

Student: **Domagoj Brlošić**

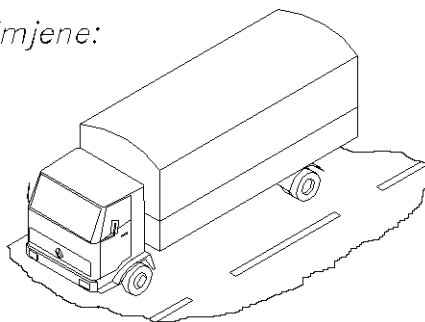
Kolegij: **Normizacija motornih vozila (2002.02.)**

ISPITIVANJE SNAGE MOTORA PREMA PRAVILNIKU ECE R-85

I. OPIS I UVJETI ISPITIVANJA

Pravilnik ECE R-85 propisuje način ispitivanja snage pogonskog motora vozila kategorije M i N, vidi **sliku 1**.

Područje primjene:



Vozila M i N kategorije

Slika 1. Područje primjene pravilnika ECE R-85

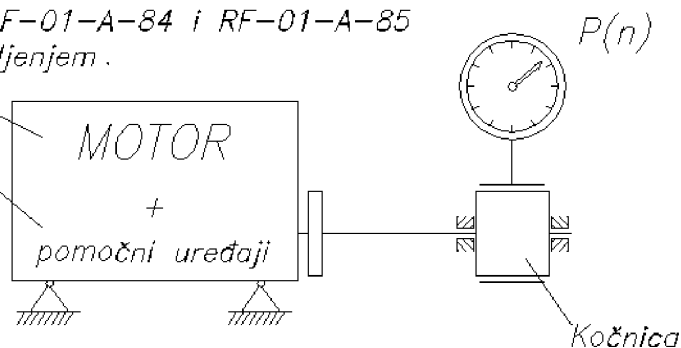
Mjerenjem snage dobiva se krivulja snage motora u ovisnosti brzine vrtnje, pri maksimalnom opterećenju. Mjerenje se vrši na način opisan u pravilniku.

Referentno gorivo:

- prema CEC dokumentu RF-03-A-84 za motore s kompresijskim paljenjem,
- prema CEC dokumentu RF-01-A-84 i RF-01-A-85 za motore sa stranim paljenjem.

Pomoćni uređaji^():*

- ispušni sustav,
- dobavna pumpa goriva,
- rasplinjač,
- usisni sustav,
- električni generator itd.



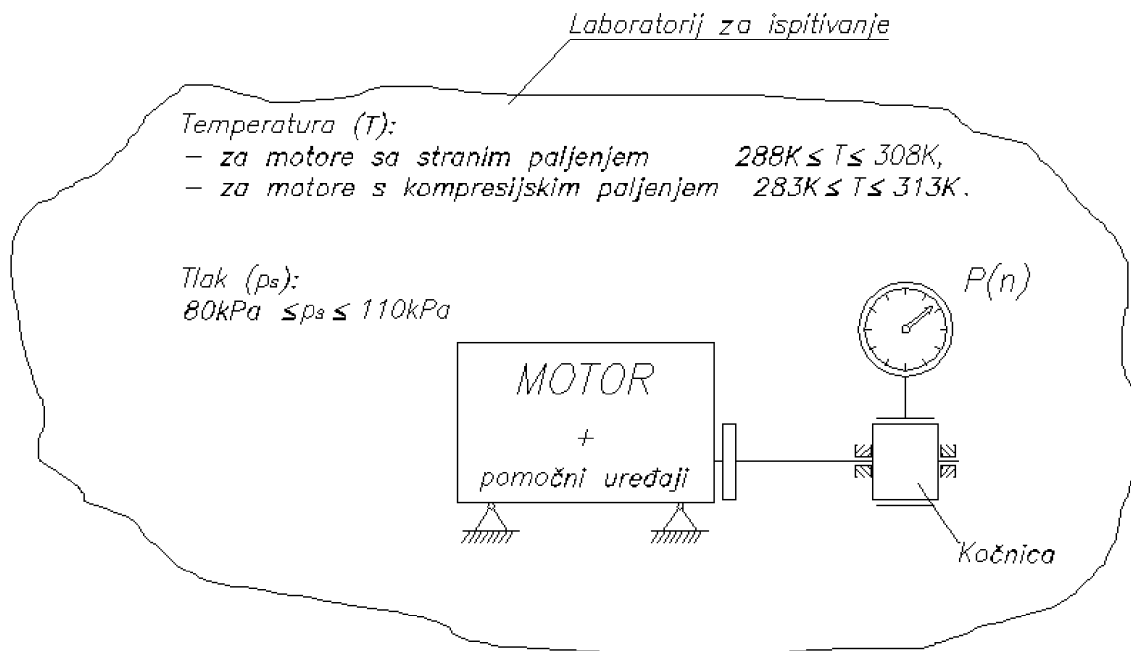
Slika 2. Mjerenje snage prema pravilniku ECE R-85: mjerenjem se određuje snaga motora $P(n)$

Pomoćni uređaji (**slika 2.**) su oni pomoćni uređaji koji su potrebni za pogon motora ugrađenog u vozilo. Oni se ugrađuju na istu poziciju koju zauzimaju za vrijeme upotrebe vozila.

Uređaji ugrađeni na motoru, koji su neophodni samo za pogon vozila ali ne i za pogon motora, za vrijeme ispitivanja ne smiju biti ugrađeni na motor. To su npr. zračni kompresor za kočnice, pumpa servo-volana, kompresor zračnih opruga, uređaj za klimatizaciju.

⁽¹⁾ Vidi tablicu 1., ECE R-85, dodatak 4. (Table 1., Annex 4)

Snaga onih uređaja koji nisu neophodni za rad motora nego su potrebni za pogon vozila ali se ne mogu demontirati s motora za vrijeme ispitivanja, određuje se kod rada motora u neopterećenom stanju i zatim se ta snaga dodaje izmjerenoj snazi motora.



Slika 3. Atmosferski uvjeti za vrijeme ispitivanja, prema ECE R-85, moraju biti unutar označenih granica.

Kao što se vidi iz **slike 3.** uvjeti okoline za vrijeme ispitivanja moraju biti u gore navedenim granicama. Kako je potreban veći broj mjerenja da bi se mogla ispravno definirati krivulja snage između najniže i najviše brzine vrtnje, doći će do rasipanja rezultata, kako zbog točnosti mjerenja tako i zbog promjene atmosferskih uvjeta. Rezultati mjerenja snage korigiraju se na *referentne atmosferske uvjete*:

- temperatura zraka (T_0): 298 K (25 °C)
- tlak suhog zraka (p_{s0}): 99 kPa

II. RAČUNSKA OBRADA REZULTATA

Korekcija snage vrši se prema izrazima (točka 5.1., pravilnik ECE R-85, dodatak 4.) :

$$P_0 = \alpha \cdot P$$

gdje je: P_0 - korigirana snaga; α - faktor korekcije i to: α_a - za motore sa stranim paljenjem, α_d - za motore s kompresijskim paljenjem; P - izmjerena snaga kod uvjeta za vrijeme ispitivanja.

a) Faktor korekcije α_a za motore sa stranim paljenjem:

$$\alpha_a = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{1.2} \left(\frac{T}{298} \right)^{0.6}$$

Da bi ispitivanje bilo valjano, faktor korekcije α_a mora biti između $0.93 \leq \alpha_a \leq 1.07$. Ukoliko su ove vrijednosti premašene, ispitivanje neće vrijediti i u izvještaju o ispitivanju će se navesti razlog, tj. nezadovoljavajući atmosferski uvjeti za vrijeme ispitivanja (tlak i temperatura).

b) Faktor korekcije α_d za motore s kompresijskim paljenjem:

$$\alpha_d = f_a \cdot f_m$$

gdje je: f_a - atmosferski faktor, f_m - faktor motora: karakteristični parametar za svaki tip motora i za svako podešavanje.

- Atmosferski faktor f_a za nenabijene i nabijene motore s mehanički pogonjenim kompresorom:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right) \left(\frac{T}{298} \right)^{0.7}$$

- Atmosferski faktor f_a za motore s turbopunjačem sa ili bez hlađenja nabijenog zraka:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{0.7} \left(\frac{T}{298} \right)^{1.5}$$

- Faktor motora f_m :

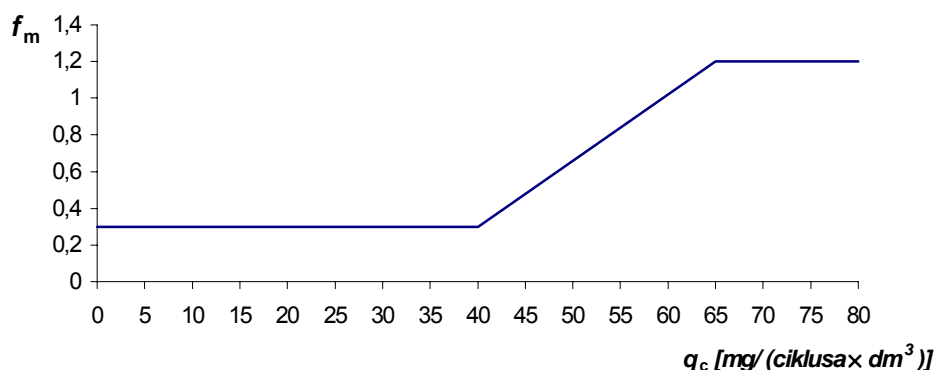
$$f_m = 0.036 \cdot q_c - 1.14 \quad \text{za } q_c = 40 \dots 65 \text{ mg}/(\text{ciklus} \times \text{dm}^3)$$

$$f_m = 0.3 \quad \text{za } q_c < 40 \text{ mg}/(\text{ciklus} \times \text{dm}^3)$$

$$f_m = 1.2 \quad \text{za } q_c > 65 \text{ mg}/(\text{ciklus} \times \text{dm}^3)$$

gdje je: $q_c = \frac{q}{r}$ - korigirani protok goriva; q - protok goriva u miligramima po ciklusu i litri radnog volumena motora [$\text{mg}/(\text{ciklusa} \times \text{dm}^3)$]; r - omjer tlakova na ulazu i izlazu kompresora ($r = 1$ za nenabijene motore).

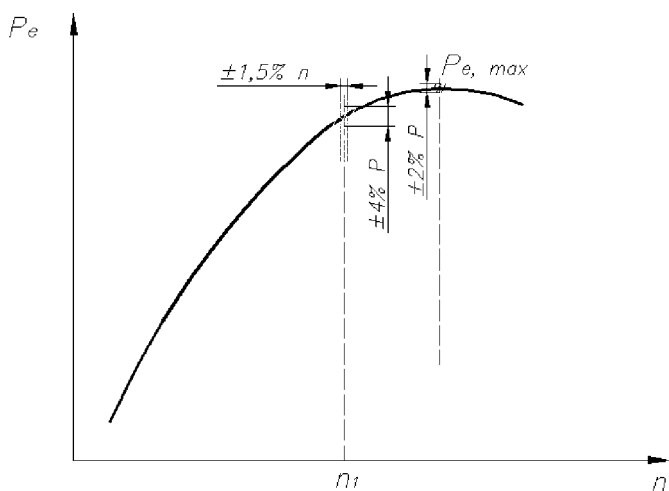
Vrijednosti faktora motora f_m prikazane su na **sluci 4**. Dizelovi motori osobnih vozila nalaze se u području $q_c < 40 \text{ mg}/(\text{ciklus} \times \text{dm}^3)$, npr. za motor VW Golf 4 1.9 TDI snage 66 kW pri 3750 min^{-1} , pri punom opterećenju kod 4000 min^{-1} , korigirani protok goriva iznosi približno $q_c = 20 \text{ mg}/(\text{ciklus} \times \text{dm}^3)$



Slika 4. Faktor motora f_m u ovisnosti o korigiranom protoku goriva q_c

Da bi ispitivanje bilo valjano, korekcijski faktor α_d mora biti u granicama $0.9 \leq \alpha_d \leq 1.1$. Ukoliko su ove vrijednosti premašene, ispitivanje neće vrijediti i u izvještaju o ispitivanju će se navesti razlog, tj. nezadovoljavajući atmosferski uvjeti za vrijeme ispitivanja (tlak i temperatura).

Podaci se zapisuju u obrazac "REZULTATI ISPITIVANJA I MJERENJA NETO SNAGE MOTORA", slika 6., koji je dan u prilogu dodatka 4. (Annex 4- Appendix), pravilnika ECE R-85.



Slika 5. Krivulja ovisnosti neto snage motora o brzini vrtnje motora

REZULTATI ISPITIVANJA I MJERENJA NETO SNAGE MOTORA	
1.	Ispitni uvjeti
1.1.	Pritisak izmjeren kod najveće snage
1.1.1.	Ukupni barometrički tlak Pa
1.1.2.	Tlak vodene pare..... Pa
1.1.3.	Ispušni tlak..... Pa
1.2.	Temperature izmjerene kod najveće snage
1.2.1.	Usisnog zraka..... K
1.2.2.	Na izlazu iz međuhladjaka motora..... K
1.2.3.	Rashladne tekućine
1.2.3.1.	Na izlaznom dijelu kod motora s rashladnom tekućinom..... K
1.2.3.2.	U referentnoj točki u slučaju zračnog hlađenja..... K
1.2.4.	Mazivog ulja..... K (označena točka mjerenja)
1.2.5.	Goriva
1.2.5.1.	Na ulaznom dijelu pumpe goriva..... K
1.2.5.2.	U uređaju za mjerenje potrošnje goriva..... K
1.3.	Karakteristike dinamometra
1.3.1.	Proizvođač..... Model.....
1.3.2.	Tip.....
2.	Goriva
2.1.	Za motore s normalnim paljenjem koji rade na tekuće gorivo
2.1.1.	Proizvođač.....
2.1.2.	Specifikacije.....
2.1.3.	Dodaci protiv udara (olovo itd.).....
2.1.3.1.	Tip.....
2.1.3.2.	Sadržaj..... mg/l
2.1.4.	Oktanski broj RON..... (ASTM D 26 99 – 70)
2.1.4.1.	Specifična gustoća..... g/cm ³ pri 288 K
2.1.4.2.	Donja ogrjevna vrijednost..... kJ/kg
2.2.	Za motore s normalnim paljenjem pogonjeni s plinovitim gorivom
2.2.1.	Proizvođač.....
2.2.2.	Specifikacije.....
2.2.3.	Tlak skladištenja..... bar
2.2.4.	Uporabni tlak..... bar
2.2.5.	Donja ogrjevna vrijednost..... kJ/kg
.....
.....
.....

Slika 6. Obrazac za upisivanje podataka

Na slici 5. su prikazani rezultati i dopuštena odstupanja izmjerene neto snage u pojedinim mjernim točkama, u odnosu na podatke proizvođača, te dopušteno odstupanje brzine vrtnje motora za određenu neto snagu⁽²⁾.

⁽²⁾ – Vidi točku 5.3, ECE R- 8

III. PRIMJER

Mjerenje neto snage pogonskog motora vozila Zastava 128

Prilikom ispitivanja treba mjeriti sve veličine propisane u prilogu dodatka 4 (Annex 4- Appendix), od kojih su ovdje navedene samo najvažnije.

REZULTATI ISPITIVANJA I MJERENJA NETO SNAGE MOTORA

1. Ispitni uvjeti

1.1. Tlak izmjeren kod najveće snage

1.1.1. ukupni barometarski tlak	101466 Pa
1.1.2. tlak vodene pare	2502,8 Pa
1.1.3. ispušni tlak	102000 Pa

1.2. Temperature izmjerene kod najveće snage

1.2.1. usisnog zraka	294 K
1.2.3. rashladne tekućine	
1.2.3.1. na izlaznom dijelu kod motora s rashladnom tekućinom	343 K
1.2.4. mazivog ulja	363 K
1.2.5. goriva	
1.2.5.1. na ulaznom dijelu pumpe goriva	294 K
1.2.5.2. u uređaju za mjerenje potrošnje goriva	295 K

1.3. Karakteristike dinamometra

1.3.1. proizvođač: SCHENCK	Model: U2 - 20
1.3.2. tip: hidraulička kočnica	

2. Gorivo

2.1. za motore sa stranim paljenjem koji rade na tekuće gorivo

2.1.1. proizvođač:	INA
2.1.2. specifikacija:	MB Super 98 (IOB 98)
2.1.4. oktanski broj RON:	98 (ASTM D 26 99 - 70)
2.1.4.1. gustoća:	0,741 g/cm ³ pri 294 K
2.1.4.2. donja ogrjevna vrijednost:	42000 kJ/kg

3. Sredstvo za podmazivanje

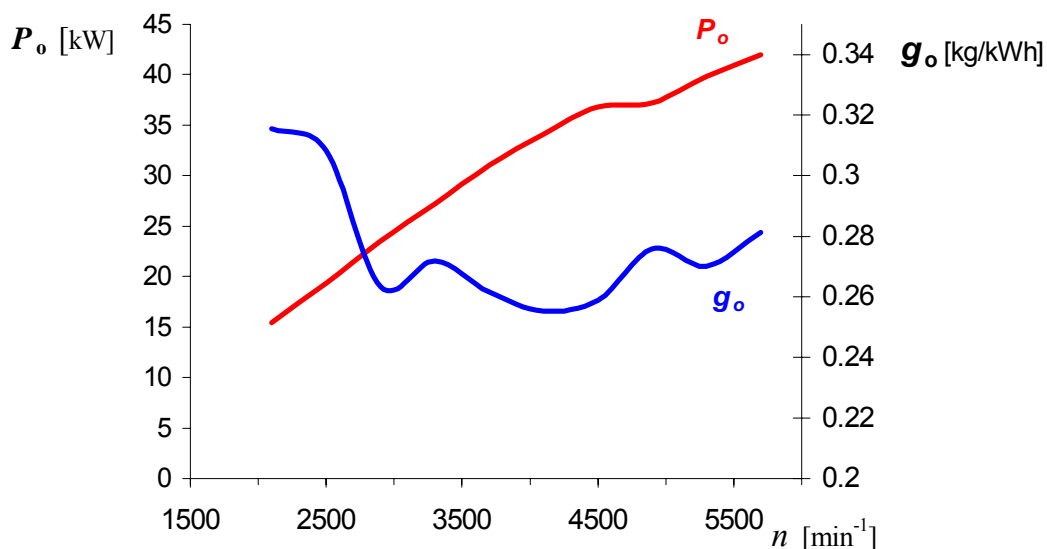
3.1. proizvođač:	INA
3.2. specifikacija:	Millennium
3.3. SAE viskoznost:	10 W 40

4. Detaljni rezultati mjerenja⁽⁵⁾

Brzina motora, [min ⁻¹]		2100	2500	2900	3300
Izmjereni okretni moment, M [Nm]		70,94	74,452	77,964	79,37
Izmjerena snaga, P [kW]		15,6	19,48	23,67	27,42
Izmjereni protok goriva, [g/h]		4921,8	6008	6232,7	7451,4
Barometarski tlak, [kPa]		101,5	101,5	101,5	101,5
Tlak vodene pare, [kPa]		2,503	2,503	2,503	2,503
Temperatura usisnog zraka, [K]		294	294	294	294
Snaga koja će se dodati pomoćnim uređajima u skladu s tablicom 1. ⁽¹⁾ , [kW]	No. 1	-	-	-	-
	No. 2	-	-	-	-
	No. 3	-	-	-	-
Faktor korekcije snage α		0,9924	0,9924	0,9924	0,9924
Korigirana snaga kočenja, [kW] (sa / bez ^(*) ventilatora)		-	-	-	-
Snaga ventilatora, [kW] (biti će oduzeta ako ventilator nije dodan)		-	-	-	-
Neto snaga, $P_0 = \alpha \cdot P$ [kW]		15	19	23	27
Neto okretni moment, $M_0 = \alpha \cdot M$ [Nm]		70,4	73,9	77,4	78,8
Korigirana specifična potrošnja goriva, $g_0 = \alpha \cdot g$ [g/(kWh)]		316	308	263	271
Temperatura rashladne tekućine na odušku, [K]		368	368	368	368
Temperatura maziva na ispitnoj točki, [K]		363	363	363	363
Temperatura zraka nakon tlačnog punjenja, [K]		-	-	-	-
Temperatura goriva na sapnici, [K]		294	294	294	294
Temperatura zraka nakon punjenja zračnog hladnjaka, [K]		-	-	-	-
Tlak nakon tlačnog punjenja, [kPa]		-	-	-	-
Tlak nakon punjenja zračnog hladnjaka, [kPa]		-	-	-	-

⁽⁵⁾ – podaci koji se nalaze u tablici ispisuju se za svaku točku mjerenja

^(*) – precrtati neodgovarajuće



Slika 7. Krivulja ovisnosti neto snage P_o i potrošnje goriva g_o u ovisnosti o brzini vrtnje motora

Zaključak:

- uvjeti za vrijeme ispitivanja su bili unutar dopuštenih granica:
 - suhi tlak $p_s = 99$ kPa (dopušteno $80 \text{ kPa} \leq p_s \leq 110 \text{ kPa}$);
 - temperatura $T = 294$ °C (dopušteno $288 \text{ K} \leq T \leq 308 \text{ K}$);
 - faktor korekcije snage $\alpha_a = 0,9924$ (dopušteno $0,93 \leq \alpha_a \leq 1,07$).

Prema tome zaključujemo da je ispitivanje bilo valjano. Kako su podaci za neto snagu dobiveni ispitivanjem u laboratoriju van propisanih tolerancija (vidi sliku 5.), u odnosu na podatke koje je dao proizvođač, ti se podaci usvajaju kao važeći.

LITERATURA

- [1.] Pravilnik ECE R-85: *ECE Agreement - Geneva on March 1958; Addendum 84: Regulation No. 85 annexed to the Agreement; E / ECE / 324, E / ECE / TRANS / 505, Revision 1 / Add 84*, 9 September 1991