

Tapadásrealizálás – azaz alapkérdések a futómű körül

1.rész 2008. január 18. | Szerző: XJS

Azért szántam rá magam, hogy fordítok egy-két futóműves szösszenetet, mert amíg a magyarországi motortuningot a mágusok, varázslók és valódi, ámbár fellelhetetlen mesterek fémjelzik, addig a futómű témájában még az alapfogalmak körül is nagy a csend, sőt fellelhető információ vagy valaki, aki ismer olyat, aki hallott már olyanról aki ért hozzá, szinte nem is létezik. Az alábbiak főleg megjelent írások ferdítései*, illetve neten talált ábrák és saját mórickerajzokból összeállított illusztrációk tematikus halmaza.

* ”Ferdítés”, mert az alapját valóban a cikk adta, de hozzátettem-elvettem, mert a forrás túl ”amerikai” nézőpontból íródott. Talán így kicsit ”lokalizáltabb”. És itt kösz mindenkinek, aki hiányos magyar szaknyelvi tudásom csiszogatásban segítségemre volt: Kulinpapa, ZDoman. Külön köszönet TÉZÉ-nek, aki kigyomlálta a szavakkal való garázdálkodásom vadhajtságait.

Úgy néz ki, a világ másik felén is macerás ehhez a fekete mágiához értő embert találni. Olyan, aki feltekeri a turbónyomást, és ”megcsippeli” a verdát, odaát az USA-ban is minden sarkon akad. Viszont a tapadás, a kanyarodási képességek, szóval úgy általában a futómű különböző célokra (gyorsulás, szlalom, pályaverseny, rali) való beállítását, és az ehhez szükséges alkatrészek kiválasztását megkönnyítő cégek nem hemzsegnak. Alkatrész van dögivel, csak utána találjunk műhelyt, ahol be is lövik a cuccot. Az a nem egyszerű...

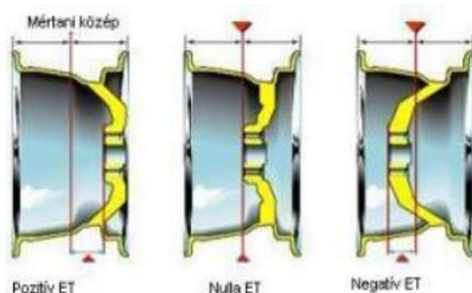
A négy alaplodolog

1. Tapadás alapok

Az első és legeslegesleges legfontosabb. Jó gumi nélkül a legjobb alkatrészekből összerakott, profin belőtt futómű is sz@rt ér. Pont.

A kanyarsebesség növeléséhez a lehető legszélesebb, legtapadósabb gumik kellenek, amik még éppen elfordulnak a sárvédők alatt. Elkezdhetnénk listázni a gumimárkákat, de felesleges. Prémiummárkából is van nagyon jó minőségű, meg közepesből is találni megfelelőt. Általában a drágább gumi nem csak azért drága, mert márkás, hanem egy pár paraméterében tényleg jobb. (Ugyanolyan tapadós, de kevésbé kopik, csendesebb, esetleg jobb vízen, vagy jobb szárazon stb, stb.) Általánosságban ezért leszűrhető pár tanulság: a jó gumi drága, gyorsan kopik, és inkább szárazon jó. Aztán ha az ember szemfüles, lassan rájön, hogy a még jobb, ellenben olcsó gumi az az, amit valaki már használt, és kidobott (különös tekintettel a neten pár helyen hirdetett, valamilyen versenysorozatban használt sztenderd gumikra...). Érdemes slickekbe beruházni, még ha szétégetettnek, lerongyoltnak is tűnik. Persze, ennek csak akkor van értelme, ha a körülmények engedik. (Szlalomon például általában a spec osztályban kell menni, ha nem ”E” jelzésű, azaz elvileg utcai gumink van. Az USA-ban ezt DOT-legal guminak hívják, ott értelemszerűen nincs ”E” jelzés.) De például a Bridgestone-nak, Yokohamanak, Kumhonak, Falkennek, Toyonak és Pirellinek vannak utcára való ”verseny” jellegű gumijaik. Érdemes figyelni a gyártói ajánlásokat, sok olyan típus is fellelhető (sőt, a legtöbbje ilyen) ami bizonyos kopás után éri el a megfelelő teljesítményt. Az utcai gumikkal futó/futott márkakupák (Astra(R.I.P), Clio, Swift) versenyzői ezért

járnak/jártak gumit koptatni (vagy még inkább daráltatni) a versenyek előtt. A slickekkel meg érdemes vigyázni, mert nem minden típus jó mindenhová, sőt, hatékonyságuk függ a hőmérséklettől is. Persze, kukázott slicceknél (amit azért az univerzalitás hiánya ellenére sokan használunk) előzetes választásra sok lehetőség nincs. De még mindig olcsóbb feltenni egy hungaroringi nyílt napra egy kukázott slictet a családi verdára, mint a remek vizes tulajdonságokkal rendelkező, csendes, imádott Continentalokat lerongyoltni a rázókövön. Persze, a slickekhez érdemes átgondolni a szilentelek állapotát, mert a lerövidülő féktávok igencsak nyúzzák az egyéb futóműalkatrészeket. De erről inkább máshol.

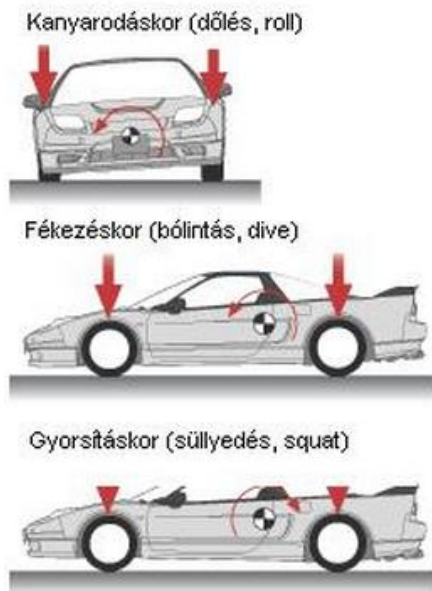


Szóval a méret. Majdnem minden autóra fel lehet tenni két mérettel szélesebb gumit. Például adott egy 185/70R15 gumi egy 5" széles felnin, ide valószínűleg felmegy a 205/50R15 egy 7" széles görgővel. Érdemes figyelni, hogy a felni ET száma (a mértani közepétől a felfekvés síkja, lásd ábra) jó legyen. Így nem változik a nyomtáv, és ezáltal többek között a kerékcsoportok terhelése sem nő túlzottan. Kivétel itt is akad, ha valaki kifejezetten azt szeretné, hogy szélesedjen az a fránya nyomtáv. Erről később szintén lesz még szó. :) Viszont sokkal okosabb a felni ET-jével hangolni a nyomtávot, mint egy rosszul megválasztott görgőt utólag "kipogácsázni". Szélesebb, "peresebb" gumit feltenni jó dolog. Az alacsony profilú gumiknak általában merevebb az oldalfala, ami jó, a szélesebb futófelületet jobban az aszfalton tartja kanyarodás közben, és precízebbnek érezzük a kormányt. Túl merev oldalfal (mint a defekttűrő, ún. runflat gumik – a szerk.), és/vagy túl "peres" gumi rontja a menetkomfortot, nehezebben nyeli el az útengenetlenségeket. Ezért nagyobb terhelést kapnak a gátlók, rugók, az egész futómű. Úgyhogy egy mindennapokban használt autónál erre is tekintettel lenni, tudni kell kompromisszumot kötni. (Vagy nem, de az már elhivatottság.:))

Amivel különösen vigyázni kell, az a kerék átmérője, a forgó és rugózatlan tömegek növekedése. Egy azonos átmérőjű, de szélesebb gumi 99%, hogy mindig nehezebb lesz, mint az eredeti, gyári méret. Ha ezt még megfejejlük, mondjuk 15 helyett 17 colos felnikkel és a hozzávaló gumikkal, a forgó tömeg, és annak hatása ugrásszerűen megnő. Ez pedig többlet munkát ró a motorra és a fékekre, a nagyobb tömeget nehezebb megpörgetni, lelassítani. Jelentkezik egyfajta lendkerék effektus, ami miatt gyorsításkor gyengébbnek, fékezéskor pedig kevésbé hatékonyan érezhetjük az autót. Ideális esetben a jobb tapadás ezt ellensúlyozza, de a fékekre így is extra terhelés jut. A nagyobb átmérő miatt nő a végáttétel, a végsebesség is nagyobb lehet, ami szlalomon, de akár a Hungaroringen is lényeges paraméter. Ezzel párhuzamosan a gyorsulás romlik. Szintén megnő a rugózatlan tömeg, ami pedig a lengéscsillapítók hatékonyságát rontja. A rugózatlan tömegbe a gumi, a felni, a fékek teljes tömege, a gátló, a rugó, és a lengőkarok tömegének a fele számít bele! Nyilván, előnye is van a nagyobb átmérőnek, elsődlegesen a kanyarstabilitást befolyásolja

pozitívan. Az igazán könnyű felni kifejezetten drága, főleg, ha erős, tartós is. Általában a kovácsolt kerekek jobb minőségűek, de az öntött felniknek is lehet létjogosultsága, ha elég könnyűek. Néhány gyártó költségcsökkentés (=elérhető ár) miatt különleges öntési technikákat használ (pld Enkei MAT), amivel a felni ugyanolyan jó, mint kovácsolt vetélytársa. Azt se felejtjük el, hogy ha a gyárral megegyező tömegű, de nagyobb átmérőjű egy felni, a forgó tömegek lendkerékhatása úgy is nő. Ismét csak kompromisszum... Sok mindenre kell figyelni, igaz-e?

2. Dőlés, bólintás, süllyedés (beülés, összeülés)



A második legfontosabb, alapvető futómű praktika, hogy csökkentsük a karosszéria nem kívánt mozgásait. A kasztni dőlését kanyarban (body roll), a bólintását fékezéskor (dive), az autó hátuljának a besüllyedését (összeülését, squat) gyorsításkor. A közhiedelemmel ellentétben a dőlés nem a kanyar külső ívén lévő kerékre történő átterhelést befolyásolja elsősorban, hanem a vezetési élményt, a kezelhetőséget. Lelassítja az autó reagálását a kormánymozdulatokra, de a fékezések utáni kigyorsításra is. Azt a benyomást kelti, mintha rosszul kezelhető lenne az autó, olyan nyúlós-ragadós. Mindhárom említett jelenség csökkenti a magabiztosságot vezetés közben. Elég megnézni egy F1-es autót: féktávon nincs szemmel látható bólintás, kanyarban dőlés... Csak keresztülágazol a kanyarívról és kész. Érdemes összehasonlítani egy amatőr szlalomon megjelenő teljesen utcai autó viselkedésével: libikóka, majd' felborul, stb. Tudom, extrém a példa, de legalább könnyen vizualizálható. Egy puha rugózású autó kanyarodás közben simán megdőlhét annyira, hogy vagy az elején, vagy a hátulján vagy mindkét végén teljesen összeüljön a futóműve. Ha elfogy a rugóút tartaléka, a kerekek pattogni kezdenek, elvesztik tapadásukat, ami akár balesethez is vezethet. De a túl széles tartományban dolgozó futómű is

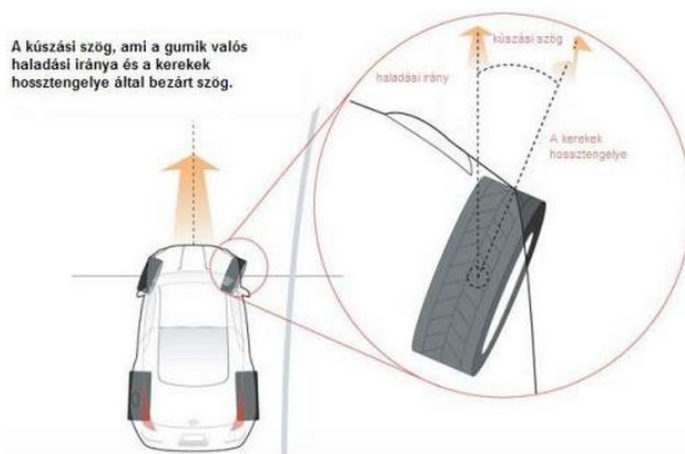
felvet néhány problémát. A legtöbb széria autón a futómű geometriája egy kompromisszum eredménye. Ezért sok gondunk lehet, ha forszírozott üzemmódban kanyarodunk. Először is, összeszedhetünk (a statikus beállítástól esetleg teljesen eltérő) pozitív kerékdőlést, ami azt eredményezi, hogy a gumik elkezdenek a külső szélükön futni, csökken a tapadás. Ez fokozottan rossz a MacPherson rendszerű futóműveknél, ahol a kaszni dől, de a kerekek kevésbé, mint a különböző (több) lengőkaros rendszereknél. Merevhídnál nem kell aggódnunk a kerékdőlés miatt, de ez legalább annyira hátrány egy versenyzésre szánt autónál, mint előny lehet ugyanannál a típusnál, ha utcai feladatai is vannak.

A másik probléma, az a futómű, és a kormányzás geometriájának egymáshoz képest történő változása kanyarodáskor (bump steer). Rossz esetben ez olyan mértékű lehet, hogy a sofőr teljesen rossz visszajelzéseket kap az autó viselkedéséről kanyarodás közben.

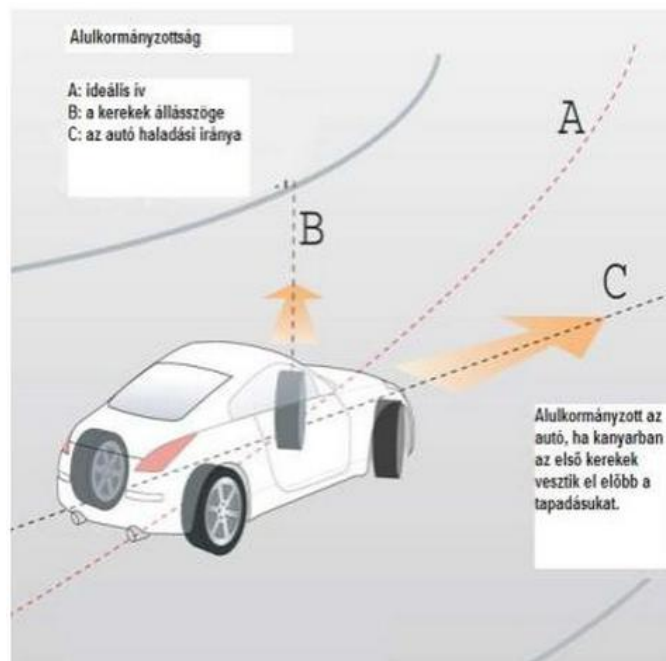
Már tudjuk, hogy ezek a dolgok nem jók, de hogyan tegyünk ellene?

Az első, amit tehetünk, hogy erősebb/keményebb rugókat használunk. Az erősebb rugók a fenti jelenségek negatív hatásait kiküszöbölik, vagy legalábbis csökkentik. Erősebb rugóval viszont könnyen elpattog a kerék, ha a csillapítás mértéke nem megfelelő. Ezért lényeges, hogy jól megválasztott gátlókkal együtt cseréljük a rugókat, lehetőleg komplett készletben. Az állítható keménységű gátlókhoz többféle rugót is választhatunk, így könnyebb a kényelem/feszesség számunkra ideális arányát eltalálni. A megfelelően csillapító gátlók meggátolják a kerék elpattogását. A dőlés csökkentéséhez nem sokat járulnak hozzá, de ez úgyis a rugók feladata. Ellenben javítják a futómű reakcióit a különböző útegyenetlenségekre, szinte „odaragasztják” az abroncsokat az útra. Ettől állandó a gumi és aszfalt kapcsolata, tehát javul a tapadás. Ráadásul a jó gátlók a kormányzás pontosságát is javítják. Vigyázat: a rugók „vágása” azaz lefűrészelése a menetszám csökkenésével jár és semmiképp nem jó ötlet. Pont a kívánt hatás ellenkezőjét érjük el vele, de ezt csak határhelyzetben fogjuk megtapasztalni, amikor már késő lesz! További fejlesztési lehetőség, hogy erősebb kanyar stabilizátorokat építünk be. Ezek tulajdonképpen torziós rugók, amik a kanyar külső ívén futó kerekek többletterhelését adják vissza a belső ívén futó kerekre. Ezek csak akkor „dolgoznak”, amikor az autó kanyarodni kezd, tehát a menetkényelmet nem befolyásolják annyira, mint a keményebb rugók. A stabilizátoroknak sok köze nincs a rugózási kényelemhez, csak kanyarban fejtik ki jótékony hatásukat. De a bólintással és az összeüléssel nem tudnak mit kezdeni, hiszen azok inkább az egyenes irányú terhelésváltás (fékezés-gyorsítás) velejárói. Általában a gyári rugózást/csillapítást nem kell változtatni, ha csak a erősebb stabilizátorokat építünk be. Ha az autó többcélú, jó kompromisszum lehet, ha csak a stabilizátorokat cseréljük. Amire viszont illik figyelni, hogy az első-hátsó stabilizátorok aránya befolyásolja az alul- illetve túlkormányozottsági hajlamot. Úgyhogy csak ésszel! Vannak olyan vélemények is, hogy túl erős stabilizátorokkal ellenkező hatást érünk el, ronthatjuk vele a tapadást. Az elmélet szerint az ilyen stabilizátor túl sok terhelést „emel le” a külső kerékről, és ehhez viszonyítva túl keveset terhel át a belső kerekre. Nyilván mindezen paraméterek típustól, futóműtől, felhasználási területtől erősen függenek. Célszerű ennek is, mint minden másnak, utána olvasni a világhálón, főleg az adott típussal versenyzők véleménye lehet mérvadó. De azért kezeljük egészséges fenntartással a webes tunerek kijelentéseit.

3. A karosszéria kiegyensúlyozása



Most, hogy már lecsökkentettük a karosszéria nem kívánatos mozgásait, és javítottunk a kormányzás érzékenységén, elkezdhetünk dolgozni a következő fejlesztési területen. Legtöbbünk számára a cél az autó neutrális, kiegyensúlyozott viselkedése. Kiegyensúlyozottnak azt hívjuk, amikor mind a négy gumi egyenlő mértékben kúszik kanyarodáskor, általában így érhető el a legnagyobb kanyarsebesség, így használhatjuk ki a gumik maximális tapadását. Hülyeségnek tűnhet, de még a drifterek is a kiegyensúlyozott autót preferálják, hiszen így van a legtöbb lehetőségük kontrollálni a far kitörését.

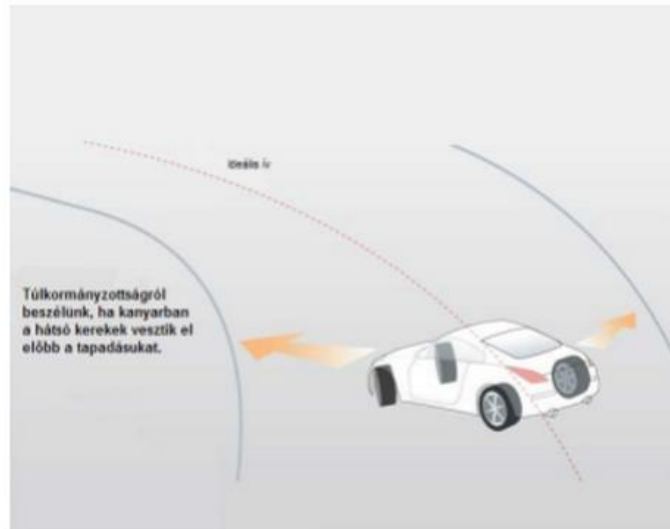


A lelkes amatőr legnagyobb bánatára, a legtöbb autó széria futóművét biztonságos, enyhe (vagy kevésbé enyhe) alulkormányozottságra lövik be. Alulkormányozottságnak hívjuk, amikor az első gumik kezdik el elveszteni a tapadásukat, azaz „tolja az orrát” az autó. Pontosabb: ha az első kerekek kúszási szöge nagyobb, mint a hátsóké, alulkormányozottságról beszélünk. Azért hangolják ilyenre az autókat, mert a legtöbb sofőr számára ez a legkönnyebben kezelhető viselkedésforma. Az alulkormányozottság nem túl hatékony, ha gyorsan akarunk kanyarodni, hiszen az első kerekekre többlet munkát ró, míg a hátsók tapadását alig használjuk. Még egyszerűbben? Az alulkormányozottság szívás. Ha túl messzire megyünk az alulkormányozottság csökkentésében, könnyedén átsapathatunk a másik végletbe, autónk túlkormányzott lesz. Túlkormányozottságról akkor beszélünk, ha a hátsó gumik tapadása előbb szűnik meg, mint az elsőké, azaz „farolunk”, csapatunk, kilinccsel előre közlekedünk stb. Pontosabban: túlkormányzott az az autó, amelyiknél a hátsó kerekek kúszási szöge nagyobb, mint az elsőké. A drifterek elsődleges célja ezt a viselkedést folyamatosan fenntartani, művészi szinten kontrollálni. A túlkormányozottság hőssé tehet, de könnyen odaverhetjük az autót, ha gyakorlat nélkül erőltetjük. Gyakorlásra remek alkalom a driftszövetség által meghirdetett, és általában nyílt edzés. Túlkormányzottan kicsit könnyebb gyorsabban menni a kanyarokban, de még mindig nem ez az ideális.

Szóval hogyan változtassunk autónk viselkedését? Próbáljuk meg állítani a gumik kúszási szögét. A kúszási szög a gumik mozgásiránya és a felfekvési területük (a kerék hossz tengelye) iránya által bezárt szög. Az egyik legfontosabb paraméter, amivel ezt a szöget befolyásolhatjuk, a kerékterhelés változtatása. Nagyobb terheléssel a szög nő. Egy orrnehéz, elsőkerékes autónak nagyobb tömeg esik az első kerekeire, ezért nagyobb az első gumik csúszási szöge, mint a hátsóké. Ezért az első kerekek fogják előbb „feladni” és elkezdenek sodródni. Azaz az autó tolja az orrát, alulkormányzott lesz. A hátsókerékes autónál általában ennél nagyobb tömeg esik a hátsó kerekekre, ezért hajlamosabbak a túlkormányozottságra, de legalábbis könnyebben elcsalogatható belőlük. A közép motoros autónak van általában egyenlő terheléselosztása, ezért gyári állapotban talán ezek a legneutrálisabb viselkedésűek. A helyes kerékterhelés és kúszási szög beállítása a súlypontáthelyezésekkel a neutrális viselkedés kulcsa. Lehetséges egy orrnehéz elsőkerékes autót túlkormányzottá beállítani? Persze. Elég megnézni egy gyors elsőkerékes versenyautót, majd’ mindegyik pokolian túlkormányzott. Ismert ez az angol mondás: Oversteer when the passengers are scared, understeer when the driver is scared. Magyarul: ha túlkormányzott, akkor az utasok félnek, ha alulkormányzott, akkor a sofőr fél...

De hogyan jutnak el a futómű mérnökök idáig, mivel hangolják az autókat? Játsszanak a rugók és a kanyarstabilizátorok erősségével, a gumik méretével, és a légnyomásával, a gátlók beállításával. Vegyük például a guminyomást: minél keményebbre fűjjük fel a gumit (persze egy bizonyos határon belül), annál kisebb a kúszási szög. A már említett orrnehéz, elsőkerékes autó hátsó gumijait kicsit leengedve, az elsőket meg feljebb fűjva máris csökkenthető az alulkormányozottság bizonyos mértékben. A rugók és kanyarstabilizátorok keménységének változtatásával ennél sokkal nagyobb mértékben befolyásolhatjuk a viselkedést. Erősebb rugókat vagy stabilizátorokat használva az autó valamelyik végén növelhetjük azon a tengelyen a kanyarodáskor a külső kerekekre átvitt terhelést. A puhább vége előbb összeül, a keményebb nehezebben, ezzel is nagyobb kúszási szöget idézve elő. Kezdetnek a legjobb, amit egy elsőkerékes autón tehetünk, hogy egy erősebb hátsó stabilizátorral próbálkozunk. A megfelelő gátlók javíthatják a visszajelzéseket és segítenek egyensúlyba hozni az autót rögtön a kanyarodás megkezdése után. Egy puha gátlóval gyorsabban érünk el stabil állapotot a súlypontáthelyezés után, egy keményebb gátló késlelteti a súlypontáthelyezést. A gátlók hatása a fordulás kezdetekor, és a kanyar közepe

után az igazán lényeges: kemény gátlókkal élesen fordulunk. Viszont túl kemény gátlóval lehet, hogy túlzottan késleltetjük a súlypontáthelyezést, ezért kanyar közben váratlanul felborul az autó egyensúlya.



A gumik mérete is kihat a kasztni egyensúlyára. Szélesebb abroncsot kell feltenni, ha több tapadás szükséges, ez egyértelmű. A farmotoros Porschéknak – többek közt – ezért széles a hátsójuk, hogy segítsen csökkenteni a túlkormányzottságot. Az erős hátsókerekes autókban általában szélesebb a hátsó gumija, mint az első (például a BMW M-modelljeinél, „Mischbereifung”-nak hívja a német – a szerk.). Sok elsőkerekes kocsit hajtó szlalomversenyző viszont előre tesz fel szélesebb gumikat.

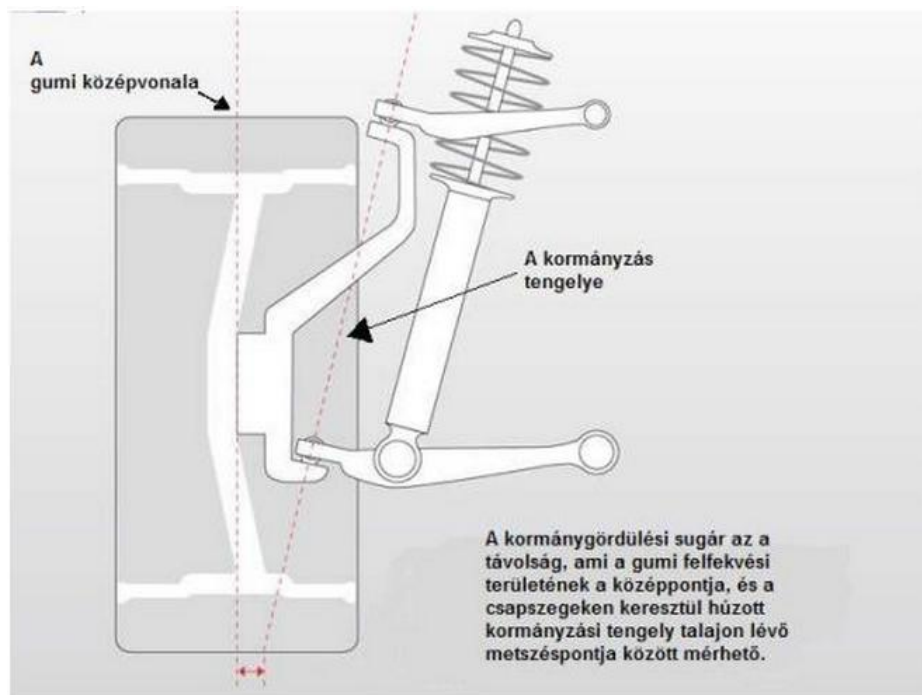
Ha tapadáshatáron mind a négy kerék egyformán kúszik mindenféle fékezési vagy gázadási befolyás nélkül, az általában ideális. (Azaz a kúszási szög azonos elől-hátul=neutrális viselkedés.) Ha képesek vagyunk túlkormányzottságot provokálni hirtelen gázélvétellel, vagy agresszívabb túlkormányzottságot fékezéssel kanyarodás közben a határon autózva, az hasznos lehet. Elsőkerekeseknél, ha lassú forgást tudunk indítani kis gázzal kanyar közben, az szintén hasznos tud lenni. Hátsókerekeseknél az is jól jöhet, ha nagy gázra elindul a feneke. Általában ezek a beállítások adják a legnagyobb szabadságot, a legtöbb lehetőséget.

4. A súlyáthelyezés kezelése

A súlyáthelyeződés az az a mozgás, amikor a terhelés (súly) a kanyar belső ívén haladó kerekekről a külső kerekre helyeződik át. A túlzott oldalirányú mozgás károsan befolyásolja a vezethetőséget. A súlyáthelyeződést a centrifugális erő okozza, ami az autó tömegközéppontjára hat.

Az általánosan elterjedt nézettel szemben csak nagyon kevés átterhelés róható fel a kasztni dőlésének a kanyarban. Akár viszonylag nagy karosszéria dőlésszögeknél a súlyáthelyeződés meglehetősen alacsony maradhat. Tehát sokkal hatékonyabb, ha az autó tömegközéppontját lejjebb engedjük (ültetünk) és szélesítjük a nyomtávot, mintha a kasztni dőlése ellen küzdenénk.

Az ültetést legegyszerűbb rövidebb rugókkal megoldani, de okosabb, ha a gátlókat-gólyalábakat is rövidebb úton dolgozó (short stroke) egységekre cseréljük. Ezzel megtartjuk a szükséges berugózási hosszt az alacsonyabb magasságnál is. A túlzott ültetés megváltoztathatja a teljes futómű geometriáját, pozitív kerékdőlést okozhat a kasztni dölésekor, és szerepet játszhat a kormánygeometria és futómű-geometria egymáshoz képest mért, előnytelen (bump-steer) megváltozásában is.



Ha a kormányzási tengely és a talaj metszéspontja a kerék középvonalától beljebb van pozitív kormánygördülési sugárról beszélünk, ha kijebb, értelemszerűen negatívról. Miután ez a távolság az út és az abroncs között ébredő súrlódó erők erőkarja, a jobb és baloldali kerekek közötti eltérés különbözőképpen hat. Pozitív sugár esetén kifelé húz az autó, negatív sugárnál viszont fellép egy erős önkormányzó (befelé húzó) erő, ami akár defekt esetén nagyon hasznos is lehet. Nulla kormánygördülési sugárnál nagyon nehéz a kereket álló helyzetben elfordítani. Negatív sugarat nagy ET számú felnival lehet a legkönnyebben elérni.

A legegyszerűbb megoldás a nyomtáv növeléséhez olyan széles felni használata, ami még befér a kerékdobokba. Ez értelemszerűen együtt jár a szélesebb gumikkal, ami ugye a tapadásban a legfontosabb tényező. Nagyobb ET számú felnik esetleg pogácsákkal (nyomtávszélesítővel) szintén növelik a nyomtávot. Ezzel nagyobb lesz a kerécsapágyakra terhelése a megváltozott terhelési felületek miatt! Ráadásul, minél távolabb kerül a gumik felfekvési felületének a középpontja, a kormányzás tengelyének a talajra meghosszabbított metszéspontjától (scrub radius, azaz kormánygördülési sugár, lásd ábrák), annál nagyobb lesz a tapadás befolyása a kormányzásra, „kiveszi” a kezedből a kormányt (torque steer). Ezt a távolságot (scrub radius) érdemes elől hátul egyenlően tartani, hogy az autó ne egye a gumikat. (Közbevetőleg: AE86 első futóműnél, ha NRCA-t használunk, akkor ugye mindenféle pogácsa és kis ET-s felni nélkül annyival nő a nyomtáv, amennyi az NRCA-ban a furatok eltolása egymáshoz képest (T3 NCRA-nál oldalanként 25mm, összesen 5cm!). Kérdés, hátul ezt hogyan korrigáljuk, egyáltalán, szükséges-e merev tengelynél is korrigálni ezt? Hiszen a hátsó futóműnek nincs kormányzási tengelye... Ha valaki tudja a választ, írjon!)

Azért, hogy minimalizáljuk ennek a távolságnak a változását nyomtáv szélesítésekor, illendő arra figyelni, hogy a felni egyenlően szélesedjen befelé és kifelé is, azaz inkább az ET szám helyes megválasztása legyen a vezérlőelv, mint a pogácsázás. Ez némileg ellentmond annak,

hogy inkább kisebb ET-jű felnival próbáljunk nyomtávot növelni. Azaz, ha nyomtáv nő, változni fog a kormánygördülési sugár is. A nyomtáv növelése a futómű egyéb paramétereire is hatással van, például a rugózási frekvenciára. A szélesebb nyomtáv csökkenti a keményebb rugók és stabilizátorok hatását is. Ha nagy ET számú felnit szép húsos pogácsával használunk, jelentősen megnöveljük a kerécsapágyak, csuklók, gömbfejek, kormányösszekötők terhelését, amitől gyorsabban fognak kopni. Jó ökölszabály, hogy használjuk a gyári kerékjáratba esetleg felperemezett sárvédővel még éppen elférő méretet. Egy másik jó számárvezető, ha azon a végén növeljük a nyomtávot és ültetjük jobban az autót, amelyik vége előbb csúszik meg kanyarban: egy erős középmotorosnál inkább hátul, egy orrnehéz elsőkeresnél elől.

A következő részben átnézzünk egy-két alapvető módosítást, amikkel javíthatjuk a kezelhetőséget, néhány halálos vétet, és pár alapvetést a geometriáról.