

Anton Kristić \*

ISSN 0469 - 6255  
(151 - 154)

## 100 GODINA DIZELSKOG MOTORA

UDK 621.436 (091)

Pregledi i osvrti

### Sažetak

*Uz činjenicu da je dizelski motor danas svojom zastuplenošću nadmašio sva ostala porivna sredstva i na kopnu i na moru, valjalo bi se spomenuti ovoga povijesnog trenutka.*

*Naime, točno prije 100 godina prvi je put konstruiran i ispitan prototip ovog motora, prema zamisli i nacrtima njemačkog inženjera Rudolfa Diesela.*

### UVODNA RIJEČ AUTORA

Budući da osobno nisam strojarske struke, bila bi mi izuzetna čast da se svojim prilogom pridružim stručnijem kolegi koji bi za temu imao obilježavanje ovoga povijesnog trenutka.

Poticaj koji je prethodio prvim pionirskim koracima i urodio prijavom patenta, zasigurno su bila predavanja profesora termodinamike Carla Lindea na strojarskom fakultetu u Munchenu.

Naime, već tad se raspravljalo o niskom stupnju iskoristivosti kod starnih parnih strojeva, a velike nade su se polagale u praktičnu primjenu teorije "kružnog procesa" francuskog znanstvenika Sadia Carnota (1797-1832), kojim bi se ostvarivao znatno viši stupanj iskoristivosti uložene energije.

Tako je još 1878. godine Rudolf Diesel u svojim radnim zabilježkama obradio temu "Je li u praksi moguće postići izotermu iz Carnotova kružnog procesa?", a 27. veljače 1892. on je, kao tad već 34-godišnji inženjer strojarstva (sl. 1), Patentnom uredu u Berlinu prijavljuje svoj rad pod naslovom "Novi toplinski stroj".

Godinu dana nakon toga, točnije 28. veljače 1893. rad je službeno usvojen kao Njemački patent br. 67207, i to

kao "Radni proces i opis stroja sa unutrašnjim izgaranjem (sl. 2).

Patent je počivao na ovom načelu:

"Procesom tlačanja u radnom cilindru, zrak ili neki indiferentni plin dovodi se do temperature usijanja, a koja je znatno viša od točke zapaljenja goriva.

Pri ponovnom gibanju stapa od DMT prema GMT, u radni se cilindar postupno uvodi gorivo tako da u toj fazi ne dolazi do znatnijeg porasta tlaka i temperature. Nakon što je ubrizgavanje goriva završeno, nastavlja se proces izgaranja i ekspanzije pa se ukupnom energijom koristi pri slijedećem - radnom stapaju."

Svoj izum Rudolf Diesel patentirao je i u mnogim drugim zemljama, kao u Francuskoj, Engleskoj, Rusiji, Japanu i Danskoj.

Dotad uloženi trud bio je golem, ali jednako tako Diesel je bio svjestan činjenice da će za ostvarenje svog



Slika 1. Rudolf Diesel

\* kap. Anton Kristić  
Lošinjaska plovidba, Splitska 2/4  
Rijeka



Slika 2. Patent

cilja trebati potporu nekoga od tad priznatih proizvođača strojeva.

Tako je 20. veljače 1893., nakon nekih pripremnih radova, sklopio za tadašnje pojmove vrlo smion ugovor s tvrtkom Maschinenfabrik, iz Augsburga, današnjim MAN Aktiengesellschaft iz Munchenu. (sl.3).

Prema tom ugovoru proizvođač se obvezao da najkasnije u roku 6 mjeseci, a prema nacrtima Rudolfa Diesela, izgradi eksperimentalni stroj približne snage od oko 4 KS, te provede potrebne testove. Zauzvrat, proizvođač je stekao pravo na kasniju proizvodnju i prodaju usavršenih strojeva. Sličan ugovor Diesel je sklopio i s Friedom Kruppom iz Essena. U travnju iste godine oba proizvođača započela su eksperimentalne radove u MAN-ovom laboratoriju u Augsburgu.

Ugovor je Dieselu osigurao godišnji prihod od 30.00 DEM. Imajući financijsku potporu mogao je on sebi priuštiti da napusti tvrtku Linde i da se u cjelosti posveti realizaciji svog izuma. Cjelokupni trošak toga znanstvenog pothvata procijenjen je na tadašnjih 600 000 DEM.

Prvi eksperimentalni stroj, kojega je izgradnja završena u srpnju 1893., nije radio. Nije ni eksplodirao, kako su to objavili neki izvori.

Autentično zapažanje koje se odnosi na trenutak ubrizgavanja gorivo glasi:

"Do zapaljenja goriva dolazi istodobno, a na dijagramu je zabilježen tlak od oko 80 atm. Budući da se u tom momentu indikator rasprsnuo, pretpostavlja se da je bio i viši. Sam motor, kako je bio čvrste konstrukcije i predviđen da izdrži i najviše tlakove, ostao je neoštećen."

I sam Diesel je poslije priznao: "Istina je da se ovakav motor ne bi nikada sam pokrenuo, ali je dokazao da je zamišljeni proces ostvariv".

Poboljšanje u konstrukciji eksperimentalnog motora sastojala su se u izradi novog stapa, odvajanju usisnog od ispušnog ventila, te nekim poboljšanjima na sustavu za ubrizgavanje goriva. Međutim, ključna promjena sas-

*Vertrag*

*zwischen der Maschinenfabrik  
Fabrik Augsburg in Augsburg  
und Herrn Rudolf Diesel  
Berlin und Augsburg*

*Herrn Diesel off. Lfd.  
Patent Nr. 47207 vom 22.  
Arbeitsmaschinen & Diesel  
Verbrennungsmotorenmasch.  
der Maschinenfabrik Augsburg  
Augsburg ist das Werk  
Motoren, bei welchen das  
Gorivölöl, in der folgenden*

*§ 1.*

*Der Maschinenfabrik  
das Arbeitsmaschinen, sind die*

*§ 2.*

*Der Maschinenfabrik  
ausgeschlossen, einen Vertrag  
ca. ein off. Lfd. Patent für  
jeff. Motoren nach § 1. off.  
jedem Mann die off. Herrn  
sow. Arbeit in jeff. Motoren  
Kaufpreis jeff. jeff. jeff.*

*§ 3.*

*Herrn Diesel  
Kaufpreis in jeff. jeff. jeff.  
Kaufpreis jeff. Herrn, Herrn  
Patent. Kaufpreis jeff. jeff.  
das jeff. jeff. jeff. jeff.  
Augsburg, 21. Februar.  
Rud. Diesel.*

Slika 3. Ugovor

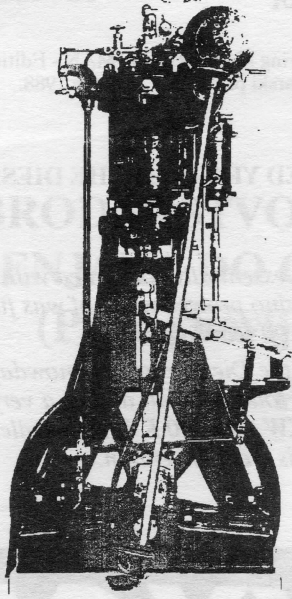
tojala se u Diesellovoj spoznaji da mora napustiti teorije Carnatova kružnog procesa: "Uvjet da se postigne maksimalna termička iskoristivost zahtijeva da se proces izgaranja odvija pri približno konstantnom tlaku. Da bi se pri takvom procesu postigla energetska korisnost, temperatura izgaranja mora biti znatno viša. Kao posljedica toga javlja se potreba za rashlađivanjem cilindra, što se smatralo nepotrebnim kod procesa koji se odvijao pri konstantnoj temperaturi".

Budući da je Carnatov kružni proces bio temelj njegova patenta, Diesel se našao u situaciji da je morao razmišljati o proširenju svojih patentnih prava. Zbog toga Patentnom uredu prijavljuje svoj novi patent kao:

"Motor s unutrašnjim izgaranjem uz promjenljivo trajanje procesa ubrizgavanja goriva". Novi patent potvrđen je iste godine pod brojem 82168.

Eksperimentalni rad nastavljen je 17. veljače 1894. kad je motor prvi put "nastavio vrtnju" u trajanju od cijele minute. Iako je izumitelj smatrao da je cilj u načelu postignut, prethodili su još mnogi mjeseci napornog eksperimentiranja dok se iz "novog motora" nije uspjela "izvuci" korisna snaga.

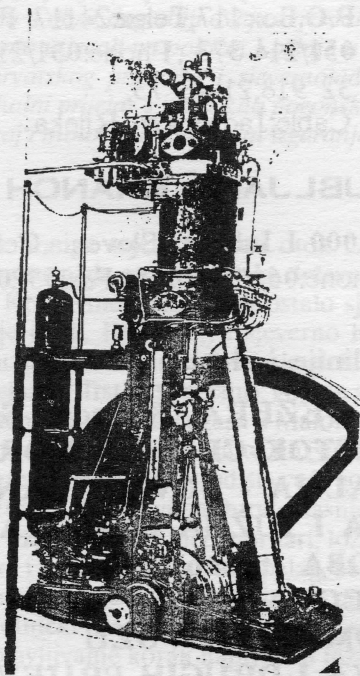
Testom kočenja izvedenim 26. lipnja 1895. ustanovljena je korisnost od 16,6%. Motor je radio na 4-taktnom principu, a gorivo se ubrizgavalo i raspršivalo uz pomoć stlačenog zraka iz privjesnog kompresora. Iako je već tada Diesel predviđao današnji način ubrizgavanja i raspršivanja goriva, sama izvedba, uz tadašnje mogućnosti obrade materijala, nije bila moguća.



Slika 4. Prvi pokusni motor

Taj motor danas je pohranjen u MAN-u muzeju u Augsburgu, uvijek spreman ponoviti svoje prve korake pred znatiželjnim posjetiteljima (sl.4).

Ni tada Rudolf Diesel nije bio u cjelosti zadovoljan postignutim rezultatima. Bio je uvjeren da bi motor morao dati mnogo više, a rješenje je vidio u maksimalnoj toplinskoj iskorištenosti, što je zahtijevalo dodatna po-



Slika 5. Prvi motor koji je ostvario kontinuirani rad

boljšanja i rješenje većeg broja problema tehničke prirode.

Tako je i sam jednom prilikom izjavio:

"Bilo bi netočno kad bih tvrdio da sam otkrio princip rada ovog motora. Slični motori postojali su i prije pa ih stoga nisam spomenuo ni u svojim patentima ni u stručnim publikacijama navodeći ih kao krajnji cilj svog rada. Jednostavno, radio sam na pronalaženju procesa s maksimalno toplinskom iskorištenosti, a put do tog cilja neizbježno je vodio preko ovog motora".

Na kraju, i uvelike zahvaljujući svesrdnoj podršci ugovornih strana, izrađen je prvi motor koji je praktično dokazivao svoje prednosti nad dotadašnjim toplinskim strojevima (sl.5).

Testiranje motora obavljeno je 17. veljače 1897. pri različitim stupnjevima opterećenja i brzini između 172-154 o/min. Testove je izvodio prof.Schroter s Fakulteta za strojarstvo u Munchenu. Prema rezultatima tog testa (sl.6), maksimalna snaga koja se mogla "izvući" iz jednocilindričnog motora bila je nešto manja od 20 KS. Osobito impresivna bila je činjenica da je specifična potrošnja goriva kod manjih snaga bila samo nešto neznatno veća. Korisnim učinkom od 26% bio je već uvelike nadmašen tad još uvijek dominirajući parni stroj, koji je u najidealnijim okolnostima dostizao vrijednosti od 12%. Ujedno je to bio poticaj za daljnja istraživanja na usavršavanju tog očito perspektivnog stroja. Taj prvi upotrebljivi Dieslov motor bio je visok oko 3 m, a težak oko 4,5 tone. Danas se čuva u Njemačkom muzeju u Munchenu.

**R. DIESEL**  
INGENIEUR *Motor Diesel*  
MÜNCHEN  
Schaubstrasse 2.

Prüfversuch vom 17. Februar 1897.  
unter Leitung des Herrn Professor Schröter, v. s. technischen Hochschule in München, assistiert v. s. Herren Ingenieurern Brückner und H. Hunkeler, beide an derselben Schule.

Brennstoff: Petroleum (Spezialhandlung)

Art. Versuchsdaten der Handversuchs-Angelegenheit in Angelegenheit Motor. Dimensionen: Zylinderdurchmesser 250 mm, Hub 500 mm

		normale Last	halbe Last	leere Lauf
Leistung pro Min	z	172	157	150
Werkstoffverbr. in cc. p. Sec.	c	2,23	2,05	2,11
Indische Leistung HP drit. g/100	(kg)	2,8	2,7	16,9
Indic. Druck i. drit. g/100	Pa	7,47	7,4	5,05
Indic. Leistung i. Luftpumpe HP	(kg)	4,2	3,0	1,1
" Druck " " kg/100	kg	4,16	4,16	4,17
Reaktive ind. Leistung HP	kg	26,8	23,6	15,8
" Druck " " kg/100	kg	7,15	7,03	4,7
Gebromte Leistung HP	kg	19,8	17,8	9,6
Gebromter Kolldruck kg/100	kg	5,13	5,3	2,86
Reibungsarbeit HP	kg	7,0	5,8	4,4
Reibungsdruck i. drit. g/100	kg	1,97	1,73	1,85
Spec. Leistung HP p. cc. m. Kol. Vol.	kg	177	168	95
Spec. verbr. p. Stunde gramme	g	4910	4610	2160
" " u. P. drit. gr.	g	184	173	168
" " u. P. off. gr.	g	248	238	178
Wirkungsgrad %	%	74	70	61
mechanischer	%	34,1	30	27,5
thermischer	%	26,9	26,1	24,5
Wirkungsgrad Cal. p. kg.	%	1010	1010	1010
Spez. Leistung	%	478	445	237

Slika 6. Rezultati ispitivanja rada motora

Istraživački rad nastavljen je osobito na polju pronalazaženja što prikladnijeg goriva. Eksperimentiralo se s tekućim i plinovitim gorivima, pa čak i s ugljenom prašinom.

Već tada Dieslov motor nailazi na sve širu primjenu, pa tako u pogonu električnog generatora, tvorničkih strojeva, a uskoro i kao porivni stroj na brodovima.

Nažalost, Rudolf Diesel mogao je biti svjedokom samo prve faze svog dostignuća. Prema njegovim procjenama, već 1913. godina ukupna instalirana snaga proizvedenih motora iznosila je 1,7 milijuna KS.

Iste godine, u noći između 29. i 30. rujna, veliki izumitelj neobjašnivo je nestao na putu između Antwerpena i Harwicha.

Rukopis primljen: 15. 2. 1993.

## LITERATURA

- Research Engineering Manufacturing MAN - Edition 1992.
- Bojan Kraut, Strojarski priručnik, - izdanje 1988.

## ONE HUNDRED YEARS OF THE DIESEL ENGINE

### Summary

*This article is essentially concerned with the history of the engine's creatino prototype whereof was first constucted and tested right 100 years ago.*

*The fact that the Diesel engine is nowadays used everywhere: on water, road and rail and at a very large output power range; 1 KW - 50 000 KW, it's needless to speak of importance of this great invention.*



# JADROPLOV

## S P L I T

### SPLIT HEAD OFFICE:

58000 Split-Croatia,  
Obala Kneza Branimira 16,  
P.O.Box 511, Phone:058/30 26 66,  
43 333, Telex:26117,26339,26138,  
Fax:058/42198,302631,  
Cable:Jadroplov Split.

### RIJEKA BRANCH OFFICE:

51000 Rijeka-Croatia,  
Riva 16,  
P.O.Box 117, Telex:24117, Fax:  
051/214 373 , Phone:051/21 38 38,  
32 918,21 43 73,  
Cable:Jadroplov Rijeka.

### ZAGREB BRANCH OFFICE: LJUBLJANA BRANCH OFFICE:

41000 Zagreb-Croatia, Krndeljeva 29,  
Phone:041/56 96 14, Fax:713393.

61000 Ljubljana-Slovenia, Celoveska 159,  
Phone:061/55 20 24, Fax:552024.

### Održava redovite teretno-putničke linije i službe:

1. JADRAN - VELIKA JEZERA (Kanada i SAD)
2. JADRAN - BLISKI ISTOK-CRVENO MORE
3. JADRAN - AUSTRALIJA - NOVI ZELAND
4. JADRAN - ISTOČNA I JUŽNA OBALA AFRIKE
5. SLOBODNA PLOVIDBA (tramp servis )
  - OPERATOR U INTEGRALNOM I MULTIMEDIJALNOM PRIJEVOZU
  - OPSKRBA BRODOVA I DRUGIH PRIJEVOZNIH SREDSTAVA U DOMAĆIM I STRANIM LUKAMA