

## DISSIPATION OF RESULTS OBTAINED DURING BRAKE TESTING

It is well known that results of all engineering measurements demonstrate a scatter, originating from a number of stochastic factors. These factors may be provoked by the experimenter, instrumentation and/or measurement techniques, but also by random variables which are out of control of the experimenter. Therefore, to understand measurement results the probability theory must be invoked for an adequate treatment of data. It applies particularly to measurements realized in the course of different brake testing, because braking process is under complex influence of various random variables. In this case it is worthwhile to study in more details the nature of the scatter of the measured results, with an emphasis on the factors independent of the measuring method, instrumentation or applied measuring technique, i.e. on the factors which are not under control of the experimenter. These factors may be treated as "generic" or "natural". The knowledge of "generic" factors is of a great importance for the type approval and conformity testing of brake systems according to ECE or other relevant regulations. In order to enlighten this problem and particularly in order to provide a more confident and reliable basis for the interpretation of brake testing results, a set of experiments have been undertaken. Due to expressive stochastic character of the braking process the undertaken experiments have to be continued. However, experiments realized so far point out to important conclusions which deserve attention.

*Key words: brake testing, stochastic factors, dissipation results of measurement*

### RASIPANJE REZULTATA PRI ISPITIVANJU KOČNICA

Dobro je poznato da su rezultati svakog eksperimenta u tehnici podložni rasipanju koje je rezultat dejstva niza slučajnih faktora. Ovi uticaji potiču od ispitivača, merne opreme i/ili tehnike merenja, ali mogu da budu izazvani i nizom drugih slučajnih faktora na koje istraživač ne može da utiče. Zbog toga je neophodno da se radi pravilnog tumačenja rezultata nekog eksperimenta primene pravila iz teorije verovatnoće. Ovo se odnosi i na slučaj tumačenja rezultata dobijenih u toku ispitivanja kočenja, zbog toga što je proces kočenja u znatnoj meri zavistan od uticaja niza veličina slučajnog karaktera.

Zbog toga je potrebno da se detaljnije analiziraju rasipanja rezultata merenja, posebno s obzirom na uticaj faktora koji ne zavise od metode merenja i primenjene merne opreme tj. tehnike merenja, a kojima ispitivač ne može da upravlja. Faktori o kojima je ovde reč obično se smatraju "prirodnim" ili "generičkim" faktorima. Poznavanje ovih uticaja je vrlo važno u slučaju ispitivanja radi homologacije tipa vozila, kao i u okviru ispitivanja saobraznosti proizvodnje koja se sprovode prema odredbama ECE Pravilnika i drugih relevantnih propisa.

Radi osvetljavanja ovog problema a posebno radi formiranja sigurnije i pouzdanije baze za interpretaciju rezultata ispitivanja kočenja izvršena je serija eksperimenata. Zbog izražene stohastičke prirode procesa kočenja ovakvi eksperimenti će morati da budu nastavljeni. Međutim, do sada obavljena istraživanja ukazuju na izvesne zaključke koji zaslužuju posebnu pažnju.

U uvodu je objašnjeno stanje u oblasti istraživanja. Uticaj raznih faktora na rezultate ispitivanja kočenja i stvarni smisao samih rezultata analiziran je u [1], a stohastička priroda procesa kočenja u [2,3,4]. Radovi [3 do 9] posebno se bave stvarnom prirodom raznih faktora koji utiču na proces kočenja. Na osnovu svega toga je pokazano da se rezultati pri ispitivanju kočenja manje ili više rasipaju, zbog čega su uticajni faktori razvrstani u (i) "ulazne" tj. među uslove ispitivanja i (ii) "izlazne", tj. one koji predstavljaju rezultate merenja kočnih performansi.

Detaljnije je opisan izvršeni eksperiment, koji počiva na ispitivanjima tipa "0" sa isključenom spojnicom za opterećeno vozilo kategorije M1. Urađena su dva seta ispitivanja. U prvom je početna brzina bila 80 km/h, sa pritiscima u prenosnom mehanizmu od 50 do 60 bar-a. U drugom setu ispitivanja, početna brzina je bila 100 km/h, a pritisci su iznosili 60 do 75 bar-a. U oba slučaja ispitivanja su vršila dva probna vozača, s tim što je jedan od njih učestvovao u oba ispitivanja. Za jednu grupu početnih uslova tj. za jedan određeni tip ispitivanja urađeno je ukupno 30 "istih" kočenja. Sve to bliže je opisano u Tablici 1. Dobijeni rezultati ispitivanja prikazani su tablično i dijagramski (tablice 2 do 5 i dijagrami od 1 do 8). Na ovim dijagramima posebno su pokazani rezultati dobijeni pri "prvom" kočenju (FA), za prvih 5 kočenja (MR zbog obrade primenom medijalnog ranga), a za svih 30 kočenja u obliku raspodele gustine verovatnoće. Pomoću slika 9 i 10 pokazano je da izlazne veličine, tj. izmerene performanse moraju čak i u idealnom slučaju, kada su svi ulazni parametri strogo kontrolisani, da se posmatraju kao veličine slučajnog i promenljivog karaktera, što ukazuje na to da vozač ne može da utiče na njihov "prirodni" ili "generički" karakter.

U posebnom delu rada detaljnije su elaborirani zaključci. Posebno je istaknuto da je eksperimentima snažno potvrđena polazna hipoteza o znatnom rasipanju rezultata ispitivanja kočnih karakteristika vozila čak i u slučaju kada se smatra da su uslovi diskretni, tj. nepromenljivi, kao što je slučaj kod homologacijskih ispitivanja. Ovo znači da bi ubuduće trebalo sa većom pažnjom tumačiti svaki rezultat homologacijskih ispitivanja vozila u pogledu kočenja.

**Ključne reči: ispitivanje kočnica, slučajni faktori, rasipanje rezultata merenja.**