki}} = \frac{t}{2RC} \quad \text{és} \quad \frac{\Delta U_{ki}}{U_{ki}} \Big|_{\max} = \frac{\tau_i}{2RC}$$

Azonban, ha az RC értékét növeljük, akkor ugyan csökken a hiba, de csökken az amplitúdó is, ezért gyakran kell integráló erősítőket alkalmazni, amelyek a következő feltételnek tesznek eleget:

$$\frac{\Delta K_{ki}}{U_{ki}} \Big|_{\max} = \frac{\tau_i}{2K_0 RC}$$

A 31. ábrához tartozó jeleket a 32. ábra mutatja.

A két impulzus $\tau_i - \tau$ idő alatt esik egybe és a korrelációs integrál, így a terület is akkor lesz a legnagyobb, ha a $\tau = 0$ feltétel teljesül.

A feladat középfrekvencián is megoldható, az alábbi ábra alapján (33. ábra).

Ekkor a szűrő kimenetén a jel:

$$s(t - t_c) \cdot s(t - t_k) \cdot \cos[(\omega_0 - \omega_H)t] \quad (117)$$

ahol ω_H a heterodin jele.

hogy a feldolgozás még történhet középfrekvencián is.

17.1.1. Egyetlen impulzus video- és középfrekvenciás kvázioptimális feldolgozása

A célok terének megfigyelése és a célok kiválasztása a zajtérből csak úgy lehetséges, ha a visszavert jelet időben egyeztetjük az adó moduláló jelével, $s(t - t_k)$ -val.

Az integrátor szerepét ekkor egy igen keskeny sávú rezgőkör tölti be.

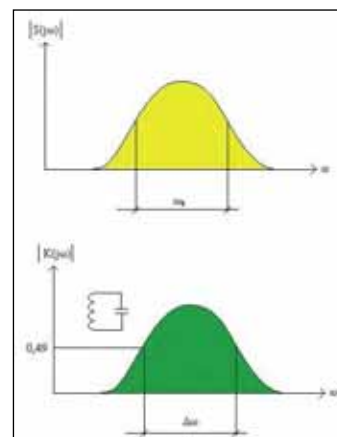
17.2. Feldolgozás szűrővel

Ahhoz, hogy a szűrő illesztett legyen, a következő feltételeket kell kielégíteni:

$$K(j\omega) = c \cdot S^*(j\omega) \cdot \exp(-j\omega \cdot t_0) \quad (118)$$

$$|K(j\omega)| = c |S(j\omega)| \quad (119)$$

Impulzusüzemű radaroknál a moduláló impulzus harang vagy négyszög alakú.



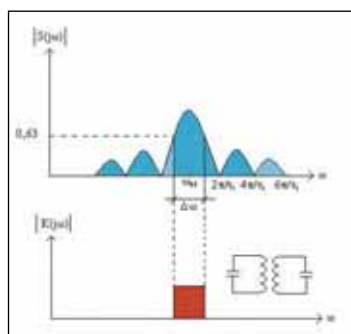
34. ábra: egyetlen harang alakú impulzus kvázioptimális feldolgozásának feltétele

Ahhoz, hogy a feldolgozás kvázioptimális legyen, az

$S(j\omega)$ és $K(j\omega)$ egybe kell eszen. Ekkor a szűrő egyben illesztett szűrő is.

17.2.1. Feldolgozás harang alakú impulzus esetén

Harang alakú jel esetén a feldolgozás értelmezése a 34. ábrán látható. Ekkor az impulzushossz: $\tau_i = 1/\Delta f$.



35. ábra: egyetlen négyszögimpulzus kvázioptimális feldolgozása

A helyes feldolgozás feltétele tehát az, hogy a szűrő amplitúdó – frekvencia karakterisztikája essen egybe az impulzus spektrumával. Az áteresztő sávon belül (0,49-es szinten) történik a belépő impulzus feldolgozása.

A feldolgozás azért kvázioptimális, mert:

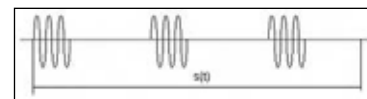
a, Az áteresztési sáv véges, így a jel spektrumának egy része nem megy át a szűrőn, vagyis információvesztés lép fel.

b, A szűrő amplitúdó – frekvencia karakterisztikája nem teljesen illesztett, így ezért is fellép valamekkora információvesztés.

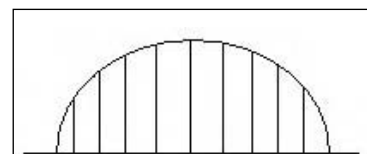
Szűrős feldolgozás esetén a kvázioptimális feldolgozás középfrekvencián történik, amelyek elég instabilak, ezért az áteresztési sávot meg kell növelni a következő értékre:

$$\Delta f = \frac{1,5, \dots, 2}{\tau_i}$$

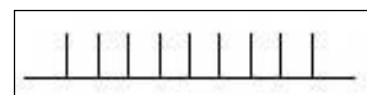
Hátránya e módszernek, hogy a jel – zaj viszony kb. 20%-kal romlik.



36. ábra: impulzusköteg értelmezése



37. ábra: egyetlen köteg értelmezése



38. ábra: az ekvivalens köteg értelmezése

17.2.2. Feldolgozás négyszög impulzus esetén

Ekkor az illesztett szűrő realizációja másképpen kell, hogy történjen. A feldolgozás szintén középfrekvencián történik,

és a 34. ábra változása négyszög impulzusra a 35. ábrán látható.

A feldolgozás két vagy több csatolt szűrővel történik. A $\tau_i = 1/\Delta f$ feltételnek ez esetben is teljesülnie kell. A feldolgozás e típusánál javul a távolsági felbontó képesség, de romlik a sebességi felbontó képesség.



39. ábra: lassan változó köteg értelmezése

40. ábra: gyorsan változó köteg értelmezése

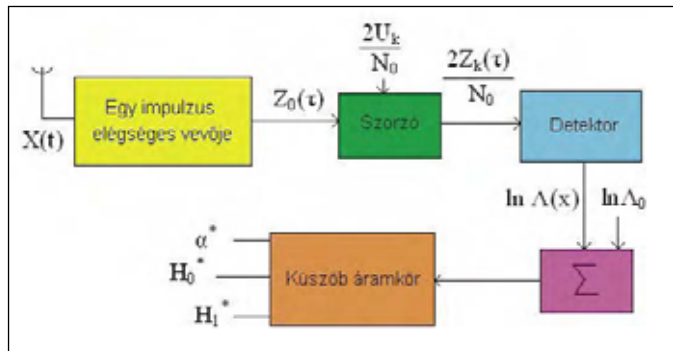
18. IMPULZUSKÖTEG OPTIMÁLIS FELDOLGOZÁSA

Bár ezt a módszert még nem alkalmazzák szárazföldi járművek esetében, de perspektivikus céllal és a teljesség kedvéért ezt is tárgyaljuk.

Érkezzen a vevő bemenetére egy impulzussor. Ha érvényesül az alábbi feltétel:

$$T_m < T_{ism}$$

akkor a feladat olyan, mint amit az előző esetben vizsgáltunk. A kifejezésben T_m a megfigyelési, T_{ism} pedig az ismétlődési időt jelenti. A fenti feltétel teljesülésekor a vizsgált jel impulzus sornak fogható fel, vagyis egy jelben több impulzus is van (36. ábra).



41. ábra: a vevő felépítése nem koherens impulzusköteg esetén

Az antenna iránykarakterisztika legyező mozgást végez, így n számú jel verődik vissza a megfigyelési idő alatt, de változó amplitúdóval a 37. ábra szerint.

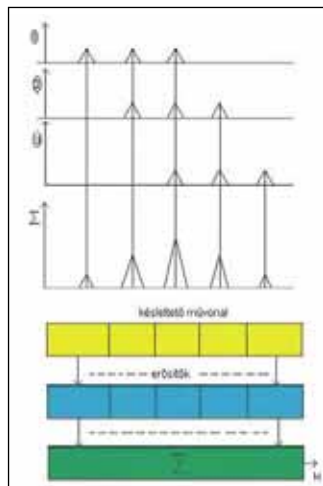
Különböző antennák esetében a jel alakja is változik, ezért célszerű bevezetni az ekvivalens köteg fogalmát (38. ábra). Az ekvivalens köteg állandó amplitúdójú impulzussor, amelynek energiája megegyezik az előző impulzussor energiájával. A következőkben mindig ekvivalens impulzusköteggel végezzük vizsgálatainkat.

A gyakorlatban kétféle köteg van:

a, Lassan változó kötegek

A jelek e típusánál a kötegek amplitúdója állandó, de a szomszédos kötegek amplitúdója változik (39. ábra).

b, Gyorsan változó kötegek
Ekkor a kötegekben is változik a jel amplitúdója (40. ábra).

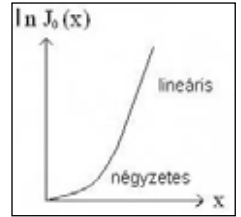


43. ábra: az összegzés elve három impulzus esetén

A kötegeket további két csoportra oszthatjuk.

a, Koherens jelek: azok a rezgések, amelyeknél a fáziskülönbség terjedés ideje alatt állandó.

b, Nem koherens jelek: azok a rezgések, amelyeknél a terjedési idő alatt a fáziskülönbség változik.



42. ábra: kis és nagy argumentumok magyarázata

18.1. Nem koherens impulzusköteg likelihood hányadosa és feldolgozása

Ebben az esetben tehát olyan jeleket vizsgálunk, amelyek amplitúdója és vivőfrekvenciája egyenlő, de kezdeti fázisa véletlenszerűen változó. Ez úgy fogható fel, mint ismert amplitúdójú, véletlen fázisú jel.

Korábban ismert, hogy:

$$s(t; \beta_1, \dots, \beta_n) = s(t; \varphi_{01}, \dots, \varphi_{0n})$$

Likelihood hányados ezekre a jelekre a korábbi részekben tárgyaltak segítségével a következő módon írható:

$$\Lambda(x) = \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} \exp \left[-\frac{E(\beta_1, \dots, \beta_n)}{N_0} \right] \exp \frac{2}{N_0} Z(\tau; \beta_1, \dots, \beta_n) =$$

$$= \int_0^{2\pi} \dots \int_0^{2\pi} \exp \left[-\frac{E(\varphi_{01}, \dots, \varphi_{0n})}{N_0} \right] \exp \frac{2}{N_0} Z(\tau; \varphi_{01}, \dots, \varphi_{0n})$$

$$W(\varphi_{01}, \dots, \varphi_{0n}) d\varphi_{01}, \dots, d\varphi_{0n} \quad (120)$$

A szomszédos impulzusok kezdeti fázisa független egymástól, ezért:

$$W(\varphi_{01}, \dots, \varphi_{0n}) = W(\varphi_{01}) \dots W(\varphi_{0n}) = \left(\frac{1}{2\pi} \right)^n \quad (121)$$

A jel kezdő fázisa tetszős szerinti lehet, így a sűrűségfüggvényük:

$$W(\varphi_{0i}) = \frac{1}{2\pi} \quad (122)$$

Ekkor:

$$s(t; \varphi_{01}, \dots, \varphi_{0n}) = s_1(t; \varphi_{01}) + s_2(t; \varphi_{02}) + \dots + s_i(t; \varphi_{0i}) + \dots, \quad (123)$$

így a jel energiája is:

$$E(\varphi_{01}, \dots, \varphi_{0n}) = E_1(\varphi_{01}) + E_2(\varphi_{02}) + \dots + E_n(\varphi_{0n}) = \sum_{k=1}^n E_k(\varphi_{0k}) \quad (124)$$

Ezzel:

$$Z(\tau; \varphi_{01}, \dots, \varphi_{0n}) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot s_1(t; \varphi_{01}) dt + \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot s_2(t; \varphi_{02}) dt + \dots =$$

$$Z_1(\tau; \varphi_{01}) + Z_2(\tau; \varphi_{02}) + \dots + Z_n(\tau; \varphi_{0n}) \quad (125)$$

A korábbi fejezetekből ismert, hogy:

$$Z(\tau; \varphi_{01}) = Z(\tau) \cdot \cos(\Theta - \varphi_{01})$$

ezzel a 125. összefüggésre írható:

$$Z(\tau; \varphi_{01}, \dots, \varphi_{0n}) = Z_1(\tau) \cdot \cos(\Theta - \varphi_{01}) +$$

$$Z_2(\tau) \cdot \cos(\Theta - \varphi_{02}) + \dots + Z_n(\tau) \cdot \cos(\Theta - \varphi_{0n})$$

A 124.-ben a következő kifejezések szerepelnek:

$$Z(\tau; \varphi_{01}, \dots, \varphi_{0n}) = \sum_{k=1}^n Z_k \cdot \cos(\Theta - \varphi_{0n})$$

$$E_k(\varphi_{01}, \dots, \varphi_{0n}) = \sum_{k=1}^n E_k$$

$$W(\varphi_{01}, \dots, \varphi_{0n}) = \left(\frac{1}{2\pi} \right)^n$$

Így a likelihood hányados:

$$\Lambda(x) = \int_0^{2\pi} \dots \int_0^{2\pi} \exp \left[-\frac{\sum_{k=1}^n E_k}{N_0} \right] \exp \left[\frac{2}{N_0} \cdot Z(\tau) \cdot \cos(\Theta - \varphi_{0k}) \right]$$

$$\left(\frac{1}{2\pi} \right)^n d\varphi_{01}, \dots, d\varphi_{0n} =$$

$$= \prod_{k=1}^n \exp \left(-\frac{E_k}{N_0} \right) \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \exp \left\{ \left[\frac{2Z_k(\tau)}{N_0} \right] \cos(\Theta - \varphi_{0k}) \right\} d\varphi_{0k} \quad (126)$$

ahol az integrál jel alatti rész $1/2\pi$ -szerese a nulladrendő elsőfajú Bessel függvény, vagyis a lassan változó nem koherens impulzusköteg likelihood hányadosa:

$$\Lambda(x) = \prod_{k=1}^n \exp \left(-\frac{E_k}{N_0} \right) J_0 \left[\frac{2Z_k(\tau)}{N_0} \right] \quad (127)$$

Ennek feldolgozása így bonyolult, ezért logaritmizálással alakítsuk át a 127. kifejezést:

$$\ln \Lambda(x) = \sum_{k=1}^n -\frac{E_k}{N_0} + \sum_{k=1}^n \ln J_0 \left[\frac{2Z_k(\tau)}{N_0} \right] \quad (128)$$

Az első összetevő a vett és hasznos jelle vonatkozó összetevőt nem tartalmaz. Amennyiben olyan vevőt realizálunk, amelyek a második összetevőt dolgozza fel, akkor a vevő optimális lesz. A 128. kifejezésen belül is elegendő csak a korrelációs integrál feldolgozása.

$$Z_k(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot S_k(t - t_k) \cos[\omega_0(t - t_k)] dt \quad (129)$$

Az impulzusok jelei a kötegben belül állandók, ezért:

$$s_k(t - t_k) = U_k \cdot S_0(t - t_k)$$

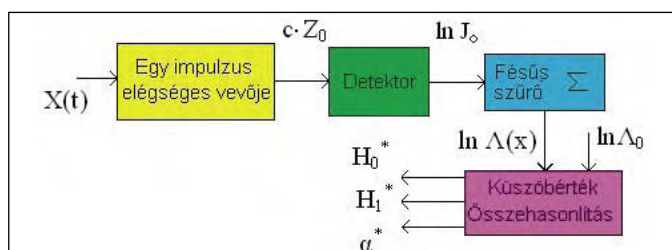
ahol $S_0(t - t_k)$ az impulzusok burkolóját jelenti, így:

$$Z_k(\tau) = U_k \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot S_0(t - t_k) \cdot \cos \omega_0(t - t_k) dt \quad (130)$$

Az integrál alatti összefüggés nem függ a kötegben lévő impulzusok számától, csak a moduláció módjától, vagyis elegendő az alábbi kifejezés realizálása:

$$Z_0(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot s_0(t - t_k) \cdot \cos \omega_0(t - t_k) dt \quad (131)$$

A vevő bemenő köre tehát csak a $Z_0(\tau)$ -t dolgozza fel, ezért a vevő valójában az egy impulzusra vonatkozó optimális vevőt jelenti. A felépített vevő blokkvázlata a 41. ábrán látható.



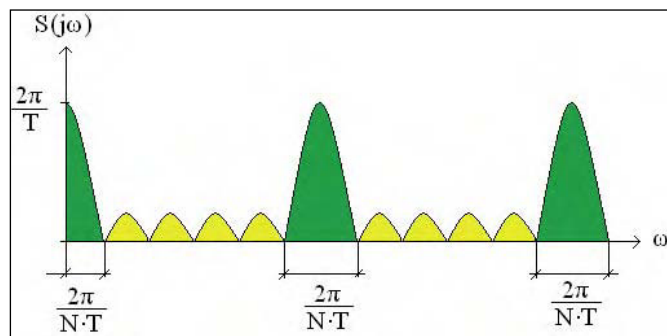
44. ábra: nem koherens impulzusköteg feldolgozása szűrővel

Két eset lehetséges, amelynek magyarázatát a 42. ábra mutatja.

a, Ha $\frac{2Z_k(\tau)}{N_0} \ll 1$, akkor a Bessel függvény logaritmusának kis argumentumú értékeire az aszimptotikus kifejezést használjuk:

$$\ln J_0 \left[\frac{2Z_k(\tau)}{N_0} \right] \approx \frac{1}{4} \left[\frac{2Z_k(\tau)}{N_0} \right]^2$$

b, Nagy argumentumú értékekre az aszimptotikus kifejezés:



45. ábra: a fésűs szűrő karakterisztikája

$$\ln J_0 \left[\frac{2Z_k(\tau)}{N_0} \right] \approx \frac{1}{2} \left[\frac{2Z_k(\tau)}{N_0} \right]$$

Az összegző realizálása a legegyszerűbben késleltető művonallal történik, amelyik annyi elemből áll, ahány impulzust tartalmaz a köteg. Pl. három impulzus esetén összegzés a következő elv alapján történik (43. ábra).

Nagyobb impulzusszám esetén visszacsatolással működő összegzőt célszerűbb alkalmazni.

18.2. Nem koherens impulzusköteg feldolgozása szűrővel

Legyen adott egy impulzussor. Felhasználva a 118. és 119. kifejezést, bizonyítás nélkül írhatjuk:

$$S(j\omega) = S_1(j\omega) + S_1(j\omega) \cdot e^{-j\omega T} + S_1(j\omega) \cdot e^{j2\omega T} + \dots + S_1(j\omega) \cdot e^{-j(N-1)\omega T} \quad (132)$$

ahol T = periódusidő, S_1 = egy impulzus spektruma. Továbbá:

$$S(j\omega) = S_1(j\omega) \frac{\sin \pi \cdot f \cdot N \cdot T}{\sin \pi \cdot f \cdot T} \exp[-j\omega(N-1)T] \quad (133)$$

$$|K(j\omega)| = c \cdot |S(j\omega)| \cdot \left| \frac{\sin \pi \cdot f \cdot N \cdot T}{\sin \pi \cdot f \cdot T} \right| \quad (134)$$

ahol N a köteg impulzusainak száma.

A feldolgozás mind vívőfrekvencián, mind pedig középfrekvencián elvégezhető (44. ábra).

A fésűs szűrő karakterisztikáját a 45. ábra mutatja.

19. GYORSAN VÁLTOZÓ NEM KOHERENS KÖTEG LIKELIHOOD HÁNYADOSA

Ebben az esetben a feldolgozás rádiófrekvencián lehetséges. Bizonyítás nélkül közöljük, hogy a likelihood hányados:

$$\Lambda(x) = \prod_{k=1}^n \frac{N_0}{E + N_0} \exp \left[\frac{Z_k^2(\tau)}{N_0(E + N_0)} \right] \quad (135)$$

Látható, a korábbiaktól annyiban különbözik, hogy bár itt is csak a korrelációs integrált kell feldolgozni, de azt eltérően az eddigiektől négyzetre kell emelni.

20. KOHERENS KÖTEG FELDOLGOZÁSA

Ezzel itt nem foglalkozunk részletesen, csak azt jegyezzük meg, hogy a korábbi fejezetekben tárgyalt módszerekkel elvégezhető a jelek feldolgozása, hiszen a visszavert jelek fázisa mindig ugyanaz.

21. IMPULZUSON BELÜLI LINEÁRIS FREKVENCIAMODULÁCIÓ

Az impulzusüzemű radar maximális hatótávolsága:

$$D_M = \sqrt{\frac{E \cdot G^2 \cdot \lambda^2 \cdot \eta \cdot \sigma_{\text{eff}}}{(4\pi)^2 \cdot m_p \cdot N_0}} \quad (136)$$

ahol:

$E = P \cdot T_c$ – a jel energiája

G – antennanyereség

λ – hullámhossz

η – hatásfok

σ_{eff} – effektív visszaverő felület

m_p – jel – zaj viszony

N_0 – zaj spektrum sűrűsége

P – impulzusteljesítmény

T_c – kisugárzott jel időtartama

Ahhoz, hogy a maximális távolságot növelhessük, leghatékonyabb módszer az E / N_0 növelése. Ennek érdekében viszont növelni kell a T_c értékét, ami a felbontó képesség csökkenését vonja maga után, ezért szélessávú jeleket alkalmazunk, amelyre igaz a következő összefüggés:

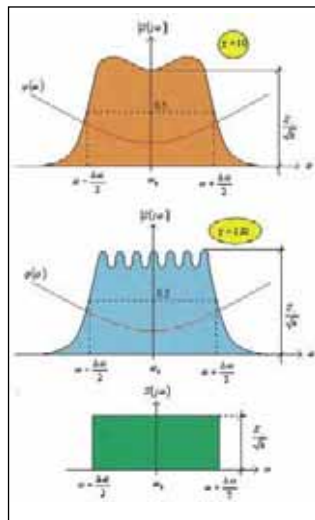
$$\Delta f \cdot T_c \gg 1 \quad (137)$$

Legyen:

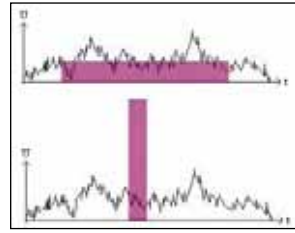
$$\Delta f \cdot T_c = \chi \quad (138)$$

ami jelentse az összenyomási együtthatót, vagyis χ értékű összenyomási tényezővel dolgozunk, aminek értelmezése a 46. ábrán látható.

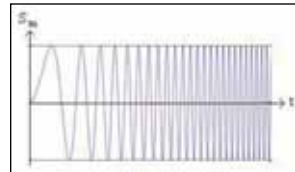
Az ábrából jól látszik, hogy a kompresszió csak a hasznos jelre vonatkozik, a zajra nem. Ekkor fizikailag olyan energiaátrendeződés jön létre, ahol a frekvencia változatlan, de az amplitúdó növekedni fog. Ezt szemlélteti a 46. ábrán a két satírozott téglalap. Ez az oka annak, hogy a $T_c \approx 10^{-6}$ s szoros értékre is összenyomható, amelynek eredményeként a hasznos jel kiemelkedik a zajból. A tárgyalt módszer esetében tehát szélessávú jeleket kell alkalmazni, amely elérhető fázis- vagy frekvenciamodulációval, illetve kódfázis-modulációval.



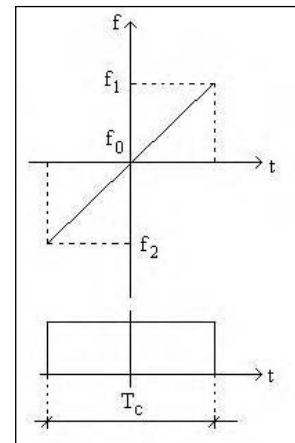
49. ábra: az impulzus spektrumsűrűsége



46. ábra: az összenyomási tényező értelmezése



47. ábra: lineáris frekvenciaváltozás az időtartományban



48. ábra: az impulzus és frekvencia változásának időtartama

21.1. Szélessávú jelek alkalmazása frekvenciamodulációval

Vizsgáljuk meg a 46. és a 47. ábrát. Látható, hogy egyidejűleg amplitúdó és fázismoduláció történik. A jel tehát állandó amplitúdóval és lineáris frekvenciaváltozással (frekvenciakövetéssel) jellemezhető (Δf vagy $\Delta \omega$). A jelek feldolgozását jelentősen befolyásolja a frekvencia változásának sebessége (48. ábra).

$$k = \frac{\Delta f}{T_c} \quad \text{ahol } \Delta f = f_1 - f_2 \quad (139)$$

A 48. ábra felhasználásával jó közelítéssel meghatározható a jel frekvencia- és fázismenete.

A 49. ábrán ez látható χ kis és nagy értékeire. Az S_m az impulzus burkológörbéjének amplitúdója. Természetesen mindez ábrázolható az időtartományban is az 50. ábra szerint. A sebesség szélessége egyenlő a frekvenciaváltozással.

A fázismentre írható:

$$\varphi(\omega) = \frac{(\omega_0 - \omega)^2}{4\pi \cdot k} - \varphi_0 + \omega \cdot t_0 \quad (140)$$

Az ω_0 -t az ún. futófázis.

Az illesztett szűrőfrekvencia karakterisztikája a 123. kifejezés szerint:

$$K(j\omega) = c \cdot S^*(j\omega) \cdot \exp(-j\omega \cdot t_0) \quad (141)$$

A 140. kifejezés ismeretében meghatározható az egyes frekvencia-összetevők késleltetési ideje az illesztett szűrőn:

$$t_k = -\frac{\partial \varphi(\omega)}{\partial \omega} = -\left[\frac{2(\omega_0 - \omega)}{4\pi \cdot k} - t_0 \right] = \frac{\omega - \omega_0}{2\pi \cdot k} + t_0 = \frac{\omega - \omega_0}{\Delta \omega} T_c + t_0 \quad (142)$$

mert k a (139) szerint írható.

Az illesztett szűrőnek tehát egy olyan késleltető vonalat is kell tartalmaznia, amelynek késleltetése változik a frekvencia változásával. Az ilyen késleltető vonalat nevezzük diszpergáló késleltető művonalnak. A diszpergáló művonal az alacsonyabb frekvenciákat hosszabb ideig, a magasabb frekvenciákat pedig rövidebb ideig késlelteti. Amikor mind fázisba kerül, akkor kiugrás keletkezik.

A jel amplitúdó – frekvencia karakterisztikája a 125. kifejezés analógiájára:

$$|K(j\omega)| = c \cdot |S(j\omega)| \quad (143)$$

Vizsgáljuk meg az 50. ábrát, amelyre írható:

$$|S(j\omega)| = \frac{S_m}{\sqrt{k}} \quad (144)$$

Amennyiben a 143. kifejezés $c = \frac{\sqrt{k}}{S_m}$ -re választjuk,

akkor az amplitúdó – frekvencia karakterisztika normalizált értékét kapjuk:

$$|K(j\omega)| = c \cdot |S(j\omega)| = \frac{k}{S_m} \cdot \frac{S_m}{\sqrt{k}} = 1 \quad (145)$$

A 145. kifejezés látható az 51. ábrán:

A normalizált értéket előállító szűrőt π vagy Π szűrőnek nevezzük, amelyre írható:

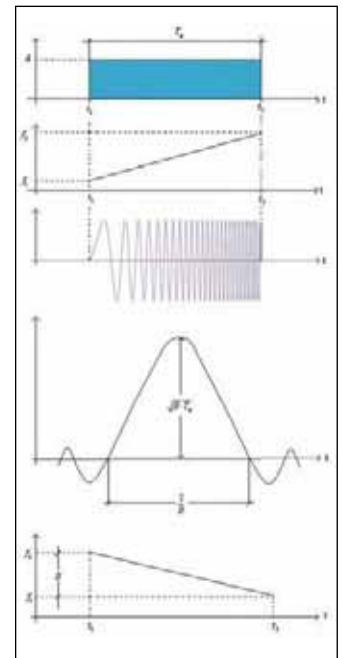
$$K(j\omega) = c \cdot |S(j\omega)| \cdot \exp[-j \arg S(j\omega) \cdot \exp(-j\omega t_0)] = \exp[-j \arg S(j\omega) \cdot \exp(-j\omega t_0)] \quad (146)$$

Fourier visszaalakítással:

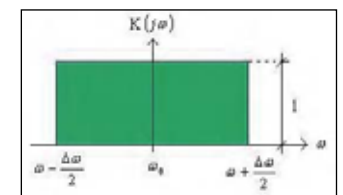
$$s_{ki}(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S_{ki}(j\omega) \cdot e^{j\omega t} dt \quad (147)$$

Kapjuk:

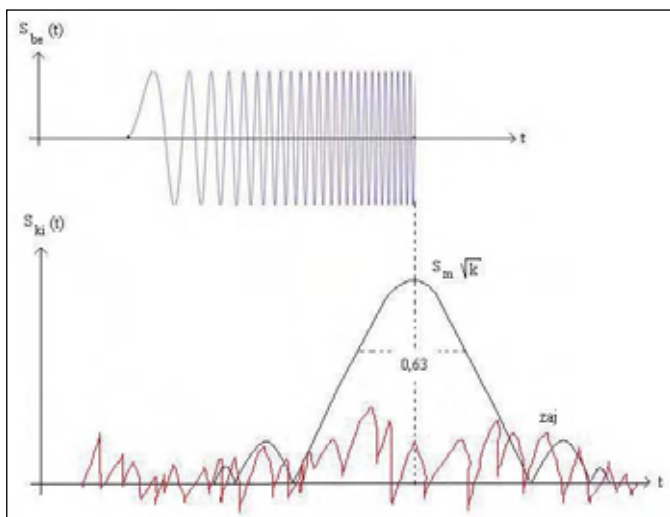
$$s_{ki}(j\omega) = K(j\omega) \cdot S(j\omega) = \exp\left\{-j \arg S(j\omega) \cdot \exp(-j\omega t_0) \cdot \frac{S_m}{\sqrt{k}} \cdot \exp[j \arg S(j\omega)]\right\} =$$



50. ábra: az impulzus és frekvencia időtartama



51. ábra: a normalizált amplitúdó frekvenciakarakterisztikája



52. ábra: a be és kimenő jel időfüggvénye

$$\frac{S_m}{\sqrt{k}} \exp(-j\omega t_0) = S_{ki}(j\omega) \quad (148)$$

Ezzel megkaptuk a jel spektrumát a szűrő kimenetén, amelyet csak az $\omega_0 - \frac{\Delta\omega}{2} \dots \omega_0 + \frac{\Delta\omega}{2}$ között értelmezhetjük, ezen kívül az értéke zérus, így:

$$s_{ki}(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{\omega_0 - \frac{\Delta\omega}{2}}^{\omega_0 + \frac{\Delta\omega}{2}} \frac{S_m}{\sqrt{k}} \exp[j\omega(t-t_0)] d\omega = S_m \sqrt{\chi} \frac{\sin \frac{\Delta\omega}{2}(t-t_0)}{\frac{\Delta\omega}{2}(t-t_0)} e^{j\omega_0(t-t_0)} \quad (149)$$

A 149. kifejezésnek csak a valós része jelenik meg a szűrő kimenetén:

$$\text{Re}[s_{ki}(t)] = S_m \sqrt{\chi} \frac{\sin \frac{\Delta\omega}{2}(t-t_0)}{\frac{\Delta\omega}{2}(t-t_0)} \cos \omega_0(t-t_0) \quad (150)$$

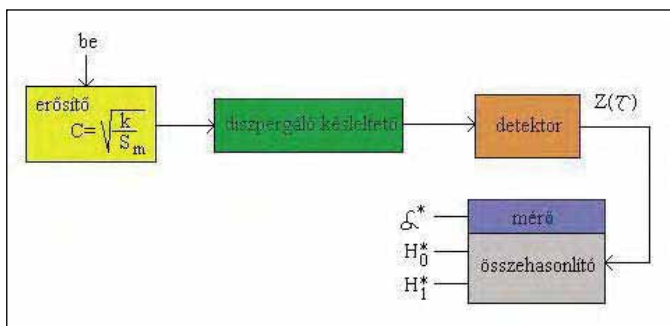
A kimenő jel burkolója:

$$S(t) = S_m \sqrt{\chi} \left| \frac{\sin \frac{\Delta\omega}{2}(t-t_0)}{\frac{\Delta\omega}{2}(t-t_0)} \right| \quad (151)$$

A leírtak értelmezése az 52. ábrán látható:

Amennyiben $S_m < N_0$, akkor a jel eltűnik a zajban, azonban az összenyomási tényező értékének függvényében a hasznos jel kiemelkedik a zajból.

A tárgyaltaknak megfelelő vevő blokkvázlata az 53. ábrán látható.



53. ábra: a vevő diszpergáló művonallal

21.2. Fáziskód – modulált jelek alkalmazása

A kódfázis – modulált jelek alkalmazása a spektrum szélesítésének egy másik módja.

Kódfázis – modulált jelnek nevezzük azt a jelet, amelynek amplitúdója állandó, kezdőfázisa pedig impulzuson belül ugrás-szerűen változik valamilyen kód szerint. A gyakorlatban ez az érték általában 0 vagy π . Egy kódolt jel látható az 54. ábrán. A diszkrét időhossz legyen τ_d , amely a feldolgozás szempontjából igen fontos jellemző.

A távolsági felbontó képesség:

$$\Delta D = \frac{c \cdot \tau_d}{2} = \frac{c}{2\Delta f} \quad (152)$$

Az olyan időintervallum értéket, amelyen belül nincs megismétlődő kód, a jel kódintervallum hosszának nevezzük.

Vizsgáljuk meg a kódszerkesztés szabályát:

$$N = 2^n - 1 \quad (153)$$

ahol n – sorkitevő értéke, amely tetszőlegesen vehető fel. Pl. 000 három tényezőből áll, vagy 00 π 00 öt tényezőből áll. A helyes működés feltétele, hogy az n legalább egy értéke a fázisok közül különbözzön π -től.

A d_j felépítése a következő:

$$d_j = d_{j-n} \cdot d_{j-n} \dots d_{j-e} \cdot d_{j-k} \quad (154)$$

ahol: $j > n$; $n > m$; $e > k \geq 1$.

A $d_j = \pm 1$ értéket vehet fel és a kezdőfázis értékei $e^{j0} = 1$ és $e^{j\pi} = -1$.

Egy kódsorozat tehát megadható az alábbi szimbólussal:

+1 +1 +1 -1 -1 +1 -1

0 0 0 π π 0 π .

Egy kód $n = 3$ esetén az alábbi módon számítható:

$$N = 2^3 - 1 = 7.$$

Az első n tag tetszőlegesen felvehető (d_1, d_2, d_3 , ami a fenti sorozat szerint +1, +1, +1). Ezután $N = 7$ esetén már csak négy diszkrét értéket kell kiszámítani.

Legyen $d_1 = 1$. Akkor:

$$d_4 = -d_{4-3} \cdot d_{4-1} = -d_1 \cdot d_3 = -1,$$

$$d_5 = -d_{5-3} \cdot d_{5-1} = -d_2 \cdot d_4 = -(-1) = +1,$$

$$d_6 = -d_{6-3} \cdot d_{6-1} = -d_3 \cdot d_5 = -1,$$

$$d_7 = -d_{7-3} \cdot d_{7-1} = -d_4 \cdot d_6 = +1 \cdot (-1) = -1.$$

Ez a következő módon ábrázolható (55. ábra):

A sorozat tulajdonságai:

$$\sum_{j=1}^N d_j = 1$$

a, $\sum_{j=1}^N d_j = 1$, ami azt jelenti, hogy a 0 fázisú diszkrét értékek száma mindig eggyel több, mint a π fázisúé.

$$\sum_{j=1}^N d_j \cdot d_j = \sum_{j=1}^N d_j^2 = N$$

b, $\sum_{j=1}^N d_j \cdot d_j = \sum_{j=1}^N d_j^2 = N$. Mivel a $d = \pm 1$, ezért a négyzetek összege mindig N .

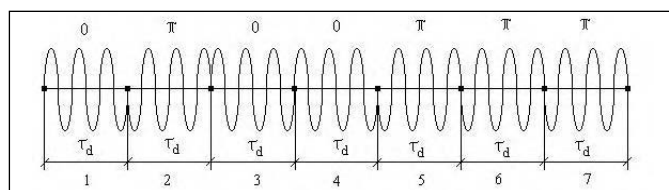
$$\sum_{j=1}^N d_j \cdot d_{j+k} = -1$$

c, $\sum_{j=1}^N d_j \cdot d_{j+k} = -1$.

A k mutatja azon diszkrét értékek mennyiségét, amelyekkel a referens kód a vett kódhoz képest el van tolva (56. ábra).

Ha $j > N$, akkor a kód ismétli önmagát, vagyis átmegy önmagába (57. ábra).

Ha $k \neq 0$, akkor ez megfelel $\tau \neq 0$ feltételnek, ahol τ = széthangolási idő ($k = 0$ esetén $\tau = 0$).



54. ábra: a kódfázis – modulált jel egy formája

A kódintervallumon belül az autókorrrelációs függvény az 58. ábrán látható, amelynek formájából következik, hogy a feldolgozás eredményeképpen a kimenő jel N-szer össze lesz nyomva. Eközben a kimenő jel amplitúdója N-szer nagyobb lesz, mint a bemenő jel amplitúdója, tehát a jel kiemelkedése a zajból itt is bekövetkezik.

21.3. Kálmán szűrő

Sok cél nyomkövetésével (távolság – sebesség párok folyamatos figyelése) kapcsolatban a következő nehézségek lépnek fel:

- a céltárgyak száma ismeretlen,
- a céltárgyak megjelennek, majd eltűnnek, attól függően, hogy mekkora a sebességük és a távolságuk, illetve ezek különbözősége miatt bekövetkező takarások gyakorisága,
- a környezet különböző zavarása téves riasztáshoz vezet,
- korlátozott a becslési, illetve a feldolgozási idő,
- a járművek haladási irányának kereszteződéseiből adódó problémák.

A fentiek következménye lehet az is, hogy a hasznos jelek elvesznek a zajban. Ezekben az esetekben célszerű valamilyen kompressziós eljárás alkalmazása.

Megjegyzés: Kálmán Rudolf 1930-ban született Budapesten, amelyet korán elhagyott és egyetemi tanulmányait már az USA-ban végezte el. A róla elnevezett szűrési technikát 1960-ban publikálta, amelyet azóta számos feladat megoldására alkalmaztak.

21.3.1. A Kálmán szűrő működési elve [3, 15, 24]

Ebben az alponban röviden ismertetjük a legszükségesebb matematikai fogalmakat.

Elsősorban vizsgálni kell több (n) valószínűségi változó együttes eloszlásfüggvényét. Alapesetben n dimenziós valószínűségi változóról azonban, ha azok vektorok, akkor n dimenziós valószínűségi vektorváltozókról beszélünk.

Két változó esetén a korrrelációs együttható:

$$R(\zeta_i, \zeta_j) = \frac{M\{[(\zeta_i - M(\zeta_i))(\zeta_j - M(\zeta_j))]\}}{D(\zeta_i)D(\zeta_j)} \quad (155)$$

ahol: ζ_i és ζ_j : valószínűségi változók

$M(\zeta_i)$ és $M(\zeta_j)$: a változók várható értékei

$D(\zeta_i)$ és $D(\zeta_j)$: a változók szórása

A 155. kifejezés számlálójában szereplő kifejezést az irodalom kovariancia elnevezésként ismeri.

Megjegyzés: Kovariancia latin eredetű szó: valamilyen átalakítás során az eredeti viszonyokat változatlanul hagyóan átalakuló, ún. kovariáns mennyiségek tulajdonsága.

Jelöljük a számlálót m_{ij} -vel és a szórásnégyzetet. Legyen:

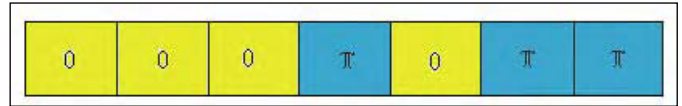
$$M[(\zeta_i - M(\zeta_i))^2] = \sigma_i^2 \quad (156)$$

Ha kettőnél több valószínűségi változó (lásd: GPS esetén) kapcsolatát kívánjuk vizsgálni, akkor elkészíthetjük a páronkénti kovarianciákat. Ekkor

$i, j = 1, 2, \dots, n$

és az eredményt $n \times n$ -es táblázatban – mátrixban – foglalhatjuk össze, amelyet kovarianciamátrixnak vagy szórásnégyzetmátrixnak nevezünk:

$$\begin{bmatrix} \sigma_1^2 & m_{12} & m_{13} & \dots & m_{1n} \\ m_{21} & \sigma_2^2 & m_{23} & \dots & m_{2n} \\ m_{31} & m_{32} & \sigma_3^2 & \dots & m_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{n1} & m_{n2} & m_{n3} & \dots & \sigma_n^2 \end{bmatrix}$$



55. ábra: a kód ábrázolása a 110. kifejezés szerint



56. ábra: eltolt kódsorozat $k = 3$ esetén

Ha a kovarianciamátrix determinánsa zérus, akkor a $\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_n$ változók között lineáris kapcsolat áll fenn, tehát legalább az egyik a többivel lineárisan kifejezhető.

A Kálmán szűrő működése tehát a Gauss-féle legkisebb négyzetek módszerén alapul. Maga a szűrő egy lineáris, önkiíró, előrebecslő műszer, ami egy minimális eltérést okoz a becslésben azért, hogy a Gauss-féle zajfolyamatok formájában kisebb jeleket küld. Meg kell azonban jegyezni, hogy a Kálmán szűrő is okoz hibát a hibaállapot vektor becslésének pontosságában. Ezt, mind kovarianciamátrixot határozzuk meg.

Mint korábban láttuk, a kovarianciaanalízis a szórásanalízis csoportjába tartozik és módszert ad olyan kérdések eldöntésére, hogy befolyásolják-e valamely kísérlet kimenetelét bizonyos tényezők, lép-e fel közöttük bizonyos kölcsönhatás stb. A tényezők lehetnek mennyiségek és minőségek. Ilyen esetben a vizsgált tényező (faktor) lehet bármilyen zavaró hatás, amelynek valóban lehet minősége és mértéke, amelyeket vizsgálni és kompenzálni kell.

A Kálmán szűrő dinamikus rendszerek állapotának becslésére alkalmas. A rendszert leíró paraméterek becslött értéke az adott időpontban végzett mérés, másrészt a korábban végzett mérések alapján végzett előrejelzés együttes figyelembevételével határozható meg. Ez a dinamikus modell.

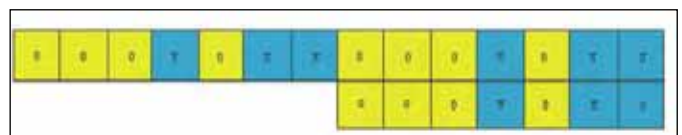
De van egy másik modell is, amely a hibaállapot vektor és minden szűrő által feldolgozott mérés között ír le kapcsolatot és ezt nevezzük mérési modellnek.

A Kálmán szűrő információkat válogat ki a mérésekben, továbbá a dinamikus viselkedő állapotvektorokban oly módon működik közre, hogy súlyozza azokat a saját kovarianciamátrixa által. Ez azonban csak akkor következik be, ha a mérési eredményeket az állapotvektorok becsléséhez hasonlítjuk és a kettő közötti eltérés értéke elég kicsi, ellenkező esetben a súlyozás nem következik be. Amennyiben a súlyozás bekövetkezik, akkor az előzőleg kiszámított állapot becslése elősegíti a későbbi állapot értékének helyes előrebecslését. (Ezért előrebecslő eljárás a Kálmán szűrés.)

21.3.2. A Kálmán szűrő modellje

A rendszer a dinamikus folyamatnak olyan modellje, amely megmutatja, hogy a hibaállapot-vektor hogyan változik az időben. A teljes navigációs állapotot pozícióval és sebességgel jellemezzük, változásának értéke pedig a mindenkori állapot nem lineáris függvényével és a feldolgozott fehér zajjal jellemezhető.

Jelöljük a teljes navigációs állapotot $y(t)$ -vel, a becslést pedig $\hat{y}(t)$ -vel



(157) 57. ábra: eltolt kódsorozat $j = N$ esetén

Ekkor a teljes navigációs állapot hibája:

$$\hat{x}(t) \cdot \Delta \frac{\hat{y}(t)}{\Delta t} - y(t) \quad (158)$$

ahol a $\hat{\cdot}$ jel becslést jelent, az alulvonás pedig vektort jelent.

Amikor a Kálmán szűrő működésbe lép, akkor:

$$\hat{x}_k = \hat{x}(t_k) \quad (159)$$

kifejezi az állapotvektort a t_k időpillanatban.

Ekkor a folyamatos hiba differenciaegyenlete:

$$\hat{x}_k = \Phi_{k-1} \cdot \hat{x}_{k-1} + G_{k-1} \cdot W_{k-1} \quad (160)$$

ahol: $\hat{x}_k$ = állapotvektor a t_k időpillanatban,

Φ_{k-1} = állapotátviteli mátrix,

W_{k-1} = folyamatban fellépő zaj vektora, amit még folyamat vagy üzemi zajnak is nevezünk,

G_{k-1} = Gauss zajra utaló együttható.

A W_k várható kimenő eredménye egy zajvektor mátrixa. Ez egy kovarianciamátrix, amelynek vannak eltérései. A W_k komponenseinek átlója és az összetevők kovarianciája közt, amelyet így írhatunk: $E[W_k \cdot W_k^T] = Q_k$.

A másik modell, a mérési modell meghatározható akkor, ha mérhető a hibaállapot-vektor. Hiba szempontjából terjesszük ki a mérési egyenletet a valamely becslést mérési állapottal, az elhanyagolt további feltételekkel és a lineáris mérési egyenlettel, amelyben szerepel a hibaállapot-vektor is.

Ekkor a mérési egyenlet diszkrét formája:

$$z_k = H_k \cdot \hat{x}_k + v_k \quad (161)$$

ahol z_k = mérési eredmény a t_k időpillanatban,

H_k = mérési (érzékelési, érzékenységi) mátrix,

v_k = egy sorozat Gauss-féle zaj, kovarianciamátrixszal:

$$E[v_k \cdot v_k^T] = R_k.$$

21.3.3. A Kálmán szűrő algoritmus

A Kálmán szűrő algoritmus rekurzívan becsli a hibaállapotvektort, ahol szintén számolni kell a kovarianciamátrix által adott becslés bizonytalanságával. Meg kell határozni a t_k időpillanatban

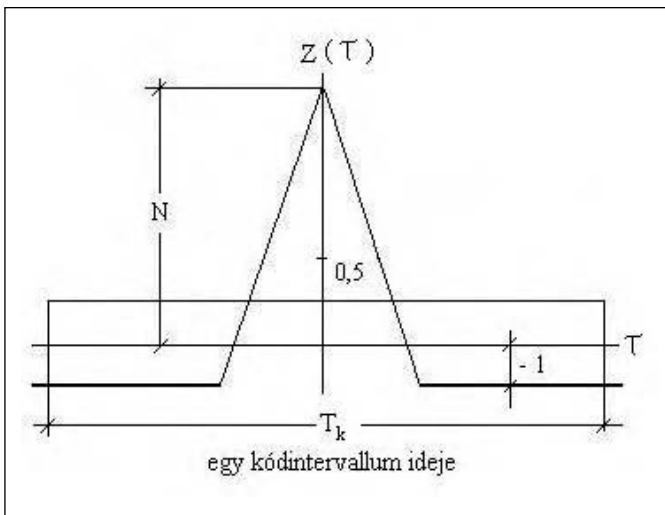
a becslést hibaállapot-vektor $\hat{x}(t)$ értékét. A becslési hiba a becslésben keletkezett hibát jelenti, vagyis:

$$dx_k = \hat{x}_k - x_k \quad (162)$$

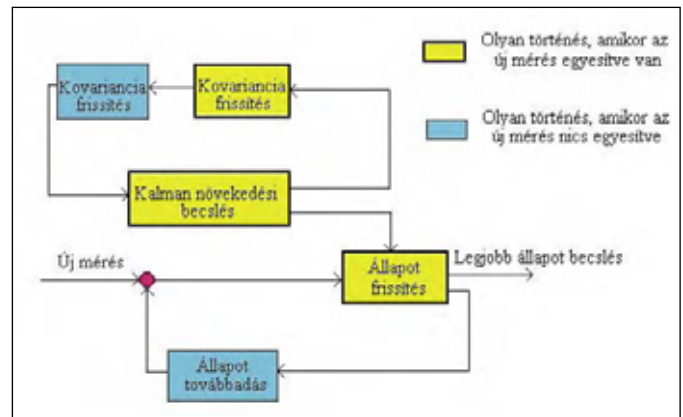
A t_k pillanatban becslést hiba kovarianciamátrixa egy bizonytalanságot ad a becslést hibaállapot-vektorra, ami:

$$P_k = E[x_k \cdot x_k^T] = E[(x_k - \hat{x}_k)(x_k - \hat{x}_k)^T] \quad (163)$$

Járműveknél a Kálmán szűrő a dinamikus modellt használja, hogy továbbítani tudja a mérések között becslést állapot vektorainak értékeit, majd egyesíti a mérési adatok értékeit.



58. ábra: az N-szeres összenyomás értelmezése



59. ábra: a Kálmán szűrő leegyszerűsített blokkvázlata

Az 59. ábrán a Kálmán szűrő leegyszerűsített blokkvázlata látható.

A leírtak alapján látható, hogy a Kálmán szűrő biztosítja a legjobb állapot becslést értékeinek továbbítását és frissítését.

21.3.4. Továbbítás

A következőkben a $(-)$ jel azt jelenti, hogy a becslés tartalmazza a t_k időpillanat előtti összes információt, de a t_k időpillanatban lévő értékeket még nem, a $(+)$ jel pedig már feldolgozza a t_k időpillanatban mért értéket is. Két mérés között a hibaállapotvektor elemei és annak kovarianciamátrixának elemei növekedni fognak.

A Kálmán szűrő felhasználja az állapotátmeneti mátrixot is, hogy azt továbbítani tudja:

$$\hat{x}_k(-) = \Phi_{k-1} \cdot \hat{x}_{k-1}(+) \quad (164)$$

$$P_k(-) = \Phi_{k-1} \cdot P_{k-1}(+) \cdot \Phi_{k-1}^T + G_{k-1} \cdot Q_{k-1} \cdot G_{k-1}^T \quad (165)$$

A továbbítás tipikus hatása, hogy a kovarianciamátrixon nő a nem egyoldalúan becslést hibaállapot eltérése.

21.3.5. Frissítés

A Kálmán szűrő különböző méréseket egyesít, ami természetesen hibát visz a Kálmán szűrő működésébe, amely a z_k mérési hibaállapot-vektor függvénye, amit általában a számítási eredmény maradékának tekintünk. A becslést hibaállapot-vektor frissítve így írható:

$$\hat{x}_k(+) = \hat{x}_k(-) + K_k [(z_k - H_k \cdot \hat{x}_k(-))], \quad (166)$$

ahol a szögletes zárójel mennyisége egy maradék érték és K_k a Kálmán-féle növekedés, amelynek matematikai formája:

$$K_k = P_k(-) \cdot H_k^T [H_k \cdot P_k(-) \cdot H_k^T + R_k]^{-1} \quad (167)$$

A frissített kovarianciamátrix származtatható közvetlenül a frissített állapot egyenletéből, megadva az ún. szimmetrikus Joseph-alakzatot:

$$P(+) = (I - K_k \cdot H_k) \cdot P_k(-) \cdot (I - K_k \cdot H_k)^T + K_k \cdot P_k \cdot K_k^T \quad (168)$$

Ez leegyszerűsíthető az alábbi alakra:

$$P(+) = (I - K_k \cdot H_k) \cdot P_k(-) \quad (169)$$

ahol I az egységmátrix.

Bizonyítható, hogy a Kálmán-növekedés bizonyos feltételek mellett egy jól alkalmazható alakja:

$$K = P / (P + R) \quad (170)$$

A Kálmán szűrőnek van egy hibája. Ha K közel van 0 értékhez (vagy alig nagyobb annál), akkor a szűrő nagyon lassan, vagy egyáltalán nem fog reagálni az új információkra, ezért a Kálmán szűrők a K értékére alkalmaznak egy mesterségesen meghatározott minimum értéket, amely ezt a problémát hivatott megakadályozni.

ÖSSZEFOGLALÁS

A konvergencia-elv értelmében a radartechnika egyre inkább áthatja a közlekedés teljes területét, de ezen belül is fokozottan nő a szerepe a járműtechnikában, jelentősen fokozva azok biztonságát a távolság, távolság szerinti felbontóképesség és a sebesség mérésének segítségével. Többféle radartípust alkalmaznak a különböző gépjárművekben. Ebben a cikksorozatban radarok statisztikai elméletével foglalkoztunk. Az itt tárgyalt elméletet is felhasználva tervezik meg és építik fel a gépjárművekben alkalmazott radarok egyes típusait. E cikk megírását az is indokolja, hogy szükségessé válik az egyre bővülő radartípusok elméletének és alkalmazásának megismerése, mert 2013-tól az új gépjárművekbe kötelező lesz a biztonsági célokat szolgáló közel és távol radarok beépítése, és mindkét radartípus különböző statisztikai modelleket, illetve algoritmusokat alkalmaz.

Irodalom

- [1] Dr. Tamási Ferenc: Rádiólokátor-technika, Zrínyi Katonai Kiadó – Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986
- [2] Arató Mátyás – Knuth Előd: Sztochasztikus folyamatok elemei, BME Tankönyvkiadó, Budapest, 1970
- [3] M. Ezekiel – K. A. Fax: Korreláció és regresszió analízis, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1970
- [4] Prékopa András: Valószínűségelmélet, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1962
- [5] Reimann József – Tóth Júlianna: Valószínűségsszámítás és matematikai statisztika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1985
- [6] Dr. Oláh Ferenc: Válogatott fejezetek a navigációs berendezésekhez, Tankönyvkiadó, Budapest, 1992
- [7] Ugróczki László – Dr. Oláh Ferenc: Radarberendezések, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1993
- [8] Vincze István: Matematikai statisztika, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968
- [9] Rényi Alfréd: Valószínűségsszámítás, Tankönyvkiadó, 1966
- [10] Samuel Karlin – Howard M. Taylor: Stochasztikus folyamatok, Gondolat, Budapest, 1985
- [11] Fazlollah M. Reza: Bevezetés az információelméletbe, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1966
- [12] W. Wehrmann: Korrelációs technika, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983
- [13] М. И. Финкельштейн: ОСНОВЫ РАДИЛОКАЦИИ. Москва, Советское Радио, 1973.
- [14] И. А. ЛИПКИН: Основы статической радиотехники, теории информации и кодирования, Москва, Советское Радио, 1978.
- [15] Werner Wiesbeck: Radar System Engineering, www.lhe.uni-karlsruhe.de, 2005.
- [16] Multifunctional Automotive Radar Network (RadarNet) Deliverable D40 Final Report, 2004.
- [17] Minszki Légyvédelmi Rakéta és Rádiótechnikai Egyetem előadásának anyaga a Lokátorelmélet c. tantárgyból.
- [18] Skolnik, M: Introduction to Radar Systems, McGraw Hill Text. 2000
- [19] Detlefsen J: Radartechnik, Springer-Verlag, 1989.
- [20] R, Mende: Radarsysteme zur automatischen Abstandsregelung in Automobilen, Dissertation. 1999.
- [21] Stove, A. G: Linear FMCW Radar Techniques, IEE Proceedinds-F. 1992 No. 5.
- [22] D. Oprisan and H. Rohling: Tracking system for Automotive Radar Networks., IEE Radar 2002.
- [23] Florian Fölster: Erfassung ausgedehnter Objekte durch ein Automobil – Radar, Dissertation. 2006.
- [24] F.X. Hofele, CELL Averaging Statistic Hofele (CASH) CFAR Impulshöhenanalyse (IHA) und Pulskompressions- - Nebenzipfel – Maske (PNM, Report of Daimler Benz Aerospace AG, Ulm February 11, 1997.
- [25] Richard, V. G. – Dillard, G. M. : Adaptive Detection Algorithms for Multiple Target Situations, IEEE Transactions on AES, 1977. 338 – 343 old.
- [26] Dr. Oláh Ferenc: Kálmán szűrő és a GPS.

IMPRESSZUM

A jövő járműve • Járműipari innováció

II. évfolyam, 2007/3–4. szám • Alapítva: 2006 • Megjelenés: negyedévente • HU ISSN 1788-2699

ALAPÍTÓK:



ELEKTRONIKUS JÁRMŰ
ÉS JÁRMŰIRÁNYÍTÁSI
TUDÁSKÖZPONT



JÁRMŰIPARI
REGIONÁLIS EGYETEMI
TUDÁSKÖZPONT



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem – Elektronikus Jármű és Járműirányítási Tudásközpont (EJIT)
1111 Budapest, Stoczek utca 6., J épület 516. • Tel.: 1/463-1753 • Fax: 1/463-3255 • E-mail: info@ejit.bme.hu

Széchenyi István Egyetem – Járműipari Regionális Egyetemi Tudásközpont (JRET)
9026 Győr, Egyetem tér 1. • Tel.: 96/613-678 • Fax: 96/613-681 • E-mail: jret@sze.hu

X-Meditor Lapkiadó, Oktatás- és Rendezvényszervező Kft.
9023 Győr, Csaba u. 21. • Levelezési cím: 9002 Győr, Pf. 156 • Tel.: 96/618-062 • Fax: 96/618-063 • E-mail: nszi@xmeditor.hu

KIADÓ:

X-Meditor Lapkiadó, Oktatás- és Rendezvényszervező Kft. • Felelős kiadó: Pintér Imre

SZERKESZTŐSÉG:

X-Meditor Kft. Autóinformatika üzletág
Felelős szerkesztő: dr. Nagyszokolyai Iván • Tel.: 96/618-062 • E-mail: nszi@xmeditor.hu
Szerkesztő: Onódi Gábor • Tel.: 96/618-083 • E-mail: at@xmeditor.hu

A SZERKESZTŐBIZOTTSÁG TAGJAI:

Dr. Bercsey Tibor • Dr. Bokor József • Dr. Czigány Tibor • Dr. Czinege Imre • Dr. Kardos Károly • Dr. Keviczky László • Lepsényi István • Dr. Michelberger Pál • Dr. Náday László • Dr. Palkovics László • Dr. Réti Tamás • Dr. Stukovszky Zolt • Szilasi Péter Tamás • Dr. Tisza Miklós

NYOMDAI ELŐÁLLÍTÁS:

Palatia Nyomda és Kiadó Kft. • 9026 Győr, Viza utca 4.

PÉLDÁNYSZÁM: 1500



A projekt a Nemzeti Kísérleti és Technológiai Hivatal támogatásával valósult meg.

Z (Zuliefermesse) nemzetközi beszállítóipari szakkiállítás és INTEC rögzítéstechnikai, szerszámgépipari és egyedigép-gyártás szakkiállítás

Lipcse, Németország, 2008. február 26–29.

„Precízió a legapróbb részletig” mottóval kerül megrendezésre 2008-ban a Zuliefermesse (www.zuliefermesse.de), mint a kelet-német régió legfontosabb nemzetközi szakmai találkozója, ahol a beszállítóipar és a szerszámgépgyártás rendszergazdái és beszállítói, a végtermékgyártók és konkrét beszállító partnert keresők találhatnak egymásra, ámde nem csak a kiállításon való részvétellel.

A Zuliefermessé-vel egy időben rendezik meg az INTEC rögzítéstechnikai, szerszámgépipari és egyedigép-gyártás szakkiállítást is (www.messe-intec.de).

A szakkiállítások partnerépítő szakmai kísérőprogramjai a következők: MicroCar 2008, a 15. német felületkezelési szakszeminárium, 5. automatizálási és robotika nap, kiállítói fórum és cégbemutatók, beszerzők napja (üzletember-találkozó, ahol előzetes egyeztetés/kiválasztás után tárgyalhat üzleti partnerekkel), CONTACT-Börse (beszállító tárgyal beszállítóval).

A 2007. évi Z rövid statisztikája: 484 kiállító, melyek 37%-a külföldről érkezett (köztük ITDH-támogatással 6 magyar vállalat), 6200 szakmai látogató.

A 2008. évi Z kiállítói tematikája: járműipari beszállítások 58%, gépek, berendezések és szerszámgépgyártás 54%, elektronika/elektrotechnika 34%, ipari szolgáltatások 27%, egyéb ipari ágazatok (műanyag, gumi, öntészet, fémmegmunkálás stb.).

A Lipcsei Vásárok magyarországi képviselője további kérdésekben, kiutazásuk megszervezésében (szállás-, repülő- vagy vonatjegyfoglalás, belépők Ft ellenében stb.) is készséggel áll szíves rendelkezésükre (Seifert Ibolya vagy Zubovics Ágnes, tel.: 1/302-7525, fax: 1/302-7530, e-mail: seifert@interpress.hu).

Lipcsei Vásárok magyarországi képviselője

INTERPRESS Kiállítások Kft.

1364 Budapest, Postafiók 290

1065 Budapest, Bajcsy-Zsilinszky u. 21. I/5

Telefon: 1/302-7525 / 120-as mellék

Fax: 1/302-7530.

E-mail: seifert@interpress.hu

www.interpress.hu



11. Fachmesse für Fertigungstechnik, Werkzeug- und Sondermaschinenbau



LEIPZIGER MESSE

Messen nach Maß!



Tech4Auto 2008

Regionális K+F Konferencia és Járműgyártás-technológiai Szakkiállítás

2008. szeptember 25–26.
Széchenyi István Egyetem, Győr

Program

Regionális Kutatás-Fejlesztési Konferencia

- Hazai és nemzetközi járműipari kutatás-fejlesztési konferencia

Nyitott laborbemutatók

Járműgyártás-, labortechnológiai szakkiállítás

Részvételi feltételek

A **látogatóknak** a részvétel ingyenes, de előzetes vagy helyszíni regisztrációhoz kötött.

A kiállítói megjelenés költségei és feltételei, laborbemutatón történő részvétellel kapcsolatos további információ: 96/613-680, www.tech4auto.eu, jret@sze.hu.

Kiállítói jelentkezési határidő: 2008. július 15.

Várjuk további kiállítók jelentkezését!

Kiállítás – tematika

járműgyártás-technológia

szimuláció

CAD-tervezés

méréstechnológia

anyagtechnológia

műanyagipari technológia

szerszámgyártás, -tervezés

K+F technológiatranszfer

minőségfejlesztés

gyártási rendszerek

ipari automatizálás



www.tech4auto.eu