

## Szálak, textíliák alkalmazásának lehetőségei az autógyártásban

Sokféle szál sokféle formában van jelen a gépkocsikban, jelenlétüket azonban csak kedvező hatásaik jelzik, többnyire a „kulisszák mögött” vannak elhelyezve, azaz nem láthatók. A műanyag-feldolgozók a szálerősítésű kompozitok fejlesztésében közvetlenül érdekeltek, de nem árt némi ismeret a nem-szőtt textíliákról (vliesek) sem.

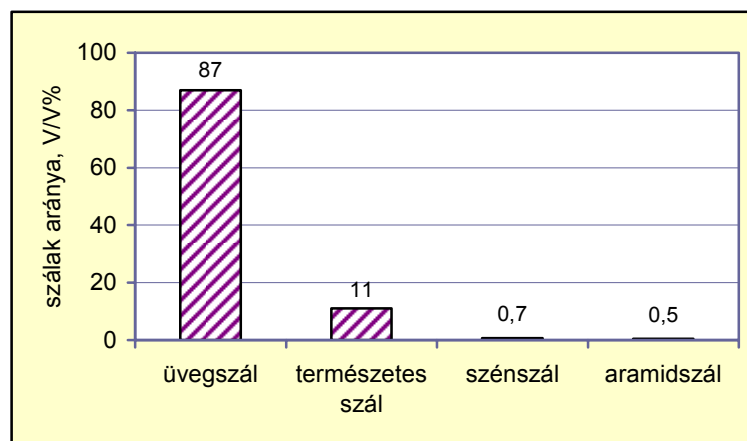
*Tárgyszavak: szálerősítésű kompozitok; nem-szőtt textília (vlies); autóipar; környezetvédelem.*

Ma már mintegy 28 kg szál, illetve textília felhasználásával számolnak egy-egy gépkocsi gyártásánál. A klasszikus textilalkalmazások (üléshuzat, biztonsági öv) mellett bővül a szálak alkalmazása a hő- és hangszigetelésben, és egyre több alkatrész készül szálerősítésű műanyagkompozitból. Közülük a legnagyobb mennyiséget a nagy teljesítményű rövid- és a hosszú vágott szálakkal erősített kompozitok teszik ki, de egyre népszerűbbek azok a technológiák is, amelyekben a végső formához közel álló – sokszor háromdimenziós – ún. előformát (preformot) készítenek valamilyen textiltechnológiával, ezt itatják át folyékony gyantával, majd térhálósítják. *Végtelen szálakból álló textilformákkal kiemelkedő mechanikai tulajdonságok érhetők el akár egészen bonyolult formák esetén is.* Rendkívül széles a nem-szőtt textíliák alkalmazhatósága is. A fent említett 28 kg mintegy fele nem-szőtt textília, amelyet legnagyobb részben olyan területen használnak, ahol nem követelmény a nagy szilárdság, merevség, például szigetelésként, vagy belső burkolatként és kárpitozásnál.

### A nagy modulusú szálak jelentősége

A kompozitok egyre szélesebb alkalmazásával párhuzamosan nő a nagy modulusú szálak, elsősorban a szén- és az üvegszálak jelentősége. A nagy modulusú szálak jelentőségét, jövőbeli lehetőségeit különböző szempontok szerint lehet értékelni. Kézenfekvő a szálak tulajdonságaiból kiindulni. Ezeket vizsgálva nyilvánvaló, hogy a tulajdonságprofiljuk alapján az egyes szálak csak korlátozottan helyettesíthetők egymással, és mindegyik szálnak megvannak a saját alkalmazási területei, amelyeken az a szál jelenti az optimális megoldást. Jól illusztrálható ez az üvegszálakkal, amelyeknek viszonylag gyengébb mechanikai tulajdonságai vannak, de ezek számos területen elegendőek. Alacsonyabb árfekvésük miatt sok területen előnyösebben használhatók a szénszálaknál vagy az aramidszálaknál.

Nem véletlen ezek alapján, hogy a nagy modulusú szálak közül legnagyobb mennyiségben jelenleg az üvegszálát használják, és még a természetes szálak mennyisége is nagyobb a nagy teljesítményű szálakénál, ahogy ez jól látható az 1. ábrán. A diagram a 2008. évi adatok alapján készült. Azóta valószínűleg nőtt valamelyest mind a fenntarthatóság tekintetében előnyös természetes szálak, mind a jobb mechanikai tulajdonságokkal rendelkező nagy teljesítményű szálak aránya. Az aramidyszálak a balisztikus igénybevételek szempontjából adják a legjobb eredményt, így előszeretettel használják gépkocsik páncélozásánál, védősisakok és golyóálló mellények gyártására. *A bazaltszálát pedig néhány évtized óta az üvegszálak lehetséges alternatívájának tekintik.*



1. ábra A különböző szálak aránya az ipari alkalmazásokban

*A jövőben a legnagyobb fejlődést a szénszáltól várják, amelynek szilárdsága és merevsége kiemelkedő. Szélesebb alkalmazásának kulcsa az előállítási költségek csökkentése. Vezető japán szénszálgyártó cégek, a **Toray Industries**, a **Mitsubishi Rayon** és a **Toyobo** a **Tokyo Egyetemmel** és egy japán műanyag-feldolgozó céggel, a **Takagi Seiko**val együtt alacsony költségű, nagy teljesítményű szénszálalás termoplasztikus prepregek fejlesztésén dolgoznak, amelyek alkalmasak lesznek az ultrakönnyű járművek sorozatgyártására, és megoldható lesz újrafelhasználásuk is. A fejlesztés során a prepreg (előítatott szálak) előállításához *felületileg kezelt speciális szénszálat és módosított mátrixot (főleg PP, de PA is lehet) használnak*. Két típust fejlesztettek: egy izotróp prepreget, amelynek alapja vágott szál, a másikonál végtelen szálból indulnak ki. Az izotróp típusal főleg a bonyolult komplex formák, a másikkal a nagyobb méretű szerkezeti elemek, például tartógerendák gyártását célozzák meg. Az alapanyag kifejlesztése után jelenleg folyik az új anyagból a prototípusok gyártása különböző autógyárak számára. A becslések szerint az innovatív, alacsony költségű szénszálalás kompozit alkalmazásával 2030-ig 10 millió autót fognak gyártani, amely autónként 100 kg kompozittal számolva, millió tonnás piacot jelenthet. A projektet, amely az autókategóriában elnyerte a *JEC Innovációs Díját*, 2012-ben mutatták be a *JEC Asia* kiállításon Szingapúrban.*

A szálakban rejlő alkalmazási lehetőség és a köztük levő verseny kimenetelének analizéséhez a tulajdonságokon kívül egy sor más tényező figyelembevételére is szükség van. Mindenekelőtt figyelembe kell venni a különböző anyagok alkalmazásával kapcsolatos előírásokat, amelyek folyamatosan szigorodnak és ráadásul államonként kissé eltérnek egymástól. A gépkocsik CO<sub>2</sub> kibocsátására vonatkozóan például az **Európai Unió 443/2009/EK** rendelete előírja, hogy az új személygépkocsiknál 2015-re el kell érni a 130 g/km értéket. Japán ezen érték elérését már 2010-re előírta. Az Egyesült Államok és Kína is hasonló színvonalat céloz meg, de konkrét előírásaik még nincsenek.

Az állam szigorúan szabályozza a gépkocsikban használt anyagok újrafelhasználhatóságát is. Az EU-ban 2005 óta a felhasznált anyagok 85%-ának, Japánban 90%-ának újrafelhasználhatónak kell lennie. 2015-re ezeknek az arányoknak 90, illetve 95%-ra kell nőniük. Kínában és az Egyesült Államokban erre vonatkozóan egyelőre nincsenek előírások. Ezen értékek elérése érdekében az alapanyaggyártók és az autógyártók szorosan együttműködnek és közösen adnak javaslatokat az autógyártóknak.

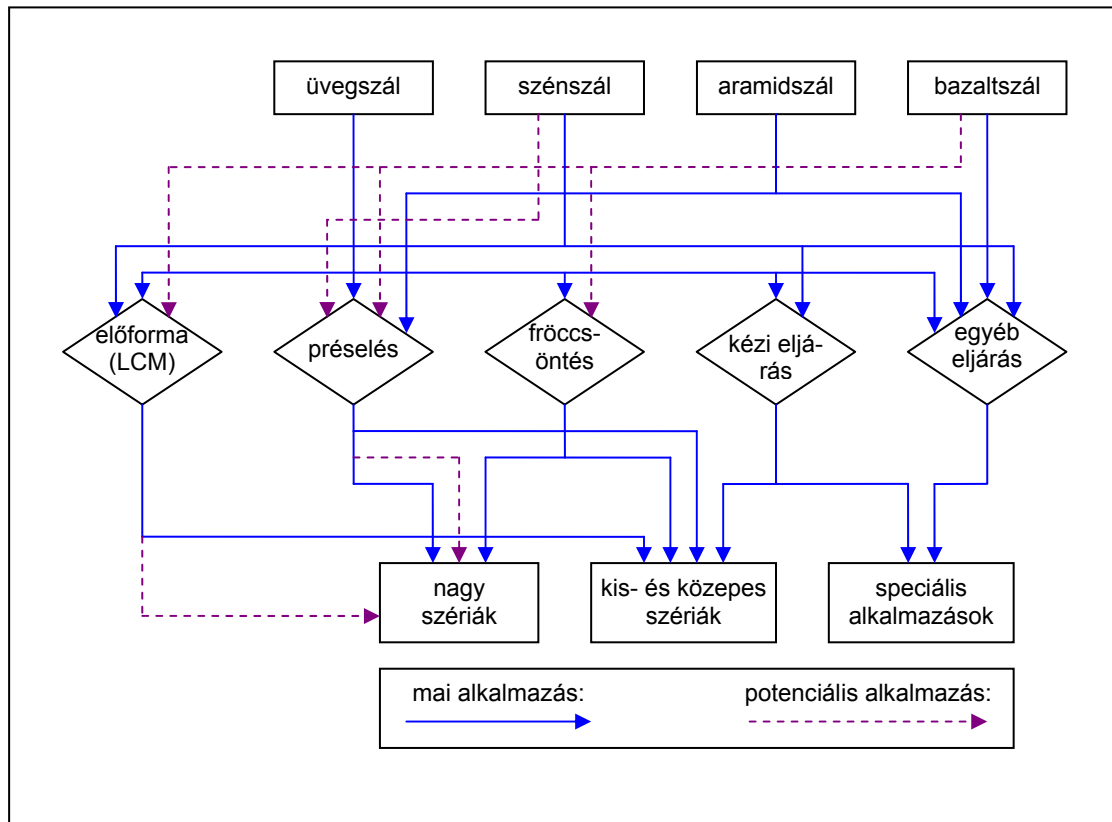
A beszállítók közötti éles verseny végeredményét a gazdaságosság és a fenntarthatóság szempontjai együtt határozzák meg. Mivel a fogyasztókért folyó verseny rendkívül éles, csak olyan anyaggal vagy eljárással lehet a piacon pozíciót nyerni, amely a termékminőség vagy a fenntarthatóság növelését költségcsökkentéssel, azonos költséggel vagy legfeljebb csekély költségnövekedéssel képes elérni. Mindez érvényes az erősítőszálak és a különböző szálerősítésű kompozitok közötti konkurenciára is.

Az utóbbi időben előtérbe került a nagyüzemi, sorozatgyártásra alkalmas, költséghatékony technológiák kidolgozása *szálerősítésű kompozit építőelemek* (Faserverbundbauteile) gyártására. Több K+F program is folyik német állami vagy tartományi támogatással az alábbi célkitűzéssel: komplex építőelemek gazdaságos sorozatgyártása automatizáltan gyártott textil előformákból LCM (Liquid Composite Moulding) eljárással. Ezekben minden esetben *végtelen szálból, fonalból indulnak ki, mert így az erősítő hatás lényegesen meghaladja a vágott szálakkal elérhető.*

A konkurenciaharc az autógyártásban nem egyszerűen a szereplők versenye a piacért. Általában különböző technológiai irányzatok összecsapásáról és több egymásra épülő konkurenciáról van szó. A szálak például versenyeznek egymással, de közben a szálerősítésű kompozitoknak az egyéb anyagokkal, pl. az acéllal, az alumíniummal szemben is kell előnyöket felmutatni. Ezen a területen az egyes autógyártók jól megkülönböztethető stratégiákat követnek. A **BMW AG** (München) az **SGL Carbon SE** (Wiesbaden) céggel együttműködve a szénszállal erősített kompozitokat részesíti előnyben az autógyártásban. Az **Audi AG** (Ingolstadt) évek óta egyre több alumíniumot alkalmaz az autókban, de tervezi a szénszállal erősített kompozitok felhasználását is. Az amerikai **Ford Motor Company** a nagy szilárdságú acélokkal készült elemeket és a természetes szállal erősített fröccsöntött alkatrészeket fejleszti. A nagy modulusú szálak alkalmazását ugyanakkor csak a kisebb szériáknál tervezik.

Az mára már világossá vált, hogy a versenyben a költséghatékony feldolgozási technológiák kifejlesztése döntő lesz, tekintettel az autógyártás érzékenységre. Az

egyres szálfajták jelenlegi és jövőbeli lehetőségeit a 2. ábra mutatja összefüggésben a hozzájuk tartozó feldolgozási eljárással. Az ábrán egyenes vonallal a mai helyzetet mutatják, a szaggatott vonalak pedig a jövőbeli alkalmazásokra utalnak. Az „egyéb eljárás”, illetve a „speciális felhasználások” alatt a gumiabroncsok erősítését, a fékek és a szigetelések gyártását értik.



2. ábra Az erősítőszálak alkalmazási lehetőségei az autópárhban

## A nem szótt textíliák, szálaplanok, fátvlak alkalmazási lehetőségei az autópárhban

Az autókban felhasznált anyagok között már régóta jelen vannak a nem-szótt textíliák, a vliesek. Ezek olyan textilszerkezetek, amelyekben a szálak több rétegben, véletlen eloszlásban helyezkednek el. Kezdetben, a hatvanas és hetvenes években a nem-szóttak közül csak a tépett gyapjút, a vattát és a filcet használták. Általában is az anyagfelhasználás az autókban akkor gyökeresen más volt: a fémeken kívül fát, kartont, gumit, habanyagokat, textíliákat és bőrt alkalmaztak, a műanyagokról alig esett szó. Az autópárh alkalmazások szempontjából a nem szótt textílek legfontosabb tulajdonságai a következők:

- kis hővezető képesség,
- jó hangelnyelő képesség,

- jó nedvességáteresztő képesség,
- szabályozható légáteresztés.

A fenti tulajdonságok együttese egy sor autóiipari alkalmazást alapoz meg. Főleg a szintetikus szálakból készített termékek kedveltek, de más szálakat is használnak. Mindazonáltal *a nem-szőtt textíliák legtöbbször láthatatlanok az autóban*, amelyek fontos szerepet játszanak a zaj- és hőszigetelésben, a biztonságban és a kényelemben.

A gépkocsiban számos zajforrás van, pl. motor, a kipufogó, a hajtómű, a kerekek, a menetszél, amelyek a sebességgel erősödnek. A zaj egy részét konstrukciós változtatásokkal kiküszöbölték, a maradék zajt pedig a hangszigetelő textíliák nyelik el, amelyeket az utasfülkét alkotó fémlemezeken szélére ragasztanak fel. Néhány kocsiban szabályos hangelnyelő zónát hoznak létre terjedelmes szálpaplanból, amely a homlokzattól a hátsó ülésig nyúlik. A négyütemű motorok zaja két frekvenciatartományban erős, 100–200 Hz és 2000–6000 Hz között. A vliesek hangelnyelő képessége beállítható a jelzett tartományra, míg a korábban használt habanyagok ebben a tartományban nem szigetelnek megfelelően. Problémát okoznak a motorból, vagy az út egyenlőtlenségéből származó rezgések is, amelyek miatt a karosszériaelemek rezgésbe jönnek. Ennek csillapítására a hangszigetelő paplanokat súlypáttal bevonatolják, hogy tömegük és ezzel hatásuk növekedjen.

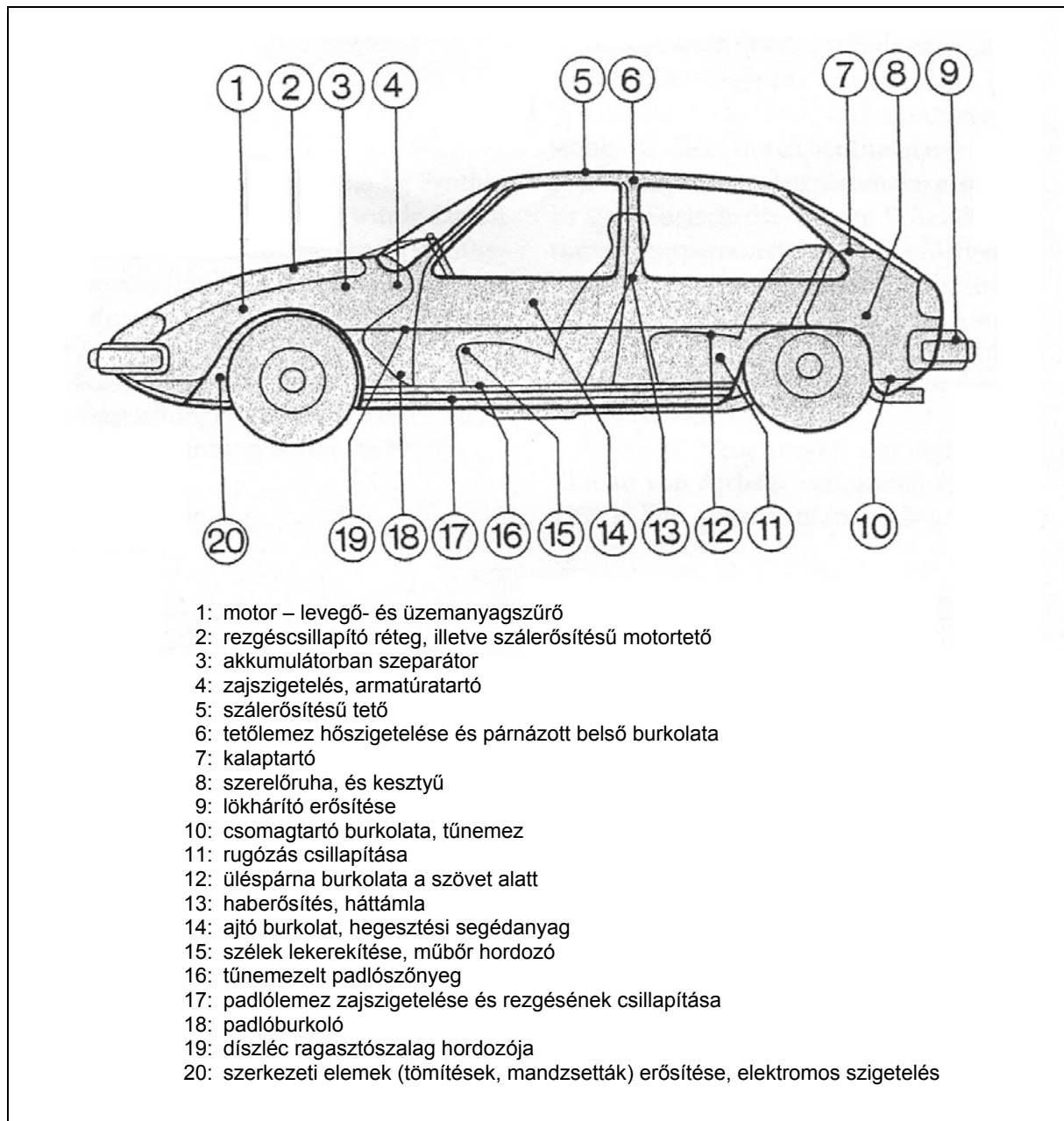
Vlieseket használnak a belső hőmérséklet beállítására is. A külső környezet hatására a gépkocsiban a hőmérséklet jelentős emelkedése vagy csökkenése következhet be, amely egészen szélső értékeket is elérhet. Az autó teteje alatt a szintől függően akár 90–130 °C-ig felmelegedhet a hőfok. A tető alatti nem-szőtt textíliából álló szigetelés segít az extrém hőmérsékletek elkerülésében. A motor hőjét kb. 20 mm vastag zajszigetelő vlies nyeli el.

A zaj- és a hőszigetelésen kívül mechanikai hatások ellen is védhetnek a nem-szőtt anyagokból kialakított védőrétegek, kárpitozások. Az ajtókon, az oszlopokon és a tetőn elhelyezett vlies erősítésű puha rétegek baleset esetén csökkenthetik az ütés erősségét. Az ülések kárpitozása pedig a komfortérzet szempontjából meghatározó. Az üléseknél a költségek miatt főleg lágy műanyaghabot használnak, de kimutatták, hogy a nem-szőtt textília nagyobb kényelmet ad. Ha az ülést habból alakítják ki, akkor is elengedhetetlen a hab és a bütorszövet közé egy textilréteg beépítése a nedvesség elvezetése érdekében.

A vliesek alkalmazása a gépkocsikban már a hetvenes években elindult, de azóta az akkori 4,3 kg-ról több mint háromszorosára, kb. *14 kg-ra nőtt az egy gépkocsiba beépített textilalapú alkatrészek mennyisége, és nőtt a sokfélesége is*. A 3. ábrán azok az alkalmazások láthatók, amelyek már a hetvenes évek közepén kialakultak. A fejlesztés napjainkban is folyik, egyre magasabb színvonalon történik az igények kielégítése, és új textil alkalmazásokat is bevezetnek. Az utóbbi időben hatékonyabbá vált a hangszigetelés és a hőstabilitás, és általában a feldolgozási és fenntarthatósági követelmények teljesítése.

Új alkalmazás a légzsákok védőburkolata vliesből, de már foglalkoznak a nem-szőtt textil légzsákok ötletével is. Szálpaplanba építik be az ülésfűtések, az ülésekbe

elhelyezett szenzorokat is. Fontos növekedési piacnak tartják a textíliák alkalmazását a kabriók tetőiben és a habok kiváltását az autóülésekben.



### 3. ábra Hagyományos vlies alkalmazások a gépkocsiban

A következő évtizedekben a szálpaplanok alkalmazásának fejlesztését a gépkocsigyártás új irányzatai, ezen belül az alábbi tényezők fogják meghatározni:

- az erőforrások szűkösége,
- a gépkocsi anyagának újrafelhasználhatósága,
- a biztonság továbbfejlesztése, pl. a gyalogosok védelme irányában,



- tömegcsökkentés,
- a hibrid és az elektromos autók fejlesztése.

Az utóbbi tényező két irányban hat a textilek alkalmazására: miután egy elektromos autónál nincs kipufogó, üzemanyag- és olajvezeték, levegőszűrő, tehát kevesebb alkatrész van, ezért részint kevesebb vliesre lesz szükség. Ugyanakkor új fejlesztési és növekedési lehetőségek nyílnak akkumulátorok szeparátoraként, erősítő textilszerkezetként és szenzor hordozóként. Az elektromos autóknál továbbra is az energia jó hatásfokú tárolása adja a legnagyobb fejlesztési feladatot. Már a most használt ólomakkumulátorokban is használnak a kénsav tárolására üveg mikroszálból készített paplant, és az elektromos autók számára fejlesztés alatt álló akkumulátoroknál is fontos szerepet szánnak a vlieseknek. Az elektrotechnika, az elektromos energia előállítása, tárolás és elosztása területén a hagyományos területeken passzív vliesekből aktív, meghatározó funkciójú autóalkatrészek lesznek, például az *elektromos vezető- és félvezető vliesek*. Hasonlóan új innovatív felhasználás a *textilerősítésű kompozit*, amely lehetővé teszi a karosszériák modulrendszerű felépítését, ami további költségcsökkentési lehetőségeket nyit meg.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Wilms, C. és mások: Potenzial von Hochmodulfasern = Kunststoffe, 101. k. 9. sz. 2011. p. 84–87.

Low-cost carbon fiber composites target mega-market by 2030 = PlasticsToday.com, 29. May. 2012.

Beckmann, R.: Ein Werkstoff hinter den Kulissen = Kunststoffe, 101. k. 12. sz. 2011. p. 77–80.