

**CENTAR ZA MOTORE I MOTORNA VOZILA
MAŠINSKOG FAKULTETA U NIŠU**

i

**CENTAR ZA BEZBEDNOST SAOBRAĆAJA
MAŠINSKOG FAKULTETA U KRAGUJEVCU**

Aleksandar Stefanović

***DRUMSKA VOZILA
- osnovi konstrukcije -***

Autor:

dr Aleksandar Stefanović, diplomirani mašinski inženjer
redovni profesor Mašinskog fakulteta u Nišu

DRUMSKA VOZILA
- osnovi konstrukcije -

Prema odluci Nastavno naučnog veća Mašinskog fakulteta u Nišu broj 612-400-7/2010 od 10. septembra 2010. godine, a na predlog recenzenata, izložena materija predstavlja univerzitetski udžbenik namenjen pre svega studentima Mašinskog fakulteta

Recenzenti:

dr Aleksandra Janković, redovni profesor Mašinskog fakulteta u Kragujevcu

dr Ivan Klinar, redovni profesor fakulteta Tehničkih nauka u Novom Sadu

dr Ferenc Časnji, redovni profesor fakulteta Tehničkih nauka u Novom Sadu

Izdavač: Mašinski fakultet u Nišu i

Centar za bezbednost Mašinskog fakulteta u Kragujevcu

Glavni i odgovorni urednik: **Prof. dr Aleksandar Stefanović**

Tiraž: 200 komada

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd



Prihvatanjem Bolonjske deklaracije na Mašinskom fakultetu u Nišu i u stremljenju da se studentima ponudi veći broj disciplina koje su bliske njihovom stručnom opredeljenju, počev od školske 2008/09. godine zaživeo je predmet nazvan jednostavno „drumska vozila“, predviđen programom Mašinskog fakulteta u Nišu, na smeru Transport i logistika.

Polazeći od osnove da je cilj predmeta da pripremi mašinske inženjere za rad u oblasti saobraćaja, a uzimajući u obzir da je za proučavanje konstrukcije drumskih vozila predviđen samo jedan semestar, ovaj udžbenik je koncepcijom podređen tom cilju. Tema ovog kursa se bazira na predmetu “motorna vozila”, koga sam nekada, po starom programu, predavao studentima Mašinskog fakulteta u Nišu u dva semestra. Ovoga puta je gradivo koje je obrađuje teoriju kretanja svedeno na najmanju meru, odnosno onoliko koliko je potrebno da student shvati koje sile dejstvuju na vozilo i njihovu korelaciju, a zadržana je oblast konstrukcije vozila, proširena oblašću eksploatacionih ispitivanja istih i principima ugradnje pogonske grupe u vozila. Jasno je da se svo znanje ne može smestiti u gradivo za jedan semestar, tako da je ovde prezentirano bar onoliko koliko smatramo da je potrebno da inženjeri, koji će se baviti održavanjem i eksploatacijom vozila, imaju početnog znaja iz te oblasti, koje će kasnije nadgraditi praksom.

Sagledavajući potrebe u našim autosaoobraćajnim preduzećima, u ovoj knjizi biće date i osnove eksploatacionog ispitivanja vozila, pre svega prilikom zamene pojedinih sklopova sklopovima sličnih karakteristika ali drugog proizvođača.

Pri pisanju ove knjige trudio sam se da svi termini, definicije, izrazi i simboli koji se koriste budu usaglašeni sa nekadašnjim JUS standardima, sada SRPS, M.F2.010 iz 2001. godine (klipni motori sa unutrašnjim sagorevanjem - rečnik, deo 1, termini koji se odnose na konstrukciju i rad motora), M.N0.010, M.N0.012, M.N0.013 i M.N0.050.

S obzirom da proizvodnja vozila u Srbiji, u vreme pisanja ove knjige, po konstruktivnoj koncepciji i tehnologiji ne može da bude konkurentna svetskoj proizvodnji, čitaoci će primetiti da je autorska koncepcija bila više naklonjena obrazovanju stručnjaka koji će da rade u saobraćajnim preduzećima, dakle ne obrazovanju u smislu projektovanja vozila, već pre svega njihovom održavanju i pravilnoj eksploataciji. Shodno napred navedenom, u ovom udžbeniku će prezentirana materija biti tako koncipirana da studenti shvate suštinu konstrukcije vozila i sklopova istog, značaj iste, uslove rada i opterećenja iste, ali i osnove eksploatacionog ispitivanja vozila, pre svega prilikom zamene pojedinih sklopova sklopovima sličnih karakteristika ali drugog proizvođača, što je u našim preduzećima čest slučaj.

S obzirom da se predmet sa ovim ciljem i po ovakvom obimu predaje na MF u Nišu sada prvi put, dakle eksperimentalno, da li smo realizovali predviđeni cilj pokazaće praksa, a nadamo se i dobronamerne primedbe čitaoca. Stoga zadržavamo pravo da se, povremeno, obrađena materija menja, shodno proceni kako je studenti prihvataju, unose neke savremene konstrukcije i ispitivanja ili isključe delovi gradiva koja se preklapaju sa nekom već ranije proučavanom materijom, što će biti redovno ažurirano na sajtu MF u Nišu.

I pored brižljive višestruke korekture i prečitavanja, svestan sam da još uvek ima grešaka, te ih kao deo svoje nepažnje, ja primam na sebe. Stoga ću biti zahvalan svima koji mi na greške, eventualne nedorečenosti ili možda nejasno prezentirane materije budu ukazali.

Zahvalnost dugujem i mlađem kolegama dr Milošu Miloševiću i Predragu Miliću koji su većinu slika preuzetih iz drugih knjiga ili časopisa pogodno prerađili za ovo izdanje.

Septembar 2010.

Aleksandar Stefanović

SADRŽAJ

Uvod	13
I.1 Istorijat vozila.....	16
I.2 Definicije i podele vozila.....	24
I.2.1 Klasifikacija drumskih motornih vozila prema SRPS NO. 010	25
I.2.2. Podela vozila prema zakonu o bezbednosti u saobraćaju Republike Srbije	28
I.2.3. Klasifikacija i označavanje vozila prema broju osovina i pogonskih točkova.....	30
I.2.4 Podela prema pravilniku Evropske Unije.....	38
I.2.5 Standardi	41
I.2.6. Pojmovi i veličine kod drumskih vozila	43
I.2.7. Merenje standardne potrošnje goriva	50
I.2.8. Identifikacija vozila	51
II.1. Mehaničke grupe vozila	52
II.2. Osnovna koncepcija položaja motora i rasporeda pogona.....	53
II.3 Ram (Okvir) vozila.....	55
II.3.1 Oblici okvira	55
II.3.2 Ispitivanje konstrukcije vozila	64
II.4. Karoserija vozila.....	66
II.5 Sistem oslanjanja i ogibljenja.....	72
II.5.1 Elastični elementi oslanjanja.....	78
II.5.2 Vrste sistema ogibljenja.....	90
II. 6. Uvodne napomene o transmisiji.....	104
II.6.1 Klasifikacija transmisije	105
II.7 Određivanje položaja težišta	109
II.7.1 Određivanje poprečnih koordinata težišta	109
II.7.2 Određivanje podužnih koordinata težišta.....	110
II.7.3 Određivanje visine težišta.....	110
III. Pogonski agregati	114
III.1 Uskladištenje energije.....	115
III.2 Karakteristike pogonskog agregata koje su povoljne za korišćenje u vozilima	116
III.3 Analiza pogonskih karakteristika pojedinih agregata	119
III.3.1 Klipna parna mašina kao pogonski agregat vozila.....	119
III.3.2 Gasno turbinski motor kao pogonski agregat vozila	122
III.4 Vozila sa elektro pogonom	127
III.4.1 Gorivne ćelije u kombinaciji sa elektromotorom.....	131
III.4.2 Hibridni pogon motornih vozila	134
III.5 Klipni motor SUS i motorno vozilo.....	136
III.6 Analiza karakteristika pojedinih pogonskih agregata	137
III.7 Toplotni motori	142
III.7.1 Motori sa spoljnim sagorevanjem	142
III.8 Klipni motori sa unutrašnjim sagorevanjem	148
III.8.1 Opis rada četvorotaktnog motora	149
III.8.2 Opis rada dvotaktnog motora.....	150
III.8.3 Podela motora	154
III.8.4 Karakteristike klipnih motora sa unutrašnjim sagorevanjem	160
III.8.5 Značice motora.....	170
III.8.6 Nadpunjeni motori.....	178
III.8.7 Motori sa rotacionim klipom	189
III.8.8 Izbor motora.....	194

IV.	Spojnica	200
V.	Menjač	213
V.1	Podela menjača	216
V.1.1	Mehanički menjači	216
V.2	Izbor broja stepeni prenosa	222
V.2.1	Izbor međustepena – raspored prenosnih odnosa	225
V.3	Konstruktivna rešenja menjačkih kutija	233
V.4	Automatski menjači	235
V.5.1	Poluautomatski menjači	236
VI.	Razdelnici snage	241
VII.	Kardanska vratila	243
VII.1	Kinematika kardanskog zgloba	247
VI.1.1	Provera kritičnog broja obrtaja za kardanska vratila	251
VIII	Pogonski most	254
VIII.1	Izbor prenosnog odnosa u pogonskom mostu	254
VIII.2	Vozila sa pogonom na svim točkovima	260
VIII.3	Diferencijali sa samoblokiranjem	267
IX	Teorija kretanja drumskih vozila	272
IX. 1	Sile otpora kretanju vozila	273
IX.2	Sile otpora pri kretanju vozila iz mesta	273
IX. 3	Spoljašnje sile otpora pri kretanju vozila	273
IX.3.1	Sila otpora kotrljanju R_f	273
IX.3.2	Sila otpora vazduha R_v	277
IX.3.3	Sile otpora kretanja na usponu R_α	280
IX.3.4	Otpori kretanju priključnog vozila R_p	282
IX.3.5	Otpori inercionih sila - sila otpora ubrzanju odnosno usporenju vozila “ R_i ” ..	282
IX.2.6	Analiza otpora	284
IX.4	Unutrašnji otpori - stepen korisnosti transmisije	292
X	Proračun vuče (vučni bilans)	293
X.1	Bilans sila	296
X.2	Dinamička karakteristika vozila	295
X.3	Bilans snaga	296
X.4	Oblast stabilnog rada motora	299
X.5	Eksploataciono područje motora	302
X.I	Dinamičke reakcije tla	303
XI.1	Najveće vučne sile na točkovima	305
XI.1.1	Pogon zadnjim točkovima	305
XI.1.2.	Pogon prednjim točkovima	305
XI.1.3.	Pogon na sva četiri točka	305
XI.2	Granične vrednosti uspona	306
XI.2.1	Maksimalna vrednost uspona	306
XI.3	Maksimalna moguća brzina vozila	308
XI.3.1	Pogon prednjim točkovima	308
XI.3.2	Pogon zadnjim točkovima	308
XI.3.3	Pogon na svim točkovima	309
XI.4	Maksimalno moguće ubrzanje	309
XI.5	Spreg vozila	310
XI.6	Maksimalna masa priključnog vozila	311
XI.6.1	Pogon na prednjoj osovini	311
XI.6.2	Pogon na zadnjoj osovini	312

XI.6.3	Pogon na svim točkovima	312
XII.	Stabilnost vozila	313
XII.1	Podužna stabilnost	313
XII.1.1	Prevrtanje oko zadnje osovine	313
XII.1.2	Stabilnost vozila sa aspekta upravljivosti	316
XII.1.3	Prevrtanje vozila oko prednje osovine	317
XII.2	Poprečna stabilnost vozila	318
XII.2.1	Kretanje vozila na putu sa poprečnim nagibom	319
XII.2.2	Kretanje vozila na ravnom horizontalnom putu u krivini	320
XII.3	Stabilnost vozila na bočni vetar	322
XIII.	Upravljanje vozilom i upravljački mehanizam	324
XIII.1	Zaokretanje automobila	324
XIII.2	Trapez upravljačkog mehanizma	327
XIII.3	Elementi stabilnosti upravljajućih točkova	331
XIII.3.1	Uticaj elastičnosti pneumatika na stabilnost vozila	336
XIII.3.2	Uticaj procesa kočenja i vučne sile na stabilnost vozila	336
XIII.4	Elementi upravljačkog mehanizma	337
XIV	Teorija kočenja	344
XIV.1	Energetska analiza	344
XIV.1.1	Promena kinetičke energija vozila	345
XIV.1.2	Promena potencijalne energije vozila	347
XIV.2	Dinamička analiza procesa kočenja	350
XIV.2.1	Maksimalne vrednosti sile kočenja	351
XIV.3	Određivanje maksimalnog usporenja	354
XIV.4	Zakoni kretanja kočenog vozila	355
XIV.4.1	Vreme kočenja	356
IX.4.2	Put kočenja	356
XIX.5	Kočni uredaji vozila	363
XIV.5.1	Prenosni mehanizam u sistemu kočnica	364
XIV.5.2	Vrste kočnica prema konstrukciji	372
XV	Sigurnost automobila i putnika i smanjivanje posledica nesreća	376
XV.1	Opšte postavke	376
XV.2	Aspekti sigurnosti vozila, putnika i ostalih učesnika u saobraćaju	377
XV.2.1	Aktivna sigurnost	377
XV.2.2	Sistemi elektronske kontrole kretanja vozila	389
XV.2.3	Udobnost putnika	397
XV.2.4	Elementi pasivne sigurnosti vozila i putnika	398
XV.3	Principi projektovanja kabine i karoserije vozila	398
XV.3.1	Unutrašnja zaštita kod frontalnog sudara	400
XV.3.2	Spoljašnja bezbednost	403
XV.3.3	Ergonomski aspekti vozila	404
XV.4	Ekološki aspekti i emisija izduvnih gasova	408
XV.4.2	Katalizatori	410
	LITERATURA	412

VAŽNIJE UPOTREBLJENE OZNAKE

Sile akcije i reakcije [N]

- F_{μ} - sila prijanjanja
- F_0 - ukupna obimna (vučna) sila na pogonskim točkovima
- F_{01}, F_{02}, F_0 - vučna sila na prednjim, zadnjim, prednjim i zadnjim pogonskim točkovima,
- ΔF_0 - višak vučne sile na pogonskim točkovima,
- F_0 - slobodna vučna sila na pogonskim točkovima,
- F_C - centrifugalna sila
- F_r - sila trenja, uopšte,
- G - ukupna težina automobila
- G_A - težina automobila koja se prenosi na tlo preko točkova prednje osovine
- G_B - težina automobila koja se prenosi na tlo preko točkova zadnje osovine
- G_T - težina točka automobila ili deo težine automobila koja se prenosi na tlo preko jednog točka
- G_P - ukupna težina prikolice ili poluprikolice (priključnog vozila)
- G_{φ} - težina prijanjanja
- G_k - korisna nosivost
- G_S - sopstvena težina automobila
- K - ukupna sila kočenja, tangencijalna reakcija tla usled kočenja,
- R - rezultujuća tangencijalna reakcija tla, sila trenja u diferencijalu,
- R_i - sila otpora ubrzanju vozila, inercijalna sila pri ubrzanju vozila,
- R_v - sila otpora vazduha,
- R_{α} - sila otpora uspona – nagiba puta,
- R_f - sila otpora kotrljanju,
- R_u - sila ukupnog otpora puta, jednaka $R_f + R_{\alpha}$,
- R_p - ukupna sila otpora prikolice- vučna sila prikolice,
- R_v - sila otpora vazduha prikolice.
- Z - radijalna reakcija točka, normalna reakcija tla,
- Z_1 - ukupna normalna reakcija prednjih točkova,
- Z_2 - ukupna normalna reakcija zadnjih točkova,
- X - tangencijalna – podužna reakcija tla,
- Y - tangencijalna – bočna reakcija tla,
- Z' - ukupna normalna reakcija levih točkova vozila,
- Z'' - ukupna normalna reakcija desnih točkova vozila,

Momenti [Nm]

- T_e - obrtni moment motora,
- T_0 - obrtni moment pogonskih točkova,
- T_i - inercioni moment,
- T_r - moment otpora vozila, moment usled trenja u elementima transmisije,
- M_{0S} - slobodni moment,
- M_f - moment otpora pri kotrljanju,
- M_{f1}, M_{f2} - moment otpora kotrljanja točkova prednje, zadnje osovine,
- M_K - kočioni moment,
- $M_{S=M_S}$ - moment stabilizacije

Masa [kg] i moment inercije [Nms²]

- M - masa uopšte,
- $J_x; J_y; J_z$ - moment inercije vozila u odnosu na osu koja prolazi kroz težište
- J_T - moment inercije točka,
- J_m - moment inercije obrtnih delova motora i spojnice,

Snaga [kW]

- P_e - efektivna snaga motora,
- P_0 - pogonska snaga ili snaga koja se predaje pogonskim točkovima,
- P_r - snaga koja se gubi u prenosnim mehanizmima,
- ΔP_0 - višak snage na pogonskim točkovima,
- P_{OS} - slobodna snaga na pogonskim točkovima,
- P_f - snaga koja se angažuje na savlađivanje otpora kotrljanja točkova,
- P_v - snaga koja se angažuje na savlađivanje otpora vazduha,
- P_i - snaga koja se angažuje na savlađivanje otpora inercije vazduha,
- P_α - snaga koja se angažuje na savlađivanje otpora uspona puta,
- $P_{\Sigma R}$ - snaga koja se angažuje na savlađivanje ukupnog otpora,

Dužinske [m, cm, mm] , Površinske [m², cm², mm²], Zapremske mere [m³, cm³, mm³, l]

- L - ukupna dužina vozila,
- B - širina vozila,
- H - visina vozila,
- V - zapremina uopšte
- V_s - radna zapremina jednog cilindra motora [cm³, l]
- V_t - ukupna radna zapremina [cm³, l]
- l - osovinsko rastojanje,
- $2s, s$ - trag točkova,
- s_1, s_2 - trag prednjih odnosno zadnjih točkova,
- a - koordinata težišta, rastojanje od prednje osovine do poprečne težišne ravni,
- b - koordinata težišta, rastojanje od zadnje osovine do poprečne težišne ravni,
- c - koordinata težišta, rastojanje od težišta do podužne ravni simetrije vozila,
- h_T - visina težišta,
- h_r - visina napadne tačke rezultujuće sile otpora vazduha,
- h_p - visina poteznice,
- r_n - nominalni ili nazivni poluprečnik točka,
- r_s - statički poluprečnik točka,
- r_d - dinamički poluprečnik točka,
- r_f - poluprečnik kotrljanja točka,
- R - poluprečnik zaokretanja,
- R_T - poluprečnik zaokretanja težišta vozila,
- ρ_T - poluprečnik inercije mase točka u odnosu na osu obrtanja,
- ρ - poluprečnik inercije uopšte, poluprečnik prohodnosti,
- s - hod klipa
- d - prečnik klipa,

Put [m], brzina $\left[\frac{m}{s}; \frac{km}{h}\right]$, ubrzanje, usporenje $\left[\frac{m}{s^2}\right]$

- S - put uopšte, put ubrzanja- zaleta vozila,
- S_k - put kočenja vozila,
- S_{k1} - put pri kočenju samo prednjim točkovima,
- S_{k2} - put pri kočenju samo zadnjim točkovima,
- S_{k4} - put pri kočenju sa četiri točka (svim točkovima),
- u - obimna brzina,
- v - brzina vozila,
- w - brzina vazduha,
- v_k - kritična brzina,
- v_s - brzina pri kojoj počinje klizanje,
- v_p - brzina pri kojoj počinje prevrtanje,
- v_a - brzina izjednačavanja,
- v_δ - brzina bočnog pomeranja pri skretanju,
- $j = dv/dt$ - ubrzanje vozila,
- g - ubrzanje sile zemljine teže,

- Ugaona brzina $[s^{-1}]$, ugaono ubrzanje $[s^{-2}]$, broj obrtaja $[\text{min}^{-1}]$, vreme [t] i uglovi**
- $\omega; d\omega/dt$ - ugaona brzina i ugaono ubrzanje pri kretanju vozila u krivini,
 - $\omega_e; d\omega_e/dt$ - ugaona brzina i ugaono ubrzanje kolenastog vratila motora,
 - $\omega_T; d\omega_T/dt$ - ugaona brzina i ugaono ubrzanje točka,
 - n - broj obrtaja uopšte
 - n_p - broj obrtaja kolenastog vratila pri maksimalnoj snazi motora,
 - n_v - broj obrtaja kolenastog vratila pri maksimalnoj brzini,
 - n_T - broj obrtaja kolenastog vratila pri maksimalnom momentu,
 - t - vreme uopšte, vreme ubrzanja (zaleta) vozila,
 - t_k - vreme kočenja vozila,
 - α - podužni nagib puta, ugao zaokretanja,
 - β - poprečni nagib puta, ugao zaokretanja,
 - α_s, α_p - ugao nagiba puta pri kome dolazi do klizanja (s), odnosno prevrtanja (p) vozila,
 - β_s, β_p - poprečni nagib puta pri kome dolazi do klizanja (s), odnosno prevrtanja (p) vozila

Prenosni odnosi [-],

- i_m - prenosni odnos u menjaču,
- i_0 - prenosni odnos u glavnom prenosniku (pogonskom mostu),
- i_r - prenosni odnos reduktora,
- i - ukupni prenosni odnos,
- q - odnos prenosnih odnosa dva uzastopna stepena prenosa.

Koeficijenti [-]

D	- dinamički faktor
φ	- koeficijent prijanjanja,
f	- koeficijent otpora pri kotrljanju,
f_0	- koeficijent otpora pri kotrljanju za brzine do 60 km/h,
p	- nagib puta,
u	- koeficijent ukupnog otpora puta,
η_e	- efektivni stepen korisnosti motora,
η_m	- mehanički stepen korisnosti menjača,
η_k	- mehanički stepen korisnosti prenosnih vratila,
η_0	- mehanički stepen korisnosti glavnog prenosnika,
η	- mehanički stepen korisnosti transmisije (ukupni),
m_1, m_2	- koeficijent preraspodele težine za prednju i zadnju osovinu,
k_s	- koeficijent otpora pri skretanju,
k_1, k_2	- koeficijent otpora skretanja prednje i zadnje osovine,
δ_1, δ_2	- uglovi skretanja prednje i zadnje osovine
δ	- koeficijent učešća obrtnih masa,
k	- odnos sila, uopšte, i koeficijent proporcionalnosti,
k_p	- koeficijent težine prijanjanja,
K	- koeficijent otpora vazduha,
$W=K, A$	- faktor otpora vazduha,
c_x	- koeficijent aerodinamičnosti vozila
λ	- koeficijent proporcionalnosti uopšte,
K_b	- koeficijent blokiranja diferencijala,
K_r	- koeficijent raspodele pogonskih momenata na točkove jedne osovine,
η_B	- koeficijent bočne stabilnosti,
η_A, η_L	- koeficijent iskorišćenja gabarita (za privredna vozila, putnička vozila),
η_2	- koeficijent stabilnosti zadnje osovine,
e_T	- koeficijent elastičnosti motora po obrtnom momentu,
e_N	- koeficijent elastičnosti motora po broju obrtaja,
ε	- stepen kompresije,
γ_0	- specifična vučna sila,
s	- koeficijent klizanja,
z	- broj cilindara motora; broj točkova vozila.

Ostale oznake

p_e	- srednji efektivni pritisak [Pa, MPa, bar]
g_c	- specifična potrošnja goriva [g/kWh]
Q_h	- časovna potrošnja goriva [kg/h], [l/h]
Q	- potrošnja goriva na 100 km pređenog puta [kg/100 km], [l/100 km]

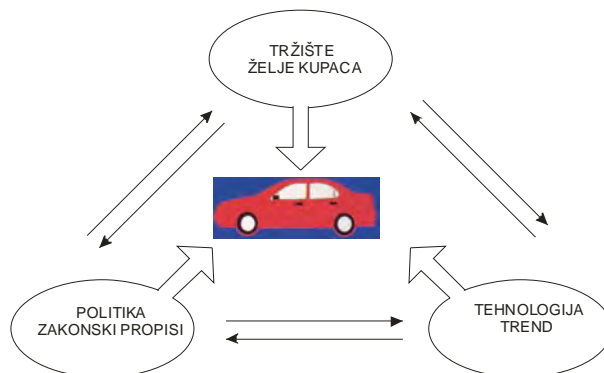
Uvod

Sveukupna ljudska aktivnost na Zemlji, protok roba i putnika neumitno uslovljava i ubrzava razvoj saobraćajnih sredstava, od kojih drumska motorna vozila, svih vrsta i kategorija imaju značajno mesto u proizvodnji svake države. Deluje začuđujuće, ali je činjenica, da dnevna proizvodnja putničkih vozila, većine evropskih proizvođača iznosi oko 2000 vozila, a motora za vozila i radne mašine čak i oko 7000 dnevno. Shvatajući da ovako velika proizvodnja jednostavno mora za kratko vreme i da bude prodana, sasvim dovoljno ukazuje koliko se napora i novca ulaže u ovaj jedan segment sveukupne proizvodnje.

U vremenu u kome živimo, a posebno u onome koje je pred nama, zahtevi tržišta i administrativni propisi država uslovljavaju da integracija motora i motornih vozila sa okruženjem mora da postigne izuzetno visoku efikasnost. Da bi se to postiglo "stepen integracije" mora da bude sa što manjim troškovima proizvodnje i održavanja i da se pri tom postigne maksimalna efikasnost u recikliranju istih. S tim u vezi i motori sa unutrašnjim sagorevanjem i vozila se sve više integrišu sa okolinom, kako sa stanovišta funkcionalnih svojstava, bezbednosti saobraćaja i zaštite okoline, tako i u odnosu na racionalno korišćenje energije, sirovina i drugih prirodnih izvora, kao i ekonomično odvijanje proizvodnih procesa. Ovakvi zahtevi već sada postaju mogući, a u budućnosti su sasvim izvesni. Zahvaljujući između ostalog, velikoj primeni elektronike, automatizacije i specijalnih mikro procesora, postignuto je da nekada tipično mašinski sistemi postanu složeni i multidisciplinarni tehnički sistemi.

Sa druge strane, ljudska aktivnost na Zemlji, znatno je poremetila ekološku ravnotežu i materijalne rezerve. U tome motori i motorna vozila uopšte, prema nekim procenama imaju učešća nešto više od 14 % u zagađivanju okoline, a prozivaju se i kao znatni izazivači buke i vibracija, [28].

Da bi se lakše shvatili uslovi koji se stavljaju pred proizvođače, svi uticajni faktori u proizvodnji motora i motornih vozila, mogu se svrstati u tri osnovne međuzavisnosti (slika 1).



Slika 1. Uticajni faktori u razvoju i proizvodnji motora i vozila

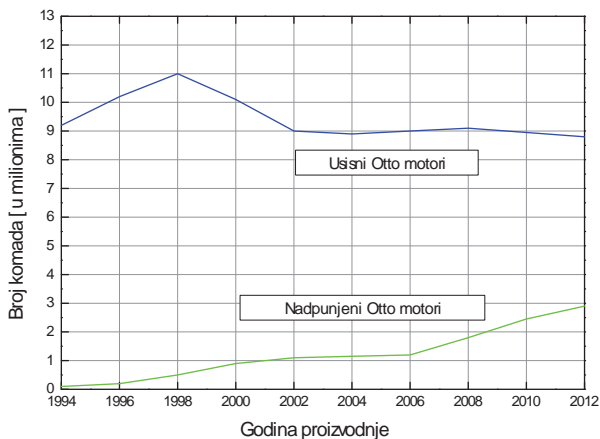
Ovakva koncepcija, nekada revolucionarna, sada postaje klasične shvatanje proizvođača čak svih vrsta roba.

Prema slici 1, pod pojmom "tehnologija i trend" podrazumevaju se stanje i mogućnosti u mašingradnji i tehnologiji kao i njihova međusobna zavisnost. Čak i sa sadašnjim stanjem razvoja u ovoj oblasti, ovde se ne očekuju veći proizvodno tehnološki problemi, bez obzira na uticaj faktora "politika i zakonska ograničenja". Ono, čemu se posebno sada pridaje važnost u proizvodnji vozila i motora je: smanjenje potrošnje goriva,

smanjenje buke, povećanje komoditeta i sigurnosti putnika kao i samog vozila, uz povećanje snage i brzine vozila.

Sa druge strane, posredno, preko povećanja snage motora, brzine vozila i komfora putnika, direktno se utiče na povećanje mase vozila, što sa svoje strane negativno utiče na potrošnju goriva, čineći da ovi faktori sada postaju suprotnost jedni drugima, kao: smanjenje potrošnje goriva i smanjivanje emisije štetnih izduvnih gasova, a da se pri tome traži povećanje snage motora, brzine vozila i slično. Pedantni statističari su izračunali da je kod evropskih vozila godišnje povećanje mase vozila iste klase čak 1,3%, dok je kod američkih vozila isto 1,1%.

Rešenja za navedene probleme su u principu poznata, kao na primer: korišćenje motora sa promenljivom radnom zapreminom i razvoj istih sa promenljivim hodom klipa, motori sa isključivanjem rada pojedinih cilindara, jednovremenim sagorevanjem siromašne gorive smeše i slična rešenja, [28].



Slika 2. Trend povećanja proizvodnje turbo nadpunjenih oto motora

Dakle, prilaz rešavanju problema je poznat, te stoga svetski poznate firme u svojim institutima intenzivno rade na nalaženju dobrih, a po ceni prihvatljivih rešenja.

Želja za čistijom i zdravijom prirodnom sredinom, visokog životnog standarda ali i konačnost klasičnih energetske izvora, neumitno je navela društvo da propisima nateraju proizvođače, ali i potrošače, na drugojačiji i sve strožiji odnos prema okolini. Naravno, strategija razvoja jedne zemlje, poreske olakšice za "čistije motore", ograničenja maksimalnih brzina na putevima, protočna sposobnost puteva, definisana preko specifične snage vozila unutar jedne države, ali i međusobni odnosi između pojedinih država, uvele su i politiku u veoma bitne činioce proizvodnje. Ovi uticajni faktori obuhvaćeni su jednim izrazom "**politika i zakonska ograničenja**". Ovde su posebno značajni propisi o graničnim vrednostima emisije štetnih izduvnih gasova i buke (takozvane Euro norme), a u svetlu konačnosti energenata, emisije izduvnih gasova i limitirane potrošnja goriva u zavisnosti od radne zapremine motora.

Bez sumnje može se reći da faktor zakonskog ograničenja ustvari i usmerava pravac razvoja motora i komponenata, ali i postavlja pitanje kom alternativnom energentu treba dati "zeleno svetlo" na početku XXI. veka, kao gorivu motora sa unutrašnjim sagorevanjem. Sa ovog aspekta posmatrano, fiskalna politika država, koja je ranije i nametnula razliku u koncepciji američkih i evropskih motora, odnosno litarska snaga, kao faktor oporezivanja, gubi svoj značaj osnivanjem multinacionalnih kompanija, otvaranjem svetskog tržišta i