

HANDLING TUNING

zlepšujeme jazdné vlastnosti
ladíme setup podvozka
nielen pre športové autá



1.vydanie

motorsport media
Julius Salzer

Zábavnosť • Kontrola • Dynamika • Grip • Komfort • Efektivita • Bezpečnosť'

Úvod

Vítam Vás na stránkach tejto príručky, dúfam že Vám pomôže vylepšiť Váš jazdný zážitok tam, kde to hľadáte, i tam kde to zatiaľ nečakáte:)

Snažím sa adresovať najčastejšie deficitu, najmä moderných áut, a najmä pri ostrejšom športovom použití, vychádzam z riešení problémov mnohých individuálnych klientov, so zväčša už zapeklitejšími situáciami na viac-menej upravených vozidlách. Väčšinu z rád, ktoré tu nájdete je možné aplikovať i na bežné neupravené vozidlá, i úplne nové, s odporúčaniami na nastavenia, zakúpenie potrebných/vhodných komponentov. Cielom obecne najmä na **zvýšenie agility** a odstránenie bežných nedostatkov ako sú: nedostatky **v riadení** (odpore, lineárnosti, cite/spätnej väzbe), nedostatky **v zatačaní** (nadmerná nedotáčavosť, náklony), nedostatky **v komforте**, resp.**priľnavosti** na nerovnom povrchu, problematickom správaní **pri brzdení** alebo **prudšej akcelerácii**, pri bežnej jazde i náročnejších situáciach ako je jazda do kopca alebo s naloženým autom. Sekundárne sa zameriavam na to, že akékoľvek opatrenie musí **zároveň priniesť úsporu** v opotrebení gúm, ale i bŕzd a komponentov zavesenia, a to i pri ostrom športovom nasadení. Týmto sa moje nastavenia líšia od bežných "športových" setupov, ktoré často zbytočne trápia majiteľov pri servise a nákladoch na komponenty. Moje odporúčania sú tiež oveľa univerzálnejšie použiteľné a ponúkajú **vyššiu kontrolu, bezpečnosť + zábavu** v limitných podmienkach, na klzku.

A stručne čomu sa nebudem venovať: to sú opatrenia zamerané čisto na optiku (napr."stance", "extreme low"). Každý má možnosť si auto individualizovať, ja sa posnažím vypichnúť potenciálne problémy po jazdnej stránke tak, aby bola zachovaná/zlepšená funkčnosť, a tým i dlhodobá spokojnosť majiteľa.

Obsah

1. **Fabrický setup a obutie**4
2. **Ladený setup a jeho výhody**6
3. **Zdokonaľujeme riadenie**8
4. **Zvyšujeme komfort**16
5. **Redukujeme nedotáčavosť'**23
6. **Všetko o geometrii**34
7. **Praktické tipy**48
8. **Závodné nastavenia**56



1. Fabrický setup a obutie

Najprv si prebehnime, prečo vlastne modifikovať fabrickú konfiguráciu, ktorá predsa prešla testovaním. Testovanie samotné sa zameriava najmä na mechanickú odolnosť v rôznych klimatických podmienkach, kontrolu funkčnosti ESP, odstránenie základnej poruchovosti. V oblasti jazdných vlastností sú však veľké rezervy. Nastavenie a výber komponentov (napr. obutia) sú limitované: v prvej rade nákladmi, legislatívou (často pritiahnutou za vlasy), dlhodobými zmluvami s dodávateľmi, zvyčajne vyššou kvalitou ciest na primárnych trhoch, 'recyklovaním' dielov z predchádzajúcich generácií, limitami použitých platform, ktoré často zdieľajú veľmi rozdielne vozidlá. Setup je **zameraný na veľmi slabého vodiča**, preto i športové vozidlá/varianty sú nastavované primárne výrazne nedotáčavo, čo negatívne vplýva na životnosť gúm, náklony, kvalitu riadenia, dávkovateľnosť bŕzd, jazdné odpory. Emisným homologizačným testom sú podriadené zdeformované reakcie motora na pohyb akcelerátora, ktoré paradoxne v reálnej premávke **zvyšujú spotrebú** (neharmonickým vytáčaním a stáčaním motoru), sťažujú dávkovanie plynu, pohýbanie, zhoršujú pružnosť a živosť reakcií.

Konfigurácia a setup moderného auta sa príliš spoliehajú na elektronickú stabilizáciu, príliš napr. preferujú stabilitu zadnej nápravy za bežných podmienok (hoci prenáša na cestu menej síl ako predná) Pekne to vidno napr. **v losom teste**, kde **zlyhávajú**, a to i na suchom povrchu. Na klzku je spravidla kontrola ešte náročnejšia a nepredvídateľnejšia.

Pneumatiky vyberá výrobca často najmä s ohľadom na životnosť, brzdenie na vode (tzv. štítkové parametre) a ďalšie faktory sa potláčajú. Disky s ohľadom na cenu, potláčanie vplyvov do riadenia. **Trpí správanie v zákrutách**, spätná väzba a cit v riadení, u väčších priemerov často i **komfort**.

Pri športovom použití narazíme veľmi skoro na limity bŕzd alebo kvapalín, ktoré majú len veľmi obmedzené teplotné rozsahy, a sú dnes vyberané najmä na redukciu trenia, nie kvalitu mazania a trvanlivosť komponentov.

Už len pri nastavovaní takej triviálnej veci ako sú optimálne **tlaky pneumatík**, výrobcovia zlyhávajú a ich odporúčania nereflektujú hmotnosť auta a zahrievanie gúm na jednotlivých nápravách (a vplyv napr. rozloženia tlakov na správanie auta v zákrutách), ale pletú ich úplne nelogickými hodnotami (v závislosti od rozmeru/motora). Výsledkom sú neoptimálne horúce tlaky za jazdy, znížený komfort, trakcia, zvýšená nedotáčavosť, znížená životnosť zavesenia.

Ešte väčšie **rezervy** sú v nastavení **geometrie**, ktoré má spolu s výberom obutia asi najväčší vplyv na správanie auta, v každodenných i náročných situáciach. Fabrické nastavenie je často tupé, potláča vplyvy do riadenia, maximalizuje stabilitu, i na úkor agresívneho správania na limite, opotrebenia gúm, bŕzd, zvýšených náklonov/záklonov a spotreby.

Výrobca sa snaží dosiahnuť, aby auto šlo rovno (prakticky bez korekcií volantu), i keď máte rozhodené tlaky, brzdný účinok, geometriu, zaťaženie, i na hrboľatej ceste, za vetra a pod. To je principiálne chválitebné, prepísaná bola ale miera tohto "utlmenia". Šofér, ktorý sa o svoje auto aspoň ako-tak stará, a nemá ho úplne rozhasené, by radšej privítal kvalitnejšie (živšie, lieárnejšie) riadenie, menšiu (žiadnu) nedotáčavosť, lepšiu spätnú väzbu a kontrolu na limite, dlhšiu životnosť napr. predných gúm a bŕzd. Toto sa teraz budeme snažiť dosiahnuť:)

2. Ladený setup a jeho výhody

K ladeniu jazdných vlastností pristupujem komplexne tak, aby sa dosiahlo zlepšenie v čo najviac oblastiach, vychádzajúc z možností toho-ktorého auta/majiteľa. Spravidla je možné dosiahnuť progres v týchto oblastiach:

- + **vyššie pohodlie** (subjektívny komfort jazdy, vyššia účinnosť tlmenia)
- + **nižšie náklady** (menšie opotrebenie gúm, spojky, bŕzd, zavesenia; nižšia spotreba)
- + **dynamickejšia jazda**
- + **lepšia manévrovateľnosť**
- + **lepšia predvídateľnosť reakcií** vo vyšších rýchlosťach, komplikovaných zákrutách a situáciach
- + **nižšia servisná náročnosť**

Poradie týchto prínosov sa môže lísiť podľa priorít majiteľa a použitia auta. **U športového/závodného použitia** ide spravidla o maximalizáciu gripu (pri akcelerácii, na výjazde, na nerovnom povrchu), zlepšenie živosti riadenia (najmä hned od stredovej polohy), zlepšenie dávkovateľnosti a nábehu bŕzd, zníženie nadmerného/nerovnomerného prehrievania gúm, lepšia ochota a kontrola v šmyku.

U bežného použitia sú prioritou skôr faktory pohodlia, spotreby, dlhšej životnosti (menej častej potreby výmeny komponentov), nízkej nákladovosti, ale i tu je prínosom živšie riadenie alebo reakcie motora (v nie však až takej ostrej podobe ako u závodného auta).

U nastavení tlakov a geometrie (a ďalších faktorov ako výšok náprav, tuhostí pružín, tlmičov, stabilizátorov, silentblokov) je možné **zohľadniť** i požadovanú mieru stabilizácie v priamom smere (pri brzdení z vyšších rýchlosťí apod.) a zároveň **mieru progresivity** a kontrolovateľnosti **v sklze** (vyvolaní a kontrole šmyku).

S mojimi odporúčaniami napr.klesá potreba častej kontroly tlaku pneu, či už pri bežnom použití (menšia závislosť na zaťažení a teplote), alebo ostrom použití (**lepšia stabilizácia tlakov**, jednoduché rady pre modifikácie napr.v závislosti od strmosti kopca, bez zásahu do základného odladeného setupu). Rady pre optimálne a čo najpresnejšie nastavenie geometrie apod.

U staviteľných podvozkov sa spravidla **zlepšuje i aerodynamika** (redukcia vztlaku, resp.zvýšenie podtlaku pod vozidlom vhodným nastavením výšok / predklonu(rake) vozidla), i priechodnosť hrubým terénom, keďže moje nastavenia umožňujú spravidla mäkkšie nastavenie podvozka, menšie záklony/ predklony/náklony.

Výhodou optimalizácie nastavení obutia a podvozka je i nepriame **zlepšenie** v oblasti **dynamiky**. Klesajú trecie odpory (od nadmerných zbiehavostí alebo širok gúm), zlepšuje sa grip|trakcia (menší záklon), redukuje sa výrazne nedotáčavosť, najmä na výjazde, čím stúpajú exitové rýchlosťi, spresňuje sa riadenie, čím sa zlepšuje poziciovanie k apexu, zlepšuje sa rýchlosť reakcií/nábehu bŕzd i akcelerácie, čo umožňuje presnejšie a jemnejšie dávkovanie. Zároveň dávam odporúčania k rozdeleniu brzdného účinku, čím je možné napr.optimalizovať správanie pri brzdení (ľavou nohou) v zákrute. Optimalizáciou výberu gúm a diskov zároveň klesajú ich (neodpružené) hmotnosti, čo ďalej zlepšuje dynamiku zrýchľovania i brzdenia.

3. Zdokonaľujeme riadenie

Riadenie ako najdôležitejší a najčastejšie používaný ovládací prvok je rozhodujúci pre dobrý pocit z ovládania auta. U moderných áut (s elektrickým posilovačom riadenia) je zvyčajná absencia citu alebo odporu, a nepredvídateľnosť(nelineárnosť) reakcie. Často sa stretávame i s relatívne veľkou 'mŕtvou zónou' okolo stredovej polohy volantu. Mnoho áut má dnes "nastaviteľnú" podporu volantu, ale tá sa týka len (často umelého) odporu, bez spätej väzby. Je s tým možné niečo robiť ?

...prekvapujúco áno.

Uvádzam prehľad faktorov, ktoré vplývajú na komunikatívnosť(+ďaľšie vlastnosti) riadenia:

- **rozloženie tlakov** ...'odpor' riadenia
- **geometria** ...'konzistencia'=ariebeh riadenia
- **scrub rádius** ...'spätná väzba'
- **gumy** ...'preshost'
- **disky** ...'omeškanie'=rýchlosť
- **tlmiče** ...--" --

ROZLOŽENIE TLAKOV

...presnejšie pomer tlakov medzi prednou a zadnou nápravou, určuje pocitový **odpor riadenia**.

...málinko pozdĺžne posúva zaťaženie náprav, čím mení zaťaženie predných kolies, ich kontaktnú plochu s vozovkou+mieru statickej (pred)deformácie gún, a tým i mieru odporu pri ich natáčaní.

Sériovo fúkané autá majú spravidla prefúkaný/pridvihnutý predok (najmä za jazdy pri horúcich tlakoch)...čo vedie k ľahkému, akoby preposilovanému riadeniu. Toto sa za jazdy trením, nahrievaním kolies od bŕzd, motora ďalej stupňuje.

Tlaky odporúčam nastaviť zhruba takto:

predok ...vychádza primárne z váhy auta:

váha auta (kg):	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200
tlak gumy (bar):	2.1	2.15	2.2	2.25	2.3	2.35	2.4	2.45	2.5	2.55	2.6	2.65

(resp.interpolácia s presnosťou na stotiny)

zadok ...o pol až 1 desatinu viac.(studený tlak) presnejšie:

- ~1/2 desatiny... pre krátke trasy/defenzívnu jazdu (..stabilnejšie správanie)
- ~1 desatina..... pre dlhšie trasy/dynamickejšiu jazdu (..agilnejšie)

Hodnoty je možné ďalej korigovať(..málinko do +/-) podľa tuhosti danej nápravy (..miery zosílenia gúm, správania pruženia za jazdy..napr.na retardéroch) a aktuálneho zaťaženia (+100kg=~0.5bar).

Pozn.:u nadmerne zosílených gúm (runflaty,(semi)slicky po niekoľkých teplotných cykloch)
je možné znížiť tlaky na oboch nápravách o 1~2 desatiny.

Snahou je dosiahnuť čo najrovnomernejšie horúce tlaky, a čo najrovnomernejšie zohrievanie za jazdy.

Takéto nastavenie: redukuje stratu odporu(a citu) riadenia na dlhších trasách, pri akcelerácii, do kopca, alebo vyššom zaťažení zadnej nápravy.

GEOMETRIA

...čo sa týka riadenia...tak prednostne predná zbiehavosť určuje najmä **správanie okolo stredu**:

Pozitívna(zbiehavosť) ...generuje mŕtve riadenie okolo nulovej polohy, (ale prenáša zároveň menej externých vplyvov do riadenia). Po prekročení stredovej polohy(väčšom vychýlení volantu) prichádza následne prudšia zmena smeru.

Negatívna(rozbiehavosť) ...dáva živé riadenie už od stredu, ale následne už nič 'nepridáva', (má lineárnejší charakter), zvyšuje však napr. citlivosť na koľaje a pri väčších odklonoch obrus gúm(na vnútajšku).

Odporučaná hodnota: -1' (mínus 1 minúta..na koleso) ...pre FWD/4x4

0' ...pre RWD

Pozn.: pre autoslalom je možné zvýšiť hodnotu o ~-2' pre živšie riadenie.

Sériové autá majú zvyčajne hodnotu ~+5' (koncern Fiat -7').

Nadmerná zbiehavosť ...vedie k silnejšej nedotáčavosti...najmä do kopca/pri akcelerácii(na výjazde)/
/pri zaťaženom aute.

Nadmerná rozbiehavosť ...vedie k zvýšenej nedotáčavosti v prudšom klesaní&ostrej zákrute.

Na riadenie vplýva menšou mierou i **záklon**. Ideálne pre živšie riadenie je mať..skôr malý záklon.

Vysoký záklon spôsobuje neochotu riadenia 'vychádzat' zo stred.polohy.(+prenos vibrácií do volantu)

pozn.: vyšší záklon sa používa u zavesenia McPherson, kde kompenzuje jeho tendenciu v zákrute výraznejšie strácať odklon(..v priebehu prepruženia). Toto korigujem zvyčajne inak, a to redukciou zad.odklonu.

Na riadenie vplýva tiež **zadná zbiehavosť**:

Vyššia zbiehavosť ...zvyšuje citlivosť auta na volant(..najmä do kopca/ostrej zákruty)...zadok je viac 'pribrzdnený'..auto sa rýchlejšie okolo neho 'otáča'.

(nevýhoda: vyššia nedotáčavosť v mnohých situáciách)

Nižšia zbiehavosť ...auto môže byť menej stabilné pri brzdení/z kopca(..pri nadľahčení zadku), väčších nerovnostiach.

(výhoda: nižšie odpory +menšia nedotáčavosť pri zvýšení zaťaženia zad.nápravy)

SCRUB RÁDIUS

...definuje vzdialenosť stredu kontaktnej plochy pneumatiky od priemetu osi riadenia na povrch vozovky, a určuje vlastne "páku" akou sú prenášané sily medzi vozovkou a riadením. Je určený okrem samotnej konštrukcie zavesenia, i **vysunutím disku**.

Dôležitá je veľkosť i polarita. Vyššia veľkosť **zvyšuje spätnú väzbu**, ale zároveň zvyšuje 'šumy' do riadenia.(..od nerovností/vetra/koľají/brzdenia/záberu) Preto výrobcovia používajú nižšiu veľkosť.

Polarita môže byť pozitívna a negatívna. Audi, japonské a kórejské modely/platformy, používajú tradične negatívnu.(pri parametroch originál.diskov) Iné značky skôr pozitívnu.

Negatívny ...ponúka najmä stabilnejšie brzdenie na nerovnom povrchu a celkovo pokojnejšie riadenie.
(koleso sa vychýluje častejšie smerom do zbiehavosti=nedotáčavosti)

Pozitívny ...ponúka citlivejšie a živšie riadenie, ale viac parazitných vplyvov do riadenia.
(na nerovnostiach/záber/brzdení sa koleso vychýluje častejšie smerom do rozbiehavosti)

Nulový ...by spôsobil oscilujúce riadenie..nepoužíva sa.

Lahká zadokolka si vystačí s veľmi malou hodnotou(..Lotus/MX5) do 5mm.

Predokolka/4x4 vyžaduje optimálne medzi 5~10mm; max.15mm.

Scrub je možné zmenou ET posunúť:

k viac pozitívнемu...znížením et(odporúča sa)

k viac negatívнемu...zvýšením et

Ak má auto pozitívny sériový scrub, tak pre zvýšenie spätnej väzby riadenia..postačí zvýšiť vysunutie o 5~8mm.

Ak má aktuálne stále negatívny, tak 10~12mm.



Zvýšený scrub zvýši: namáhanie zavesenia

torque-steer (...ak nie sú hnacie polosi rovnako dlhé)

brake steer (...od asymetrického účinku bŕzd)

camber steer (..pri nadmernom negatívnom odklone)

pozn.: ideálne(..pre agilitu) je mať málinko užší rozchod vzadu (=15~25mm), čiže ak mením et diskov, je dobré si zistiť pôvodné rozchody a prípadne zrobiť iným et vpredu/vzadu aspoň čiastočnú korekciu.

HiPER STRUT je označenie pre špeciálnu konštrukciu predného zavesenia používanú u niektorých vysokovýkonných predokoliek (Renault,Ford,Opel) s cieľom znížiť vplyv torque-steeru do riadenia. Používa komplikovanejšie zavesenie so separátnou osou(čapom) zavesenia a riadenia. Táto konštrukcia je priestorovo náročnejšia(širšia) a používa disky s iným zapustením(...vysokým ET). Používa negatívnu hodnotu scrubradia pre ďalšiu redukciu vplyvov do riadenia.

Je preto dôležité, u týchto modelov, pokiaľ objednávame disky, zachovať toto vysoké ET.

(s malou toleranciou max.7~8mm)

GUMY

...robia veľmi veľa pre handling...čiúž je to model, indexy, rozmer. Ja odporúčam (..ak ide o zlepšenie agility, správania na limite v zákrute apod.) ideálne iný model vpredu a iný vzadu.

Čo sa týka čiste riadenia:

- » symetrický (v-)dezén ponúka ...**presnejšie** plynulejšie predvídateľnejšie správanie.
spravidla lepší na vode, je však často hlučnejší.(najmä opotrebovaný)
ideálny pre dynamické použitie.
- » (výrazne) asymetrický dezén ...**ľahšie** ochotnejšie zatáčajúce ale 'kockaté' správanie.
tichší, ale napr. na zadnej náprave je háklivý.(nepredvídateľnejší)
ideálny pre bežné a defenzívne použitie

Na riadenie má vplyv i **tuhosť**(bočníc):

tuhšia konštrukcia(napr.vyšší záťaž.index) dáva výrazne rýchlejšiu a presnejšiu reakciu riadenia. Má ale deficit v nedostatku gripu na zvlnenom povrchu.

Je vhodný skôr pre hladké cesty/ťažšie auto/ agresívneho šoféra.



Vnútorná konštrukcia (..pomer priečneho a diagonálneho armovania)

určuje správanie/odozvu riadenia v rôznych fázach zákruty...

...v nájazde/výjazde je guma zaťažovaná viac diagonálne, v strede zákruty priečne.

Výrobcovia majú iné zvyklosti/prístupy, preto sú určité gumy napr.nevhodné dopredu (..generujú nedotáčavosť) a niektoré dozadu (..nečitateľné/agresívne správanie).

DISKY

...tu je dôležité najmä optimálne **zladenie šírky pneu a disku:**

Šírka disku:	5"	5.5"	6"	6.5"	7"	7.5"	8"	8.5"	9"	9.5"	10"	10.5"	11"	
Šírka pneu:	175	185	195	205	215	225	235	245	255	265	275	285	295	najmä na zimu
	165	175	185	195	205	215	225	235	245	255	265	275	285	optimum na leto
					195	205	215	225	235	245	255	265	275	max.pre šport

(tu fabrický disk..najmä plecháč, u mnohých značiek i elektrón totálne zlyháva)

Aj u aftermarketových výrobcov môžeme nájsť modely s nižšou šírkou/vyšším ET...blížiace sa fabrickému originálu(..šírka=originál, et=orig.+2mm). Takýto disk je vhodný najmä na zimu.

Na leto len pre veľmi defenzívnych šoférov.

Pokiaľ je šírka ešte užšia ako v tabuľke uvedená hodnota na zimu, odporúčam nahradniť ich vhodnejšími.

Optimálna šírka zabezpečí **rýchlejšiu reakciu** podvozka na pokyn volantu, vyššiu spätnú väzbu, lepšiu kontaktnú plochu.

V zime(alebo u pokľudných vodičov) nie je málinko užší disk až tak rušivý..keďže vtedy dochádza k menšiemu bočnému namáhaniu pneu na ohyb.

TLMIČE

...ktoré sú už 'za zenitom' životnosti, spôsobujú v reakcii riadenia omeškanie.

(..v dôsledku nadmerných pohybov karosérie) Nebezpečné je to napr.pri vyhýbacích manévroch, keď karoséria môže ísť do stranových 'dokmitov', a sekundárne "rozhadzovať" auto.

pozn.: u staviteľných tlmičov/pružín...mení zmena výšky náprav(..sklon podvozka) odpor riadenia, tuhost'(najmä útlmu) mení rýchlosť reakcie riadenia.

ZÁMENA KOLIES

...mnoho vodičov sezónne(ob sezónu) zamieňa predné a zadné gumeny, v záujme predĺženia ich životnosti. Táto prax pochádza ešte z dávnejšej minulosti, keď sa používali diagonálne úzke pneumatiky, s malými odklonmi, vysokým profilom, na ľahkých autách s motorom vpred+zadným náhonom. Opotrebenie pneumatík vpred a vzadu(..najmä priečny profil) bolo symetrickejšie ako je tomu dnes, najmä u dnes častých nízkoprofilových plášťov alebo výrazne asymetrickejších odklonov. Priečne opotrebenie/**obrus profilu plášťa** dnes už po pári mesiacoch získa úplne inú krviku, a to na každom kolese inak. Ak zameníme pozíciu gúm, donútimo vlastne v prvých týždňoch|mesiacoch jazdiť auto obrazne povedané po 'hrane' pneumatík. To spôsobí zrýchlené opotrebenie v tomto období (nový zábrus), dočasné zníženie celkovej miery priľnavosti|kontaknej plochy.

Vo vzťahu k riadeniu... dôjde k dočasnej neochote riadenia 'vychádzsať' zo stredovej polohy. Vzniká

efekt podobný ako u nadmerného záklonu,...pocitovo 'kockaté' riadenie. (a keďže dôjde aj k poklesu gripu, najmä vzadu..môžu vznikať príhľivé situácie) Praktikovať zámenu kolies preto odporúčam len pre autá na 'balónových' pneumatikách a defenzívny spôsob jazdy.

Presun opotrebených predných gúm (s menším priemerom) dozadu, totiž mení: geometriu auta, rozloženie zaťažení a predklon auta. Získam...ľahšie riadenie, ale...zvýšim nedotáčavosť na prednej aj zadnej náprave, zvýšim preklz predných kolies pri akcelerácii, znížim rýchlosť nábehu brzdného účinku. Auto sa správa akoby malo viac zaťaženú zadnú nápravu. Toto riešenie je vhodné ozaj len pre krátke trasy po meste...kde profitujem z ľahšieho riadenia a radenia.

Pre dynamickú jazdu alebo stredné/dlhšie trasy by výraznejšie utrpel handling.



4. Zvyšujeme komfort

Najmä u nového auta vie 'potešiť', ak zistíme, že miera komfortu na nami často používanej trase je jednoducho nedostatočná. Moderné autá majú často variabilne nastaviteľnú tuhosť tlmičov, ale i tam v nastavení "komfort" postrádame 1 vec, a tá je komfort. Pod komfortom nemám na mysli len pohodlie jazdy, ale i zvýšenie životnosti komponentov podvozka a mieru priľnavosti/gripu na nerovnom povrchu, ktorá je rozhodujúca na obľúbených okreskách i v mnohých motoršportových disciplínach.

Je s tým možné niečo efektívne robiť ?

Uvádzam prehľad faktorov, ktoré vplývajú na komfort jazdy:

- **tlmiče a pružiny**
- **tlaky a náplň pneu**
- **geometria**
- **gumy**
- **disky**
- **silentbloky**

TLMIČE A PRUŽINY

...toto je zvyčajne prvá vec, ktorá nás napadne. Spravidla je ju horšie však zrealizovať. U bežných civilných modelov áut, aftermarket ponúka spravidla len znížené pružiny, ktoré už z princípu (skrátenej dráhy pruženia) musia byť aspoň málinko tuhšie. Z ich ponuky tie "najmäkkšie" sú spravidla napr. nemecké Eibach Pro-kit, poľské MTS Technik alebo japonské TEIN H-tech. Čo ak, ale o zníženie nemám záujem? Niekedy sa opatí poobzerať sa i po originál podvozkoch daného modelu v inej výbave, staršej generácii/facelifte alebo inej motorizácii (optimálne s oniečo ľahším/menším motorom). Popýtať sa na značkových fórách a ak takáto technická možnosť existuje, hľadať v inzerátoch niekoho, kto napr. prešiel na športový podvozok a ostal mu doma ten pôvodný v zachovalom stave.

U niektorých modelov s nevhodne zladenými alebo už opotrebenými tlmičmi, sa oplatí prejsť na kvalitnejšie, napr.Bilstein B6 alebo Koni FSD. Kto by hľadal u výškovo staviteľných podvozkov, tam spravidla, najmä u tých lacnejších nájde len tuhšie verzie. Tí kvalitnejší ako Ohlins a KW (napr.rada Street Comfort, dostupná pre niektoré v Nemecku najbežnejšie modely) sú cenove už niekde inde. Lacnejšia alternatíva je dcéra KW: firma ST suspensions. Spravidla však neudávajú tuhosti pružín v daných sadách, niekedy sa dá k nim dopátrať cez certifikáty. Naladenie je spravidla mäkkšie a tlmenie kvalitné, častokrát je však pozdĺžne rozloženie tuhostí posunuté smerom k mäkkšiemu zadku (t.j. nedotáčavosti), a zvyčajne nie je možné auto vyšraubovať úplne k sériovej výške.

Športové staviteľné podvozky tzv.coilovers, ak majú separátne staviteľnú výšku a predpätie, tak spravidla ponúkajú možnosť i vyššieho nastavenia, a viacerých variánt tuhostí pružín, kde spravidla odporúčam pre bežné civilné a zmiešané použitie ísť do tých najmäkkších variánt. Výnimočne ponúkajú dokonca gumené horné uloženia i pre prednú nápravu (nie buchotavé camber plates). Oblúbené sú napr.anglické BC Racing (odporúčam radu DS) alebo MeisterR (odporúčam radu GT1). Širokú ponuku, najmä pre obľúbené športové modely, je možné nájsť na americkom kontinente. Tam sú u mnohých výrobcov i štandardne(niekde za príplatok) dostupné veľmi kvalitné pružiny zn.Swift, ktoré sú v správaní mäkkšie ako iné bežné pružiny s tým istým parametrom tvrdosti. Tiež japonské podvozky sú kvalitou vysoko, ale sú takmer vždy stavané na veľmi hladké japonské cesty, a preto často osadené veľmi tvrdými pružinami.

Meniť pružiny a tlmiče "na blind" je drahý, únavný a rizikový proces, podľme sa pozrieť na iné faktory, ktoré to dokážu efektívnejšie:

Street Comfort



* Actual Product May Differ From Photo

TLAKY A NÁPLŇ PNEU

...tu nemám na mysli jednoduché: spustím vpredu i vzadu pári desatí a vybavené. Toto zvyčajne nefunguje. Alebo spustím málo a efekt sa nedostaví, alebo veľa a prejavia sa nedostatky v riadení, auto pláve, má nadmerné odpory, zvýšenú nedotáčavosť do kopca/na výjazde, apod. Problém je totiž takmer vždy najmä v nesprávnom **rozložení tlakov medzi prednou a zadnou nápravou**. Uprednostňuje zvyčajne predok, hoci ten za jazdy, získava veľmi rýchlo ďaľšie silné navýšenie hodnôt (trením od zbiehavostí, prípadne nadmerných odklonov, tepla od bŕzd a motora). Predná náprava tak búcha a za dlhšej jazdy sa to rapídne zhoršuje.

Ďalším negatívnym faktorom sú, najmä v poslednej dobe, tzv. ECO hodnoty odporúčané výrobcom ktorými výrobca sleduje (mimočodom marginálne) zníženie spotreby i "cez mŕtvoly", v našom prípade zruinovaním komfortu i kvality handlingu. To je tiež no-go. Ako teda **správne tlakovať gumy?**

Pozri viššie v kapitole o Riadení (str.9)

Ak už som si teda tlak optimálne nastavil, bolo by ešte dobré zaručiť, aby jeho hodnoty za jazdy opäť nenastúpali do výšin a nezruinovali mi výsledok. Tu sa osvedčilo a funguje, dať si **naplniť kolesá** zmesou inertných **plynom**, ľudovo "dusíkom". Ten výrazne redukuje prehrievanie kolies za jazdy. (na hnanej náprave je pokles spravidla takmer 2 desatin, na nehnanej vyše 1 desatinu, pri veľmi ostrej jazde i viac) Apropo ostrá jazda.. ak mám v kolesách plyn a plánujem vytínať zákruty, je nutné počítať, že bude trošku dlhšie trvať, kým dostanem do kolies teplotu a podľa toho sa zariadiť.)

GEOMETRIA

...vplýva takisto citeľne na nárast tlakov za jazdy (a tým zníženie miery komfortu), a to najmä mierou tretích odporov ktoré generuje. Tie generujú zbiehavosti (predné i zadné), a v prípade zvýšených odklonov i tie. Tu opäť platí, že ich nie je možné jednoducho ľubovoľne znížiť, lebo geo komplexne vplýva na správanie auta. Obecne, ale platí, že výrobcovia používajú nadmerné zbiehavosti (vpredu i vzadu) a často i nadmerné odklony (najmä vzadu).

Oplatí sa meniť geometriu len čisto kvôli komfortu? Oplatí sa to skôr, ak zoberiem do úvahy **synergické efekty kvalitnejšieho vyladenia**: výrazne dlhšia životnosť pneumatík, oniečo nižšia spotreba a najmä oveľa lepšie správanie v zákrutách, a v menšej mieri i pri brzdení a zrýchľovaní (dynamika jazdy). Čiže, ak som napr.geo už dlhšiu dobu nekontroloval, alebo prešiel na nové gumeny (s málinko iným obvodom/priemerom ako doteraz), prípadne chcem zvýšiť agilitu auta, pripraviť ho lepšie na športovú jazdu, atď., tak určite má význam dať si geo naladiť.

Viac o odporúčaných hodnotách a ich dopadoch na správanie auta nájdeš v 6.kapitole o Geometrii (str.34)

GUMY

...ovplyvňujú komfort jazdy nielen použitým rozmerom (najmä profilovým číslom), ale i použitou konštrukciou (nezosílené/zosílené/runflaty) a výberom modelu/výrobcu.

Ak chcem ostať pri legálnom rozmere, vychádzam z rozmerov z TP, kde sú uvedené všetky alternatívy. Pri výbere gúm na leto je tiež dôležité dodržať pôvodný rýchlosný index (vyšší byť môže), v zime môže byť (spravidla o 1 nižší). Ak by som menil rozmer, vždy je dôležité **overiť spárovanie s diskami** (vid.tabuľka-str.13) Pre originál alternatívy sú uvedené i pôvodné fabrické rozmery diskov, tie však majú spravidla nevhodné parametre (malú šírku a vysoké et)...vhodné sú skôr len na zimu alebo veľmi defenzívnu jazdu.

Pri zmene rozmeru je **vhodnejšie zachovať** aspoň približne **priemer/obvod pneu**, a to najmä na hnanej náprave (kvôli sprevodovaniu, presnosti tachometra+počítadla km, zachovaniu výšky nápravy). Pri požiadavke na zvýšenie komfortu by bolo žiaduce ísiť s profilovým číslom aspoň o 1 vyššie (napr.z 40 na 45) a šírkou ekvivalentne o 20~30mm užšie. Tu už spravidla ale nie je možné zachovať priemer disku a je potrebné ísiť do menšieho priemera (napr.z R18 na R17).

Ak na danej sade kolies neplánujem zachovať obvod, tak zvýšim profil o 1 stupeň (a prípadne zúžim šírku o 10mm, čo spravidla disk ešte znesie), napr.z 215/45 R17 na 205/50 R17.

pozn.: pre slovenské cesty odporúčam používať profilové čísla 50 a viac (vrátane) pre dostatočný komfort.

Overenie priemeru pneu môžem urobiť podľa vzorca: priemer disku*2.54+šírka gumy*profil.číslo*0.002
...čiže napr.pre: 225/45 R17 je to: $17 \cdot 2.54 + 225 \cdot 45 \cdot 0.002 = 63.43$ cm
...a komfortnejší alternatívny rozmer je: 205/50 R17 (priemer=63.68) alebo 205/55 R16 (priemer=63.19).

Pozor: u vozidiel 4x4...je nutné čo najpresnejšie zachovať pomer obvodov/priemerov vpredu a vzadu, aby sa napr.neprehrieval stredový diferenciál a neblbla elektronika.

V niektorých rozmeroch sa vyrába jú **nezosílené** i zosílené **verzie pneumatiky** (napr.225/45 R17). V prípade, že auto má aktuálne zosílené, je možné prejsť pre zvýšenie komfortu na nezosílené, za podmienky, že auto nadmerne nezaťažujeme nákladom/pasažiermi, hlavne na dlhšie trasy, kde by mohlo dôjsť k ich prehriatiu/preťaženiu. Treba však počítať, že málinko utrpí rýchlosť reakcií riadenia a náklony vozidla. (to sa dá napr.opäť korigovať širšími a viac vysunutými diskami, a príp.i optimalizáciou geometrie)

V prípade napr.vozidiel BMW, fabricky obutých na gumách typu runflat, je možné prejsť na bežné **non-runflat pneu**. Vhodné je však zabezpečiť si rezervu alebo aspoň sadu na dofukovanie gúm, a pravidelne kontrolovať tlak v pneumatikách.

Posledná možnosť ako zvýšiť komfort, najmä v prípade ak nemôžem zmeniť rozmer/zosílenie, je vybrať si **iný model/výrobca pneu**. Rôzny výrobcovia totiž, i v tom istom rozmere a indexoch, ponúkajú často diametrálne odlišnú kvalitu odvalovania (i hlučnosti napríklad). Drahší/renomovanejší výrobcovia používajú i kvalitnejšie technológie/materiály pre konštrukciu plášťa (napr. aramidové vlákna miesto oceľových), čím dochádza k ďalšej redukcii hmotnosti gumy, a tým i zvýšeniu komfortu. Z tých výrobcov, ktorí tradične (aktuálne) ponúkajú skôr komfortnejšie poňaté gumy, sú napr. Goodyear a Dunlop, v menšej miere i Michelin a Hankook. Naopak tradične tvrdšie sú väčšina Continentálov, Bridgestonov alebo Yokohamy.(čo má ale zas výhody v precíznejšom riadení:)

DISKY

...menší efekt zvýšenia komfortu (pokiaľ nemôžem/nechcem zmeniť priemer disku) dosiahнем použitím ľahších diskov. Fabrické disky sú spravidla odliate len lacnou technológiou nízkotlakého liatia bez následnej teplotnej úpravy(kovania), a preto sú ľažšie ako iné možnosti, ktoré ponúka aftermarket. **Nižšiu hmotnosť** ponúkajú tzv.flow-formed (semi-forged) disky, ešte nižšiu kované (forged) disky. Oplatí sa tiež pozerať na počet a tvar lúčov disku, tie určujú rozloženie hmoty disku a tým i rotačné/ zotrvačné odpory. (vhodné sú najmä nízkopocoetné tenké lúče, čo najtenšie pri vonkajšom okraji).



Pri výmene diskov za ľahšie, odporúčam zároveň optimalizovať i šírku a et/offset/vypustenie disku. Spravidla optimálna šírka je o pol palca širšia a vysunutie o $8 \pm 4\text{mm}$ väčšie (t.j.nižšie ET). Optimálnu šírku je možné si overiť v tabuľke (*na str.13*), pri vysunutí je potrebné dávať si pozor najmä na prednej náprave, aby bolo zachované kompletné prekrytie vrchu gumy blatníkom, a podľa toho upraviť/redukovať zmenu offsetu/et.

Väčší efekt je možné dosiahnuť prechodom na **menší priemer disku**. Tu je potrebné si najmä overiť, či takýto disk prejde cez predné brzdy (s dostatočnou rezervou). Zvýšenie komfortu sa dosiahne nielen gumou s vyšším profilom, ale i výrazne nižšou hmotnosťou disku, čo uľahčuje prácu celému zaveseniu. V ponuke i na Slovensku je dostatočný výber modelov s rôznymi dizajnmi tak, aby i pri nižšom reálnom priemere disku, vyzeral opticky väčší, a neutrpel tým vzhľad vozidla.

Tu odporúčam pozrieť si najmä stránky: <https://www.centrumkolies.sk/>

<https://www.fusion.sk/disky/hlinikove-disky>

Kto má problém s predstavivosťou (ako by vyzeral ten-ktorý disk na aute), môže si pozrieť najmä zahraničné 3D konfigurátory: <https://www.alufelgenshop.at/> alebo

<https://www.quick.de/felgenkonfigurator>

SILENTBLOKY

...toto sa týka najmä **športových áut**, často so zmiešaným/polozávodným použitím, kde sa môžeme stretnúť s tým, že (predchádzajúci) majiteľ vymenil väčšinu/všetky pôvodné gumené silentbloky za zosilnené PU (polyuretanové). Toto má samozrejme výhody, napr.spresnenie/zrýchlenie reakcií auta i spätej väzby a kontroly, trpí tým však samozrejme komfort jazdy pri bežnom používaní. I tu však máme spravidla na výber, nakoľko tradičný výrobcovia ako Strongflex a Powerflex ponúkajú pre väčšinu aplikácií na výber 2 tvrdosti. Tá tvrdšia je vhodná pre hladšie trate/použitie ako slalom/kopce, tá mäkkšia skôr pre mini-rally alebo viac civilné použitie. Na toto si treba dávať pozor i pri kúpe jazdeného šport.auta.(a ideálne si to vyskúšať v praxi, lebo meniť to opäť za iné je pracné)

Ja používam napr.výmenu zadného alebo predného silentbloku/úchytu zavesenia priečného stabilizátora za mierne/viac tuhší, pre cielenú **zmenu správania auta v nájazde/výjazde** zo zákrut (miery nedotáčavosti/pretáčavosti auta). Je to taká jemnejšia a lacnejšia alternatíva k napr.staviteľným stabilizátorom.

5. Redukujeme nedotáčavosť'

Pre plynulú/rýchlu jazdu je dôležité mať vyvážený handling, s čo najviac neutrálnym správaním za bežných podmienok a len minimálou nedotáčavosťou na limite, resp. dobre kontrolovanou pretáčavosťou. To zabezpečí istotu a predvídateľnosť reakcií. Pod limitom myslím nie maximálku, ale limit príľnavosti, čiže všetky situácie, kde niektorá náprava (v sérii spravidla skôr predná) už nie je schopná prenášať adhézne sily. Či už v ostrej zákrute, na nerovnom alebo klzkom povrchu.

Priorita výrobcov v tomto smere uprednostňuje skôr nedotáčavé nastavenie, ktoré náklonom a pískaním gúm upozorní na prekročenie odstredivých síl a ubratím plynu (+krátkym povolením volantu) umožní opäť získať kontrolu. To by samé o sebe bolo ok, avšak je to sprevádzané i nevýhodami: zvýšeným opotrebením gúm (najmä predných), zvýšenými náklonmi/stratou stopy a najmä rýchlosťi pri dynamickej jazde. Hlavnou a skrytou nevýhodou je, že takto nastavené auto má tendenciu na limite(..napr. na klzku) skokovo prechádzať zo silnej nedotáčavosti do silnej pretáčavosti a späť, čo výrazne sťažuje ovládateľnosť (i napr. plynulosť pri jazde v šmyku).

Na nedotáčavosť vplývajú:

- **geometria** ...zbiehavosti, odklony
- **rozloženie tlakov** ...predozadné, celkové
- **zaťaženia** ...--'''--
- **gumy** ...výber modelov
- **disky** ...zladenie parametrov
- **stabilizátory** ...vyváženie
- **pružiny/tlmiče** ...--'''--
- **diferenciály**
- **štýl jazdy**

GEOMETRIA

...Fabrické nastavenie dáva prednosť nedotáčavosti a nadmernej stabilité. Sťaženú ovládateľnosť na limite nerieši, spolieha sa na ESP, ktoré zasahuje v značnom predstihu. Ak je záujem o neutrálnejšie a progresívnejšie nastavenie, tak je žiaduce korigovať tieto parametre:

Predná zbiehavosť ...redukcia nadmernej (ro)zbiehavosti výrazne zredukuje nedotáčavosť na výjazde zo zákruty, najmä do kopca alebo pri zaťaženej zadnej náprave (u fabrickej zbiehavosti-častejší prípad) alebo z kopca (u rozbiehavosti).

Nová optimálna hodnota závisí od dynamickej zmeny geometrie pri zábere.. konkrétnie od: typu náhonu, tuhosti silentblokov a agresivity jazdy/akcelerácie.
(pohybuje sa v rozsahu= 0° .. $-3'$ /koleso)

Zadná zbiehavosť ...jej redukcia výrazne obmedzí nedotáčavosť do kopca, kde sériová (zvyčajne skôr mäkkšia) zadná náprava 'tlačí' auto smerom von zo zákruty.

Optimálna hodnota závisí od: typu náhonu, preferencie stability<>agility,zaťaženia zadnej nápravy, typu diferenciálu..
(pohybuje sa v rozsahu= $+5^\circ$.. $-1'$ /koleso)

Optimálne hodnoty zbiehavostí sa snažia dosiahnuť pri plynulej jazde ustálenou rýchlosťou minimálne tretie odpory.

Odklony ...fabrické negatívne odklony preferujú spravidla vyššou hodnotou zadnú nápravu. Tým predistinujú auto k ľahšiemu zatáčaniu v 1.momente, s následne rastúcou prílnavosťou zadnej nápravy, až po moment 'strihu', čiže kompletnej a náhlej straty prílnavosti.. tzv.snap-oversteer. Naopak setup neutrálnejší, hravejší, a na limite ľahšie zvládnuteľný vychádza z nastavenia, ktoré je častejšie v motorštore, a ktoré preferuje nižšou hodnotou zadnú nápravu a oniečo vyššou prednú. Rozhodujúca tu nie je absolútна hodnota, ale skôr ich vzájomný pomer.

Hodnota predného odklonu určí aký agresívny prejazd zákrut/mieru náklonu/uhlovú rýchlosť auto pripraví (bez vzniku nedotáčavosti), hodnota zadného odklonu určí aký progresívny +včasný bude prechod na limite do sklu.

(predný odklon= -1°35'...-0°55' ...pre civilné jazdenie, -1°45'...-1°20' ...pre šport.jazdu
zadný odklon= -1°05'...-0°35'pre civilné jazdenie, -0°25'...-0°15' ...pre kĺzavú jazdu)

pozn.: nastaviteľnosť odklonov a zadnej zbiehavosti závisí od konštrukcie zavesenia (typu podvozku)...

je variabilnejšia u viacprvkových náprav (spravidla výkonnejšie motorizácie/náhon 4x4). V prípade väčších asymetrií, zníženého podvozka alebo požiadavky na dynamickejšiu jazdu, môže vyžadovať i zakúpenie +montáž staviteľných ramien, excentrických skrutiek alebo silentblokov, aby sa dosiahli optimálne hodnoty.

Ak máš záujem o individuálne hodnoty pre Tvoje vozidlo, zašli mi jeho aktuálnu špecifikáciu na mail.

ROZLOŽENIE TLAKOV

...teda **najmä pomer tlakov** medzi prednou a zadnou nápravou...mení tuhost jednotlivých náprav a zároveň pozdĺžne posúva zaťaženie, mení sa okamžitý priemer kolesa. Tým sa **mení kontaktná plocha kolies**, i pomer tuhostí náprav, ktorý určuje, ktorá náprava(koleso) prvá stratí priľnavosť (a vyvolá nedotáčavosť/pretáčavosť).

Obecne u požiadavky na nižšiu nedotáčavosť sú vhodnejšie málinko vyššie tlaky vzadu ako vpred, čím zvýšime prednej náprave grip.

Celková **úroveň tvrdosti** natlakovania má tiež vplyv na vyváženie handlingu, a to jednak tým, že tlak pneu mení úroveň bočnej deformácie gumy voči disku, ako aj **mení výrazne odklony**.



Ak sa snažíme o redukcii nedotáčavosti (vynášania auta), tak by sme sa mali vyhnúť:

privysoké tlaky ...najmä na prednej náprave redukujú v zákrute využiteľný odklon, zvyšujú zadný náklon, nedotáčavosť na výjazde a opotrebenie predných gúm.

Na zadnej náprave sú do určitej miery prínosné, nadmerné hodnoty však znižujú komfort, brzdný účinok a smerovú stabilitu.

prinízke tlaky ...najmä na zadnej náprave výrazne zvyšujú nedotáčavosť, najmä v situáciach, keď je staticky alebo dynamicky presunuté zaťaženie vzad (akcelerácia, jazda do kopca, s nákladom).

Na prednej náprave môžu byť do určitej miery prínosné, ale príliš nízke hodnoty zvyšujú riziko nadmernej deformácie gúm v zákrute, pri núdzovom brzdení, zvyšujú valivý odpor.

U tlakov sú rozhodujúce najmä **vyrovnané horúce tlaky**, keďže obzvlášť u sériového nastavenia dynamika tlakov vedie k prehrievaniu|pretlakovaniu prednej nápravy (keďže k jej prehrievaniu prispieva trenie od zatáčania, teplo od bŕzd, motora), čím za jazdy ďalej stúpa nedotáčavosť.

Tlaky odporúčam nastaviť podľa popisu v kapitole o riadení (str.9).

ROZLOŽENIE ZAŤAŽENIA

...je ďalší z jednoduchších spôsobov ako v určitej miere môžme variovať intenzitu tendencie k nedotáčavosti.

Obecne platí, že agilnejšie správanie vozidla dosiahneme, ak sa nám podarí zredukovať zaťaženie zadnej nápravy (resp.málinko zvýšiť u prednej). Ako to dosiahnuť?



Palivo ...v prípade požiadavky na dynamickú jazdu => volím menší objem paliva (do 1/2 nádrže).

Batožina ...najmä ľažšiu batožinu sa snažím umiestniť čo najbližšie k ľažisku a čo najnižšie...napr. za predné sedadlá; v prípade absencie spolujazdca => pred/pod sedadlom, resp.pripútanú na sedadlo. V kufri čo najhlbšie, čo najviac vzadu a v strede.(pripútanú/vypodloženú).

Pasažieri ...pre redukciu understeeru je ideálne prevážať jedného spolujazdca vpredu.

V prípade viacerých, usadím ľažšieho dopredu, ľahšieho dozadu, najľahších na kraj.

Výbava ...snažím sa zredukovať ozaj nepotrebné veci prevážané vo vozidle a umiestniť ich pod podlahu do kufra v strede, do odkladacích priečinkov v blízkosti spolujazdca.

Elektromobily s batériami v strede/pod platformou prinášajú výhodu nízkeho centrálneho ľažiska, ale nevýhodu vysokej celkovej hmotnosti. Momentálne dostupné modely svojim vyladením zvyčajne nie sú vhodné pre dynamické požiadavky v zákrutách. EV s poháňanou i zadnou nápravou majú však spravidla osadenú viacprvkovú zadnú nápravu, ktorá umožňuje aspoň do istej miery korekciu jej geometrie, a tým: účinnejšie potlačenie nedotáčavosti, lepšiu kontrolu v hraničných situáciach a predĺženie životnosti predných gúm. U hybridov sú z hľadiska agility vhodnejšie mild-hybridy ako plugin-hybridy, kde ich ľažkú batériu v zadnej časti vozidla je ľažké kompenzovať.

GUMY

...robia veľmi veľa pre handling...či už je to model, index, konštrukcia/zmes, šírka.

Ak je požiadavka na redukciu nedotáčavosti, tak odporúčam **priľnavejší model vpedu a menej priľnavý vzadu** (...to zabezpečí vyšší grip vpedu, vyššiu agilitu a zábavnosť)

Môžem kombinovať tieto parametre:

Vzájomná šírka vpedu a vzadu ...u áut RWD je optimálne mať identickú šírku kolies vpedu a vzadu, u áut FWD/4x4 je ideálne mať užšie gumy vzadu (ako u Audi RS3)

Rýchlosťné indexy ...je výhodnejšie mať vyšší rýchlosťný index vpred...ten má spravidla mäkkšiu prílnavejšiu zmes, čo dáva prednej náprave väčšiu+skoršiu rezervu prílnavosti

Záťažové indexy ...vyšší záťaž.index vzadu zvýši torznú tuhosť zadnej nápravy, čo redukuje najmä nedotáčavosť na výjazde zo zákrut.

Modely gúm ...niektoré modely/značky nie sú vhodné napr.na prednú nápravu, lebo majú na limite slabú prílnavosť alebo spätnú väzbu. A niektoré nie sú vhodné dozadu, lebo majú nadmernú prílnavosť alebo agresívne/nepredvídateľné správanie na limite.
Kombinovanie modelov je ale háklivá vec, a laikovi to veľmi neodporúčam.

Na výber vhodných gúm využívam vlastné skúsenosti a testy+recenzie:

- » tyrereviews.co.uk
- » testy-pneumatik.sk
- » tiresvote.com

Na nedotáčavosť má vplyv i **tuhost' (bočníc)**: tuhšia konštrukcia(vyšší záťaž.index napríklad) redukuje bočný pohyb gumy voči disku, redukuje náklony.

Má ale nevýhody na nerovnom povrchu, a najmä vo veľmi úzkej šírke pásma prílnavosti/spätej väzby na limite. Je vhodná skôr pre kvalitné cesty/ťažšie auto/progresívne gumy.

Vnútorná konštrukcia(..pomer priečneho a diagonálneho armovania) určuje správanie v rôznych fázach zákruty...

...v nájazde/výjazde je guma silami zaťažovaná viac diagonálne, v strede zákruty priečne.

Výrobcovia majú iné zvyklosti/prístupy, preto sú určité gumy napr.nevhodné dopredu (napr.Bridgestone..generujú nedotáčavosť) a niektoré dozadu (napr.Michelin..generujú nadmernú prílnavosť).

Ešte sa vrátim k **pomeru šírok gúm** u vozidiel s rozdielnou šírkou vpredu a vzadu, ktorý je v poslednej dobe častý a taktiež výrazne vplyva na nedotáčavosť. Prejavuje sa u vozidiel so širšími zadnými pneu (t.j.nadmernou zadnou priľnavosťou). Týka sa to niektorých zadokoliek, a v poslednej dobe i veľkej časti elektromobilov. U niektorých modelov výrobca ponúka (ako kvázi zimné obutie) i užšiu alternatívu s identickým rozmerom ako vpredu, to je ten lepší prípad. Inak je nutné nájsť si/vypočítať najbližšiu užšiu+profilovo o jedna vyššiu alternatívu, s čo najpresnejším zachovaním obvodu(priemeru) pôvodnej pneu (vzorec-str.20). V oboch prípadoch je nutné následne si overiť vhodnosť spárovania s diskami (tabuľka-str.13), a eventuelne zabezpečiť iné disky s vhodnejšími parametrami.



DISKY

...tu je najprv dôležité nájsť optimálne **zladenie šírky disku a gumy** (» tabuľka-str.13).

U mnohých výrobcov (najmä kórejských a japonských) parametre fabrických diskov podporujú nedotáčavosť. Spôsobuje ju jednak príliš malá šírka, a z toho vyplývajúci veľký bočný pohyb gumy voči disku v zákrute, a jednak privysoké ET, a preto nízka bočná stabilita auta a zvýšené náklony.

Toto je možné korigovať, ideálne novými diskami s vhodnejšími parametrami. ET je možné v najhoršom korigovať centrovacími podložkami s vhodnou šírkou.(..3-12mm) Pôvodné disky k autu odporúčam zvyčajne použiť na zimu, alebo predať.

pozn.: šírky podložiek nie je možné ľubovoľne kombinovať, ale musia spĺňať podmienky pre optimálny scrub radius (vid. str. 11) a optimálny pomer rozchodov náprav.(šírší alebo rovný vpred)

STABILIZÁTORY

...sú doplnková forma vyladenia priečnych tuhostí (nedotáčavo-pretáčavej charakteristiky auta).

Moderné autá majú spravidla 1 predný a 1 zadný skrutný priečny stabilizátor (tzv.anti-roll bar alebo sway bar). Najmä u bežných/nižších motorizácií je spravidla ten zadný poddimenzovaný. Jeho výhoda je, že sa dá relatívne jednoducho vymeniť.(..naprotitomu predný vyžaduje skoro vždy povolenie nápravnice pod motorom, rozhodí geometriu apod.) Často sa dá použiť o **1-2mm hrubší** z inej verzie daného modelu/platformy...ako podporné riešenie pre redukciu nedotáčavosti na výjazde.

pozn.: pre bežnejšie športové modely áut sú k dispozícii sady aftermarketových stabíkov s výrazne väčšími hrúbkami. Pre civilné použitie ich neodporúčam, keďže pre bežné tlmiče (gumy, závesy aj silentbloky) sú už prituhé. Vhodné sú pre autá s primárnym použitím pre okruhy.

Vyladenie priečnych tuhostí je náročné, lebo optimálny stav sa pohybuje vo veľmi úzkom okne. Pre optimálne zatáčanie potrebujeme napr. dostatočne mäkký zadok, aby sa auto 'zložilo' do zákruty, ale zároveň dostatočne tuhý, aby v 2. polke zákruty odstredivá sila neskrútila auto a 'nevyklopila' ho von zo zákruty. Podobne vpred.. potrebujeme dostatočne tuhý predok, aby sme mali precízne riadenie, ale zároveň dostatočne mäkký, aby sme mali dostatočný grip, najmä na výjazde, pri akcelerácii zo zákruty.

PRUŽINY/TLMICHE

...a najmä ich predo-zadné zladenie sú rozhodujúce pre vyváženie handlingu. Nadmernú nedotáčavosť spôsobuje najmä primäkký zadok, ktorý najmä v 2.polovici zákruty 'nakloní' auto a začne ho tlačiť zo zákruty von. Časová a najmä finančná investícia do pružín a tlmičov, ale zvyčajne nevyváži riziko, že nastavenie ešte viac rozhodíme (či už výšky alebo tuhosti). Podobne len výmena pružín za výrazne kratšie sa zvyčajne neodporúča, kvôli životnosti tlmičov i deformácií geometrie. Výmena kvalitné tlmiče+pružiny sa už cenove blíži coiloverom, a tie si zas vyžadujú opakovane ladenie a nastavovanie, majú spravidla privysoké spring-rates, kratšiu životnosť, vyššiu hlučnosť.

Obecne odporúčam aplikovať prv všetky ostatné opatrenia predtým, ako prídu do úvahy tlmiče a pružiny (ak sa vôbec vyrábajú vo vhodnej tuhosti a výške pre daný typ auta, motorizácie)

Vzhľadom na redukciu nedotáčavosti, by bolo žiaduce vo väčšine prípadov **málinko pritvrdiť zadnú nápravu.. Ako to dosiahnuť?**

V pár prípadoch sa dajú napr.použiť tuhšie pružiny z inej motorizácie/karosárskej verzie, inak je pre vyladenie torzných tuhostí potrebné mať minimálne športové tlmiče s nastaviteľnou tuhosťou, ideálne coilovery.

pozn.: **u staviteľných coiloverov** je lepšia možnosť variovať útlmové, resp.i kompresné sily, nezávisle na oboch nápravách, a tak vyladiť správanie/pohyb auta v rôznych situáciach presne na mieru.

U pružín: dosiahneme vyššiu obratnosť auta, ak bude svetlá výška vyššia vzadu ako vpredu.

DIFERENCIÁLY

...Úroveň nedotáčavosti určuje i spôsob náhonu a použitý typ diferenciálov. Obecne bude k nedotáčavosti najmenej inklinovať auto s otvorenými diferenciálmi vpredu i vzadu, čiže najmä klasická zadokolka, príp.predokolka. Tieto otvorené dify umožňujú v zákrute nezávislé odvalovanie kolies po ich individuálnej trajektórii(polomere zákruty), bez vzájomného citeľného pribrzdovania.

Ak však použijem náhon 4x4, najmä jeho permanentnú formu, tak prostredníctvom stredového diferenciálu obrazne prepojím všetky kolesá, pridám ďalší diferenciál s ďaľším trením (a i hocilen malou svornosťou), čím akopeby v zákrute pribrzdjujem kolesá, a tým mierne bránim autu zatáčať. ..Toto platí najmä pri jazde bez plynu alebo s malým plnom(t.j.menším ako trenia v diferenciáloch a náhone).

Z uvedeného vyplýva, že vozidlá **4x4 alebo LSD, vyžadujú** iný štýl jazdy.. podradiť, nadísť, a **čo najväčšiu časť zákruty prejsť pod plnom**, tak, aby som prerozdeľovaním krútiaceho momentu efektívne využil schopnosť moderných diferenciálov variabilne prerozdeľovať hnaciu silu, bez toho, aby som skízol do cieľnej nedotáčavosti.

Podobne platí,.. že autá s mechanickým samosvorným diferenciálom majú výhodu v trakcii na výjazde, ale nevýhodu v nedotáčavosti v nájazde. Majú význam v motorštore, kde prechádzam plynule (alebo dokonca s prekryvom) z brzdy na plyn; príp.v driftie, kde zámerne potrebujem redukovať nezávislosť odvaľovania kolies, keďže sa permanentne pohybujem za limitom adhézie.

XDS+

je označenie pre elektronický systém selektívneho pribrzdňovania predných kolies, s cieľom zvýšiť trakciu na výjazde najmä z ostrých zákrut a najmä za podmienok so zníženou priľnavosťou. Používa sa najmä u výkonných predkoliek a za týchto podmienok je i účinný, ikeď na úkor životnosti bŕzd. Slúži spravidla ako alternatívna náhrada klasického mechanického samosvoru.

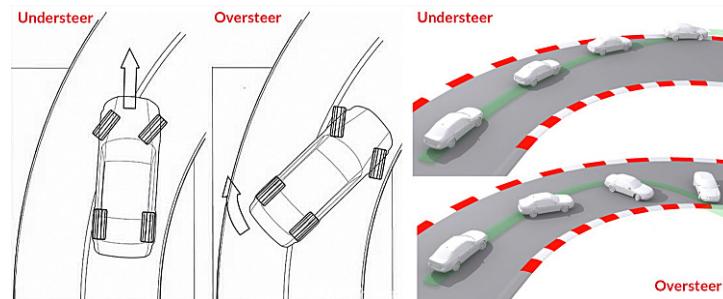
Pre civilné (i športové) jazdenie je však vhodný skôr systém používajúci elektronicky riadený variabilný viskózny diferenciál, ktorý nemá nevýhody XDS alebo klasického samosvoru.

Ani jeden z týchto systémov však nemá schopnosť potláčať nedotáčavosť v nájazde, resp.pri jazde zákrutou bez plynu/s malým plnom/krútiacim momentom..tak ako sa to deje počas väčšiny zákrut pri bežnej jazde.

ŠTÝL JAZDY

...na záver ten najlacnejší spôsob redukcie nedotáčavosti, a to technikou jazdy. Cieľom je, čo najdlhšie udržať priľnavosť prednej nápravy, resp. čo najefektívnejšie využiť a v každom momente prerozdeliť sily pôsobiace na prednú nápravu: brzdno-riadiace alebo záberovo-riadiace. Na to je vhodné použiť jedno pravidlo alebo trik, kt. hovorí, že „**o koľko mám vytočený volant, o toľko mám ubratý plyn(brzdu)**“, čiže snažím sa vylúčiť súčasné plné zatočenie a výraznejší plyn(brzdu), nakoľko by to predné gumy už nezvládli a plynule prešli do nedotáčavosti. V praxi to znamená, že najmä v priebehu ostrejších zákrut musím plynule variovať tlak na plynový pedál vždy, keď cítim, že vozidlo sa bude nakláňať(..najmä v blízkosti apexu). Dosiahnem tak i s mäkkším podvozkom nižšie náklony a vyššie exitové rýchlosťi na výjazde zo zákruty.

Tento princíp začala v nových modeloch prednedávnom používať (ako zatiaľ prvá a jediná) Mazda vo svojich vozidlách pod názvom **G-vectoring**. Systém v podstate po nájazde do zákruty mierne ubera plyn|krútiaci moment, tým redukuje odstredivé sily a zvyšuje plynulosť a bezpečnosť prejazdu zákruty. Zároveň sa tým predlžuje životnosť predných gúm.



6. Všetko o geometrii

Na ladenie geometrie si málokto trúfa, a ešte menej ľudí jej ozaj rozumie. Tým myslím dopady jej hodnôt na reálnu zmenu správania auta. Pritom ten dopad je citeľný.

Ukážeme si aké postupy používajú výrobci, akým smerom ležia optimalizované nastavenia pre zanietených šoférov, akému štýlu jazdy a preferencii vyhovujú aké hodnoty.

FABRICKÉ NASTAVENIE

...je mierne povedané opatrné, priškrtené. I u športových modelov výrobca aplikuje nastavenie, ktoré **'mrhá' potenciálom hardwaru**, ktorý používa. Výrobca spravidla používa: zbiehavosť(citeľnú) na prednej i zadnej náprave, veľmi malé odklony vpred a v relácii k tomu citeľný odklon vzadu.

Takáto kombinácia ako celok, sa prejavuje principiálne...veľmi **defenzívne** a v každej bežnej situácii nedotáčavo (bez vyprovokovania). Čo vedie výrobcov k takému nastaveniu ? Takýto setup vedie k výraznej smerovej stabilité oboch náprav (pre jazdu v priamom smere), auto je málo náchylné na zmeny smeru vplyvom vetra, nerovností, koľají; **smerovo stabilné** pri brzdení, s nízkymi ovládacími silami v riadení a nižšou citlivosťou na nevhodné narábanie s plynom, spojkou, brzdami; menej citlivé na neúmyselné malé pohyby do volantu. ...čiže také poslušné autičko, taký skôr cruiser pre menej zručného/defenzívneho šoféra. Čo ak máme ale vodiča s inou úrovňou očakávaní ?

...tak ten potom sedí v aute, ktoré má: zníženú citlosť okolo stredovej polohy riadenia, vlažnejšie reakcie na plyn a brzdy (vzhľadom k výkonovej hmotnosti auta), nedotáčavosť v nájazde do zákrut (bez plynu), a tiež na výjazde pod ostrejším plynom (najmä dokopca...u predokoliek/4x4), väčší náklon karosérie, u zadokolky do vyššej rýchlosťi posunutý nábeh prirodzeného šmýkania zadku, s tenkou medznou hranicou(..najmä u nízkoprofilových pneu alebo zníženého podvozka) a potenciálnym rizikom v určitých situáciach prechádzať do snap-oversteeru.

Čo je snap-oversteer ?

...náhla prudká strata prílnavosti s rýchlym ľažko kontrolovaným vybočením zadnej časti. Hoci vyzerá ako pretáčavý šmyk, v skutočnosti je vyprovokovaná setupom s nadmernou prílnavosťou zadnej nápravy, nadmernou zbiehavosťou, ktorá za normálnych okolností 'produkuje' hodne smerovej stability, ale napr.v daždi zkopca v nájazde do zákruty pri prudšom nadľahčení zadku - vystaveného odstredivým silám - dôjde k prekročeniu tzv.slip-angle blokov dezénu gúm (..krátkodobo sa napružia, skrútia a následne vystrelia do vzduchu s náhlou úplnou stratou prílnavosti) Skutočným rizikom snap-oversteera je, že často prechádza vzápäť (po opäťovnom 'dosadnutí' zadku) k veľmi silnej nedotáčavosti, ktorá tlačí auto von zo zákruty.



Snap-oversteeru je možné predísť preladením zadnej nápravy, ktorá čiastočne zredukuje jej smerovo aj torzne stabilizačný účinok, viac v prospech neutrality a progresívnosti na limite. Pomôcť tiež môže výber vhodného modelu gúm s progresívnym správaním na limite, optimalizácia prinízkych alebo privysokých tlakov. Dôležitá je tiež citlivá práca s plynom a brzdami, aby nedošlo k príliš prudkému nadľahčeniu zadku, najmä na klzku.(tu pomáha zvládnutie techniky heel&toe) Dôležité je nemať prestarnuté pneumatiky, aby mali vyššiu rezervu v poddajnosti blokov dezénu. Tiež výber diskov s vhodnými parametrami prináša lepšiu kontrolu pohybu gumy voči disku, a tým predvídateľnejšiu a včasnejšiu informovanosť o pohyboch auta. Posledná záchrana je aktívne ESP.

pozn.:..situácia vyzerala ešte v 80/90-tých rokoch inak.. autá nemali elektronických 'pomocníkov', ktorí by prekrývali nedostatky základného nastavenia. Boli ľahšie, gumi mäkkšie, vyššie, menej prílnavé, riadenie bezprostrednejšie, komfort vyšší. S príchodom vysokých ľažkých SUV/crossoverov museli výrobcovia robiť "korekcie". Často však prepískli.

Ide to i lepšie ? Jasné...:-)

ladenie...

PREDNÁ ZBIEHAVOSŤ

...najjednoduchšie(najčastejšie) nastavovaný parameter.

Určuje celkovú ochotu auta zatáčať - najmä v prvom momente, a najmä okolo stredovej polohy.

Väčšina výrobcov dnes používa najmä pozitívnu zbiehavosť(=kolesá k sebe). Toto pasívnejšie nastavenie potláča externé vplyvy do riadenia (=vietor,koľaje,nerovnosti). Preto je pozitívna zbiehavosť vhodná pre pohodových šoférov, ktorí nechcú neustále korekcie volantu.

Z dynamického hľadiska je teoreticky vhodná pre zadokolky, (ktoré za plynulej jazdy vyrábajú vpredu malinkú rozbiehavosť).

U 4x4 a predokoliek je principiálne vhodná malá rozbiehavosť, ale mnoho výrobcov ju kvôli vyššie uvedeným dôvodom nepoužíva. Priobre vyladenom podvozku+posiľovači riadenia, môže i takto koncipovaný setup byť dobre ovládateľný.(resp.stačí malá korekcia v rozložení tlakov)

Nadmerná zbiehavosť ...vedie k nekonzistentnému riadeniu bez spätej väzby(=málo citu kolo stredu +veľká reakcia následne.) Zvýrazňuje nedotáčavosť(najmä v druhej polovici zákruty a na výjazde pod ostrejším plynom.) U predokoliek/4x4 zhoršuje akceleráciu (najmä v stúpaní).

Znižuje účinok brzdenia motorom. To má výhody...hladšie radenie, a nevýhodu... sťažená aplikácia techniky "lift-off".

Nadmerná rozbiehavosť ...vedie: k hyperaktívemu, nekonzistentnému riadeniu(=veľa citu pri zatočení, menej následne.) Zvýrazňuje nedotáčavosť dolu svahom (najmä v druhej polovici zákruty.) U zadokoliek zvyšuje jazdný odpor.

V kombinácii s väčším neg.odklonom(=príklonom) 'požiera' vnútajšky gúm. Citeľne zvyšuje brzdenie motorom ...čím zvyšuje nároky na plynulosť| hladkosť radenia.

Nulová zbiehavosť ...za jazdy prakticky málokedy zostáva nulová. To však nevadí, pretože pre čo najrýchlejšiu reakciu kolies na riadenie..je vhodné určité (minimálne) 'predpätie' v blokoch dezénu pneumatík.

Úpravou polarity zbiehavosti (prednej/zadnej) je možné ovplyvňovať i: rýchlosť | cit | agresivitu nástupu brzdenia a akcelerácie na danej náprave, v menšej mieri dokonca mieru záklonu | predklonu. Prioritu má však zväčša nastavenie správania|charakteru riadenia. Ladené nastavenie každopádne **predíži životnosť gúm**(vďaka redukcii trení) a spravidla súčasne zlepší nábeh bŕzd+zrýchlenia(vďaka vhodnejšej "smerovo predpripravenej" orientácií kolies|blokov dezénu).

Zbiehavosťou je možné korigovať i nedostatočný alebo nadmerný odklon, ak by prioritou neboli handling ale nízke opotrebovanie gúm...nedostatočný(pozičívny) odklon zápornou, nadmerný(negatívny) pozitívnu zbiehavosťou. Vhodnejšie je ale korigovať samotný odklon.

PREDNÝ ODKLON

...má spravidla zápornú hodnotu(negatívnu), t.j.vrch kolies ide k sebe. Nastaviteľný je v plnej mieri u športiakov(Miata,Corvette,Alpine), obmedzenej mieri u Subaru (mierne oválny horný otvor na tlmiči) alebo niektorých typov BMW, Mini, Honda, Boxster|Cayman (na vrchu dómca po odstránení centrovacieho pinu). Nepriamo je (do určitej miery) nastaviteľný cez výšku podvozka a tlak pneu. Odklony sú často laditeľné na športových/staviteľných podvozkoch (oválny otvor na tlmiči). Pre zavesenie typu McPherson existuje aj možnosť skrutiek s excentrickým driekom, u lichobežníkových(double wishbone) zavesení možnosť ramien s excentr.silentblokmi (výnimcočne), prípadne horné ramená s nastaviteľným vysunutím horného čapu (napr.pre staršie Hondy). VW group platforma MQB ponúka nastaviteľné čapy spodného ramena; Alfa Giulia, Ferrari možnosť vložiť dištančné podložky pod úchyt spodného ramena.

Športové staviteľné podvozky ponúkajú u niektorých modelov i posuvné horné uloženie tlmiča (camber-plate).

Negatívny odklon ...pomáha v zákrute vonkajšiemu kolesu nadobudnúť čo najvertikálnejšiu pozíciu (a tým čo najväčšiu kontaknú plochu gumy s cestou). Agresívnejsie prechádzané zákruty 'využijú' väčší odklon, plynulejšie prechádzané, vystačia s menším.

Zavesenie McPherson vďaka menej optimálnej geometrii kinematiky v priebehu prepruženia.. vyžaduje|využije väčší odklon, lichobežníkové zavesenie s menšími zmenami odklonu, si vystačí s menším.

Pozitívny odklon ...(=vrch kolies odseba) nájdeme len u veteránov a vozidiel určených do ľažkého terénu, nákladných vozidiel. Dôvodom v týchto prípadoch je: zníženie ovládacích síl, zvýšenie priechodnosti (a historicky i používanie diagonálnych gúm).
pozn.:u mnohých dnešných offroad/SUV/crossoverov nájdeme tak malý neg.odklon, že za jazdy veľmi rýchlo prechádza do pozitívneho. Ak hovoríme o aute primárne pre jazdu po asfalte, tak takýto setup je vhodné upraviť.

Nadmerný neg.odklon ...vedie: (tým, že koleso jazdí väčšinu času 'po hrane') k zhoršeniu brzd.účinku, akcelerácie i priľnavosti v pomalšie prechádzaných zákrutách. Dochádza k veľkému namáhania pneumatiky v oblasti ráfikov, rýchlemu/asymetrickému opotrebovaniu, najmä ak je použitá rozbiehavosť. Zvyšuje sa spravidla i namáhanie|opotrebenie čapov zavesenia/riadenia, horného úchytu tlmiča,.. Pre civilné(i hodne športové použitie) sa neodporúča prekročiť hodnoty -1°30'~1°40' (inak životnosť gúm rapidne klesá.)

Nedostatočný neg.odklon ...vedie: (tým, že vonkajšie zaťažené koleso je 'prevalené dovonka') k zhoršeniu správania v zákrute(=zvýšená nedotáčavosť v druhej časti zákruty, zvýšené náklony). Dochádza k veľkej bočnej deformácii(ohybu) pneumatiky (tzv.'jazde po bočnici'), rýchlemu opotrebeniu a prehrievaniu pneumatík,zvýšenému namáhaniu(roztahovaniu) predku karosérie v hornej

časti, opotrebeniu vonkajšej časti gúm (najmä u zbiehavosti).

Nedostatočný odklon zároveň rýchlo 'graduje' aj nevhodným rozložením tlakov pneu (za jazdy) alebo nevyzretým štýlom jazdy.

Pozn.: mnoho majiteľov sa snaží zvýšením negatívneho predn. odklonu kompenzovať niečo, čoho skutočná príčina leží vzadu. Auto tak získava nevýhody nadmerného odklonu; a zároveň sa stenčí medzná hranica kontroly na hranici šmyku. Tiež nedotáčavosť sa posunie do vyššej rýchlosť (kde sa prudšie prejaví).

ZÁKLON

...naklonenie osi kolesa (pri pohľade zboku) má dve základné funkcie: 1. pomáha vytvárať určitú '**samocentrovaciu**' schopnosť volantu (aby za jazdy nelietal zo strany-na stranu) a 2. pomáha v zákrute získavať vonk.kolesu trochu väčší neg.odklon (vnútornému trochu menší)

Záklon spravidla u väčšiny vozidiel nie je bezprostredne staviteľný (a spravidla leží v tolerancii-vid. str.40)

U FWD leží okolo 2-4°, u RWD okolo 5-7°

(viac používa tradične len napr. Mercedes).

Menšiu nastaviteľnosť ponúka Miata, Corvette (na excentroch spodných ramien), Lotus Elise/Exige (podložkami na hornom ramene), niektoré modely Mercedesa pomocou korekčných skrutiek. Pre viaceru typov áut existujú excentrické silentbloky spodného ramena; prípadne odľahčené ramená s posunutým ukotvením.. s miernym fixným nárástom záklonu. (modely koncernu VW na platforme MQB) Na športové použitie+tlmič McPherson je k dispozícii niekedy i excentrické gumené horné uloženie alebo posuvné 'tvrdé' horné uloženie s nastavením záklonu.



Pozn.: V minulosti (keď sa ešte jazdilo na úzkych 'diagonálkach' s nepresným riadením) sa zvykla ešte do záklonu zakomponovať tzv.'korekcia priečneho sklonu' cesty (ktorý je tam kvôli odvodneniu)..špeciálne pre autá s ľavo/pravostranným riadením. Dnešné autá na nízkoprofilových 'valcoch' už takýto problém de facto nemajú, a autá z fabriky majú záklon rozptýlený dosť ľubovoľne

Obľúbeným tunerským "zákrokom" je zvýšenie záklonu c.t.d.(co to de.) Pre agresívneho vodiča, ktorý by teoreticky vo väčšine zákrut i jazdil agresívne(=s veľkou odstredivou silou) by teoreticky mohol byť prínosný. Či tomu tak ozaj aj je v realite, musí zvážiť každý sám.

Nadmerný záklon... zhoršuje konzistenciu riadenia (=vytvára veľký odpor pre vychýlenie volantu zo stredu, a veľmi silné samocentrovanie). Môže vytvárať zvýšený prenos vibrácií do riadenia. Zvýšený záklon môže zároveň viesť v zákrute k tomu, že odklon s inak ešte únosnou hodnotou, sa dynamicky zmení na nadmerný odklon so všetkými jeho negatívmi.

Tiež: nízkoprofilové 'kockaté' gumy sa môžu dosť brániť veľkým dynamickým zmenám odklonu (ku ktorým ich nútia veľký záklon)...čo môže viesť ku 'kockatému' riadeniu/ vertikálnym neharmonickým pohybom prednej nápravy.

Nedostatočný záklon... v civilnej praxi zvyčajne nenastáva. Zmenšený záklon by teoreticky mohol byť využiteľný v autoslalome, kde by zvýšil agilitu. (deficit nárastu odklonu by kompenzovali napr.priľnavejšie predné gumy)

Tolerancia rozdielov...medzi hodnotou záklonu ľavého a pravého kolesa by nemala presiahnuť 30'(minút=0.5°), ..inak bude auto 'ťahať' do strany s nižším záklonom.

Podobne u odklonov by rozdiel nemal presiahnuť 30'. Ak je väčší (=po nehode,nahodení neoriginál.ramien) je možné spravidla dosiahnuť korekciu posunutím tzv.nápravnice. Problém však spravidla leží inde...už len asymetrické opotrebenie/momentálny tlak pneu môže viesť k hodne 'divým' hodnotám :)

Pokročilejší šofér si vystačí s menším záklonom/odklonom..protože pneumatiky menej zaťažuje bočnými silami a viac vertikálnymi (ktoré gumeny lepšie znášajú). Cieľom je dosiahnuť, aby sa auto menej šmykalo bokom(najmä cez prednú nápravu) a aby získaný zvýšený grip bol využitý pre pohyb vpred. Docíliť sa to dá i vhodným načasovaním a moduláciou zásahu do pedálov/riadenia.

ZADNÁ ZBIEHAVOSŤ

...slúži na **stabilizáciu** auta v priamom smere, a ako '**bod rotácie**', ktorý pomáha zvyšovať účinnosť poslušnosť riadenia a nedovolí zadku prílišné samovoľné pohyby.

Je nastaviteľná u modelov s viacprvkovou/príp.elastokinematickou nápravou (ktorá v malom rozsahu umožňuje dynamickú zmenu geometrie, a tým pomáha autu zatočiť). U niektorých typov s vlečnou nápravou(Renault RS,Abarth), je možné použiť zkosené podložky.

Na zadnej náprave sa používa zvyčajne pozitívna(plusová) zbiehavosť. Jej dôležitosť sa prejavuje najmä vo vysokých rýchlosťach (vo vetre|klzku), kedy stabilizuje zadnú nápravu, ktorá je už v tom momente nadľahčovaná aerodynamickým vztlakom.

Z dynamického hľadiska je vhodná najmä pre predokolky (najmä s McPherson nápravou vzadu), ktoré môžu pri nadľahčení prechádzať v rozbiehavosť.

Niektoří výrobcovia inklinujú k nadmernej zbiehavosti, prehliadajú však jej riziká. V praxi sa k tomu často pridáva fakt, že zbiehavosť ďalej "rastie": nadmerným naložením vozidla, fabrickým nevhodným fúkaním pneumatík, podporujúcim nedotáčavosť.

U vozidiel s asymetricky umiestnenou nádržou, sa k tomu pridáva fakt, že množstvo paliva tu vplýva na hodnotu zbiehavosti a odklonu.

Pred nastavením geometrie je dobré dodržať pári krokov (vid. str.54).

Na zadnú zbiehavosť sú viac citlivé autá s mäkkšou zadnou nápravou (=krátke predokolky; staršie autá s opotrebenými tlmičmi/silentblokmi; jazdiace na gumách s vyšším profil.číslom)

Nadmerná zbiehavosť ...vedie: k nadbytočnému brzdeniu zadnej nápravy, nadmernej nedotáčavosti (najmä v stúpaní, naloženom aute, a čiastočne i klesaní). Vrátane zvýšeného rizika pre skokovú pretáčavosť(snap-oversteer).

Najmä so zvýšenými odklonmi môže viesť k tzv.'pilovitému' opotrebeniu zadných gúm a u niektorých vozidiel k pocitovému 'odskakovaniu' zadnej nápravy. Výhodou je...menšia citlivosť na vietor (u vyšších áut, náklade na streche.) Vyššia je tiež smerová stabilita pri brzdení.

Nedostatočná zbiehavosť ...sa u fabrického nastavenia spravidla nevykazuje. K jej dočasnej redukcii môže dôjsť ale pri náhlom nadľahčení (...v klesaní/autе bez paliva/prudkom podradení/necitlivom zabrzdení).

V kombinácii s veľkým zápor.odklonom(po nadmernom znížení auta) obrusuje vnútrajšok gúm.

Záporná zbiehavosť ...najmä u FWD sa nepoužíva, nakoľko redukuje odpoved' auta na impulzy od volantu; taktiež môže indukovať samovoľný 'dokmit' auta pri rýchlej zmene smeru (pri zmene jazdného pruhu napr).

Pre autoslalom/kopec malá rozbiehavosť(=do -2~3'/koleso) môže zvýšiť agilitu ..avšak u miernych zákrut/nízkych otáčok bude auto viac reagovať na dávkovanie plynu než volantu.

Pozn.:autá so samosvorným zadným diferenciálom môžu v praxi využiť málinko menšiu zbiehavosť, keďže svornosť diferenciálu do istej miery "supluje" brzdiaci/stabilizačný účinok. (o ~3' menej/na koleso, resp.minimálnu rozbiehavosť=-1'/koleso)

Získame tým zároveň rýchlejší/hladší nábeh bŕzd a akcelerácie na zadnej náprave.

ZADNÝ ODKLON

...máva zápornú hodnotu (vrch kolies k sebe). Nastaviteľný je u viacprvkových náprav (..disponujú ňou zväčša výkonnejšie, resp. ľažšie modely ako napr. plug-in hybridy). Miera nastavenia je ale zväčša malá. Lepšie nastaviteľný je u športiakov s nezávislou lichobežníkovou nápravou (Miata, 'vette, Alpine). Nepriamo je (parciálne) staviteľný cez výšku podvozka a tlak gúm. U jednoduchých vlečených/tuhých podvozkov sériovo staviteľný nie je. Pre niektoré modely, ktoré sa častejšie používajú v motorštorte, existujú ešte 4 ďalšie riešenia nastavenia: staviteľné priečne ramená (pre viacprvkové zavesenie..napr. BRZ|GT|GR86, Type-R, MQB, Focus ST|RS...pozor: u znížených áut, a pre drift sú vždy potrebné), zošikmené podložky (tzv.'shims') pre vlečené zadné nápravy (umožňujúce zmenu v odstupňovaných krokoch..Abarth 595, Clio|Megane RS, staršie typy Seat|Škoda|VW), dištančné podložky (na horné rameno..Elise|Exige, Ferrari 458|488|F8) a excentrické silentbloky ramien. Výnimcočne majú autá vzadu MacPherson, vtedy je možné použiť excentrické skrutky(Hyundai Coupé, MR2) alebo vypilovať horný otvor na tlmiči (Alfa 147|156|GT).

Niektoří výrobcovia inklinujú k nadmernému odklonu, (napr. SUV modely BMW). To v praxi vedie k nadmernému opotrebeniu vnútrajškov pneumatík, (najmä pri použití zbytočne širokých zadných gúm), nadmernej zadnej prílnavosti degradujúcej správanie auta v zákrute..najmä v nájazde a strednej časti zákruty (=nedotáčavosť, skoková strata prílnavosti na limite)

Vzniká tiež silný camber-thrust (koleso tiahá|stáča auto v smere náklonu kolesa), čo sa najmä na nerovnom povrchu prejaví nervóznym správaním.

Treba si tiež uvedomiť, že negatívny odklon v mnohých situáciach ďalej rastie: pri nadmernom naložení auta, nevhodnom tlakovaní gúm (ak je prinízky tlak vzadu), nevhodnom umiestnení nových gúm na auto (ak sú gumy s menším priemerom vzadu).

Výrazne deformovať zadnú geometriu (staticky i dynamicky) dokáže i napr. ľahanie prívesu.

Negatívny odklon ...zabezpečí (v ideálnom prípade) v zákrute čo najkolmejšiu polohu kolies k ceste.
 To fungovalo najmä v minulosti..u mäkších podvozkov+menších odklonoch,dobre.
 Dnes, u trvých podvozkov, nízkoprofilových gúm, nadmernom odklone (SUV/crossovery)...vnútorné koleso ostáva v zákrute permanentne v nadmernom odklone (nie je schopné získať priľnavú vertikálnu polohu a pomôcť preťaženým vonkajším predným kolesám), čím vytvára mnohé riziká. ..viď.nižšie "nadmerný odklon".

Pozitívny odklon ...nájdeme len u nákladných vozidiel/pickupov/autobusov... v prázdnom stave.
 Už pri bežnom naložení prechádza opäť v negatívny.

Nadmerný neg.odklon ...je rizikový najmä z jedného dôvodu, a to, že v zákrute prenáša priľnavosť takmer výlučne na vonkajšie koleso (vnútorné len symbolicky líže cestu vnútornou časťou). Ak toto vonkajšie koleso z akéhokoľvek dôvodu stratí priľnavosť, ..zadná náprava sa zvyčajne 'náhle' utrhne. Bez ohľásenia. A zároveň má tendenciu sa následne opäť náhle 'zaseknúť'.
 Opäť bez ohľásenia. To nie je bezpečné, ani zábavné. Naopak, neutrálne nastavenie auta sa snaží mať v zákrute čo najrovnomernejšie rozloženú priľnavosť medzi ľavým a pravým kolesom. (napr.drift je najlepšie kontrolovaný, ak priľnavosť stráca prv vonkajšie, nie vnútorné koleso)

Nedostatočný neg.odklon ...sa v praxi spravidla nevyskytuje. Môže vzniknúť u neodborného nadmerného nahustenia kolies, bez súčasného vozenia adekvátneho nákladu. Odporúčania výrobcu pre tzv.'naložený' stav, sú často hodne (ozaj hodne) nad optimálnu zodpovedajúcu hodnotu, a môžu viesť v určitých situáciach k neočakávanej pretáčavosti a spolu so zbiehavosťou k zvýšenému dreniu vonkajšej časti pneumatík).

Pre plynulý prejazd zákruty je ideálne, ak je zadný odklon aspoň o cca. $1/2^\circ$ menší ako predný (..prázdne;studené auto). Pre vodičov s požiadavkou na stabilnejšiu zadnú nápravu, postačí $1/4^\circ$ (=15').

...na zohriatom/naloženom aute tak za jazdy vzniká takmer identický odklon vpedu i vzadu,
..s bezpečným prejazdom zákruty, malými náklonmi, a malým opotrebením gúm.
pozn.:u (semi)slickov je ideálne, ak je tento rozdiel väčší, aspoň 1°.

Pozn.: mnoho tuningovo/výraznejšie znížených áut dopláca na znížení vyvolaný nadmerný "rozčapený" odklon vzadu. Nie vždy je ho možné korigovať, takže je vhodné sa vopred informovať, pred obstaraním podvozkových dielov. ...pomôcť môže i výber gúm s progresívnejšou charakteristikou na limite.

Ak nastavujeme aj zadnú nápravu, tak vždy ako prvú, až následne prednú. (každý dobrý mechanik to vie) Výnimkou je snáď len prípad, ak ozaj výraznejšie meníme i predné hodnoty (najmä odklonu na nízkoprofilových gumách), ttedy je žiaduce prednú nápravu aspoň orientačne prednastaviť, (aby nám následne neposunula hotový zadok), potom nastaviť zadok a dofinalizovať prednú nápravu.



...nespomínal som dosiaľ **vplyv ďalších faktorov, ktoré dynamicky menia** geometriu za jazdy, respektíve ovplyvňujú mieru a priebeh (charakteristiku) zmien: tuhosť nápravy (celková, priečna, i relatívna predok->zadok) ovplyvnená: tlmičmi, pružinami, stabíkmi, silentblokmi, pneumatikami (konštrukcia kostry, záťaž.index, profil.číslo, zmes/zameranie modelu, preferencie výrobcu); typ konštrukcie nápravy, zaťaženia (statické|dynamické, ne|odpružené); rozloženie(presun) hmotnosti, rozchod (relatívny), sklon auta pozdĺžny (a vo vyšších rýchlosťach i aerodynamický prítlak náprav).

Stručne si zosumarizujme:

odporúčania podľa TYPU ŠOFÉRA

Šofér uprednostňujúci:	STABILITU	AGILITU
svetlá výška auta	malá	stredná
relatívna výška náprav	nižší zadok	vyšší zadok
Tuhosť náprav	vyššia	stredná
relatívna tuhosť náprav	vyššia vpriedu	vyššia vzadu
Brzdný účinok	vysoký	stredný
relatívny brzdný účinok	vyšší vpriedu	vyšší vzadu
Rozloženie zaťaženia	viac vzadu	viac vpriedu
Rozchod	širší	mierne širší
relatívny rozchod	širší vzadu	širší vpriedu
Výška profilu pneu	nízka	stredná
Tuhosť bočníc	vysoká	stredná
Zmes pneu	mäkká	stredná
Tlak pneu	nižší vzadu	vyšší vzadu
Zbiehavosť-predná	relatívne väčšia	relatívne menšia
Odklony - celkovo	väčšie	miernejšie
Odklon - predný	veľký	stredný
Záklon	väčší	bežný
Zbiehavosť-zadná	väčšia	menšia
Odklon -zadný	relatívne väčší	relatívne menší

Odporúčané univerzálne hodnoty (dôraz na agilitu):

Typ nápravy / náhon:	predokolka/4x4	zadokolka
Zbiehavosť-predná	na koleso... -1' celková... -2' pre veľmi defenzívneho /pohodového šoféra: +2...+3'/koleso. -1°35'... -0°55'	0° 0°
Odklon -predný		
Zbiehavosť-zadná	na koleso...+2'...+3'...agilnejšia / +5'...+6'....stabilnejšia celková... +5'...+6'...agilnejšia / +10'...+12'...stabilnejšia pozn.:náprava so samosvorom: -1'/koleso.	
Odklon -zadný	-0°35'... -1°05'	

NA ZÁVER

...snáď len.. snažiť sa zmeniť chovanie auta masívou zmenou jediného parametra.. nefunguje. Prinieslo by to so sebou negatíva v iných oblastiach.

Ponúkam majiteľom áut odbornú pomoc pri optimalizácii setupu. A nie hocijakého, ale individuálneho presne na požiadavky majiteľa. Pri výbere a nastavení zohľadní aktuálnu konfiguráciu auta, plánované použitie auta, jazdné preferencie majiteľa. Zohľadnenie nízkych nákladov a dizajnu (pri výbere diskov napr.) je samozrejmosť. Pre mnohé (viac i menej) bežné športové, resp.šoférsky zaujímavé modely mám už hotové optimalizované varianty setupov, linky na odporúčané komponenty, apod.

Stačí zaslať aktuálnu konfiguráciu Tvojho auta, a **vypracujem mu vylepšený setup.**

Mailový kontakt nájdeš na str.63.

7. Praktické tipy

ZNÍŽENIE SPOTREBY

...je možné dosiahnuť napr.vhodným načasovaním akcelerácie pri jazde **do kopca**:
 zrýchlenie vykonáme ešte pod svahom|počas blíženia sa k stúpaniu,...aby sme *počas samotného stúpania už tlak na plynový pedál nezvyšovali*. Dôležité je počas stúpania už plyn ani neuberat', aby sme nestratili hybnosť a krútiaci moment. Hned' za vrcholom zaraďme vyšší prevodový stupeň.

Pri jazde z kopca:

ak budeme následne spomaľovať...snažíme sa brzdiť na úseku s menším spádom
 ak budeme následne zrýchľovať (napr.do ďalšieho stúpania)...snažíme sa preventívne akcelEROVAŤ v mieste s prudším klesaním, kde najľahšie získame rýchlosť.

Pri dlhých klesaniach:

je vhodné striedať jazdu so zaradeným prevod.stupňom a jazdu s 'vyhodenou' rýchlosťou tak, aby sme zaistili optimálne spomalenie+chladenie, a na prípadné zrýchľovanie potrebovali len minimálnu akceleráciu.

PLYNOVÝ PEDÁL

...moderné autá vybavené elektronickým plynovým pedálom:

nereagujú ani tak na silu/úroveň jeho stlačenia (ako to bolo kedysi u lankových systémov), ale skôr na intenzitu/rýchlosť stlačenia. Pre optimálnu akceleráciu, hladké radenie, nižšiu spotrebu, je preto vhodné nadobudnúť zvyk stláčať pedál v prvom momente *intenzívnejšie*, a krátko nato opäť *jemne uvoľňovať*. (ešte počas akcelerácie, ešte pred samotným preradením, ešte pred ukončením predbiehania).

Tento postup chce trochu nácviku, ale po jeho zvládnutí prináša mnohé výhody. Ak je pre Vás neprirodzený, je možné realizovať zmenu v setupe (tlakov pneu|geometrie), ktorá dokáže reakciu na plyn(jeho ubratie) zostríť, alebo zjemniť.

Pridavnou možnosťou je inštalácia zariadenia vyhľadzujúceho charakteristiku priebehu reakcií motora na plyn.pedál. Je to finančne náročnejšie, avšak v krátkej dobe návratné a prináša i iné výhody.



LADENIE CHARAKTERISTIKY ELEKTRONICKÉHO PLYNU

...Prenos pohybu plynového pedálu na škrtiaciu klapku (=intenzita akcelerácie/dávkovanie prísunu vzduchu) dnes nie je riešený (ako cca do r.2000) bezprostredným lankovým spôsobom, ale nepriamo cez snímač (potenciometer) na pedáli plynu a káblikom do riadiacej jednotky, ktorá príchodzí signál podľa určitej krivky '*koriguje*'. Tvar a priebeh tejto krivky nevychádza z optima dynamiky, spaľovania ani spotreby. Ale z optima pre dosiahnutie čo najnižšej spotreby/emisií v schvaľovacích testoch EÚ. Kto mal možnosť vyskúšať správanie svojho motora bez tejto 'korekcie', sa nestaci diviť. K tejto korekcii sa ešte pridáva tzv.'adaptívna' korekcia podľa predchádzajúceho štýlu jazdy vodiča, ktorá robí reakciu plynu ešte nepredvídateľnejšou.

Tu prichádza na pomoc 'krabička' tzv.throttle controller, ktorá signál z pedála "*dekoriguje*". Efekt je citelný, a ikeď riadiaca jednotka 'adaptívnej' funkciou stále do toho fuší, je to o poznanie lepšie.

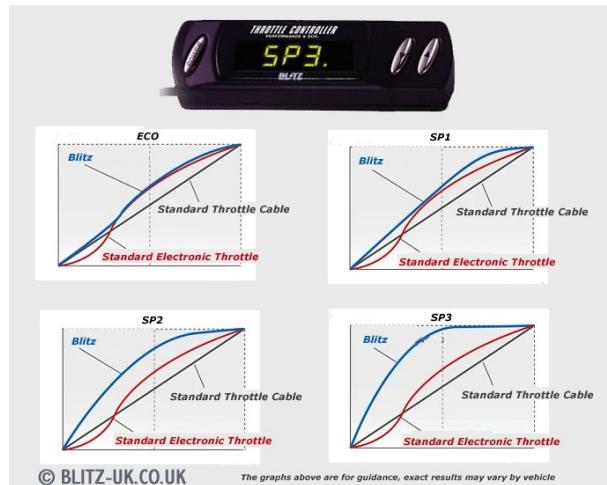
Motor sa rovnomernejšie vytáča, má **jemnejšie dávkovanie** v nízkych otáčkach, presnejšie v prechode do stredných, a lepší „**tah**“. Znížením odporu pri takomto plynulejšom roztáčaní (hmoty zotrvačníka) ..zároveň klesá spotreba.

Nejde o zásah do riadiacej jednotky (limity ako maximálne a voľnoběžné otáčky ostávají zachované...mení sa len priebeh signálu medzi nimi), zariadenie je demontovateľné, v prípade (teoretickej poruchy) 'priechodné' pre pôvodný signál, má niekoľko prepínateľných režimov pre použitie podľa situácie. (nie je nutné ich používať, stačí vybrať 1 najoptimálnejší)

Výhoda je tiež možnosť použiť ho následne v inom vozidle(inej značky)..ak používa rovnaký motor (motorový software). Problém nerobí ani diagnostika alebo STK, keďže signál od plynového pedálu je funkčný a hodnoty plauziblne.

Toto riešenie je dostupné pre väčšinu áut. (vyrába ich niekoľko výrobcov v Európe/Japonsku/USA, napr.Pedalbox, SprintBooster, RaceChip, Blitz, Pedal Commander,...) Výhodou je reálna **návratnosť**. (pri bežnej jazde)

Nie je určené pre každého...vodič jazdiaci spôsobom plyn–brzda ho nevyužije, lebo jeho výhody sa prejavia najmä medzi nízkymi a strednými otáčkami.



STABILNEJŠÍ TLAK GÚM

...je možné dosiahnuť použitím naplnenia pneu 'plynom' (zmesou inertných plynov na báze dusíka). Tá má schopnosť znížiť "samospúšťanie" tlaku (ku ktorému dochádza priebežne).

Pokles tlaku pneumatík s plynom je asi o 60% menší ako u gúm plnených vzduchom.

Iné výhody:

menšie výkyvy vplyvom vonkajšej teploty, nahriatia slnikom a trenia za jazdy. Dlhšia životnosť ventilov.(čiastočne i gúm a diskov) Menšie prehrievanie a opotrebenie (najmä predných gúm). Nepriamo tak získavame i **vyššiu mieru komfortu a dlhšiu životnosť komponentov** podvozka. (=ramená,silentbloky) Auto má v kritických situáciach vyrovnanejšie **predvídateľnejšie správanie**. (kedže sa napríklad nestane že v 1~2 kolesách máme dočasne o hodne vyšší tlak, robiaci šarapatu v jazdných vlastnostiach)

JAZDA S NALOŽENÝM AUTOM

...pre dosiahnutie dostatočnej dynamiky a najmä rezervy pri predbiehaní/jazde do kopca, bez nutnosti častého podradzovania, je výhodné natankovať pred takouto jazdou (väčšiu časť nádrže) **benzínom s vyšším oktánovým číslom**. Ten zabezpečí vyšší krútiaci moment v nižších otáčkach, pohodovejšiu plynulejšiu jazdu bez stresu. Zároveň málinko klesne spotreba, v porovnaní s tým, keby sme trápili motor naloženého auta na 'bežný' benzín.

Ak jazdíme autom len sporadicky, má palivo s vyšším oktánovým číslom aj výhodu o niečo dlhšej stability bez zásadnej straty vlastností.

Pozor však nato, že viacoktánové palivo motor rýchlejšie zohrieva, čo je v zime výhoda, v lete v extrémnom teple, niekde v zápche, pri niektorých háklivejšie konštruovaných motoroch, môže rýchlo dôjsť k prehrievaniu. Ako protiopatrenie, využívame zotrvačnosť naloženého auta pri jazde z kopca na priebežné chladenie motora, počas prestávok nechávame otvorenú kapotu, parkujeme v chládku, a na

krátky moment môžme pustiť i kúrenie, aby "ztiahlo" teplotu z motora. Môžme tiež primiešať 'slabší' benzín.

Odporúčania pre hodnoty tlakov gúm nájdeš na str.9. Pri bežnom 'naložení' auta, t.j.1-2 pasažieri, troška batožiny, nie je potrebné tento tlak korigovať. (najmä pri dlhých trasách v lete po diaľnici...tlak v gumách stúpne dostatočne, aby to vykorigoval) Pri veľmi veľkom zaťažení je vhodná menšia korekcia, a to zvýšenie tlakov rovnomerne vpred u o cca.0,5 desatiny na +100kg záťaže.

Fabrických odporúčaní sa neodporúčam držať, spravidla výrazne deformujú geometriu, znižujú komfort, brzdný účinok a zhoršujú aerodynamickú stabilitu vo vyššej rýchlosťi.

BRZDENIE NA ĽADE

...alebo ujazdenom zmrznutom snehu, je vždy nepredvídateľná činnosť, kedže je opticky často nemožné odhadnúť skutočnú mieru priľnavosti na danom úseku. (najmä ráno/večer/pri nízkej viditeľnosti)

Je dobrým zvykom si za takýchto podmienok, brzdný účinok **vopred 'otestovať'**. ...na vhodnom prehľadnom širšom mieste, pri nižšej rýchlosti (2.prevod.stupeň), a ešte dostatočnom odstupe od miesta brzdenia ...križovatky napríklad.



Krátkym intenzívnejším zošliapnutím, 1~2krát vyskúšame aký je skutočný reálny brzdný účinok, a tomu prispôsobíme odstup|brzdný bod.

Pri tejto 'skúške' musíme počítať s tým, že vozidlo môže náhle prudko vybočiť, ak niektorá z býzd je ešte primrznutá. (ak sa jedná o zadnú brzdu, jemné rýchle "pomykanie" ručnou ju zväčša uvoľní)

BRZDENIE Z KOPCA

...optimálny postup (ak sa chceme vyhnúť nadmernému prehriatiu alebo opotrebovaniu) je používať:

» **opakované krátke impulzy** (na 2/3 účinku), **nasledované pomalším uvoľnením** pedálu

...zabráni prudkému nadľahčeniu zadku (nepredvídateľnej zmene smeru),

...vystriedané krátkou prestávkou medzi jednotlivými stlačeniami (cca.2s) ..ktorá zabezpečí priebežné 'medzichladenie'.

ŠARTOVANIE

...pri prvom 'studenom' štarte, je vhodné prv nechať kľúč ~2sek v polohe "zapaľovanie", a až potom aktivovať "Štartér". Tým umožníme čerpadlu 'dotiahnut' palivo z nádrže a vytvoriť dostatočný tlak pre bezproblémové, okamžité naštartovanie. (platí najmä pre staršie autá; u novších 's tlačidlom'..najprv spravidla 2x stlačiť tlačidlo bez spojky, počkať kým prebehnú testy obvodov a potom so spojkou naštartovať)

- » Štartujeme vždy so stlačenou spojkou (aby sme neroztáčali prevodovku),
- » u studeného motora ponecháme spojku aj po úspešnom naštartovaní ešte pári sekúnd stlačenú.
...ešte nepremazaný motor tak ľahšie rozprúdi ztuhnutý olej.(šetrí to tiež batériu)
V lete postačí 5 sekúnd, v zime 30. (resp.niečo medzi tým...podľa vonkajšej teploty)
- » po uvoľnení spojky, je opäť dobré počkať pári sekúnd, "dopriať" aj prevodovému oleju čas na premazanie všetkých častí.

ŽIVOTNOSŤ GÚM

...u pneumatík platí, že majú 'pamäť', a nešetrné "vymetanie" dier a obrubníkov sa podpisuje na ich vnútornej konštrukcii. (pretrhnutím nylonových/kevlarových/oceľových výstuží kostry) To sa môže neskôr prejavíť 'vydutím' bočnice (v tom lepšom prípade), v tom horšom explóziou bez výstrahy. Riziko stúpa pri vyšších teplotách a zaťaženiach,...napr.v lete na diaľnici na dovolenkou. **Vybrané modely** (lepších výrobcov)...najmä športové, **ponúkajú 'ochranu ráfika'**...špeciálny vystupujúci pás gumy nad ráfikom, ktorý znižuje riziko poškodenia disku a bočnice.

ŽIVOTNOSŤ BŘZD

...mnoho moderných vozidiel je vybavených systémami XDS, ako elektronickou náhradou samosvorného diferenciálu, fungujúcou na princípe pribrzdžovania vnútorného predného kolesa (najmä na výjazde zo zákruty). Niektoré používajú systém pribrzdžujúci vnútorné zadné koleso (najmä v nájazde do zákrut).

Obidva systémy majú najmä redukovať 'zabudovanú' nedotáčavosť sériového nastavenia. Zaťažujú však (najmä pri dynamickej jazde) nadmerne brzdovú sústavu, zvyšujú riziko fadingu. Nedotáčavosť je možné rozumnejšie účinne odstrániť/redukovať prestavením hodnôt (najmä geometrie a tlakov), čím sa zníži početnosť aktivácií týchto systémov. Dôjde tiež k mierнемu zvýšeniu prejazdovej rýchlosťi a životnosti obutia.

U vozidiel s aktívnymi diferenciálmi...s tzv."vektorovaním točivého momentu", je možné vhodnejším nastavením napr.odklonov docieliť hladšie efektívnejšie fungovanie vektorovania, redukciu náklonu a výrazne dlhšiu životnosť pneumatík (najmä znížením priečnych trení|deformácií ešte pred samotným zásahom systému).

Pozitívny vplyv má aj voľba parametrov diskov, gúm, a štýl jazdy (najmä načasovanie+modulácia brzdenia, práca s volantom+plynom, príp.používanie dynamického presunu zaťaženia).



ČO ROBIŤ PRED NASTAVENÍM GEOMETRIE

...Pre nastavovanie geo si odporúčam vybrať deň, keď je pod mrakom (aby slnko nerozhodilo hodnoty), nastaviť si doma studené tlaky, overiť že mám v nádrži zhruba stredné množstvo zvyčajného objemu paliva (t.j.spravidla 60~70%), a po príchode do servisu upozorniť mechanika, že tlaky sú už nastavené. Dozrieť na čo najpresnejšie (najmä stranove symetrické) nastavenie hodnôt, a nakoniec overiť, či "thrust angle" je 0° ($\pm 1'$)...aby vozidlo pod plynom, i na brzdy, najmä na klzku, držalo priamy smer.

RADENIE V OTÁČKACH

...sú občas situácie, keď neplánované musíme prudšie zrýchliť (či-už pri predbiehaní/vyhýbaní na križovatke), keď už nestíhame preradiť (potrebujeme obidve ruky na zatáčanie, apod.) a zároveň nám už 'vyleteli' otáčky hodne vysoko (nad to, kde sa pohybujú bežne). Následne sa situácia uvoľní, ale mnohí majú z preradenia s takto 'vytočeným' motorom, obavu z kopnutia spojky(jej opotrebenia). Ak podobný manéver neovládame ozaj "hladko", je možné si pomôcť **preradením 'ob stupeň'**...čiže priamo z 1->3, (2->4, 3->5). Vtedy ponecháme spojku stlačenú kľudne málinko dlhšie (kým nám spadnú otáčky na úroveň potrebnú pre zaraďovaný vyšší prevodový stupeň) a pri pustení spojky, má motor už v tom momente relatívne nízke otáčky, s malým rozdielom voči otáčkam prevodovky, a nehrozí výraznejší preklz/trhnutie. Je vhodné si to vyskúšať párikrát 'nanečisto', aby sme pri potrebe jeho použitia už konali automaticky.



8. Závodné nastavenia

Základný **postup** pri ladení športového/závodného auta je spočiatku podobný ako u bežných áut: zhodnotenie vhodnosti výberu a parametrov diskov, pneumatík, ich vzájomného zladenia (to všetko separátne pre prednú i zadnú nápravu), nastavenie tlakov kolies, výber pružín a tlmičov (spravidla tzv.coiloverov, čiže staviteľných športových podvozkov), nastavenie výšok (u výškovo staviteľných podvozkov), vyladenie geometrie, vyladenie tuhostí tlmičov (v prípade 2-/3-/4-cestných tlmičov), vyladenie tuhostí stabilizátorov (u nastaviteľných stabíkov, resp.ladenie tuhostí úchytných silentblokov).

Ladenie je spravidla jednoduchšie, ak ide o špecificky zamerané auto, čiže napr.len kopce alebo len slalom, a vždy len 1,resp.vždy 2 osoby na palube. **Ak má auto zmiešané použitie** a zmiešané zaťaženie, je potrebné robiť kompromis, resp.viac alternatívnych nastavení. V takom prípade sa snažím vždy dosiahnuť čo najuniverzálnejší základ tak, aby sa napr.zachovali výšky a geometria, a dodaňuje sa len tuhost' tlmičov, prípadne jemne tlaky kolies, prípadne výber zmesí obutia, pozdĺžne brzdné rozloženie, apod.

Obecne, čím má auto viac nastaviteľných parametrov, tým lepšie ho pôjde nastaviť (iked' proces bude náročnejší). U áut používaných i civilne, je praktickejšie niektoré veci zjednodušiť, čiže napr. vybrať podvozok nastaviteľný tuhostne 'na vrchu' kombinovane pre útlm a kompresiu, a zamerať sa skôr na výber optimálnych spring rates, a kvalitných digresívnych tlmičov (ideálne konkávnych alebo dual-digressive), ktoré majú širší efektívny rozsah vyladenia (i bez nutnosti vnútorného prestavania/preladenia), rýchly nábeh tlmenia, a dobrý pomer správania pri low-speed a high-speed tlmení.

Ja preferujem skôr separátne výškovo a predpäťovo staviteľné jednotky(coilovery), pre ich výhody pri nastavení, väčšom rozsahu zníženia a konštantnom predpäti. Je to však individuálne, pre rally napr. sú vhodnejšie kombinovane staviteľné jednotky renomovaných výrobcov, pre ich vyššiu mechanickú odolnosť alebo väčší rozsah prepruženia.

Obecne **do veľmi lacných coiloverov neodporúčam íst'**, ani pre poloamatérské použitie, nakoľko trpí výrazne životnosť (či už mechanická odolnosť, i povrchová úprava), sú často použité tlmiče s nekvalitnými vnútornosťami (nehodnotou krivkou priebehu tlmenia), ktoré je problematické vôbec nejak nastaviť. (tu platí, že viac klikov nie je viac Adidas:) Plus často sú spojené s príliš tvrdými pružinami (zvyčajne najmä vpred), s rozložením tuhostí, ktoré nerešpektuje pôvodný predo-zadný pomer tuhostí, resp. ho ešte viac posúva do nedotáčavosti.



Pre **výber šírky**(rozmeru) **gumy** som zastáncom skôr užších gúm (najmä vzadu), nakoľko užšia guma ponúka nižšie trecie odpory a nižšiu hmotnosť (gumy i disku), a tým lepšiu dynamiku a grip na rozbitom povrchu.(+dlhšiu životnosť tlmičov) Menšiu kontaktnú plochu (potrebnú napr.pri brzdení alebo v ostrej zákrute) kompenzujem vhodnejšou geometriou (menšími odklonmi a vhodne orientovanými zbiehavosťami), a v menšej miere i optimalizovanými (horúcimi) tlakmi, resp.výberom zmesí/indexov optimálnych pre danú nápravu a použitie.

Nie som zástancom priširokých gúm, lebo prax dokazuje, že nie sú najrýchlejšie (a nielen na klzku) ale ani na suchu, nakoľko ich nadmerný trecí odpor(lepivosť) najmä pri zrýchľovaní, vyrába väčšiu stratu ako je zisk v zákrute alebo pri brzdení.

Tu je dôležitejším faktorom optimálne **zladenie šírky gumy a disku** (viď.tabuľka v ladení riadenia) Kedže napr.(semi)slicky sú reálne v danom rozmere (ich kontaktná plocha) širšie ako bežné gumy, odporúčam tam použiť o pol palca širší disk ako bežné letné optimum. Viac je na škodu a menej je tiež na škodu. Priširoký disk je ľahší, zhoršuje grip/komfort, namáha zavesenie a priveľmi roztiahnutá guma horšie tlmi a je agresívna na limite odtrhu (priľnavosti). Priúzky disk je súčasťou ľahší, ale degraduje kvalitu riadenia (riadenie je tupé a omeškané), auto v zákrute pláve a má zvýšené náklony, čo núti k pomalšej jazde.

Čo sa týka **technológie výroby diskov**, pre športové použitie určite neodporúčam bežné nízkotlaké liate disky (sú mäkké, ľahké a málo odolné). Nie sú však vždy potrebné až celokované (forged) modely, ktoré sú extrémne drahé (magnéziové a karbónové/kevlarové disky ani nerátam), postačia zvyčajne tzv.flow-formed (semi-forged) disky s kovaným bubnom, ktoré ponúkajú najlepší pomer ceny, tuhosti a hmotnosti, a pokladám ich za nevyhnutnosť najmä vo väčších priemeroch.(i u civilných áut)

Pozor však tiež na tzv.závodné/**rallye disky** renomovaných značiek (Braid, ProTrack, EVO Corse, Speedline..), ktoré ponúkajú špecialitky ako napr.oceľové vložky pre skrutky/matici, alebo drážkovanú obrubu ráfika pre optimálny kontakt s pneumatikou (i pri prudkej akcelerácii). Tieto disky sú zväčša optimalizované pre tvrdé nasadenie (šotolina) a stavané na vysokú mechanickú odolnosť, a preto zvyčajne nemajú práve najnižšiu hmotnosť (v danom rozmere). Kto nejazdí práve rally, bude lepšie obslužený s ľahšími napr.flow-formed diskami s tenšími/menejpočetnými lúčami.



Výber **tuhosti pružín** (spring rates) závisí od mnohých faktorov (primárne od hmotnosti auta, zaťaženia náprav, použitia auta, miesta uchytenia na ramene nápravy). Najmä u športových áut so zmiešaným použitím je vhodné poobzerať sa po fórach s porovnávacími súpismi/tabuľkami tuhostí jednotlivých výrobcov, resp. pre istotu priamo na ich stránky (výrobcovia v priebehu rokov i pre staršie modely áut často menia spring rates, resp. ponúkajú niekoľko alternatív pre rôzne použitie/preferencie). Ja preferujem skôr celkove nižšie hodnoty a skôr vzadu vyššie. Prečo? Mäkkšie pružiny je možné mnohými spôsobmi kompenzovať (vyššie tlaky gúm, tuhšie nastavenie tlmiča, gumy s tuhšou bočnicou, tuhšie stabíky, odľahčenie auta), opačne je to však takmer nemožné (snáď len ešte kvalitnejším/drahším tlmičom). Tiež obecne málinko mäkkšia pružina a tuhší tlmič ponúka lepšiu jazdu ako prituhá pružina a úplne mäkký tlmič. Prečo tuhšie vzadu? Jednak preto, že väčšina sériových setupov je stále ešte vzadu trošku primäkká (spôsobujúc nedotáčavosť na výjazde, nadmernú stabilitu a opotrebovanie predných gúm). Mierne tuhší zadok okrem väčšej agility v zákrute, ponúka i menší záklon a tým lepší grip predných kolies a lepšiu aerodynamiku (menšie podfukovanie auta pri vyšších rýchlosťach pri akcelerácii).

Podobný dôvod je pre málinko vyšší **predklon auta** (front rake). Ten je dôležitý najmä u mäkkšieho/vyššieho nastavenia auta (pre nespevnené povrchy). Pomáha najmä s trakciou prednej nápravy, ktorú zvyčajne auto skôr stráca ako vzadu. I pre čisté zadokolky prináša výhodu lepšej aerodynamiky do kopca/pri vyššej rýchlosťi, a robí zadok živší a čitateľnejší. (pomáha tiež s agilitou, ak má auto z nejakého dôvodu skôr mäkkší zadok)

Tuhosť stabilizátorov.. toto je opäť častý (a často predčasný) tunerský zákrok, ak je napr.snaha redukovať náklony.(ktoré boli mimochodom spôsobené inými faktormi: geometriou, diskami s nevhodnými parametrami, tlmičmi s nevhodnými parametrami, napr.slabým útlmom) Tuhý stabilizátor zhoršuje nezávislosť správania/pruženia kolies a je to vlastne prídavná pružina, ktorú musia tlmiče dodatočne a dostatočne zvládnuť (na čo často neboli stavané/dimenzované). Tuhšie stabilizátory redukujú i spätnú väzbu od auta na limite. Preto odporúčam ísť na zvyšovanie tuhosťí stabíkov veľmi opatrne. Spravidla stačí zvýšenie hrúbky o 1-2mm, ideálne sú viacpolohové staviteľné stabilizátory. V niektorých prípadoch postačí len nahradíť pôvodný mäkký gumený úchyt stabíka za tuhší polyuretánový. (napr.Strongflex robí pre väčšinu aplikácií mäkkšiu a tuhšiu verziu) Tu závisí opäť od plánovaného použitia auta a kvality pruženia/tlmenia. Tuhší predný stabilizátor je vhodný napr.pre autoslalom, kde robí riadenie živšie/reaktívnejšie/ľahšie (najmä v prvom momente zatočenia).



Pre okruhy, kopce napr. je vhodnejší tuhší zadný stabík, ktorý redukuje nedotáčavosť na výjazde a dáva lepšie vyváženie v rýchlych tiahlych zákrutách.

Vyladenie **tuhostí tlmičov** je opäť alchýmia a vyžaduje trochu testovania. Výrobca dáva zvyčajne nejaké odporúčanie (často v blízkosti stredných hodnôt). Toto odporúčanie je opäť často smerom k

trochu stabilnejšiemu nastaveniu (t.j.mäkkší zadok). Toto by som odporúčal málinko korigovať. Pri testovaní/ladení vychádzam zo správania auta v základných situáciach: prudšie pohýnanie, prudšie brzdenie a ostrejší vyhýbací manéver (aka šikana). Prvo ladím predo-zadné pohyby, čiže auto pri zrýchľovaní sa nesmie príliš zakláňať a brzdení predkláňať. Začínam skôr s mäkkším nastavením, až kým sa nezredukujú prípadné spomínané predo-zadné pohyby. Toto je relatívne jednoduché, ak mám len jednocestné/kombinované nastavenie tuhosti. Ak je separátne staviteľná kompresia a útlm/rozťah, opäť by som začal s mäkkým nastavením oboch, nastavil prv kompresie tak, aby auto dobre kopírovalo nerovnosti (nebúchalo vpredu ani vzadu). Potom prituhoval útlmy, aby som eliminoval nadmerný predklon pri brzdení (nastavením rozťahu vzadu) a nadmerný záklon pri zrýchľovaní (rozťah vpredu). Ak je staviteľná low-speed a high-speed kompresia, tak high-speed kompresia určuje správanie na krátkych nerovnostiach (pohlcovanie hrbolov, dier, dilatácií) a low-speed kompresia správanie na dlhých nerovnostiach (horizonty, priehyby, predklon pri brzdení/v nájazde do zákruty, záklon pri pohýnaní/na výjazde zo zákruty).

Potom by som testoval správanie v ostrejších zákrutách pod plynom a na brzdy. A doladil ho najmä prituhnutím rozťahu/útlmu na jednej z náprav: tuhší predok mi dá živší nájazd, ale stabilnejší/nedotáčavejší výjazd, tuhší zadok mi dá menej ochotný/reaktívny nájazd, ale agilnejší/pretáčavejší výjazd.

Je dobré si na záver overiť, že mám na oboch nápravách aspoň málinko tuhší útlm ako kompresiu (low-speed), aby nebola niektorá náprava nedotlmená. Ak je požiadavka na zvýšenú agilitu, mal by som skončiť s málinko tuhšou zadnou nápravou ako prednou.

Pozn.:ak sa auto nadmerne vpredu ponára pri brzdení (najmä na suchu), môže to byť spôsobené i nevhodným pozdĺžnym rozdelením brzdných účinkov (prebrzdňovaním prednej nápravy). Vtedy je potrebné presunúť viac účinku dozadu (príp.použiť tvrdšie platničky vzadu).

Vyváženie je dobré testovať výraznejším pribrzdňovaním uprostred tiahlej rýchlejšej zákruty. Ak je auto vynášavé, pridať brzdy dozadu; ak je pretáčavé, pridať účinok dopredu.

Ak ide auto **s asymetrickým zaťažením vpredu** (t.j.bez spolujazdca), odporúčal by som malú korekciu: vpravo vpredu ubrať/zmäkčiť tuhosť tlmiča o 1~2 kliky (podľa max.počtu klikov). U separátne staviteľného nastavenia kompresie a útlmu: napr.ubrať/zmäkčiť kompresiu o (1)~2 kliky a útlm o 1 klik. Pri jazde so spolujazdcom, opäť stranovo vyrovnať hodnoty. Toto treba následne otestovať pri náhlych zmenách smeru (serpentínach), či auto zatača rovnako do oboch strán. Tu je podmienka, že musia byť odklony stranovo symetrické, a tlaky gúm rovnež symetrické (nesmie slnko jednostranne nahriať jednu stranu).

V tejto súvislosti spomeniem, že **pre civilné** (športové) **použitie** odporúčam najmä do bežných pneumatík (s mäkkšími bočnicami) použiť ako **náplň dusík**(zmes inertných plynov), ktorá mi výrazne zastabilizuje tlaky a spraví chovanie auta predvídateľnejším a konzistentnejším. U závodných aplikácií (najmä na krátke trate) by použitie plynu značne sťažilo nahrievanie gúm (najmä na začiatku trate), takže tam je vhodnejšie zostať pri vzduchu. Tam sa dá nadmerné prehrievanie redukovať napr.vhodnými/redukovanými (ro)zbiehavosťami a odklonmi, a málinko vyššími počiatočnými tlakmi a mäkkším nastavením podvozka.(viď.kapitola o geometrii)

Autor



Jamnický Martin, Ing.

Krátko o mne...

- + 5 rokov v importe, veľkoobchode a servise pre: BBS, AEZ, Toora, Dunlop, Goodyear, AvonTyres..
- + ocenenie z medzinárodných súťaží pre Ford a Matador
- + ocenenia z pohára AutoSlalomu kategórie S2
- + coaching mladých jazdcov AutoSlalomu
- + štúdium a aplikácia skúseností profiinštruktora z V.Británie
- + a jazdcov značkových pohárov: Lotus, Renault, Subaru, Alfa Romeo,
veteránov auto-x, nascar, rally, driftu z USA, Nemecka, Švédska, Japonska
- + 15 rokov experimentovania na vlastných vozidlách a 9 rokov konzultácií pre individuál.klientov

Viac tiež na blogu:

>> <http://prosetup.sk>

alebo maily: info@prosetup.sk

zážitok z jazdy...

 PROsetup.sk

Pre koho? je táto príručka určená...

pre každého, kto nejakým spôsobom nie je spokojný so správaním svojho auta, hľadá spôsob ako ho zdokonaliť.

Podľa možnosti finančne a technicky nenáročným spôsobom. So zmenami, ktoré prinesú pozitívne efekty vo viacerých oblastiach súčasne.

Cielim na zlepšenia v oblasti ovládateľnosti, pohodlia, dynamiky, uspokojenia z jazdy, ale i hospodárnosti prevádzky i nižších servisných nákladov.

Nielen pre športové alebo závodné použitie, ale i bežné cestovanie.

Pre každého, kto sa nespolieha iba na univerzálne odporúčania a nastavenia výrobcu, ale má odvahu i chut' si ich individualizovať pre svoje potreby a použitie.



V príručke nájdeš rady ako...

- zdokonaliť riadenie
- zvýšiť komfort
- odstrániť nedotáčavosť
- zladiť parametre diskov a gúm...