

Eötvös Loránd Kollégium

Eötvös Esték

2012. 10. 02.

**Sport, üzlet, technika: miért nem
haszontalan a Forma-1?**

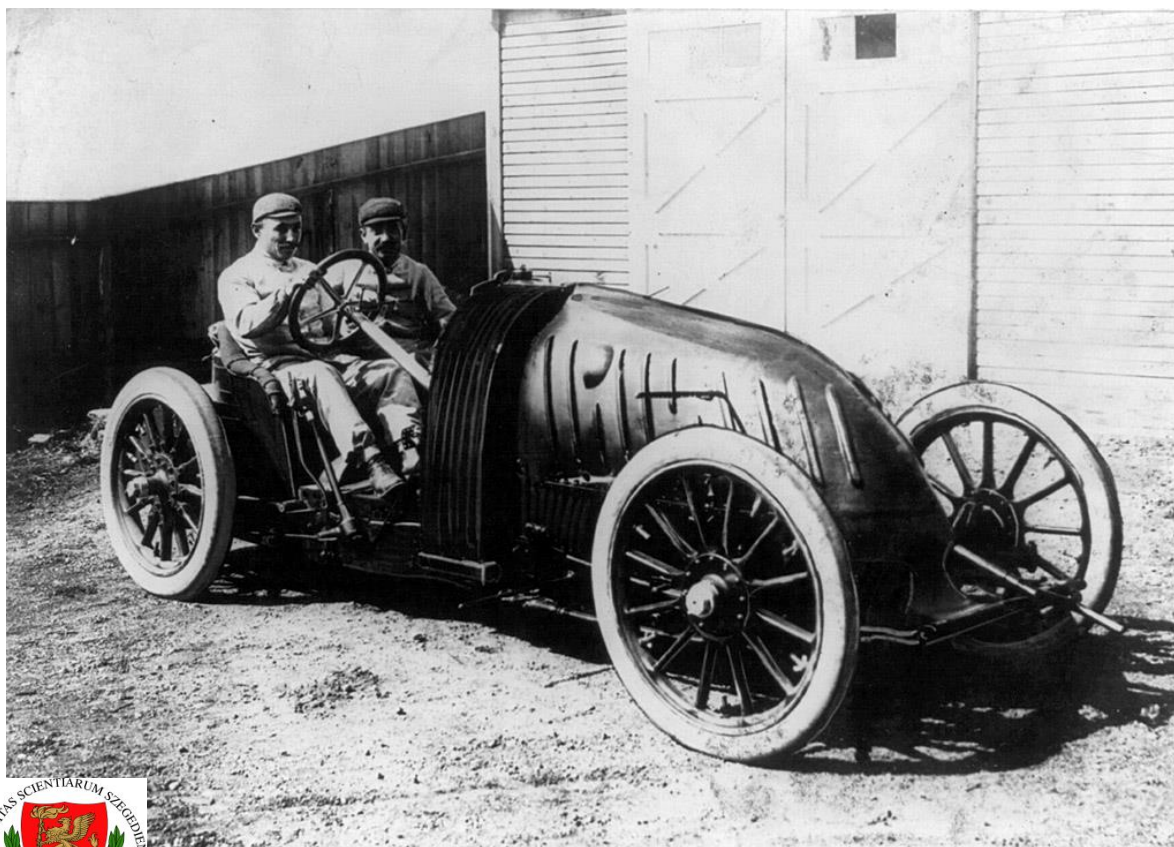
Avagy: Haditechnika békeidőben

Farkas Péter



A történelem első nagydíja

- A magyar Szisz Ferenc nyerte egy Renault-val. Navigátor: M. Marteau
- 1906 június, 2 nap Le Mans mellett. Táv: 1238 km, átlag: 101 km/ó



Egy F1-es autó gyorsulása/lassulása

- A fékpedált 85 kg-mal kell taposni

km/ó	0-100	0-200	0-300	200-0	100-0
F1	1,7 mp	3,8 mp	8,6 mp	65 m	15 m
Bugatti Veyron	2,5 mp	7,3 mp	16,8 mp		31,4 m
VW Golf	8,6 mp	-	-	-	37 m



A kanyarvétel az igazi kunszt

- 4-5 g-s oldalgyorsulás
- Maggots-Becketts (Silverstone) kombináció:
1,5 g jobbra -> 3,7 g balra -> 5,0 g jobbra -> 3,6 g balra
- Eau Rouge (Spa), nagy függőleges terhelés:
a kanyar alján -1,7 g, a domb tetején +1,0 g. Hullámvasút!



Ezért sport az autósport

- A fej és a sisak együttes tömege kb. 6 kg, de ez féktávon és kanyarban 24-25 kg-nak érződik, körönként 12-14 alkalommal -> *bikanyak*
- A pilótafülkében 50-60 fok is lehet, amit tűzálló overallban nehéz elviselni
- Kidolgozott edzésprogram, naponta futás, kerékpározás, edzőterem



Ezért sport az autósport

- Azért is fontos a jó kondíció, hogy az izmok ne kezdjenek el savasodni. A terhelések miatt speciális légzéstechnikára van szükség.
- A rajt előtt 70-80-as pulzusszám, utána verseny alatt 180-as. Ennek az oka nem csupán a fizikai, hanem a mentális stressz is.
- A versenyzők a testsúlyuk 8 százalékát is kiizzadhatják másfél óra alatt. Az izzadságuk összetételének megfelelő izotóniás italt isznak.

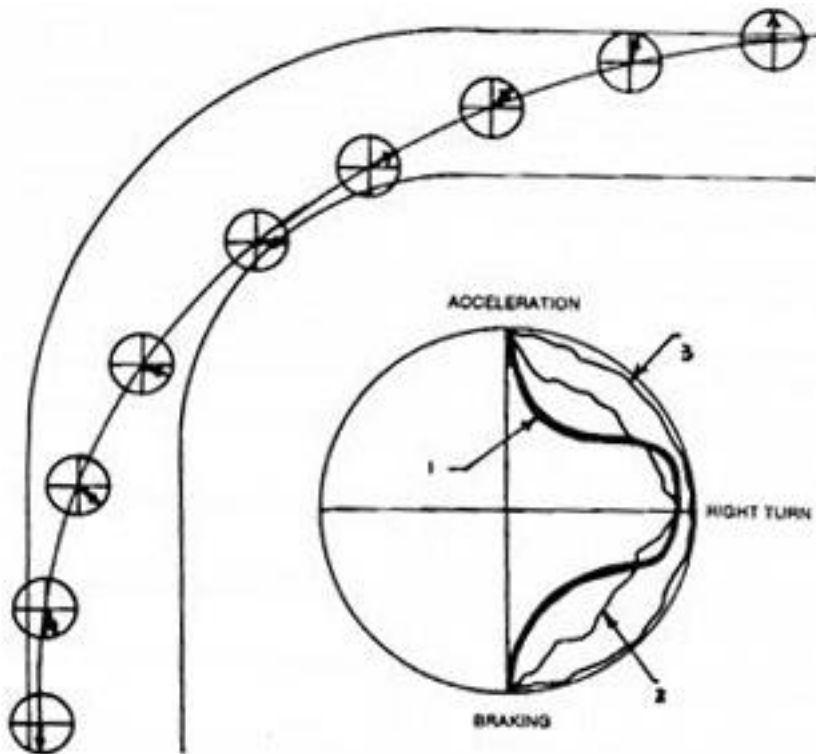


A vezetés művészete

- Pontosan a csúszáshatáron kell fékezni, kanyarodni és kigyorsítani
- A határ folyamatosan mozog a pillanatnyi paraméterektől (aszfalthőmérséklet, gumik kopottsága, üzemanyagszint stb.) függően
- Testre öntött ülésre van szükség
- Vezetés = a dinamikus terhelésváltások megfelelő végrehajtása

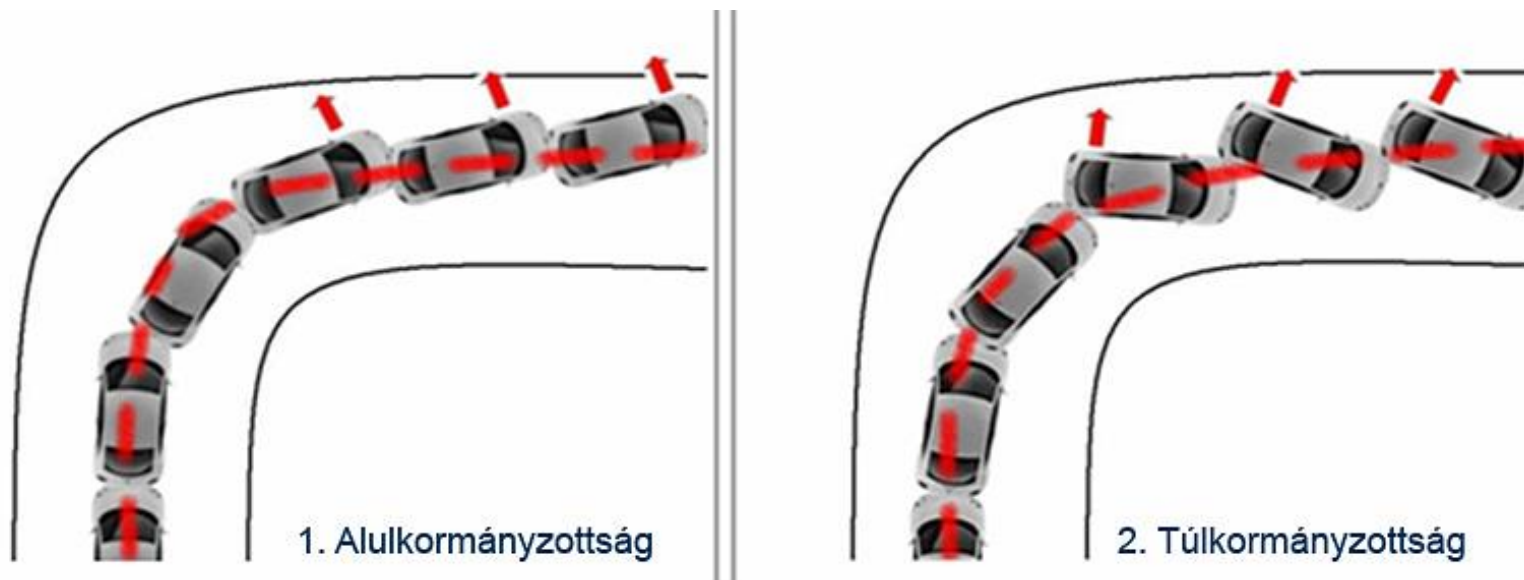


A tapadási kör



- Függőleges tengely:
gyorsulás/lassulás
- Vízszintes tengely:
oldalgyorsulás balra/jobbra
- A kör határai jelölik ki, hogy az autó mekkora terhelést képes elviselni hosszanti/oldalirányban.
- Pl. minden fékezéshez tartozik egy max. oldalterhelés, aminél az autó még nem csúszik meg

Alul/túlkormányozottság



1) Az első vagy 2) a hátsó kerekek veszítik el először a tapadást?

A balansz

- Tulajdonképpen az első és hátsó tapadás aránya.
- Az az optimális, ha semleges:
az autó nem alul-, és nem is túlkormányzott.
- A versenyzők mindkettőt tudják kezelni, de mindkettő megcsúszással, tehát lendület- és időveszteséggel jár.
- A versenyautók balanszát a pályától és az aktuális környezeti viszonyoktól (hőmérséklettől, az aszfalt minőségétől, versenyzői preferenciától stb.) függően a beállítások révén lehet optimalizálni.
- Ezernyi paraméter állítható. Pl: első vezetősárny, hasmagasság, rugózás, lengéscsillapító, differenciálmű, váltóáttételezés, kerékdőlés, keréknyomás, keresztstabilizátor, motorprogram...
- A beállítások határozzák meg az elérhető köridő minimumát. Ezért a nagydíjhétvégéken a 4 órányi edzést a beállítások optimalizálására fordítják.



A szimulátor

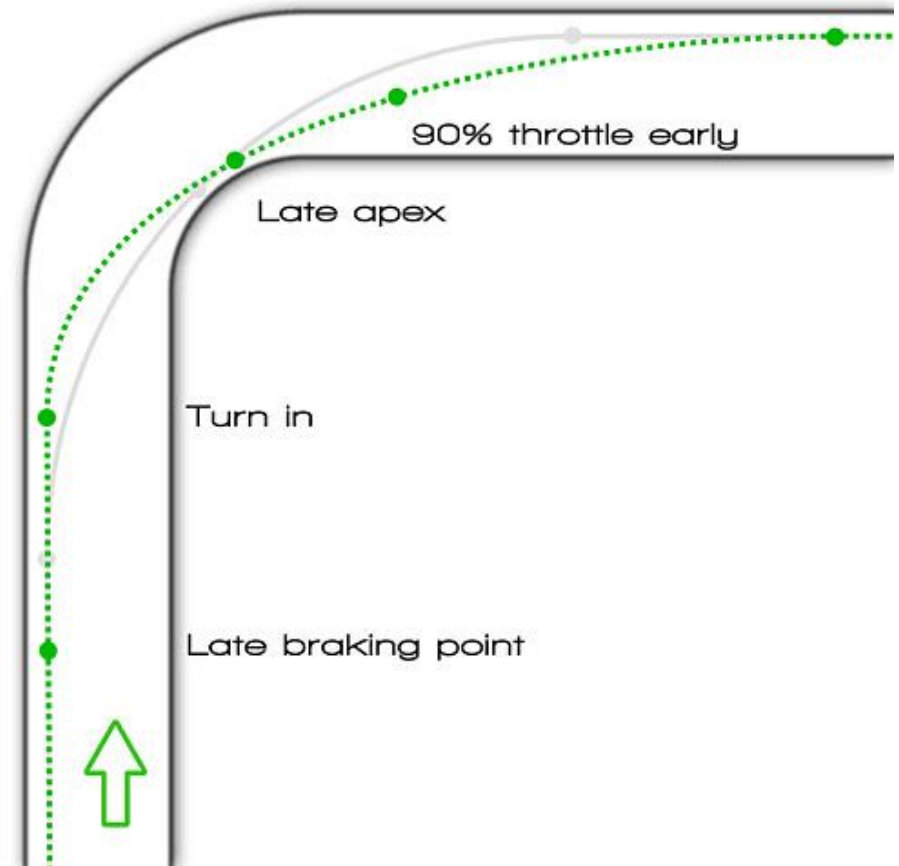
- A tesztpilóta vezeti a szabadedzések alatt, ugyanolyan érzékeny a beállításokra, mint az igazi autó. A fellépő terheléseket is imitálja bizonyos fokig.



Az ideális ív

- Az a nyomvonal, melynek mentén a lehető legrövidebb idő alatt lehet körbeérni a pályán. Nem geometriai fogalom; az autótól is függ.
- Általában minél nagyobb sugarú egy ív, annál nagyobb sebességgel lehet haladni rajta.
- Zöld nyomvonal: a „klasszikus” ív, késői kanyarcsúcsponttal.
- Szürke nyomvonal: a „korai csúcspontos” ív. Ez nehéz, mert kanyarodás közben kell fékeezni. Kisebb maximális görbület.

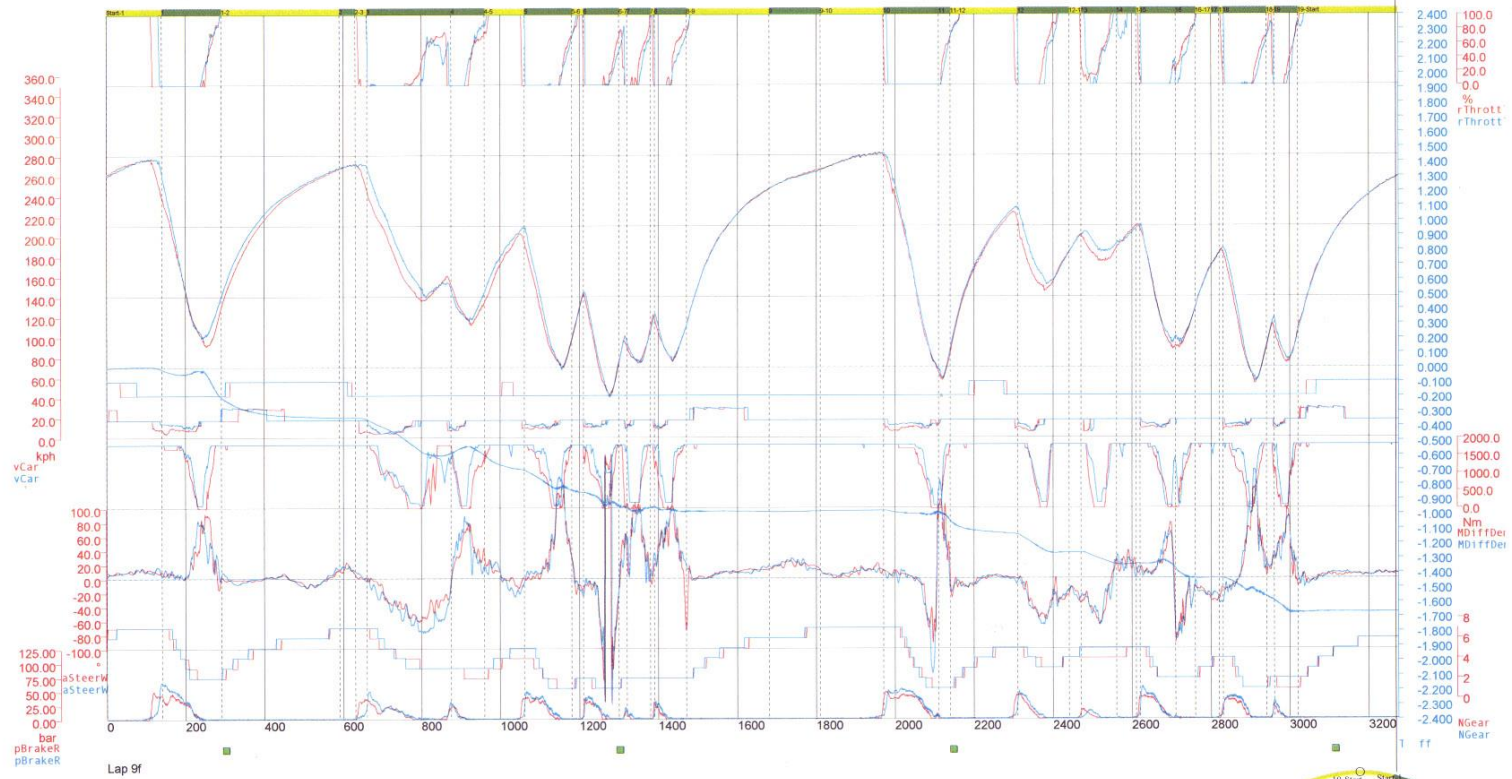
© drivingfast.net



A telemetria

StatLapOverlay

Monaco, ,



Lap 9f



vCar	=259.3	=258.5	kph	MDiffDemand	=1800.0	=1800.0	Nm
NGear	=6	=6		MKERSDemand	=0	=0	Nm
	=100.0	=100.0	%	BNRearWingStateControlMode	=Active	=Active	
	=8.5	=7.4	*	TDiff	=-1.670		
	=1.23	=1.07	bar				

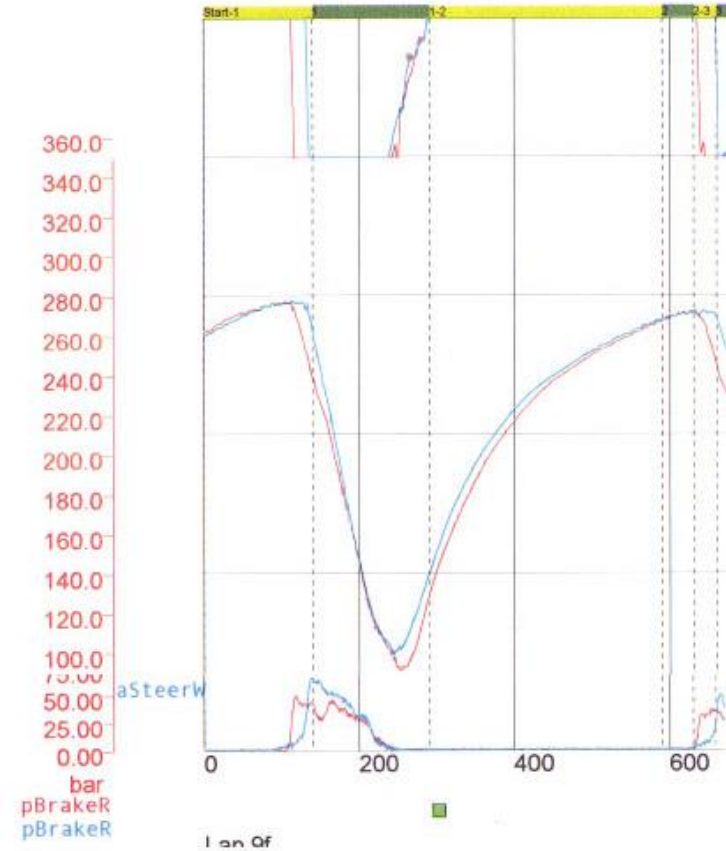


A projekt az Európai Unió támogatásával,
az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Magyarországi Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal

A telemetria

- Michael Schumacher/Nico Rosberg
2011, Monaco
- Vízsintes tengely: *pozíció (méter)*
- Függőleges tengely:
Gázpedál-állás
Sebesség
Féknnyomás
- A fékpedál-állásból látszik, hogy „kék” 100 m-nél később és nagyobb erővel fékezett, a sebesség grafikon tanúsága szerint mégis kevésbé lassított le. Utána hamarabb is adott gázt, ami azt bizonyítja, hogy nem a késő/korai csúcspontos technikák eltéréséről van szó.



A telemetria

- Kb. 1300 különböző adat van. Pl: sebesség, hosszanti és oldalgyorsulás, pedálok állása, fordulatszám, a hűtővíz és az olaj hőmérséklete, GPS koordináták, keréknyomás, a futóművek mozgása stb.
- A telemetriai adatok révén könnyebben megtalálhatók az optimális beállítások, mert leolvasható belőlük, hogy a versenyző hol veszít időt.
- Az autó „élettani funkciói” is folyamatosan, valós időben követhetők, így előrejelezhetők a meghibásodások.
- A versenyzői teljesítmény a csapattárrsal való telemetriai összehasonlításban tökéletesen látszik, nem lehet arra hivatkozni, hogy az autó volt lassú.



A kormánykerék (1950-es évek)



A kormánykerék (most)



A technikai sportok

- Ugyanúgy az emberi teljesítményről szólnak, mint az összes többi. Az autókat is emberek tervezik és rakják össze.



A McLaren Technology Centre

- 5000 tonna acélból épült
 - 9 Boeing 747 férne el benne
 - A 43 ezer m²-es üvegfelület miatt 100 ezer liter vízzel hűtik a plafont
 - Az összes csapat saját autót épít, minden évben újat.
 - A szezon során folyamatosan fejlesztik az autóikat. Átlagosan *20 percenként* változtatnak rajta
 - Az idei autót tavaly április táján kezdték tervezni
- 



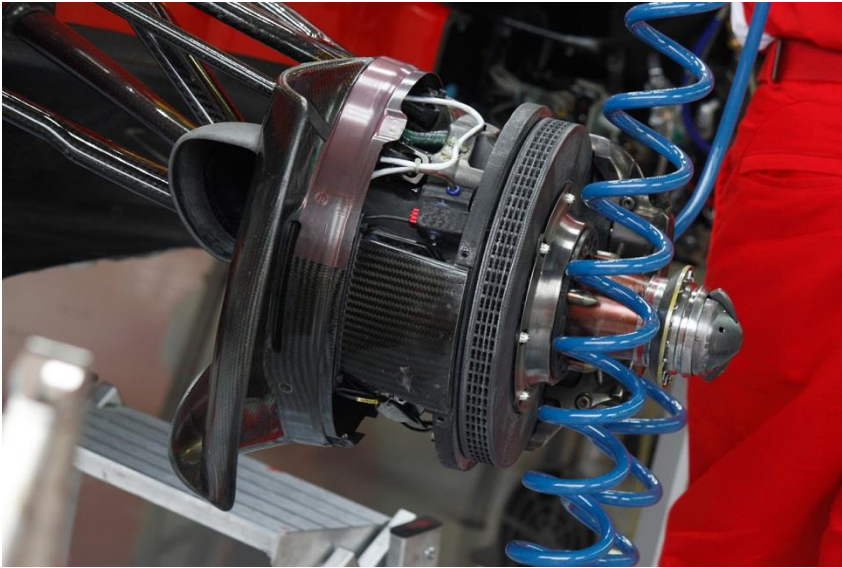
Hadiipar békeidőben

- Nagyon gyors, a közúti autóiiparhoz képest 10x rövidebb átfutási idők a fejlesztéseknél -> kísérleti laboratórium a közúti autókhoz



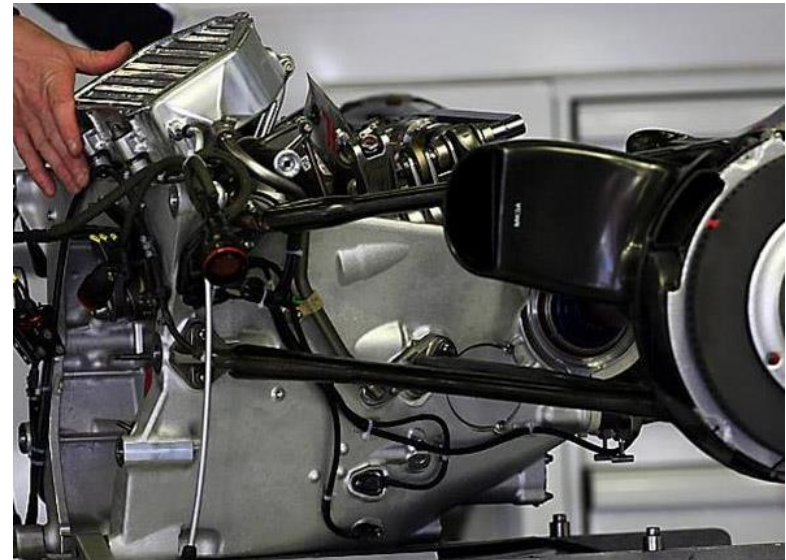
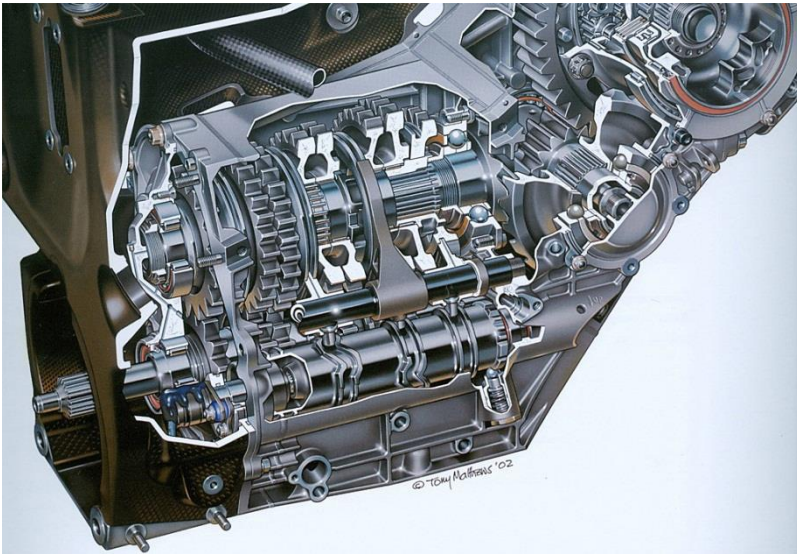
Szénszálas fékek

- A Brabham istálló és a Dunlop fejlesztette ki 1976-ban
- Szénszálas féktárcsák- és betétek
- Az F1-es tárcsák felületi hőmérséklete 1000 °C is lehet.
- Drága: 1,8 m Ft/szett (F1)
- Sportkocsikba rendelhető
- Ha lehűl, jobban romlik a teljesítménye, mint az acél fékeké



Szekvenciális váltó

- Az 1989-es Ferrari 640-ben mutatkozott be.
- A fokozatok elektrohidraulikus mechanizmussal a kormány mögötti gombokkal választhatók
- Nagyon gyors, 0,05 mp-s kapcsolási idők.
- < 40 kg, 500 különböző alkatrész, 5000 Nm-t visz át
- Már sok autóba rendelhető



Biztonság

- Az F1 történetében 27 versenyző és sok néző szenvedett halálos balesetet
- Jackie Stewart segített kiero- szakolni a sisakok és övek kötelező használatát
- 1985 óta kötelező töréstesztek, jelenleg 18 féle
- A pilótafülke oldalának 250 tonnás terhelést kell kibírnia
- Az 1994-es imolai „fekete hétvége” óta nem történt halálos baleset az F1-ben



Robert Kubica balesete (2007, Montreal)



EuroNCAP

- A gyűrődési zónákat átgondoltan kell kialakítani, hogy az ütközés energiáját ne a versenyző/utas teste nyelje el
- Az F1-ben szélsőségesen nagy energiájúak a becsapódások



- A tapasztalatok az EuroNCAP töréstanulmányokhoz is hasznosíthatók
- A sisakok is sokat fejlődtek. Karbonból vannak, a szénszálak 15x vékonyabbak a hajnál, teljes hosszuk 16 000 km



Logisztika

- Az F1 éves CO₂ kibocsátása 215 588 t. Ebből:
50% az alkatrészek gyártása,
30% a szélcsatorna üzemeltetése,
0,3% az autók versenyeztetése,
a többi (kb. 20%) a logisztika
- Egy élcsapat az európai futamokra 450 t, a többire 35 t felszerelést szállít
- McLaren Brand Centre: 13 kamionra fér fel, 4 napig építik, 2 napig bontják, évente 8x
- Versenystálló: 5-6 kamion, 80-120 fő (48 az autóhoz)





Gazdaságosabb közlekedés

- KERS:
jelenleg 400 kJ @ 80,5 LE / kör
2014-: 4 MJ @ 161 LE / kör
- Motorok:
jelenleg 2,4 l V8 szívó, 18000 rpm
2014- 1,6 l V6 turbó, 15000 rpm
- Williams KERS: akkumulátor helyett lendkerék, 45000 rpm
- Buszba, vonatba, metróba is szerelhető: 30%-os fogyasztás-csökkenés
- Kb. ennyivel fogyasztanak majd kevesebbet az F1-es turbók is (jelenleg 65-75 l / 100 km)



Aerodinamika: szárnyak

- Elöl és hátul egy-egy fejjel lefelé fordított „repülőgépszárny”
- Az autó alatt diffúzor van, amely a Bernoulli-törvényt kihasználva odaszívja az aszfalthoz
- Szárnyak/diffúzor: 1/3-1/3-1/3



- 150 km/ó-nál már a saját súlyának megfelelő leszorítóerőt állít elő
- A leszorítóerő négyzetesen arányos a sebességgel. 300 km/ó-nál már 3 G körül van.
- A teljesítmény 60%-ban az aerodinamikán múlik
- Az F1 jóval a polgári repülés előtt jár, van, amiben az űrrepülés előtt is -> vonzó az aeronautikai mérnököknek



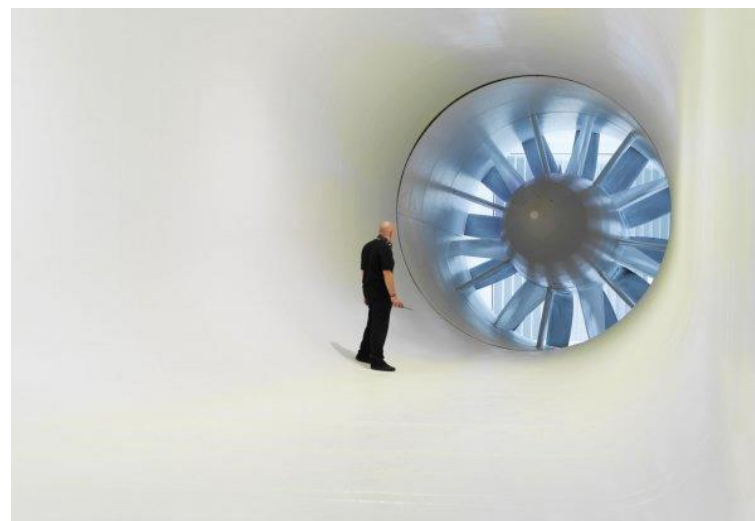
Aerodinamika: a diffúzor

- A diffúzor felgyorsítja az autó alatt áramló levegőt, csökkentve a nyomását
- Monacóban kb. 30%-kal nagyobb a leszorítóerő, mint Monzában



A szélcsatorna

- A McLarené 400 t acélból van, a turbina 4 m átmérőjű, 600 rpm-mel forog. A hűtéséhez mp-enként 200 l, 6 °C fokos víz kell
- 24/7 rendszerben üzemel
- A Hondáé 27 millió GBP-be került
- Alkalmas 1:1-es modellekhez is, de jelenleg csak 60%-os méretarányúakat tesztelhetnek
- Havonta 2500-3000 új alkatrészt tesztelnek benne



A szélcsatorna

- A modelleket kézi munkával készítik
- Valójában szinte az egész F1-es autó kézi munkával készül, mert az alkatrészek zöme szénsszálak kompozit anyagból van
- A szénsszálak anyag bálában, „szövetként” érkezik. Kézzel, rétegenként rakják be egy öntőformába, vákuum-csomagolják, autókámban kisütik (135 °C, 6 bar)



Az autokláv

- Ebben „sütik össze” a szénsszálal alkatrészeket.



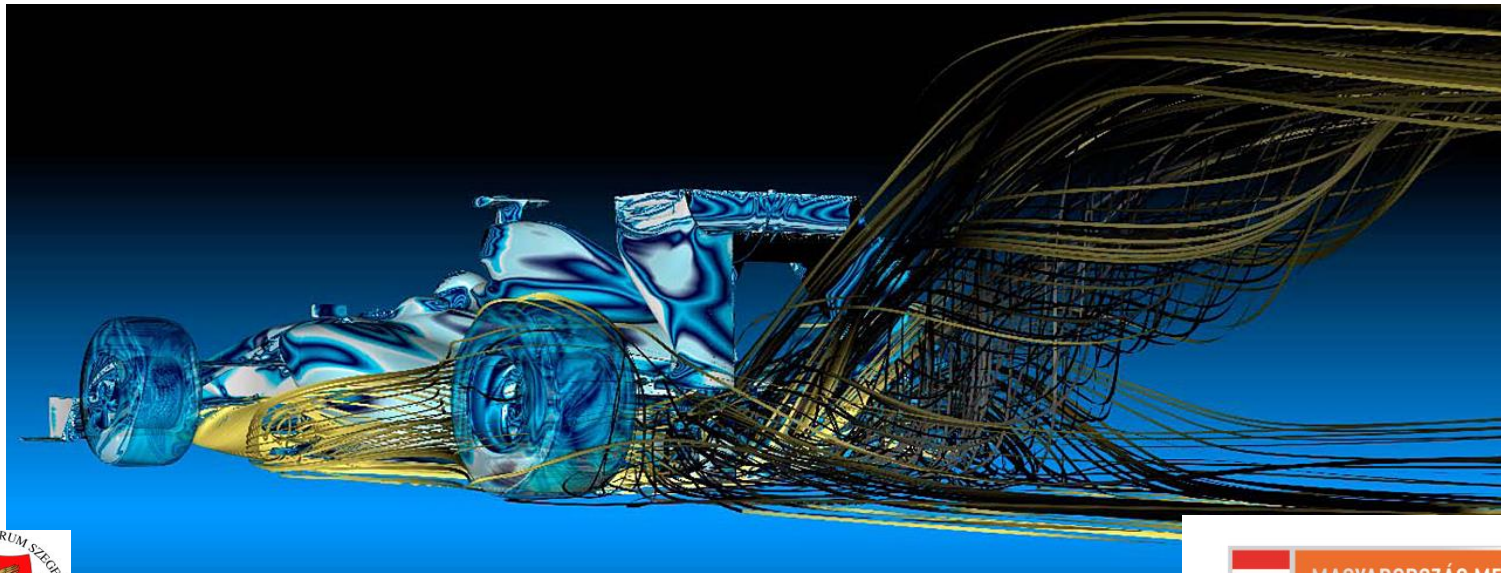
A kipufogó leömlője

- Az Inconel nevű, nikkel bázisú alumíniumból készül, részben kézzel



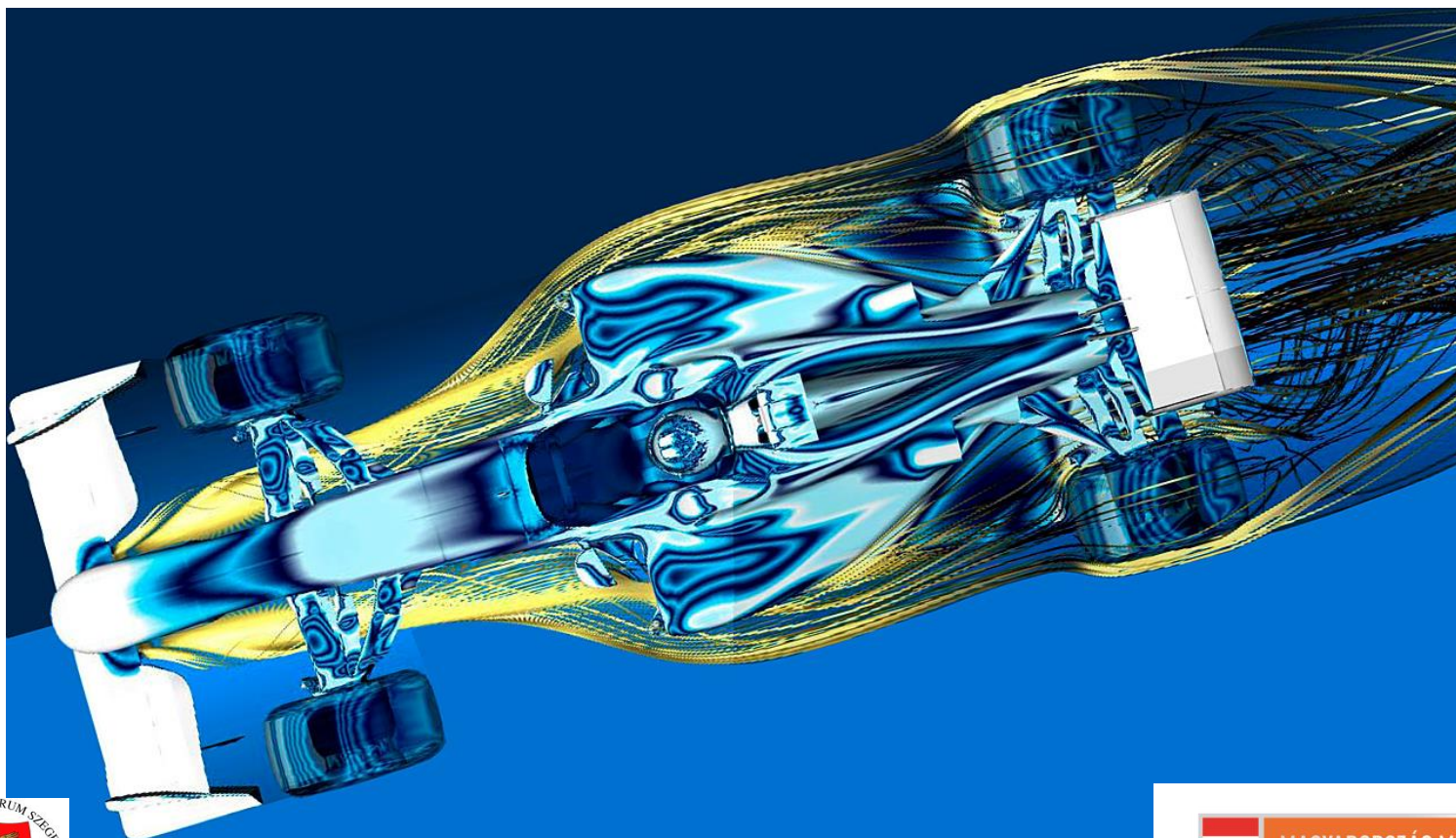
CFD

- Számítógépes áramlástanai modellezés, 3D-s CAD-rajz alapján
- A virtuális modell a valódinál gyorsabban és olcsóbban elkészíthető
- Az áramlások vizuálisan láthatók, de nem pontos (végeselem-módszer)
- BMW Albert 3: 4224 processzormag, 8448 GB RAM, 38 t, 24 m², 57,7 tF
Átadásakor (2009-ben) a világ 3. legerősebb ipari számítógépe volt
A Williamsé akkor kb. 3 mrd Ft-ba került
- Több mint 100 millió háromszögre bontható az autó felülete



CFD

- Repülőgépipar: kisebb légellenállás, több %-kal alacsonyabb fogyasztás
- Renault CFD-labor: mesterséges szívbillentyű



Seven-post-rig

- „Hétlábú állvány”: a futómű fejlesztésére és beállítására való
- Minden pályát szimulálva be tudják programozni a terhelést a kör során



Gyógyászat, sport

- A Touch Bionics a Mercedes GP technikai infrastruktúráját is használva tervez csúcs-technológiájú protéziseket
- McLaren: rehabilitációs térdkapocs, távfelügyeleti rendszer (telemetria)
- Az F1 az élen jár a rengeteg egyéb területen felhasználható kompozit anyagok technológiájában



Kerékcserék

- A tankolás betiltása (2010) óta még fontosabbá váltak
- Már 2,3 mp alatt lebonyolítják az egész műveletet
- 12-16 szerelő optimálisan koreografált mozdulatokkal dolgozik

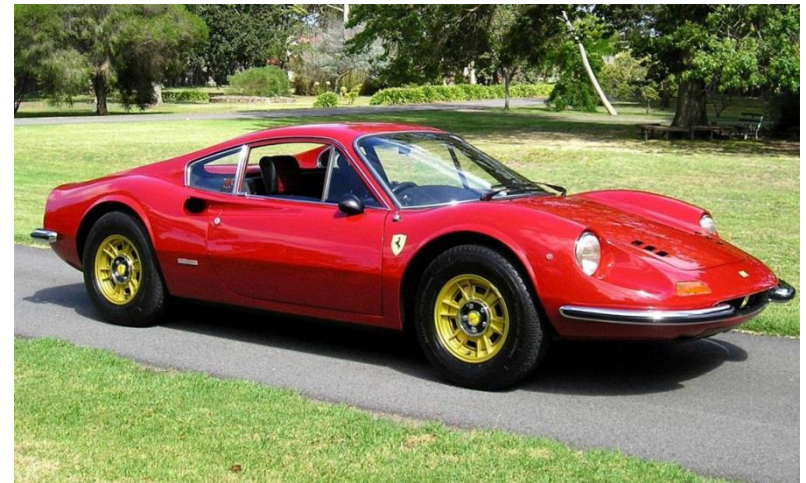


- Trükkök: jelzőlámpa, oldalsó emelő, integrált kerékanya
- A RAF a 2000-es évek végén az F1-es kerékcseréket tanulmányozva felezte meg az Apache-ok kiszolgálási idejét



Üzlet

- A Caterhamnak 275, a Ferrarinak 600 alkalmazottja van. A válság előtt kb. 1000 volt.
 - A Ferrari éves költségvetése: Jelenleg 200 m EUR
2008-ban 400 m EUR (115 mrd Ft)
 - Kis csapatok: 40-50 m EUR
- Alig van profit, mert mindent visszaforgatnak a sportba
 - A Ferrari azért kezdett közúti sportkocsikat gyártani, hogy legyen miből fedeznie a versenyzés költségeit
 - Nem fenntartható modell



Globális jelenlét

- Az olimpia és a futball vb mellett az F1 az egyetlen igazán globális sport
- Egy szezonban 20 verseny van, 19 országban és 4 kontinensen
- A futamokat 187 országban közvetíti a TV, kb. 515 millió néző
- Magyar Nagydíj: a jogdíj kb. 4 mrd Ft, de a verseny 13 mrd Ft-tal járul hozzá a GDP-hez. 200 000 + vendégéjszaka, 6 mrd Ft reklámérték *(Magyar Turizmus Zrt.)*



