

# MJERNE JEDINICE U BRODOSTROJARSKOJ PRAKSI

Još 6.12.2000. godine u našem časopisu br. 22 objavljen je izvrstan članak Paolina Girotta iz Rijeke s naslovom "Prikaz mjernih jedinica". U njemu su tablično prikazane sve osnovne, dopunske i izvedene jedinice s posebnim nazivima i znakovljem u Međunarodnom sustavu mjernih jedinica SI (*Système International d'Unités*, 1960.). U posebnoj tablici opisane su i neke iznimno dopuštene jedinice s posebnim nazivima i znakovljem, a nisu obuhvaćene SI sustavom.

Mnoštvo ovih jedinica, novih i napuštenih, često stvore pomutnju u brodskih strojaru, pogotovu onih iz starijih generacija. Danas se još uvijek na starijim brodovima naiđe na literaturu u kojoj se rabe stare, napuštene jedinice iz anglosaskog "foot-pound-second" ili "metar-kilopond-sekunda" sustava, a i mjerni instrumenti ponekad su napravljeni za mjerenje u tim jedinicama..

Svojevremeno sam naišao na jedan preklopni džepni podsjetnik kojeg je izdao MAN B&W s naslovom "SI Units". U njemu je kratko opisan sam SI sustav, tablično su prikazane osnovne, izvedene i dodatne SI jedinice, predmeci (prefiksi), pretvorbene tablice iz drugih sustava u SI sustav te neki fizički podatci za SI jedinice. S obzirom da su njime obuhvaćene uglavnom sve one mjerne jedinice kojima bi se brodski strojar u praksi mogao služiti, smatram da bi ovakav džepni kartončić kao podsjetnik dosta dobro poslužio svakom brodskom strojaru u njegovoj službi. Stoga ću sadržaj tog posjetnika prenijeti ovdje u cijelosti, uz još nekoliko datakata.

Najprije, razmotrimo osnovne činjenice. *Veličina* je sve ono što se može mijenjati po količini i mjeri, npr. put, brzina, težina, temperatura, električni otpor itd. Veličine dijelimo na geometrijske, vremenske, mehaničke (masa, sila, rad i snaga), električne, magnetske itd., već prema srodnosti fizikalnih pojava kojima su vezane. Fizikalne veličine, tj. njihovu količinu mjerimo uspoređivanjem s određenom drugom veličinom iste vrste, a koju smo dogovorno odabrali kao *jedinicu*. Matematički to je izraženo jednadžbom : **Veličina = brojčana vrijednost × jedinica**.

Fizikalni zakoni određuju međusobnu ovisnost raznovrsnih veličina. Svaki matematički izraz koji pokazuje samo međusobnu ovisnost veličina zovemo "veličinskom jednadžbom". Jedinice koje odgovaraju veličinskim jednadžbama dimenzijski su koherentne jedinice. Od tih jedinica samo neke možemo odabrati po volji. Njih nazivamo *osnovnim jedinicama*. Vrlo je malen broj osnovnih jedinica. Sve ostale jedinice koje određujemo iz osnovnih jedinica s pomoću odgovarajućih veličinskih jednadžbi ("definijske jednadžbe") nazivamo *izvedenim jedinicama*. Za neke veličine potrebna je samo jedna osnovna jedinica (npr. za sve geometrijske veličine dovoljan je samo metar – osnovna jedinica za duljinu) dok za neke druge veličine trebaju i tri osnovne jedinice (npr. za kinetiku trebaju tri veličine, i to za duljinu, vrijeme i masu) dok za električne i magnetske veličine trebaju i po četiri osnovne jedinice.

Sustavi jedinica povezuju osnovne i izvedene jedinice u zajedničku dimenzijsku koherenciju. Na međunarodnom planu sve je započelo 1875. u Parizu kada je 17 država potpisalo *Međunarodnu metarsku konvenciju*, čije su osnovne jedinice bile "metar" za duljinu, "kilogram" za masu i "sekunda" za vrijeme. Godine 1901. prof. Giorgi je osmislio i predložio novi "Apsolutni sustav jedinica". Taj je sustav pokazao velike prednosti u svim tehničkim područjima, a posebno u mehanici, pa ga je 1948. god. u Parizu *9. generalna konferencija za utege i mjere* prihvatila kao opće prikladan međunarodni sustav. U tom sustavu osim *metra*, *kilograma* i *sekunde* dodana je još jedna jedinica, i to "amper" za električnu struju, pa je tako Giorgiev sustav nazvan i "Sustav jedinica M-K-S-A" ili "Tehnički sustav jedinica". Godine 1954. *10. generalna konferencija za utege i mjere* dodala je još dvije osnovne jedinice, i to "kelvin" za temperaturu i "kandelu" za jakost svjetla. Godine 1960. *11. generalna konvencija* ustanovila je novu definiciju za metar, jedinicu za magnetsku indukciju nazvala "tesla" i novom sustavu mjernih jedinica dala naziv *Système International d'Unités* i on je zamijenio već zastarjeli prethodni sustav. Kasnije, 1967. godine na *13. generalnoj konferenciji* ustanovljena je nova definicija za sekundu, a 1971. godine na *14. generalnoj konferenciji* osnovnim jedinicama dodana je još jedna, i to "mol" za količinu tvari. Republika Hrvatska je potpisnica ove međunarodne konvencije i shodno tome donijet je i nacionalni Zakon o mjernim jedinicama (N.N. br. 58/1993) koji u svemu slijedi SI sustav. Prema našem zakonu nazivi svih jedinica pišu se malim slovima i fonetski, onako kako se izgovaraju. Nepridržavanje ovog zakona može se strogo kazniti.

Slijedi tablični podsjetnik svih važnijih mjernih jedinica koje možemo susresti u našoj struci:

Veličina	Naziv	Oznaka
<b>Duljina</b>	metar	m
<b>Masa</b>	kilogram	kg
<b>Vrijeme</b>	sekunda	s
<b>Električna struja</b>	amper	A
<b>Apsolutna temperatura *</b>	kelvin	K
<b>Količina tvari</b>	mol	mol

\*Naziva se i termodinamička temperatura

Tablica 1 – Osnovne SI mjerne jedinice

Veličina	Naziv	Oznaka
Ravninski kut	radijan	rad
Prostorni kut	steradian	sr

Tablica 2 – Dopunske SI mjerne jedinice

Veličina	Naziv	Oznaka	Izraženo u osnovnim, dopunskim ili izvedenim SI jedinicama
Frekvencija	herc	Hz	1 Hz = 1 s <sup>-1</sup>
Sila	njutn	N	1 N = 1 kg · m/s <sup>2</sup> (ili 1 kg m/s <sup>2</sup> )
Tlak, naprezanje	paskal	Pa	1 Pa = 1 N/m <sup>2</sup> *
Energija, rad, količina topline	džul	J	1 J = 1 N · m (ili 1 N m)
Snaga	vat	W	1 W = 1 J/s
Električni napon	volt	V	1 V = 1 W/A
Temperatura	stupanj celzija	C	1 °C = 1 K **

\* Za mehanička naprezanja često se rabi i N/mm<sup>2</sup>

\*\* t (°C) = T(K) – T<sub>0</sub>(K)  
gdje je T<sub>0</sub> = 273,15 K

Tablica 3 – Izvedene mjerne jedinice s posebnim nazivom

U jedinica koje su izvedene množenjem ili dijeljenjem (iz osnovnih jedinica ili iz izvedenih jedinica s posebnim nazivom), između umnoženih jedinica ostavlja se razmak ili se stavlja množidbena točka, a u djeljenju stavlja se diobena crta. Tako se primjerice piše - kg m ili kg · m ali ne kgm; piše se – N m ili N · m, a ne Nm; piše se W/ m K ili W/ (m · K), a ne W/mK.

Veličina	Naziv	Oznaka	Definicija
Vrijeme	minuta	min	1 min = 60 s
Vrijeme	sat (hora)	h	1 h = 60 min = 3600 s
Ravninski kut	kutni stupanj	°	1° = (π/180) rad = 0,017453 rad
Puni kut	puni kut	360°	1° = puni kut / 360
Zapremnina	litra	l, L	1 l = 1 dm <sup>3</sup>
Tlak	bar	bar	1 bar = 10 <sup>5</sup> Pa

Tablica 4 – Neke dopuštene dodatne SI jedinice

Množitelj	Predmetak	Oznaka	Djelitelj	Predmetak	oznaka
10 <sup>18</sup>	eksa	E	10 <sup>-1</sup>	deci	d *
10 <sup>15</sup>	peta	P	10 <sup>-2</sup>	centi	c *
10 <sup>12</sup>	tera	T	10 <sup>-3</sup>	mili	m
10 <sup>9</sup>	giga	G	10 <sup>-6</sup>	mikro	μ
10 <sup>6</sup>	mega	M	10 <sup>-9</sup>	nano	n
10 <sup>3</sup>	kilo	k	10 <sup>-12</sup>	piko	p
10 <sup>2</sup>	hekto	h *	10 <sup>-15</sup>	femto	f
10	deka	da *	10 <sup>-18</sup>	ato	a

\* Predmetci da, d, h, i c dopušteni su samo u slijedećim slučajevima: dag, dal, dm, dm<sup>2</sup>, dm<sup>3</sup>, dl, ha, hl, cm, cm<sup>2</sup>, cm<sup>3</sup>, c

Tablica 5 – Predmetci (prefiksi) za decimalne višekratnike SI mjernih jedinica

Katkada se mjerena veličina mora izraziti neprikladno velikim ili malim brojevima jedinica. Stoga je SI ustanovio decimalne višekratnike jedinica obilježene posebnim predmecima (prefiksima), kako je vidljivo u tablici 5. Oni se dodavaju većini osnovnih i izvedenih jedinica s posebnim nazivom, a pišu se ispred tih jedinica ili njihovih simbola, i to tik uz njih, bez razmaka, kao npr. gigadžul, kW, hektolitar, kJ/K, milisekunda (ms) ili slično.

## KONSTANTE ZA PRETVARANJE JEDINICA IZ JEDNOG SUSTAVA U DRUGI

U ovim tablicama imamo posložene konstante za pretvaranje mjernih jedinica iz Znanstvenog sustava "centimetar-gram-sekunda" - (CGS), zatim iz Metričkog tehničkog sustava "metar-kilopond-sekunda-amper" - (MKSA) i Anglosaskog sustava "foot-pound-second" (ft-lb-s) u jedinice SI sustava. Služe i za pretvaranje jedinica iz jednog od tih sustava u jedinice nekog drugog sustava. **Podebljane brojke** označavaju potpuno točne vrijednosti.

### Duljina 'l' ; (m)

1 in (inch) - palac	<b>25,40</b> mm = <b>0,0254</b> m
1 ft (foot) - stopa = 12 in	<b>0,3048</b> m
1 yd (yard) - jard = 3 ft = 36 in	<b>0,9144</b> m
1 statute mile - engleska milja = 1760 yds	1609 m
1 Nm - nautical mile, (International Nautical Mile) – morska milja *	<b>1852</b> m
1 cable - kabel	0,1 Nm = 185,2 m
1 fathom – fadom (za mjerenje morske dubine)	1 fathom = 2 yds = 1,8288 m

\* Smije se primjenjivati samo za označavanje udaljenosti u pomorskom, riječnom i zračnom prometu

### Površina 'A' ; (m<sup>2</sup>)

1 sq.in (square inch) – četvorni palac	$0,6542 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
1 sq.ft (square foot) – četvorna stopa	$92,90 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

### Zapremnina 'V' ; (1 m<sup>3</sup> = 1000 l)

1 kubni centimetar , 1 cc	$1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$
1 cub.in (cubic inch) , kubni palac	$16,39 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
1 cub.ft (cubic feet) , kubna stopa	$28,32 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 28,32 \text{ l}$
1 gallon* (imperial-UK), engleski galon	$4,546 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 4,546 \text{ l}$
1 gallon * (US), američki galon	$3,785 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 3,785 \text{ l}$
1 barrel (US naftni barel) = <b>42</b> gallon (US)	0,1590 m <sup>3</sup>
1 bbl ( US dry barrel)	0,1156 m <sup>3</sup>
1 register ton = 100 cub.ft	2,832 m <sup>3</sup>

\* 1 gallon = 4 quarts = 8 pints

### Frekvencija 'f' ; (1 hz = s<sup>-1</sup>)

### Kutna brzina 'ω' ; (1 rad/s<sup>2</sup>)

### Brzina 'v' ; (m/s)

1 kn (knot), čvor, (uzao) *	1 kn = 1 Nm/h = <b>1,852</b> km/h = <b>0,5144</b> m/s
-----------------------------	---

\* Rabi se samo u pomorstvu. Za druge pretvorbe vidi tablicu za duljinu

**Brzina vrtnje 'n' ; (s<sup>-1</sup>, rev/s)**

1 okretaj na minutu, rev*/min, (r.p.m. ili rpm **)	1 rev/min = 1 min <sup>-1</sup> = 1/60 rev/s ***
--	--

\* prema latinskom "revolutio" za okretaj

\*\* engl. "revolutions per minute"

\*\*\* 1 "okretaj" potpuno odgovara jedinici "puni kut", kutni stupanj = 1° = puni kut / 360

**Masa 'm' ; (kg)**

1 lb (pound mass) = 16 ozs (ounces)	0,4536 kg
1 cwt (UK) (hundredweight) = 112 lbs	50,80 kg
1 long ton (UK) = 20 cwt = 2240 lbs	1,016 metric tons = 1016 kg
1 short ton (US) = 2000 lbs	0,907 metric tons = 907 kg
1 slug *	14,59 kg

\* Jedinica mase u "ft-lb-s" sustavu

**Volumna masa (specifična masa), gustoća – density 'ρ' ; (kg/m<sup>3</sup>)**

1 lb/cub. ft	16,02 kg/m <sup>3</sup>
1 g/cm <sup>3</sup> , 1 kg/dm <sup>3</sup> , 1 Mg/m <sup>3</sup> , 1 t/m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>

**Dinamički viskozitet 'η' ; (N s/m<sup>2</sup>)**

1 kp s/m <sup>2</sup>	9,807 N s/m <sup>2</sup> = 98,07 P (poise)
1 poundal s/sq.ft	1,488 N s/m <sup>2</sup>
1 lbf/sq.ft	47,88 N s/m <sup>2</sup>

- "poise" (P) je poseban ali zastarjeli naziv uzet iz CGS sustava

1P = 0,1 Pa s

1 cP = 1 mPa s = 10<sup>-3</sup> Pa s**Kinematički viskozitet 'ν' ; (m<sup>2</sup>/s)**

1 sq.ft/s	92,90 · 10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup> /s = 92,90 · 10 <sup>3</sup> cSt *
-----------	--

- "Stokes" (St); stoks je poseban naziv uzet iz CGS sustava

1 St = 10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s\* 1 cSt (centistoks) = 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s**Sila 'F' ; (1 kg m/s<sup>2</sup>)**

1 kp (kilopond) *	9,807 N
1 poundal **	138,3 · 10 <sup>-3</sup> N
1 lbf	4,448 N

\* Ova jedinica se ponekad može naći predstavljena i kao kgf (kilogramforce)

Standardno ubrzanje u slobodnom padu gn = 9,80665 m/s<sup>2</sup>

\*\* poundal; jedinica sile u "ft-lb-s" sustavu

**Tlak 'p' ; (1 N/m<sup>2</sup> = 1 Pa, 1 bar = 10<sup>5</sup> Pa, 1 mbar = 10<sup>-3</sup> bar)**

1 kp/cm <sup>2</sup> = 1 at = 0,9678 atm	98,07 · 10 <sup>3</sup> Pa = 0,9807 bar
1 at = 735,5 mm Hg * = 10 m Aq ** (T = 277K)	14,22 psi

750 mm Hg *		$10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}$
1 mm Hg * (T = 273 K)		133,3 Pa = 1,333 mbar
1 mm Aq ** (T = 277 K)	$10^{-4} \text{ at}$	9,807 Pa = $98,07 \cdot 10^{-3} \text{ mbar}$
1 in Hg * (T = 273 K)		3386 Pa = 33,86 mbar
1 in Aq ** (T = 277 K)		249,1 Pa = 2,491 mbar
1 atm (standardna atmosfera)	760 mm Hg	$1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1013 \text{ mbar}$
1 atm		1,033 at
1 lbf/sq.in (psi)		6895 Pa = 68,95 mbar

\* 1 mm Hg = živin stupac = 1 Torr (Torricelli)

\*\* Aq = Water Column (WC) , vodeni stupac

### Naprezanje ' $\sigma$ ', ' $\tau$ ' ; ( $1 \text{ N/m}^2 = 10^{-6} \text{ N/mm}^2$ )

1 kp/mm <sup>2</sup> = 100 kp/cm <sup>2</sup>	9,807 N/mm <sup>2</sup>
1 lbf/sq.in (psi) = 0,07031 at	$6,895 \cdot 10^{-3} \text{ N/mm}^2$

### Energija 'E', rad 'W', toplina 'Q' ; ( $1 \text{ N m} = 1 \text{ J, Wh}$ )

1 cal I.T. *	4,187 J *
1 kpm	9,807 J
1 hph (metric)	$2,648 \cdot 10^6 \text{ J} = 0,7355 \text{ kWh}$
1 ft lbf	1,356 J
1 hph (UK, US)	$2,685 \cdot 10^6 \text{ J} = 0,7457 \text{ kWh}$
1 BTU ** (UK, US)	$1,055 \cdot 10^3 \text{ J} = 1,055 \text{ kJ}$

\* Točna vrijednost: 4,1868 J ; hph = konjska snaga na sat  
I.T. = Međunarodne tablice za paru (International Steam Tables)

\*\* BTU = British Thermal Unit

### Snaga 'P' ; ( $1 \text{ kg m}^2/\text{s}^3 = 1 \text{ N m/s} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ W}$ )

1 kpm/s	9,807 W
1 hp* (metric) = 75 kpm/s	735,5 W = 0,7355 kW
1 kcal I.T./h	1,163 W
1 ft lbf/s	1,356 W
1 hp* (UK, US) = 550 ft lbf/s	745,7 W
1 BTU/h	0,2931 W

\* hp = horse power – konjska snaga (ranija oznaka za snagu)

### Moment sile 'M', okretni moment 'T' ; ( $\text{kg m}^2/\text{s} = \text{N m}$ )

1 mN m (milinjutn-metar)	$10^{-3} \text{ N m}$
1 N mm (njutn-milimetar)	$10^{-3} \text{ N m}$
1 kN m (kilonjutn-metar)	$10^3 \text{ N m}$
1 kgf m	9,80665 N m
1 N m	0,102 kgf cm

**Moment inercije (kg m<sup>2</sup>)**

1 GD <sup>2</sup> (stara oznaka)	4 · l* kg m <sup>2</sup>
1 WR <sup>2</sup> (nova oznaka)*	1 · l* kg m <sup>2</sup>

\*I = ∫ dm<sub>r</sub> · r<sup>2</sup> m<sub>r</sub> = masa na polumjeru r  
 G = W = masa u kg. D = promjer vrtnje.  
 R = polumjer vrtnje

**Specifični potrošak goriva - SFOC ; (g / kWh)**

1 g/hph (metric)	1,360 gr / kWh
------------------	----------------

Vidi također tablicu za vrijednosti i uvjete mjerenja SFOC-a

**Temperatura 'T' ; (K) - odnosi među jedinicama**

1 °C = 1 K
1 °F = 5/9 K

**Temperaturne razine i pretvorbe ; (K)**

Vidi zabilješku u tablici 3

t°C (Celsius)	t <sub>C</sub> + 273,15 = K
t°F (Fahrenheit)	5/9(t <sub>F</sub> - 32) + 273,15 = K
Farenhajt u celzije:	t <sub>C</sub> = 5/9 (t <sub>F</sub> - 32)
Celziji u farenhajte:	t <sub>F</sub> = 9/5 · t <sub>C</sub> + 32

**Specifični toplinski kapacitet, specifična toplina 'c' ; (J/(kg K))**

1 kcal <sub>I.T.</sub> / (kg · °C)	4,187 · 10 <sup>3</sup> J/(kg K)
1 BTU / (lb · °F) = 1 kcal <sub>I.T.</sub> / (kg · °C)	4,187 · 10 <sup>3</sup> J/(kg K)

BTU - vidi tablicu za pretvorbu jedinica u energiji

**Toplinska vodljivost 'λ' ; (W/(m K))**

1 kcal <sub>I.T.</sub> / (cm · s · °C)	418,7 W/(m K)
1 kcal <sub>I.T.</sub> / (m · h · °C)	1,163 W/(m K)
1 BTU / (ft · h · °F)	1,731 W/(m K)

**Toplinski prijelaz (prolaz) 'k' ; (W/(m<sup>2</sup> K))**

1 cal <sub>I.T.</sub> / (cm <sup>2</sup> · s · °C)	41,87 · 10 <sup>3</sup> W/(m <sup>2</sup> K)
1 kcal <sub>I.T.</sub> / (m <sup>2</sup> · h · °C)	1,163 W/(m <sup>2</sup> K)
1 BTU / (ft <sup>2</sup> · h · °F)	5,678 W/(m <sup>2</sup> K)

**NEKE POSEBNE MJERNE JEDINICE****Zapremnina plinova ; Nm<sup>3</sup> (Normalni kubni metar)**

Normalni kubni metar je masa plina koja pri normalnom stanju, tj. pri temperaturi 0 °C i tlaku od 1,01325 bar zaprema volumen od 1 m<sup>3</sup>. To je masa plina koja je brojčano jednaka njegovoj gustoći (kg/m<sup>3</sup>). Tako npr. masa jednog Nm<sup>3</sup> butana iznosi 2,668 kg, propana 2,019 kg, ugljičnog dioksida 1,9768 kg, kisika 1,429 kg, zraka 1,2928 kg, dušika 1,2505 kg, ugljičnog monoksida 1,250 kg, metana 0,7168 kg, a vodika samo 0,08987 kg. Volumen normalnog kubnog metra dosta se mijenja na različitim temperaturama. Ovo je zastarjela mjera i napuštena je, ali se još uvijek ponegdje u literaturi na nju može naići.

**"Baumèova aerometarska skala" ; °Bè — za određivanje gustoće kapljevine (otopina)**

	Vrijednost N:	Vrijednost N:	Preračunavanje:
Za kapljevine gustoće ρ ≥ 1 kg/dm <sup>3</sup>	0 °Bè pri ρ = 1,0 kg/dm <sup>3</sup>	66 °Bè pri ρ = 1,8427 kg/dm <sup>3</sup>	ρ = 144,32 / (144,32 - N) *
Za kapljevine gustoće ρ ≤ 1 kg/dm <sup>3</sup>	10 °Bè pri ρ = 1,0 kg/dm <sup>3</sup>	90 °Bè pri ρ = 0,6434 kg/dm <sup>3</sup>	ρ = 144,32 / (134,32 + N)

\* Primjer; gustoća akumulatorske kiseline koja ima 23 °Bè iznosi:  
 ρ = 144,32 / (144,32 - 23) = 1,2849 kg/dm<sup>3</sup>

## Specifična težina \* ' $\gamma$ ' ; N/m<sup>3</sup>

1 N/m <sup>3</sup>	0,102 kp/m <sup>3</sup> (tehnički sustav)
1 kp/m <sup>3</sup>	9,81 N/m <sup>3</sup> (SI sustav)

\* Težinom izražena masa  $\rightarrow m = G / g$ , gdje je; G = težina, g = zemaljska akceleracija (gravitacija), V = zapremina  
 Težina izražena specifičnom težinom,  $\rightarrow G = \gamma \cdot V$   
 Specifična težina  $\gamma$  je težina jedinice zapremine V,  $\rightarrow \gamma = G / V = \rho \cdot g$ , gdje je  $\rho$  = gustoća  
 Gustoća izražena specifičnom težinom  $\rightarrow \rho = \gamma / g$   
 Gustoća  $\rho$  u kg/m<sup>3</sup> i specifična težina  $\gamma$  u kp/m<sup>3</sup> brojčano su jednake, ali specifična težina je napuštena kao jedinica i potpuno zamijenjena jedinicom gustoća (*density*).

### American Petroleum Institute (API) - API gravitacija za određivanje mase nafte i naftnih derivata

Specifična težina pri 60/60 °F (s.t. 60/60))  $\rightarrow$  1 dm<sup>3</sup> ulja / 1 dm<sup>3</sup> destilirane vode (oba pr 60 °F ili ~ 15,56 °C)

API gravitacija izražena brojčano (degrees)  $\rightarrow$  (141,5 / s.t. 60/60) - 131,5  $\rightarrow$  primjer za s.g. 0,99 : API gr. = (141,5/0,99) - 131,5 = 11.4

## NEKI FIZIKALNI PODACI ZA „SI“ JEDINICE

Legenda: t = temp. u °C,  $\rho$  = gustoća u kg/m<sup>3</sup>,  $\Delta K$  = temperaturna razlika, C<sub>p</sub> = toplinski kapacitet u J/(kg  $\Delta$ K)

	t	$\rho$	C <sub>p</sub>	t (od - do)	C <sub>p</sub>
Voda	18	999	4,18 · 10 <sup>3</sup>		
Mazivo ulje (prosječno) *	15	900	1,96 · 10 <sup>3</sup>		
Atmosferski zrak (suhi) ( $\rho$ = 1 bar)	0	1,276	998	0~150	1005
Ispušni plin				200~400	1080

\* Viskozitet: 100 do 140 cSt na 40 °C  
 750 mm Hg = 1 bar = 10<sup>5</sup> Pa

1 atm (standardni pritisak na morskoj razini) = 760 mm Hg = 1013 bar Plinska konstanta za zrak i ispušni plin = 287 J/(kg · K)	
Voda, toplina isparavanja 100 °C 1013 bar	2,256 · 10 <sup>6</sup> J/kg
Gorivo ulje, niža kalorična vrijednost	41~43 · 10 <sup>6</sup> J/kg
ISO 3046/1-1986 standardno referentno gorivo ulje	43 · 10 <sup>6</sup> J/kg
Referentno gorivo ulje za dizelmotor	vidi donje podatke

## Specifična potrošnja goriva (SFOC)

Vrijednosti specifične potrošnje goriva računaju se za efektivnu snagu stroja (*brake power*) i pod slijedećim ISO referentnim uvjetima:

Ulazni zrak u turbopuhalo 25 °C	298 K
Tlak zraka na ulazu u turbopuhalo	1000 mbar
Temperatura rashladnog medija zraka za prednabijanje	298 K
Niža kalorična vrijednost gorivog ulja (10200 kcal/kg)	42707 kJ/kg

SI sustav mjernih jedinica potpuno je opisan u slijedećim normama:

- ISO 1000: SI jedinice i preporuke za uporabu njihovih višekratnika i nekih drugih jedinica
- ISO 31/0 : Opći principi koji se odnose na jedinice, količine i simbole

Pripremio: **Boris Abramov**

Literatura: - MAN B&W: SI UNITS, P 140-9409  
 - Bojan Kraut: STROJARSKI PRIRUČNIK,  
 Tehnička knjiga Zagreb, 1982.

*Tiskano*

---

UPSS