

# Korszerű és innovatív karosszériagyártás

A futó szériagyártással megközelítően egy időben biztosították az új BMW 6-os Coupe, valamint az új BMW 6-os Cabrio fejlesztését is. Hogy a teljes sikert elérjék, a fejlesztési munkával mindkét típusnál ugyanazt a csapatot bízták meg. Az innovatív könnyűszerkezet és a vevők előnyének a biztosítása volt a tervezés központi feladata. A nagyobb eredmény és a biztonság érdekében a karosszériagyártás területén egy időben új utat tettek meg. A gyártáshoz korszerű szerkezeti anyagokat, növelt szilárdságú acélokat, alumíniumötvözeteket és műanyagokat, valamint a Tailor Rolled Blanks és a 2K ragasztástechnológiát használták fel. Ebben a tanulmányban a BMW 6-os Coupe nyers karosszéria gyártástechnológiáját ismertetjük, a BMW 6-os Cabrio karosszériagyártásáról az Autótechnika 2005/4. számában, „A gépkocsigyártás gyorsítja az acélok innovációját” című tanulmányban írtunk.

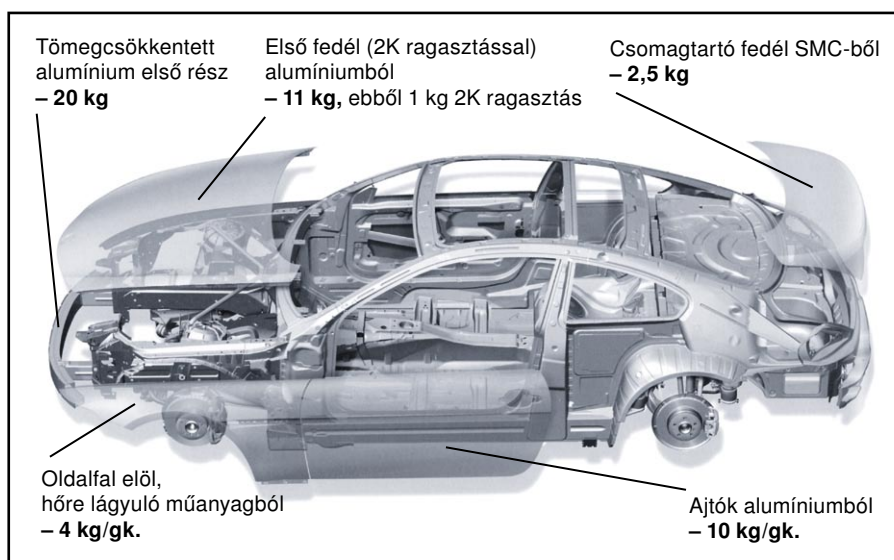
A sikeres fejlesztés érdekében már a tervezés szakaszában meghatározták az alapvető szempontokat. Ez tette lehetővé valamennyi, a munkában részt vevő részére, hogy a nyers karosszériához felhasznált anyagok választékáról már a prototípusgyártás időszakában tapasztalatokat

gyűjtsenek. Ennek a következetes fejlesztési munkának az eredménye, hogy a járművet a legkedvezőbb tengelyterhelési megoszlással, kisebb tömeggel, valamint az előnyt biztosító dinamikus és statikus terv szerint tudták elkészíteni. Emellett a mellső rész tömegcsökkentése teljesen el-

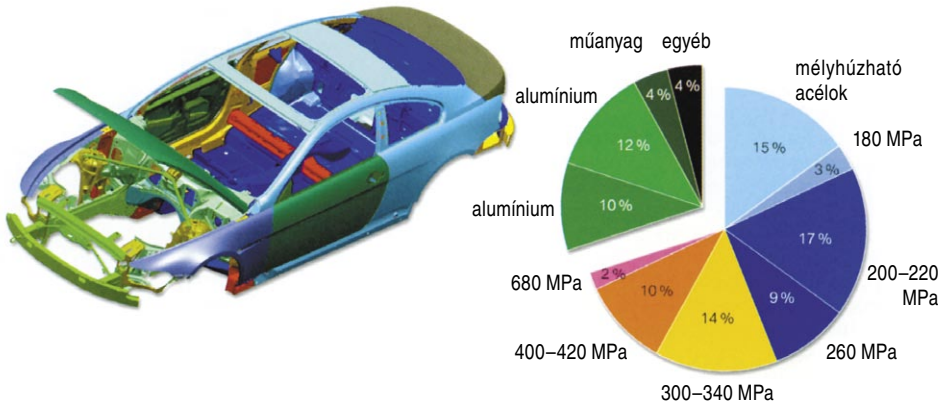
sőbbiséget élvezett, hogy a kiváló járműtulajdonságokhoz szükséges feltételeket a karosszériánál biztosítani tudják. A karosszériagyártáshoz olyan anyagokat, illetve technológiákat használtak, amelyekre a BMW-nél ilyen nagyságú sorozatnál eddig még nem került sor.

Az új BMW 6-os Coupénál és a 6-os Cabriónál a következő anyagokat használták fel: szerkezeti acélokat, alumíniumötvözeteket, hőre lágyuló és a lemezek készítéséhez hőre keményedő SMC (Sheet Moulding Compound) jelű műanyagot. Ezeket az anyagokat elsősorban a különleges mechanikai és fizikai tulajdonságaik miatt építik be a nyers karosszériába. Az 1. ábrán a BMW 6-os Coupe acélhoz viszonyított tömegcsökkenését mutatjuk be. Ehhez a biztos alapot egyrészt a könnyűszerkezetes gyártási stratégia következetes megvalósítása, másrészt pedig a szerkezeti anyagok megválasztásánál a nagyobb tervezési szabadság jelentette. A nyers karosszériaszervezet egyik fontos eleme az alumíniumból készített mellső rész, amelynél az A-oszlopnál az alakított acél karosszériaelem az alumínium héjszerkezethez csatlakozik. A különálló, az alumínium és az acél közötti részt az egymással találkozó peremek között ragasztóanyaggal töltik ki. Ez a megoldás már a BMW 5 típusnál eredményesen bevált.

Az első oldalfalakat a tömegcsökkentés céljából hőre lágyuló műanyagból készítik. A konstrukciónál megjelennek ezeknek az anyagoknak a különleges tulajdonságai, mint pl. a nagy hőtágulási együttható, és az a terv, hogy a szerelt irányjelzők a fényszórók felett határozottan, előre mozoghassanak. A mellső fedelet és az ajtókat alumíniumból készítik, ez további két lehetőség a tömegcsökkentéshez. Azon kívül a fedél két elemének az összeragasztása a tömeget további egy kilogrammal csökkenti. Hogy a gépkocsi hátsó részén a jellegzetes körvonalat kialakíthassák, a hátsó fedél készítéséhez SMC jelű, hőre keményedő műanyagot választottak. Ezzel a sikeres anyagmegválasztással sike-



1. ábra: tömegcsökkenés a BMW 6-os Coupénál, az acélhoz viszonyítva



2. ábra: BMW 6-os Coupe nyers karosszéria anyagválasztéka

rült a BMW 6-os Coupe és a 6-os Cabrio jellegzetes alakját kialakítani és a tömeget is jelentősen csökkenteni.

A 2. ábrán a BMW 6-os Coupe nyers karosszéria gyártásához felhasznált anyagok választékát mutatjuk be. Az acélok nagyobb hányada 200 MPa-nál nagyobb, növelt szilárdságú acél. Jelentős az alumíniumötvözet-felhasználás is. A 6xxx és az 5xxx jelű alumíniumötvözetek megfelelnek a BS EN 573-1: 1995 sz. szabvány szerinti AVV6016 és az AVV5086 jelű ötvözeteknek. Ezek és a Magsimal-95 jelű ötvözet vegyi összetételét és mechanikai jellemzőit a fent hivatkozott, Autótechnika 2005/4. számában ismertettük.

A hőre lágyuló műanyagból készített elem felhasználásával a mellső résznél gépkocsinként az acéllemez változattal szemben gépkocsinként 4 kg tömegcsökkenést érnek el. Ez a motor által terhelt mellső tengelynél jelentkezik, és döntően hozzájárul a jármű kiegyensúlyozott tömegeloszlásához (és ezzel a járműdinamika is jelentősen javul). A 3. ábrán a



4. ábra: első, oldalsó irányjelző lámpa a díszítő elemmel, hőre lágyuló műanyagból

hőre lágyuló műanyagból készített mellső oldalfalat mutatjuk be. A hőre lágyuló műanyag használata teszi lehetővé ennek a jellegzetes alaknak a kialakítását. További szempont a különböző részek egyesítésének a lehetősége a külső részeknél, mint a díszítő elemek, oldalsó irányjelző lámpa stb. A 4. ábrán a hőre lágyuló műanyagból készített mellső, oldalsó irányjelző lámpa metszetét mutatjuk be a díszítő elemmel.

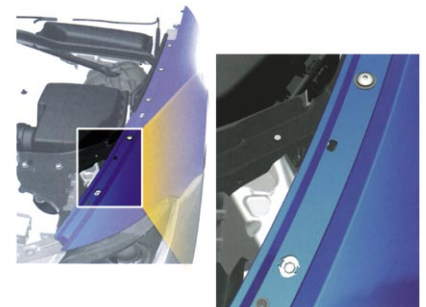


3. ábra: első, hőre lágyuló műanyagból készített oldalfal

sem zavaró jelenség. Az 5. ábrán a nézetet mutatjuk be felülről a csavarozással a vízelvezetőnél és a peremnél. A mellső fedélnél az alumínium anyagfelhasználásával az acélhoz viszonyítva gépkocsinként 11 kg tömegcsökkenést értek el.

Az új BMW 6-os Coupénál és a Cabriónál első alkalommal került felhasználásra mint alsó bélés, a 2 komponensű (2K) ragasztóanyag. A 2K ragasztással egy egységbe kötik össze a belső lemezt és a mellső fedélburkolatot. A ragasztóanyag itt nemcsak zajcsillapító feladatot lát el, hanem erőátviteli elemként szerepel és ezzel egy szerkezeti egységet képez a két lemezrteg között, így a burkolat átveszi a belső lemez feladatát, és azt egy szerkezeti elemként megerősíti. Ennek az az eredménye, hogy mindkét lemez vastagsága kisebb, és ezzel az alumínium mellső burkolat tömegét újból 8%-kal, 12,7 kg-ról 11,7 kg-ra csökkenthették.

Az új BMW 6-os Coupe és a 6-os Cabrio alumínium mellső fedelét, a külső burkolatát az alsó bélés részen új ragasztástechnológiával kötik össze. Ennél két különböző ragasztóanyag-alkotót (2K) kevernek össze, és azt használják térkitöltő anyagként. A ragasztóanyag szobahőmérsékleten, két órán belül megköt és gyártási folyamatban a hagyományos billenő kemence használata a kötést segítő művelethez fölösleges, ilyen berendezés tele-



5. ábra: nézet felülről a csavarozással a vízelvezetőnél és a peremnél

pítésére nincs szükség. A ragasztóanyag végleges kikeményítéséhez a KTL típusú szárítót használják. A felhasznált ragasztóanyag mindkét lemeznél az erőhatást illetően szilárd egységet képez. Ez azt jelenti, hogy a belső lemez vastagságát csökkenthetik. Ez a tartó burkolat szerkezet hozzájárul a mellső fedél merevségéhez.

Az új ragasztástechnológia a mellső karosszériarészen tömegcsökkenést eredményezett, ami visszatükröződik a járműdinamikájának a javulásában. A suho-

gást a 2K alsó bélés tovább csökkentette. Ezenkívül a mellső fedél a 2K ragasztóanyag felhasználásával rendkívül merev. Nagy sebességeknél eddig a mellső fedél egyébként alig észrevehetően berezgett, ami megakadályozta a jármű összpontosítását. A 2K ragasztás segítségével a különleges merevség ezt a rezgést csaknem teljesen megszünteti.

A mellső fedélnél használt 2K ragasztóanyaggal készített alsó bélés technológia újdonság a világon, amelyet jelenleg csak a BMW-nél használnak. Ehhez a fejlesztést megelőző munkákat és technológiai alkalmazásait a vállalatnál megoldották és a beszállítónak hiánytalanul továbbadták. Ennek fontosságára való tekintettel még egyszer összefoglaljuk a ragasztástechnológia előnyeit:

- külső burkolat tartóelem,
- alsó bélés szerkezeti felhasználása,
- tömegcsökkenés,
- növelt mellső fedél szilárdság,
- a nyers darab megkötéséhez nem szükséges billenő kemence.

Az ajtók gyártásának a fejlesztésénél, hogy a tervezett tömegcsökkentést biztosítsák, új utat tettek meg. A BMW-nél először az új 6-os Coupénál és a Cabriónál az ajtók gyártásához az alumínium héjszerkezet-technológiát választották. A 6. ábrán a héjszerkezet-technológiával készített ajtót mutatjuk be. Ennél beigazolódtott, hogy a szükséges biztonsági és merevséggel kapcsolatos követelményeket éppen úgy, mint az acélból gyártott ajtóknál, biztosítani tudják. Ezt az alumínium héjszerkezet-

technológiánál két V-alakú, merev támaszszal (sajtott szelvényvel), az ajtó megerősítésével érték el. Az erősen terhelt részen ezt a támaszt nagy szilárdságú alumíniumból (pl. AC-300) készítik. Az ajtógyártás műveletei: szerelés, különleges szegecselés és ragasztás. Ezzel az innovatív technológiával járművenként az ajtók tömegét az ugyanilyen szerkezetű, acélból készített ajtókhoz viszonyítva, gépkocsinként 10 kg-mal tudták csökkenteni.

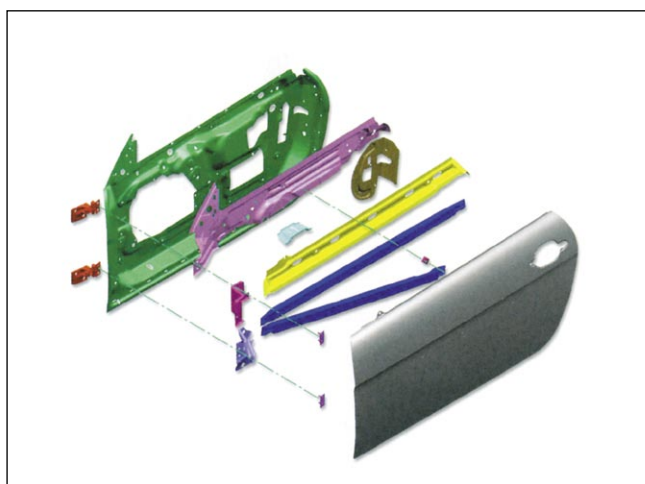
A Tailor Rolled Blanks (TRB, szabott hengerelt nyersdarab) új hengerlési technológia, amely mindenekelőtt azzal tűnik ki, hogy a hengerlési folyamat közben változtatható a hengerek közötti rés nagysága. Így lehet a lemez vastagságát hosszirányban mindenhol, az elem mindenkor terhelésének megfelelően megváltoztatni, amellyel terhelésoptimalizált lemezvastagságot biztosítanak. Ezzel a technológiával a nyers karosszériához különféle darabokat készítenek. A folyamatos hengerlés közbeni részváltoztatással a hengerelt szalagoknál 50%-os lemezvastagság-különbséget is elérhetnek. Az ezzel az eljárással készített termékekkel a gépkocsi-könnyű-

szerkezethez jelentős potenciált lehet biztosítani. Időközben a TRB-termékek a különböző gépkocsigyártó vállalatoknál nagy sorozatú gyártás esetén gazdaságos, a könnyűszerkezetes gépkocsigyártás területén széles körben felhasználásra kerültek. A 7. ábrán a TRB-technológiával készített, a Coupénál és a Cabriónál felhasznált elemeket mutatjuk be. Az ábrán láthatjuk az elem megnevezésén kívül a lemez méretét, a felhasznált acél anyagminőségét és a gyártáshoz felhasznált tekerescs jelét. A gyártáshoz a SEW 093 sz. „Hidegen hengerelt lapos termékek nagy folyáshatárú acélokból, hidegalakításra” című szabvány szerinti acélokat használják fel. A homogén alakítás megakadályozza az élhatás kialakulását, és nem károsítja a szálrendeződést. Ez a fajta hengerlés megrövidíti a gyártás folyamatát és megkönnyíti a továbbalakítást a sorrendben következő gyártási műveleteknél, pl. mélyhúzásnál vagy hidroalakításnál.

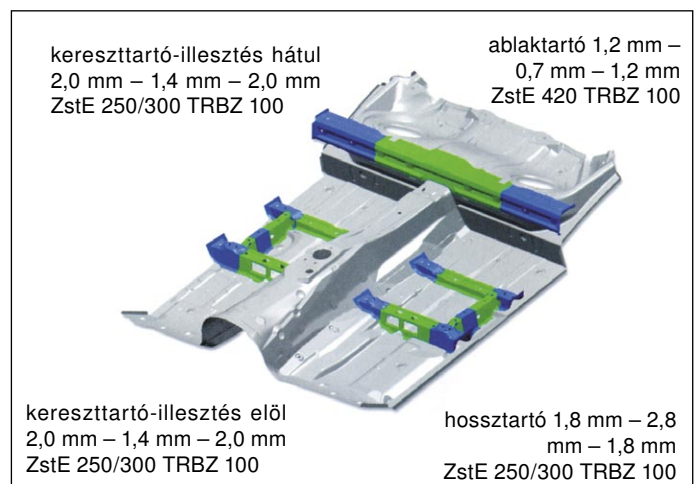
A növelt szilárdságú acélok (DP, HSLA, MP, CP stb.) tulajdonságairól eddig már több tanulmányban írtunk. Ezek szakítószilárdsága (200–1200) MPa között van.

Minőség	Folyáshatár $R_{EH}$ N/mm <sup>2</sup>			Szakítószilárdság $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	Nyúlás A min.	
	min. hosszirány	max. hosszirány	max. keresztirány		$L_o = 80$ hosszirány	$L_o = 50$ hosszirány
ZStE 260	240	310	330	340	27	$L_o = 80$ + 2%
ZStE 300	280	360	380	370	24	
ZStE 400	400	500	540	460	18	

1. táblázat



6. ábra: héjszerkezet-technológiával készített ajtók



7. ábra: Tailor Rolled Blanks-technológiával készített elemek



8. ábra: BMW 6-os Coupe SMC műanyagból készített csomag-tartó fedele

A SEW 093 sz. szabványban a ZStE260 és a ZStE420 közötti minőségeket találjuk. Az anyagminőség jelében a számjegy az acél folyáshatár értékére utal. Ezeknek az acéloknak a jó mechanikai jellemzőit Mn, Al, Nb és Ti ötvözéssel biztosítják. A felhasznált acélok mechanikai jellemzőit az 1. táblázat tartalmazza. A TRB-technológia lehetővé teszi a nyers karosszériához felhasznált különböző

technológiával készítenek el. A saroktartónál 550 g-os tömegcsökkenést értek el, a darab merevségének és a szilárdságának a változása nélkül.

A szériagyártásnál a prototípusgyártáshoz készített szerszámokat használják. Már a gyártás megkezdésekor biztosítják, hogy a baleseti körülményekkel és az üzemi tartóssággal kapcsolatos tapasztalatokat összegyűjtsék és az így szerzett

elemek gyártását különbözőlé, a jármű igénybevételének megfelelő lemeztvastagságú és minőségű acélból. Ez jó lehetőséget biztosít a könnyűszerkezetes gyártásnál eddig használt, utólag meg erősített, mint a Tailor Welded Blanks- (szabott hegesztett nyers darab) technológiával készített elemeknél, amelyeket sajtolás után hegesztési

ismereteket aztán a szériagyártás során hasznosítják.

Az SMC-anyagot az új BMW 6-os Coupe és a 6-os Cabrio csomagtartó- és tetőfedél-gyártásához használják, és az acélból készített hasonló elemekhez viszonyítva 17%-os tömegcsökkenést eredményezett. Ezen kívül lehetővé válik a tervezés módszerének a megváltozása, a körvonal szegélyének és az antenna egyrészes burkolata és összevonása a jármű csomagtartó és a tetőfedélnél. A korrózióálló, műanyag csomagtartó fedél biztosítja az elem gazdaságos, folyamatos fenntartását. A 8. ábrán a BMW 6-os Coupe nyers karosszériájához SMC-anyagból készített csomagtartó fedelet láthatjuk, a 9. ábrán pedig a fényezett és beépített csomagtartó fedelet mutatjuk be.

Az idomrészeket SMC jelű, hőre keményedő műanyagból meleg sajtoló eljárással készítik. A műanyag alkotói: 22% reakciós gyanta, 28% üvegszál, 47% töltőanyag (márvány kőzet liszt), 3% egyéb alkotórész (valamennyi adatot súlyszázalékban adtuk meg). A műanyag a követ-





9. ábra: BMW 6-os Coupe fényezett és beszerelt csomagtartó fedele SMC műanyagból az egységes szegéllyel és hátsó részzel

kező tulajdonságokkal rendelkezik: hajlító rugalmassági tényező: 9 GPa (ISO 14125), húzó rugalmassági tényező: 9 GPa (DIN EN 527), ütőmunka: 90 KJ/m<sup>2</sup>.

Ezenkívül az SMC jelű műanyagot még a következő tulajdonságok jellemzik: folyamatos fényezhetőség (A-osztályú felület biztosítható), tűz esetén nem olvad meg és nem csepeg, az acélnál 17%-kal könnyebb, a balesetvédelmi követelmények az új FMVSS301 szerint biztosítottak, jó korrózióálló, kis sérülésekkel szemben ellenálló, felhasználásával a körvonalperem és az

antenna egyesítése a csomagtartó fedélnél biztonságosan megoldható, valamint nagy a gyártásnál a tervezési szabadság.

A tanulmányban leírtak szerint az új BMW 6-os Coupénál a korszerű és innovatív karosszériagyártás érdekében alkalmazták az anyagtechnológia által biztosított előnyöket. Ennek az eredménye az 1. ábra szerinti, az acélokkal szemben mutatott jelentős tömegcsökkenés. A felhasznált szerkezeti anyagok között jelentős a 200 MPa-nál nagyobb, növelt szilárdságú acélok, valamint az alumínium, köztük a nagy

szilárdságú Magsimal-59 jelű ötvözet aránya. A nyers karosszériához felhasználják a kedvező tulajdonságokkal rendelkező, hőre lágyuló és hőre keményedő, SMC jelű műanyagot. A nyers karosszéria elemeit a korszerű, Tailor Rolled Blanks és a 2K ragasztástechnológiával készítik. Ezek együttesen eredményezték a korszerű és innovatív nyers karosszéria gyártás eredményes megvalósítását.

**Enyingi Kálmán**

Forrás:

1. Ralf Grün és munkatársai: *BMW Group in München Die Kunst des Karosseriebaus Intelligent und innovativ Sonderausgabe von ATZ und MTZ, BMW 6er Karosserie,*
2. *Tailor Rolled Blanks – Innovativer Leichtbau für Fahrzeug-Strukturbauteile durch flexibel gewalzte Wandstärken* [www.dvm-berlin.de](http://www.dvm-berlin.de),
3. *Höherfeste kaltgewalzte Stähle für den Automobilbau* [www.e-niro.de](http://www.e-niro.de) című honlapok,
4. *SEW 093 sz. „Hidegen hengerelt lapos termékek nagy folyáshatárú acélokból, hidegalakításra” című szabvány.*

## BOGE lengéscsillapító

A BOGE minőségi lengéscsillapítók minden útszakaszon biztonságot és kényelmet garantálnak. Az egyéni vezetési stílustól függően Ön kétféle lengéscsillapító közül választhat: a BOGE automatic lengéscsillapítók egy új autó vezetésének élményét biztosítják kényelmet kedvelő ügyfeleink számára. Aki viszont a sportos-dinamikus vezetési stílusra helyezi a hangsúlyt, annak a BOGE turbo a legjobb választás. Mindkét termékvonallal megfelel a gyári beszállítói minőség szigorú követelményeinek.



Láng Autóalkatrész  
1138 Budapest, Váci út 156.



ZF Trading GmbH Kereskedelmi Képviselőt  
1146 Budapest, Hungária krt. 162.

