

# GEOMETRIJA IN NASTAVITEV KOLES PRI KLASIČNEM AVTOMOBILU IN NJEHOVA STABILNOST MED VOŽNJO

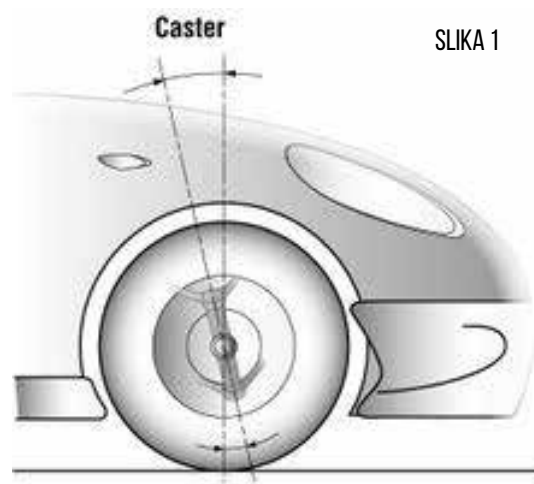
Vladimir Perkič, J.J.Puch, Ljutomer, Fotografije: Arhiv

Običajno se po uspešno zaključeni obnovi avtomobila odpravimo na prve testne vožnje. Ker smo predhodno geometrijo koles in podvozja nastavili približno, nas zanima obnašanje vozila na cesti, predvsem tudi njegova stabilnost in odzivnost pri krmiljenju. Še posebej pri predvojnih vozilih, ki so bila izdelana med obema vojnama (iz vintage obdobja) in starejših, obstaja težava pri krmiljenju preko volanskega mehanizma in prednje toge preme v tem, da imajo polžasta gonila volanskega mehanizma več ali manj mrtvi hod – predvsem v ničelnem položaju krmila (prema smer vožnje). To lahko ima za posledico, tudi če je prednja prema obnovljena in brez odvečne zračnosti, da je vozilo na cesti glede držanja smeri nestabilno. Če je podlaga manj kvalitetna - neravna, je voziti zelo težavno in nevarno, saj je potrebno vozilo neprestano »loviti« in korigirati smer vožnje. Kaj storiti?

Prvi poizkus, ki se poraja vozniku kot ideja, je zmanjšati zračnost v krmilnem mehanizmu – polževem gonilu. To se v praksi izkaže za zelo nevarno početje, saj, če zmanjšamo zračnost med polžem in polžjim kolesom v ničelnem položaju, se nam kaj kmalu zgodi, da pri zavoju avtomobila v eno od skrajnih smeri ne bomo mogli krmila več odviti, mehanizem namreč zablokira in nas pripelje v zelo nevarne razmere, ko vozila ni mogoče več krmariti.

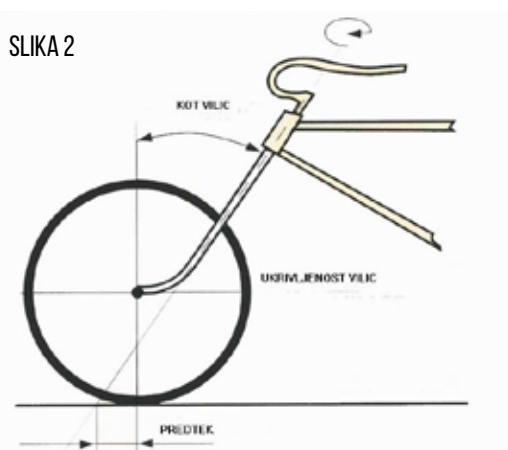
Rešitev, ki se pokaže kot zelo uspešna in pripomore k odličnemu držanju preme smeri na cesti, je pravilna nastavitve geometrije prednjega para koles.

**Caster ali predtek** je kot, ki nastane med namišljeno črto, potegnjeno med obema drsnima zgloboma in črto pravokotno na podlago, ki gre skozi center pesta, slika1.



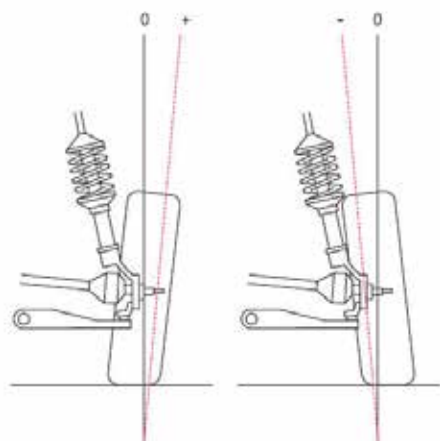
SLIKA 1

V našem primeru gre za pozitivni caster/ predtek, ker je pesto nagnjeno nazaj v vozilo. Predtek sprednjih koles je odločilnega pomena za stabilnost vozila v vzdolžni smeri vožnje, po zavoju pa poskrbi, da se vozilo samostojno poravna v smer vožnje. Večji predtek pomeni večjo stabilnost v vzdolžni smeri vožnje in težje zavijanje. Delovanje casterja si enostavno ponazorimo na dvokolesu, slika 2. Marsikdo se spomni, kako smo se v mladosti, po zaslugi pozitivnega casterja, vozili s kolesi, ne da bi se z rokami oprijemali krmila in smo s tem vzbujaali pozornost opazovalcev.



SLIKA 2

Kot zaostajanja ali naklon koles, imenovan tudi **camber**. Je nagib para koles navzven ali navznoter, gledano od spredaj v vzdolžni smeri vozila, slika 3.



SLIKA 3. POZITIVNI IN NEGATIVNI NAKLON KOLES

Moderni avtomobili z radialnimi nizko presečnimi pnevmatikami uporabljajo negativni camber, pri tem se poveča površina pnevmatike pri oprijemu cestišča v zavojih – zaradi delovanja sil in momentov na rotacijo nosilne šasije, kar povzroči, da bi v ekstremnih pogojih lahko dosegli celo pozitivni naklon, kar bi pomenilo vožnjo samo po zunanjem robu pnevmatike.

In že smo pri vprašanju, zakaj se pri vintage avtomobilih praviloma uporablja pozitivni naklon na sprednjih kolesih. Zaradi manjše naležne površine prednjega para pnevmatik je krmiljenje lažje – posledično manjša dinamična obremenitev toge prednje preme in s tem olajšano zavijanje. Drugi razlog je, da je pri zavijanju večja obremenitev na notranjo pnevmatiko – obremenitev v smeri notranjega ležaja obese, ki ima bistveno večjo trdnost, kot zunanji del osi (drevesna struktura). Tudi profil makadamskih cestišč z izboklino na sredini kolovoza je bil kot

SLIKA 4. POZITIVNI CAMBER PRI VINTAGE DIRKALNIKU SPREDAJ

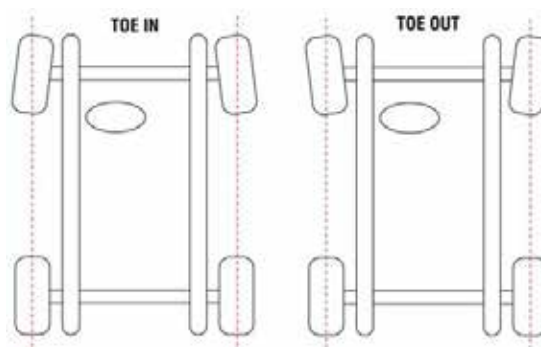


nalašč za pozitivni naklon koles. Okrogli profil balloon diagonalnih pnevmatik, kot za motorna kolesa, se je v tistem času praviloma uporabljal tudi za avtomobile.

Velja tudi ugotovitev, da zavore tovrstnih zmagovalnih avtomobilov nikoli niso bile nek presežek v primerjavi z današnjim časom. Če povežemo obe nastavitvi prednjih koles ugotovimo, da več Casterja/predteka pomeni tudi večjo spremembo Camberja med zavijanjem. Posledica vsega je dvigovanje sprednjega dela avtomobila. Ko "spustimo volan", teža avtomobila sama poravnava kolesa nazaj v smer vožnje. Pri vozilih s togimi osmi spredaj in zadaj se camber ni nikoli spreminjal, saj je bil določen že s konstrukcijo osi – odkovkom v tovarni. Ta pa je postal nastavljen šele kasneje, s konstrukcijo neodvisnega vpetja koles spredaj in zadaj.

Pozitivno in negativno stekanje koles ali »toe in ali toe out«.

Zamik vzdolžne linije med sprednjimi in zadnjimi kolesi pomeni stekanje koles. Če gre za zadnji pogon, kot je to primer pri večini vintage vozil, je sprednji par koles »zaprt«, spredaj sta torej primaknjeni za nekaj milimetrov, kar ima za posledico boljšo smernost in s tem stabilnost vozila v smeri vožnje. Je zelo dobra nastavitvev, ko želimo umiriti sprednji del avtomobila med pospeševanjem. Povzroči pa, da izgubimo nekoliko "ovinkanja" in vhod v zavoj je manj agresiven. Avto je lahko zaradi tega tudi podkrmiljen. V praksi običajne vrednosti razlike v razdalji med obročema sprednjih koles spredaj in zadaj v osni simetriji naj ne presežata 4 do 6 mm. Še posebej ne pri vožnjah na trši in oprijemljivejši podlagi. Povečana vrednost pozitivnega stekanja prednjih koles v tem primeru pomeni večjo obrabo koles (večje prečno trenje pnevmatik). Stekanje para prednjih koles prikazuje slika 5.



SLIKA 5.

Na uglašenost podvozja vsekakor vplivata vzmetenje in pa togost nosilnega okvirja – šasije vozila. Bolj kot je šasija vozila toga, bolj so spremembe nastavitve občutne, ker se razne sile in momenti bolje prenesejo na samo konstrukcijo. Šasija, ki je relativno fleksibilna, bo določene nastavitve kompenzirala in "izničila" spremembo, ki smo jo naredili. V takih primerih je težje priti do pravih rezultatov, saj bo potrebno več sprememb oz. nastavitvev, da bi našli pravilno rešitev.

Na koncu še način posega pri nastavitvi predteka ali casterja pri Amilcarju CS, ki mi je na začetku vožnje povzročal kar nekaj težav pri krmarjenju in držanju smeri na cesti, še posebej pri povečani hitrosti vožnje. Ker sprednjo os nosijo četrt eliptične vzmeti, je bilo treba za nagib le-te nazaj proti vozilu dodati kovinski klin (kajlo) med obe spojni površini. Po podatkih proizvajalca omenjenega vozila je priporočen nagib obeh pest 5-7 stopinj, zato sem vzel za izhodišče povprečno obremenitev vozila in izračunal višino klina. Pri izračunu za izsek petih stopinj iz obsega kroga sem uporabil enačbo  $2PI \times RADIJ \times 5/360 = 4,8 \text{ mm}$ . Na sliki 6. je na rezkalnem stroju izdelan eden od obeh jeklenih klinov in postavljen na položaj prednje osi, kjer je pritrjena  $1/4$  eliptična vzmet. Pri meritvi nagiba pesta in caster kota sem si pomagal z vodno tehtnico in inclinometrom



SLIKA 6



SLIKA 7. BRUŠENJE OKROGLIN SKOZI KLIN ZA VIJAČNO SPOJITEV VZMETI, KLINA IN OSI.



SLIKA 8

(metrom nagiba), ki sem ga v dobrih starih časih uporabljal za nastavitvev elevacije pri satelitskih paraboličnih antenah. – glej sliko 8. Obstaja tudi možnost meritve kota z GIZMO programom za iPhone - pametni telefon je mogoče uporabiti kot orodje za direktno meritev kota nagiba.

Nastavitev stekanja prednjih koles se izvede s korekcijo dolžine veznega droga. Merilne vrvice postavimo med obročema sprednjih koles spredaj in zadaj v center pesta (v horizontalni ravnini). Delno odvijemo varovalni matici na koncu veznih zglobov. Pri zasuku veznega droga v desno se razdalja med kolesoma spredaj zmanjšuje. Razdaljo med sprednjima robovoma kolesnih obročev sem zmanjšal za 2,5 mm glede na ničelno vrednost so teka koles.

Na koncu lahko z zadovoljstvom ugotovim, da je avto kot preroben, upravljanje s krmilom je postala zabava in užitek. Pri povečani hitrosti se zaradi vpliva pozitivnega so teka koles spredaj in dodatne sile, ki pritiska na prednjo premo in krmilje, avto še bolj drži premočrtne smeri kot sicer. Res je, da je potrebno nekaj dodatnega navora pri zavijanju, je pa tudi res, da se avto pri izteku iz zavoja zelo lahko poravna v vzdolžno smer vožnje. In tako je prav.

Viri:

[https://help.summitracing.com/app/answers/detail/a\\_id/5255/~/~what-is-caster%3F](https://help.summitracing.com/app/answers/detail/a_id/5255/~/~what-is-caster%3F)

<https://www.quora.com/Why-do-old-racecars-have-positive-camber>