

Technikai fejlesztések és megoldások: Belga Nagydíj (2013)

by Papp István - szombat, augusztus 24, 2013

<http://www.formula1tech.hu/technikai-fejlesztések-es-megoldások-belga-nagydíj-2013/>



A Magyar Nagydíjat követő négyhetes szünet után a Formula-1 mezőnye az Ardenneknben található Circuit de Spa-Francorchamps versenypályán folytatja a világbajnoki sorozatot. A belgiumi aszfaltcsík azon helyszínek közé sorolható, amelyek mind a pilóta, mind pedig az általuk kezelt technika szempontjából komoly kihívásokat tartogat. Ez leginkább a pálya vonalvezetését alkotó, igencsak eltérő vezetési stílust és beállításokat követelő kanyarok és lassítók miatt említhető a spái pályával kapcsolatban.

A belgiumi, 7.004km hosszú helyszínen a 230km/h-ás átlagsebesség meglehetősen gyors pályává predestinálja Spa-Francorchampst. A pálya célegyenesében és az Eau Rouge utáni szakaszban kijelölt DRS zónáknak köszönhetően akár jelentős mértékű teljesítménybeli különbségek is tapasztalhatóak a gumibroncsok, és azok elhasználódása tekintetében, mindamelllett, hogy ezen a versenypályán alapjaiban véve könnyebb az elvezések kivitelezése.

A versenyautók beállításaiival és a futamra kidolgozott stratégiával kapcsolatban további nehézség, hogy a térségre jellemző időjárási viszonyok meglehetősen gyors változásokat képesek előidézni, amely további bizonytalanságot képez a csapatok számára. A meglehetősen vegyes összetételű, lassú, közepes és gyors kanyarok tehát alapos felkészültséget kívánnak, és a pálya meglehetősen komplex összetétele egyáltalán nem könnyíti meg a mérnökök dolgát az autók beállításait illetően. A csapatok számára minden egyes helyszínen gyakorlatilag örökös fejtörést okoz, hogy az autókat mekkora aerodinamikai leszorító erőre állítsák be az elérhető végsebesség rovására, amely a spái pályán méginkább kritikus összetevőnek mondható. A belgiumi versenypálya első- és harmadik szektora szinte egy-két kanyar kivételével

gyakorlatilag padlógázon teljesíthet?, ahol tehát rendkívül fontos a jó végsebesség. Mindezt azonban úgy kell biztosítani, hogy a minél jobb végsebességre történő törekvés mellett megmaradjon az autó megfelelő egyensúlyi állapota is.

A pálya második, vagyis a középsebességű etapja azonban már tartogat némi extra meglepetést, köszönhetően azoknak a nagysebességű kanyaroknak, ahol az autók hátsó légterelő szárnyait a nagyobb aerodinamikai leszorító erő biztosításához nagyobb állásszöggel kell használni.

A belgiumi pálya karakterisztikájából adódóan tehát a csapatok alapjában véve kis, illetve közepes mértékű aerodinamikai leszorító erőt biztosító elemekkel és beállításokkal látják el az autókat. Ebből adódóan azonban a pilótáknak a köridők szempontjából kritikusnak mondható féktávok teljesítésénél extra odafigyeléssel kell közlekedniük. A viszonylag alacsony leszorító erő mellé azonban nem párosul a fékrendszerek extra igénybevétele, viszont az autók fékeinek a gyors szakaszokban van elég idejük visszahúzni.



Kis állásszöggel beállított hátsó légterelő szárnyat kapott az RB9-es a Belga Nagydíjra (Fotó: Sutton Images)

Mindazonáltal, hogy a spái versenypálya kis, illetve közepes mértékű aerodinamikai leszorító erőt kíván az autóktól, érdekes megfigyelni, hogy a hátsó légterelő szárnyak esetében milyen eltérő mérszaki megoldásokkal léptek pályára a csapatok. Akadtak olyanok, akik a hátsó légterelő szárny fűprofilját gyakorlatilag vízszintes belépő éllel látták el, de akadtak olyanok is, akik a fűprofil belépő élét enyhén felfelé ívelt kivitellel látták el. Ennek a lényege nem más, mint megtalálni azt a fajta kompromisszumos megoldást, amelynek köszönhetően a fűprofil alacsony állásszöge mellett a szárny alatt és felett kialakuló nyomásviszonyokat úgy befolyásolják, hogy a fűprofil alatt a meredekebb állásszöggel szemben intenzívebb nyomásviszonyokat alakítsanak ki, miközben a fűprofil teljes hosszában alkalmazott változó hosszúságú szelvényhúrokkal a kívánt szakaszokon kisebb, vagy adott esetben nagyobb szárnyfelületeket biztosítsanak a leszorító erőt generáló légáramlatok számára.

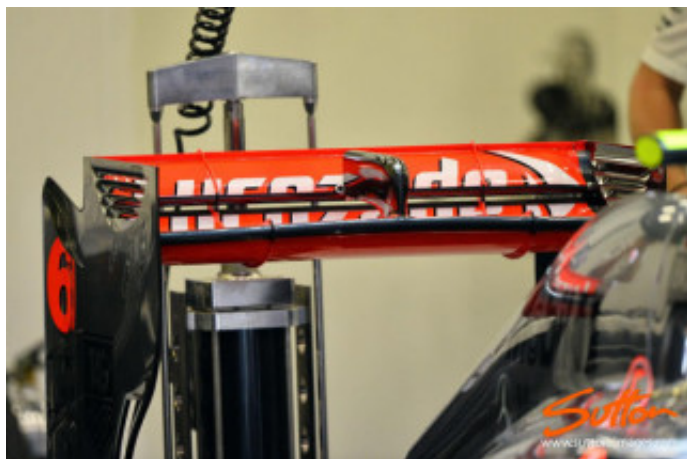
A **Red Bull Renault RB9**-es konstrukción alkalmazott hátsó légterelő szárny belépő éle a versenyautó hosszanti szimmetriavonaláig határozott vonalvezetéssel felfelé ível. Ennek, valamint az extrém módon kis állásszögnek köszönhetően a fűprofil és a felső féklap is egyértelműen alacsony, illetve közepes mértékű aerodinamikai lezorító erőt képes előállítani. A Red Bull Racing pályára vitt egy olyan szárnyösszeállítást is, amelynek további érdekessége, hogy a fűprofil alacsony állásszöge mellett a véglezáró lemezek a légterelő lap feletti részen ezúttal elmaradtak a korábban alkalmazott zsaluszerű kivágások. Ezeknek a nyílásoknak tulajdonképpen a hagyományosnak mondható, meredekebb szárnyállással rendelkező konfigurációk esetében van nagyobb jelentősége. Segítségével ugyanis csökkenthető a szárny kilépő élének közegellenállási tényezője, azon a ponton, ahol a magas- és az alacsony nyomású légáramlatok találkozásánál spirálvonalban leváló légáramlatok jönnek létre.



Zsaluszerű kivágások az RB9-es hátsó légterelő szárnyának véglezáró lemezén (Fotó: Sutton Images)

Ezen zsaluszerű nyílásoknak tehát leginkább meredekebb szárnyállás és az autó nagyobb sebessége esetén van jelentősége, éppen ezért a hátsó légterelő szárny extrém kis állásszöge miatt az RB9-es autóról mindez a belga versenyhétvégén elmaradt.

A **McLaren Mercedes MP4-28**-as versenyautó az RB9-hez hasonló kivitelű hátsó légterelő szárnyat kapott, azzal a leginkább szembevetendő különbséggel, hogy a wokingiak konstrukcióján megmaradtak a fűprofil feletti zsaluszerű nyílások. Egy Formula-1-es versenyautó esetében megfelelő körülmények esetén leginkább annak hátsó légterelő szárnyán lehet szabad szemmel is látni a szárny két végén leváló légáramlatok turbulens áramlását. A hátsó légterelő szárnyra érkező légáramlatok a szárny konfigurációjától és állásszögétől függően eltérő statikus nyomáskülönbséget idéznek elő a légterelő elemek felső- és alsó felülete mentén. Ennek hatására a szárny felületén végighaladó levegő a kilépő élt követően a magasabb nyomású térből a kisebb nyomású tér irányába alábukik. A kilépő él kialakításának módjától függően az alááramló légáramlatok forgó mozgást végeznek, miután azok nem képesek további légterelő felülethez tapadni, miközben az örvénylés középpontjában a statikus nyomás lecsökken.



A McLaren autóján lévő hátsó légterelő szárny profilkja enyhén felfelé ível belepélt kapott a spái hétévére (Fotó: Sutton Images)

A létrejövő örvényhatás következtében kialakuló leáramlás mellett csökkenni kezd a turbulens áramlás belsejében keletkező kinetikai energia is. Ezen hatásokat megfelelő módon alkalmazva az örvénylégáramlatok meglehetősen hasznosak lehetnek egy Formula-1-es versenyautó aerodinamikai hatékonysága érdekében, a statikus nyomás csökkentése és a levegőáramlási irányának befolyásolása révén.

Az előzőekben a hátsó légterelő szárny két végén levő légáramlatok turbulens hatásának példaként történő megemlítése azonban még egy kis magyarázatot érdemel. Ez a fajta légáramlási jelenség természetesen minden esetben ott van a versenyautók hátsó szárnyánál, ha az autó mozgásban van. Azok szabad szemmel való láthatósága azonban nem minden esetben valósul meg. Az olyan versenyhelyszínek esetében viszont, ahol a levegő magasabb páratartalommal rendelkezik, már egészen más a helyzet. A levegő megfelelő mértékű páratartalma esetén a turbulens légáramlatok középpontjában az alacsony statikus nyomás azt eredményezi, hogy a levegőben lévő nedvességtartalom vízpára képeben kicsapódik, ami láthatóvá teszi számunka a szárny végeiről levő levegő turbulens mozgását, mint ahogyan a belga versenyhétvége szabadedzésein is látható volt néhányszor.



A Ferrari F138-as konstrukció kis aerodinamikai

leszorító erőt elállító hátsó légterelő szárnya (Fotó: Sutton Images)

A versenyautók hátsó légterelő szárnyánál maradványként érdemes említést tenni a **Ferrari F138**-as konstrukcióról is. A maranellói gárda ugyanis a Red Bull Racing és a McLaren autóján látható megoldásokhoz képest tulajdonképpen egy köztes kivitel alkalmazott. Az alacsony aerodinamikai leszorító erő érdekében az olaszok is kis állásszögű fűprofillal alkalmaztak, mindemellett, hogy a DRS által módosított hátsó féklap is kisebb szelvényhúrral készült el. A csökkentett felülettel rendelkező felső szárnyprofil és a fűprofil keresztmetszeti kialakításának módosításához igazodva a Ferrari kisebb DRS módosított szerkezettel látta el az F138-at, továbbá a fűprofil alacsony állásszöge miatt a légterelő idom felett lecsökkent területhez igazodva mindössze 2-2db zsaluszerű kivágást tartottak meg a hátsó szárny véglezáró lemezein.

A belgiumi verseny helyszínéül szolgáló spa-francorchampsi versenypálya karakterisztikájából adódó gyors irányváltoztatások, a kanyarok által megkívánt nagyobb menetstabilitás, és nem utolsósorban az autó alulkormányozottságának csökkentése érdekében a Ferrari mérnökei kisebb változtatással próbálkoztak az F138-as konstrukció első légterelő szárnyával kapcsolatban is.



Komplex kialakítású első légterelő szárny a Ferraritól (Fotó: Sutton Images)

A technikai szabályzatnak megfelelően a referencia-sík felett 75mm-rel elhelyezkedő első légterelő szárnyak az autó orrkúpja alatt 500mm hosszban egy úgynevezett semleges szekciót kell tartalmazniuk, ahol semmilyen egyéb aerodinamikai kiegészítő elemet sem lehet elhelyezni. Az előírások szerint viszont a véglezáró elemek és a középső szekció között használható légterelő lemezek száma nincs limitálva, vagyis a csapatok többé-kevésbé szabad kezet kapnak ennek a területnek a felhasználását illetően.

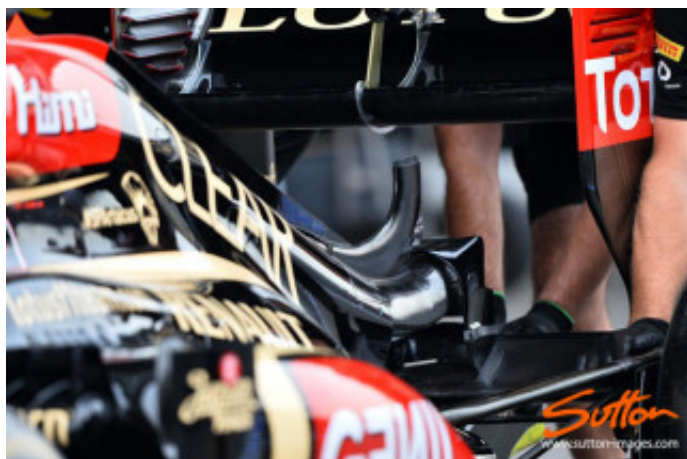
A lépcsős szárny konfigurációjától, valamint a légterelő lemezek és a közöttük lévő légkamrák kialakításától függően felgyorsulnak az előrelől érkező légáramlatok, növelve ezzel a szárnyon keletkező

leszorító erő nagyságát, valamint megfelelő áramlást biztosítva az aerodinamikailag igen rossz jellemzőkkel rendelkező első kerekek irányába is.

A szárny végén lévő lépcsős kialakítású légterelő lemezek rendkívül fontos szerepet játszanak az autóra ható teljes leszorító erő nagyságával kapcsolatban. A profilok kialakításától függően változik az áthaladó levegő sebessége, valamint más és más nyomáskülönbségek alakulnak ki a szárnyak alatt és felett elhaladó légáramlatok nyomásviszonyai között. A cél az, hogy a szárny kialakításával és beállításával olyan aerodinamikai viszonyok legyenek biztosítva, hogy az alkalmazott konfiguráció révén létrejövő örvénylések ne érintsék károsan a padlólemez aerodinamikai hatékonyságát sem.

A Ferrari mérnökcsoportja módosítást végzett a felső légterelő elemek kialakításánál, hogy az autó elülső részének menetstabilitásának megőrzése és nem utolsósorban az alulkormányozottság csökkentése mellett valamelyest redukálni tudják a felső légterelő lapokról leváló légáramlatok által keltett aerodinamikai terhelés nagyságát.

A Lotus csapat meglehetősen radikális, és kissé merész fejlesztésekkel érkezett a belga helyszínre. Az enstone-i gárda ugyanis [magnövelt tengelytávval](#) és a hátsó légterelő szárny aerodinamikai működését befolyásoló DRD-vel felszerelt **Lotus Renault E21**-el készült a spái hétvégére.



A Lotus által készített DRD ezúttal a belgiumi versenyen sem lép pályára (Fotó: Sutton Images)

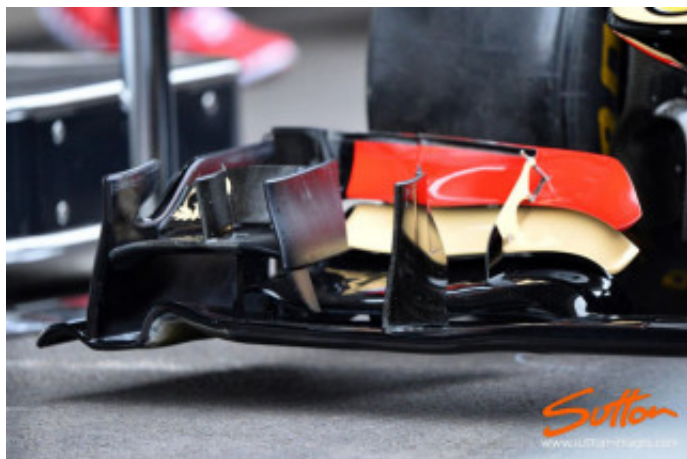
A Lotus mérnökei nagyjából 100...120mm-rel növelték az E21-es tengelytávját, ami azt jelenti, hogy ennyivel előbbre került az első légterelő szárny is. A nagyobb tengelytávval elérhető súlyponti javuláshoz azonban változtatni kellett az első kerékfelfüggesztés lengőkarjainak beépítési szögén is, amely további pozitív hatást képes eredményezni az alulkormányozottság csökkentése szempontjából. A jobb

súlyeloszlásnak köszönhetően tovább lehet csökkenteni az első kerekekre ható terhelések intenzitását is – amely egyben az alulkormányozottság kiváltó oka is lehet -, és ezzel együtt kiküszöbölhetővé válhat a gumiabroncsok idő előtti elégtelen tapadása is.

A nagyobb tengelytáv kialakításának további velejárója, hogy a padlólemez orrkúp alatti részénél (splitter) hosszabb építésű fordítólemez beépítése is lehetővé válik, amely javíthatja a padlólemez alá, és a homloklemezek, valamint a hűtőnyílások felé áramló levegő arányán is. A megnövelt méretű fordítólemez alkalmazásával a mérnökök nagyobb szabadságfokot kapnak abból a szempontból, hogy a versenyautó megfelelő súlyeloszlásának biztosításához akár a légterelő idom négyszögletes részébe megfelelő ballaszt súlyokat is el tudnak helyezni.

A másik, a Lotus részéről jelentős fegyvernek ígérkezett a hátsó légterelő szárny működését befolyásolni képes, és ezzel nagyobb végsebesség elérését biztosító [DRD rendszer](#) használata. A Lotus szakembergárdája egy teljes mértékben passzív működésű, és mindennemű külső kapcsolóelem nélküli rendszert állított össze. A rendszer az airbox mellett lévő légcsatornába beáramló és felgyorsult levegő segítségével extra mennyiségű áramlást biztosít, amely a hátsó légterelő szárny alatt kialakított kiömlő nyíláson keresztül távozik, csökkentve ezzel a közegellenállást, és a hátsó légterelő szárny által előállított aerodinamikai leszorító erő mértékét.

Az így létrehozott befűjt hátsó légterelő szárny segítségével a versenypályák egyenes szakaszaiban és ezzel együtt a nagyobb sebesség elérését biztosító kanyarokban nagyságrendileg 8km/h-ás sebességtöbbletre lehetett szert tenni. A DRD kialakítása úgy történt meg, hogy annak működése során a lecsökkent aerodinamikai leszorító erőt generáló hátsó szárny menetdinamikára gyakorolt hatását megfelelően kompenzálja az autó diffúzora. Ez egészen pontosan úgy értendő, hogy a gyors kanyarokban a hátsó szárny alá juttatott extra légmennyiség hatására lecsökken a szárny által előállított leszorító erő mértéke, viszont a kanyarstabilitáshoz a diffúzor megfelelő mértékű leszorító erőt képes biztosítani (Venturi-elv). Ezzel tulajdonképpen tehermentesíteni lehet a hátsó légterelő szárnyat, vagyis a szárnyprofil felett negatív irányba elmozduló nyomáskülönbség kisebb aerodinamikai terhelést kelt az áramlásleválások alkalmával.



A Lotus E21 első légterelő szárnya sem maradt érintetlen a belgiumi versenyhétvégéjére (Fotó: Sutton Images)

Az E21-es DRD rendszerének alkalmazásával a f -profil alá áramlott extra légmennyiségnek köszönhetően megnövekedett a szárny alatti légáramlatok által kifejtett nyomás, amely a versenyautó nagyobb sebessége, és nyitott DRS szárny esetén tovább csökkentette a hátsó szárny felett elhaladó légáramlatok nyomását, amely kisebb közegellenállást, kisebb aerodinamikai leszorító erőt, és ezzel együtt még nagyobb végsebességet tesz elérhetővé.

A pénteki szabadedzések alkalmával azonban a Lotus nem tudott kellő mértékű adatot gyűjteni sem a megnövekedett tengelytáv, sem pedig a DRD használatát illetően. Mivel a mérnökök számára nem vált egyértelművé, hogy mindezen fejlesztések belgiumi alkalmazása milyen hatással lehetne az E21-es teljesítményére, a csapatvezetés úgy döntött, hogy leghamarabb Monzában, az Olasz Nagydíjon próbálkoznak majd ismét.

A belgiumi versenynek otthont adó Spa pálya vonalvezetéséből eredő gyors irányváltások, a kanyarokban szükséges nagyobb menetstabilitás biztosítása, valamint a gyorsabb kanyarokban az autó alulkormányozottságának elkerülése érdekében a Lotus mérnökei módosították az E21-es konstrukció első légterelő szárnyán is, egészen pontosan annak felső, lépcsős légterelő lemezeit illetően.



Különleges kialakítású osztott homloklemez a Lotus

E21-es autón (Fotó: Sutton Images)

A légterelő lemezek kialakításával a közöttük lévő légkamrák segítségével felgyorsulnak az előlről érkező légáramlatok, amely fokozza a szárnyon keletkező leszorító erő nagyságát, valamint megfelelő áramlást biztosít az első kerekek körül is. A Pirelli abroncsok tekintetében természetesen meg kellett találni a megfelelő egyensúlyt, hiszen a kismértékű leszorító erő hatására az autó könnyedén alulkormányozottá válhat, míg a túlságosan nagymértékű aerodinamikai terhelés hatására megnöveked ugyan a tapadás, de ezzel együtt megnöveked a gumik terhelése is.

A módosított első légterelő szárny és a DRD használatát illetően elvégzett fejlesztések mellett az enstone-i gárda Spában is pályára vitte az E21-es kissé szokatlan kialakítású homloklemezét is, amely a többség által használt megoldással ellentétben nem egyetlen egy összefüggő légterelő elemet képviselt. Az új homloklemez 3db olyan hosszanti kivágást tartalmaz, amely a légterelő elem teljes magasságában végighúzóódik. Az oldaldoboz aerodinamikai jellemzői mellett a padlólemez belépő élével kapcsolatos aerodinamikai jellemzőket is befolyásoló kiegészítő bármennyire is jelentéktelennek tűnhet, nagy szerepe van a megfelelő egyensúly biztosításában.



Az oldaldoboz aerodinamikai hatékonyságát fokozó

örvénykelt? lemezek az enstone-i gárda versenyautóján (Fotó: Sutton Images)

A versenyautó oldaldobozának fels? felülete meglehet?sen nagy ahhoz, hogy a mérnökök ne igyekeznének azt a lehető legjobb aerodinamikai jellemz?ekkel felruházni, vagyis kiaknázni mindazon lehet?ségeket, amelyek segítségével az érintett felület részt tud venni az aerodinamikai leszorító erő fokozásában. Az autó elüls? része fel?l érkező leveg? egy bizonyos hosszön képes követni az oldaldoboz felületét. A felületen kialakuló határréteg kiterjedése azonban nem elegend? ahhoz, hogy ezt a határréteget létrehozó légáramlatokat megfelelő módon alkalmazni lehessen az autó hátsó traktusában is. Ezen áramlatok ugyanis alapesetben nem képesek kell? hatékonyságot produkálni az oldaldoboz hátsó szakaszánál, miután az oldaldoboz fels? felületér?l kisebb örvénylések mellett áramlásleválást hajtanak végre, amelyek nem képesek kell? hatékonysággal szolgálni.

Miután a Coanda-kipufogó lényege nem más, mint hogy a meleg égéstermék az oldaldoboz hátsó szakaszának és a padlólemez felületének a követése mellett fokozza az autó hátsó traktusának menetstabilitását, és az oldaldoboz elüls? szakasza az el?z?ekben ismertetett aerodinamikai jellemz?ekkel rendelkezik, a kipufogórendszer végz?dése és az oldalsó kocsiszekrény belép? éle közötti felület aerodinamikai hatékonyságának növelése jelent?s el?relépést jelent a Coanda-kipufogók szempontjából. Éppen ezért a Lotus mérnökei az oldaldoboz légbeöml? nyílásai felett 3-3db meglehet?sen nagyméret? örvénykelt? lemezeket helyeztek el.

Az oldaldoboz fels? felületén kialakuló határréteg meghosszabbítása és ezzel együtt az id? el?tti áramlásleválások megakadályozása érdekében történt az E21-es ezen módosítása. Ezeknek a légtérrel? elemeknek a feladata nem más, mint az el?z?ekben említett, az oldaldobozok fels? felületén kialakuló határréteg által képviselt felület megnövelése, és az id? el?tti áramlásleválások megakadályozása.

Az oldaldoboz fels? felületén tapasztalható id? el?tti áramlásleválások megakadályozása érdekében tehát a mérnökök igyekeznek minél több légáramlatot juttatni az oldaldoboz mentén egészen a kipufogó végz?déséig. Ehhez a határréteg és a felület közötti távolság ismerete mellett megfelelő nagyságú négyszögletes, vagy háromszöghöz közeli kialakítású örvénykelt? lemezeket alkalmaznak. Az oldaldoboz esetében tehát a kiegészít? légtérrel? lemezek segítségével képesek beavatkozni a felület mentén kialakuló határréteg szempontjából, hogy a létrejöv? kisebb örvényléseknek köszönhet?en minél inkább késleltetni tudják a nem kívánt áramlásleválások kialakulását, több leveg?t juttatva ezzel az oldaldoboz hátsó részéhez, növelve ezzel a Coanda-effektus szerepét.



A Sauber csapat saját fejlesztésű DRD rendszere csak a belgiumi szabadedzéseken került fel a C32-es autóra (Fotó: Sutton Images)

A Lotus alakulathoz hasonlóan a mezőny svájci csapata is próbálkozott a **Sauber Ferrari C32** hátsó légterelő szárnyának aerodinamikai hatékonyságát befolyásoló [DRD rendszerrel](#).

A DRD részét képező légcatorna egy L-alakú profillal lép ki a motorburkolat alól, amely a hátsó légterelő szárny fűprofilja alatt végződik. Az L-catorna a kiviteléből adódóan egy 90°-os törést tartalmaz, amelynek nem aerodinamikai okai vannak. A Formula-1 technikai szabályzata ugyanis nem teszi lehetővé, hogy a hátsó légterelő szárny elülső részén bármilyen kiegészítő karosszériaelemet helyezzenek el. Pontosan ezen korlátozás miatt tiltotta be az FIA a 2010-es évben használt klasszikus F-catornák további alkalmazását.

A Sauber mérnökei az L-catornán kisebb méretű nyílásokat alakítottak ki, amelyeknek köszönhetően az L-catorna és a hátsó szárny találkozási pontjánál a szárnyelem alatt valósul meg a szárny extra levegővel történő befűvése. Ennek következtében a fűprofil alá áramlott légmennyiségnek köszönhetően megnövekszik a szárny alatti légáramlatok mennyisége, és az általuk kifejtett nyomás egyaránt, amely a versenyautó nagyobb sebessége, és adott esetben a DRS mechanizmus működtetésének köszönhetően laposabbra állított féklappal tovább csökkenti a hátsó szárny felett elhaladó légáramlatok aerodinamikai nyomását. Ez pedig kisebb közegellenállást, kisebb aerodinamikai leszorító erőt, és ezzel együtt még nagyobb végsebességet képes biztosítani a C32-es autónak.

A Sauber megoldásának további érdekessége, hogy a DRD rendszerrel egy olyan hátsó légterelő szárny befűvését végzik el, amelynek fűprofilja a vízszintes kivitelből eltérően – mint amelyet a Lotus használ – sokkal inkább egy háromszöghöz hasonlítható formát kapott, köszönhetően a fűprofilnak az autó hosszanti szimmetriatengelye felett látható lefelé ívelt, kanálszerű kialakításának. Ennek a dizájnnek vélhetően az a szerepe a DRD-t illetően, hogy a vízszinteshez képest meghatározott szöveget bezáró alsó szárnyfelület befűvése hatékonyabb, mintha azt egy vízszintes vonalvezetésű fűprofillal tennék meg.

A Sauber alakulat azonban – hasonlóan a Lotus istállóhoz – végül úgy határozott, hogy a C32 DRD rendszerét a belga versenyen nem fogják bevetni, így azt csak a spái hétvége első három szabadedzése során vitték pályára.

Rating: **3.7/5** (3 votes cast)

Rating: **0** (from 0 votes)