

# STROJNIŠKI VESTNIK

LETNIK 18

LJUBLJANA, V JANUARJU 1972

ŠTEVILKA 1

UDK 389.15+351.821

## Mednarodni sistem enot SI — zdaj in v prihodnje

BOJAN KRAUT

Težnja, da bi v znanosti in tehniki pisali enačbe v veličinski obliki, tj. v naravnem medsebojnem razmerju veličin, je neogibno vodila v izgradnjo merskih sistemov skladnih (koherenčnih) enot, ki izhajajo iz definicijskih veličinskih enačb.

Takšen merski sistem — med drugimi — ki se je s skladnostjo nekaterih enot prilagodil možnosti za pisanje veličinskih enačb v mehaniki, je stari, zdaj že umikajoči se tehnični sistem enot. Zgrajen je bil na treh osnovnih enotah: za dolžino, čas in silo, kar je za potrebe ožjega področja mehanike povsem zadoščalo.

Ze l. 1901 je prof. Giorgi predložil nov — absolutni sistem enot, ki naj bi ustrezal tudi potrebam elektrotehnike. Ta sistem, ki je bil zgrajen na štirih osnovnih enotah: metru [m] za dolžino, kilogramu [kg] za maso, sekundi [s] za čas in amperu [A] za jakost električnega toka in je bil tudi po njih poimenovan sistem MKSA, je 9. Generalna konferenca za mere in uteži CGPM (Conférence Générale des Poids et Mesures) leta 1948 v Parizu sprejela kot splošno primeren sistem enot.

Sistem MKSA še ni zajel enot s področja toplotne in svetlobne tehnike. Zato ga je 10. Generalna konferenca za mere in uteži leta 1954 v Parizu razširila še z osnovnima enotama: stopinjo Kelvina [ $^{\circ}$ K] za temperaturo in candleo [cd] za svetlobno jakost ter mu — tako razširjenemu na šest osnovnih enot — nadela ime mednarodni sistem enot s kratico SI (Système International d'Unités).

Naslednji Generalni konferenci za mere in uteži (11. — l. 1960 in 12. — l. 1964) sta prinesli nekatere dopolnitve (npr. tudi novo definicijo litra:  $1\text{ l} = 1\text{ dm}^3$  — namesto prejšnje:  $1\text{ l} = 1,000\,028\text{ dm}^3$ ), pri 13. Generalni konferenci l. 1967 pa je posebne omembe vredna spremembra imena za osnovno enoto temperaturo, ki je odslej — kelvin [K], in sicer tako za absolutno temperaturo kakor tudi za temperaturno razliko. Piscu teh vrstic je ta rešitev v posebno zadoščenje, saj se je tudi zavzemal za natančno tako rešitev že leta 1959\*.

S tem pa proces izpopolnjevanja mednarodnega sistema enot SI nikakor še ni končan. To posebno očitno kaže npr. tudi novi zahodnonemški zakon o enotah v merilstvu iz leta 1969. Ta je v celoti zgrajen na sistemu SI, dodaja pa več pomembnih določil, za katera — vsaj nekatera — je zelo

verjetno, da bodo na eni naslednjih Generalnih konferenc sprejeta tudi za mednarodno rabo. Pa tudi ne glede na to, ta zakon — čeprav obvezno veljaven samo v mejah lastne države — bo imel lahko vsaj na srednjeevropskem področju toliko pomemben vpliv, da tudi za nas ne more biti nezanimiv.

V naslednjem naj na kratko prikažem glavne značilnosti zdajšnje oblike mednarodnega sistema enot SI in posebnih določil zahodnonemškega zakona o enotah v merilstvu ter dodam nekatere svoje premisleke.

### 1. MEDNARODNI SISTEM ENOT — SI

Zgoščeno sliko ogrodja mednarodnega sistema enot prikazujejo njegove osnovne enote, izvedene enote in decimalni mnogokratniki enot.

#### 1.1. Osnovne enote

Mednarodni sistem enot SI ima dandanes 6 osnovnih enot, katerih najnovejše definicije (v deloma nekoliko poenostavljeni obliki) so:

za dolžino  $l$ : 1 meter [m] je  $650\,763,73$ -kratna valovna dolžina pri sevanju atomov nuklida  $^{86}\text{Kr}$ ;

za maso  $m$ : 1 kilogram [kg] je masa mednarodnega prakilograma (hranjenega v Sèvresu pri Parizu);

za čas  $t$ : 1 sekunda [s] je  $9\,192\,631\,770$ -kratno trajanje periode pri sevanju atomov nuklida  $^{133}\text{Cs}$ ;

za jakost električnega toka  $I$ : 1 amper [A] je jakost enosmerne električne toke, ki v dveh

1 m oddaljenih vzporednih vodnikih povzroča med njima na dolžini 1 m silo  $1/5\,000\,000\text{ kg/m}^2\text{s}^2$ ;

za temperaturo  $T$ : 1 kelvin [K] je  $273,16$ -ti del termodynamične temperature trojne točke vode;

za svetlobno jakost: 1 candle [cd] je  $1/600\,000$  svetlobne jakosti, ki jo oddaja  $1\text{ m}^2$  površine absolutno črnega telesa pri strjevališču platine.

#### 1.2. Izvedene enote

Vse izvedene enote so sestavljene iz osnovnih, izhajajo pa iz definicijskih veličinskih enačb, npr.:

za volumen:	$V = l^3$	[ $\text{m}^3$ ]
za hitrost:	$v = l/t$	[ $\text{m/s}$ ]
za gostoto:	$\rho = m/V$	[ $\text{kg/m}^3$ ]
za masni pretok:	$q = m/t$	[ $\text{kg/s}$ ]
za toplotno razteznost:	$a = Al/l T$	[ $\text{K}^{-1}$ ] itd.

\* Kraut, B.: O enotah za temperaturo (On Temperature Units). Strojniški vestnik, 1959, str. 2—5.

Kot brezdimenzijsko razmerje je definirana enota za analitični kot — ločno mero:

$$\hat{\alpha} = l/r \quad \text{radian [rad]}$$

Med izvedenimi enotami so mnoge, ki so — zaradi pomembnosti in jasnejše preglednosti — dobine posebno ime; takšne enote so:

za silo:	newton	$1 N = 1 \text{ kg m/s}^2$
za delo, energijo:	joule	$1 J = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ W s}$
za moč:	watt	$1 W = 1 \text{ J/s}$
za frekvenco:	hertz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
za elektr. napetost:	volt	$1 V = 1 \text{ W/A}$
za elektr. upornost:	ohm	$1 \Omega = 1 \text{ V/A}$
za elektr. prevodnost:	siemens	$1 S = 1 \Omega^{-1}$
za količino elektrine:	coulomb	$1 C = 1 \text{ As}$
za elektr. kapacitivnost:	farad	$1 F = 1 \text{ As/V}$
za elektr. induktivnost:	henry	$1 H = 1 \text{ Vs/A}$
za magnetni tok:	weber	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ Vs}$
za gostoto magnet. toka:	tesla	$1 T = 1 \text{ Wb/m}^2$

### 1.3. Decimalni mnogokratniki in deli enot

Vse osnovne enote in izvedene enote s posebnim imenom se lahko izražajo z dodatkom decimalnih mnogokratnikov, in sicer:

deka	$da = 10^1$	deci	$d = 10^{-1}$
hekto	$h = 10^2$	centi	$c = 10^{-2}$
kilo	$k = 10^3$	milli	$m = 10^{-3}$
mega	$M = 10^6$	mikro	$\mu = 10^{-6}$
giga	$G = 10^9$	nano	$n = 10^{-9}$
tera	$T = 10^{12}$	piko	$p = 10^{-12}$
		femto	$f = 10^{-15}$
		atto	$a = 10^{-18}$

Npr.:

1 dekagram:	$1 \text{ dag} = 10 \text{ g}$
1 hektoliter:	$1 \text{ hl} = 10^2 \text{ l}$
1 kilowatt:	$1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W}$
1 megajoule:	$1 \text{ MJ} = 10^6 \text{ J}$
1 centimeter:	$1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$
1 milisekunda:	$1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$
1 mikroamper:	$1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$
1 pikofarad:	$1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$

### 2. ZAHODNONEŠKI ZAKON O ENOTAH V MERILSTVU

V juliju 1969 je v ZR Nemčiji izšel zakon o enotah v merilstvu (*Gesetz über Einheiten im Maßwesen*), v juniju 1970 pa še izvršilna odločba (*Ausführungsverordnung*) k njemu.

Zahodnonemški zakon ima v celoti za osnovo mednarodni sistem enot SI, dodaja pa mu še nadaljnje — atomsko fizikalne enote, vrhu tega pa izvršilna odločba zakona uvaja posebno ime — **pascal** [Pa] — za koherentno enoto za tlak, določa masne enote kot enote za težo in odreja roke, po katerih pretekla raba starih enot poslovno in službeno ne bo več dopustna.

### 2.1. Atomsko-fizikalne enote

Atomsko fizikalne enote, ki jih uvaja zahodnonemški zakon, so:

za količino snovi: 1 mol [mol] je količina snovi v sistemu, ki sestoji iz toliko delcev, kolikor atmov je v 12/1000 kg nuklida  $^{12}\text{C}$ ;

za maso (delcev): 1 atomska enota mase [u] je 12-ti del mase atoma nuklida  $^{12}\text{C}$ ;

za energijo: 1 elektronski volt [eV] je energija, ki jo pridobi elektron pri prehodu potencialne razlike 1 V v vakuumu.

### 2.2. Enota za tlak — pascal [Pa]

Po izvršilni odločbi k zahodnonemškemu zakonu je za koherentno enoto za tlak [ $\text{N/m}^2$ ] določeno posebno ime — **pascal** [Pa].

Glede na to, da Generalna konferenca za mere in uteži tega imena še ni sprejela, omenjena odločba pa ga že uvaja in je prav tako enako imenovano tudi že v predlogu za novo izdajo nemškega standarda DIN 1301 (okt. 1970), naj bo v naslednjem navedeno zadevno pojasnilo Zavoda za enote in veličine AEF (*Ausschuss für Einheiten und Formelgrößen*) pri Nemškem zavodu za standarde DNA (*Deutscher Normenausschuss*):

Mednarodna organizacija za standardizacijo ISO (*International Standardizing Organisation*) je uporabila »pascal« kot posebno ime enote za tlak  $\text{N/m}^2$  že leta 1960 (ISO/R 31 — III Nr. 3 — 11 a) in prav tako leta 1969 (ISO/R 1000, Nr. 3 — 11.1, 3 — 11.2).

Mednarodni odbor za mere in uteži CIPM (*Comité International des Poids et Mesures*) je ime »pascal« za enoto tlaka predložil Generalni konferenci za mere in uteži, pa se lahko računa s tem, da bo to ime sprejetno na naslednji konferenci.

### 2.3. Masa — teža

Izvršilna odločba k zahodnonemškemu zakonu (§ 7—4) določa:

Enote za težo (*Gewicht*) kot označba, ki se v poslovnem prometu uporablja za navedbo količine blaga, so masne enote.

Nato pa določa še (§ 19—3):

Enote za težo kot veličina sile (*Gewichtskraft* = težna sila) v smislu zmnožka mase in zemeljskega pospeška so silske enote.

Za popularizacijo teh določb je Nemški zavod za standarde (DNA) izdal posebno publikacijo (*Haeber-Gärtner: Die gesetzlichen Einheiten in der Technik*), ki vsebuje naslednje definicije:

**Maso** (*Masse, mass*)  $m$  označuje lastnost telesa, ki se kaže tako kot vztrajnost proti spremembam njegovega gibalnega stanja kakor tudi s privlačnostjo k drugim telesom. Maso določamo s primerjavo s telesi znane mase.

**T e ž a** (*Gewicht, weight*) v trgovini in gospodarstvu ter v poslovnem prometu sploh se uporablja kot — s tehtanjem določeni — podatek o količinah, merjenih v g, kg, t. Breme, obremenitev, nosilnost ipd., so masne veličine, merjene z masnimi enotami g, kg, t.

**T e ž n a s i l a** (*Gewichtskraft, weight-force*) G telesa je na njegovo podlago ali obešalo z zemeljskim pospeškom delujoča navpično usmerjena sila. Enaka je zmnožku mase  $m$  telesa in krajevnega zemeljskega pospeška  $g$ .

#### 2.4. Enot s časovno omejeno uporabnostjo

Med enotami, ki jim izvršilna odločba k zahodnonemškemu zakonu določa rok, po katerem se v poslovnem in službenem prometu ne smejo več uporabljati, zadevajo strojništvo naslednje:

z rokom dovoljene uporabnosti do 31. decembra 1974 označevanje enot

- za površino: qm, qcm, qmm, qkm,
- za volumen: cbm, cdm, cbcm, cbmm,
- za temperaturno razliko: grd,

z rokom dovoljene uporabnosti do 2. julija 1975: označevanje enote za temperaturo: stopinja kelvina [ $^{\circ}$ K],

z rokom dovoljene uporabnosti do 31. decembra 1977:

uporaba enot:

- ångström ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ ),
- nova stopinja ( $= \pi/2 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$ ),
- nova minuta ( $= \pi/2 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$ ),
- nova sekunda ( $= \pi/2 \cdot 10^{-6} \text{ rad}$ ),
- dyn ( $= 10^{-5} \text{ N}$ ),
- erg ( $= 10^{-7} \text{ J}$ ),
- pond ( $1 \text{ p} = 9,806 \cdot 65 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ ), kilopond, mega-pond — z vsemi njihovimi izpeljankami, npr.: kp m, kp m/s, kp/mm<sup>2</sup>, kp/cm<sup>2</sup> ipd.
- tehnična atmosfera ( $1 \text{ at} = 98 066,5 \text{ Pa}$ ),
- fizikalna atmosfera ( $1 \text{ atm} = 101 325 \text{ Pa}$ ),
- torr ( $= 101 325 \cdot 760^{-1} \text{ Pa}$ ),
- vodni steber ( $1 \text{ m v.s.} = 9 806,65 \text{ Pa}$ ),
- živosrebrni steber ( $1 \text{ mm Hg} = 133,322 \text{ Pa}$ ),
- poaz ( $1 \text{ P} = 10^{-1} \text{ Pa.s}$ ),
- stok ( $1 \text{ St} = 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ ),
- kalorija ( $1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ J}$  kcal, Mcal),
- konjska moč ( $1 \text{ KS} = 735,498 \cdot 75 \text{ W}$ ).

### 3. NEKATERI PREMISLEKI

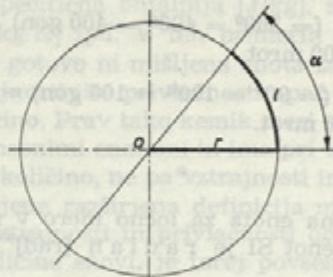
#### 3.1. Enot za kot in ločno mero

**K o t**  $\alpha$  (geometrični kot) je del ravnine med dvema premicama, ki se sekata v vrhu kota.

**Ločna mera**  $\hat{\alpha}$  (analitični kot) je razmerje dolžine loka  $l$ , odrezanega z dvema premicama na krogu s središčem O v presečišču teh premic, in polmera kroga  $r$ .

Povezava med kotom  $\alpha$  in njegovo ločno mero  $\hat{\alpha}$  (sl. 1) je določena z enačbo:

$$\hat{\alpha} = l/r = \operatorname{arc} \alpha$$



Slika 1

Obe veličini — kot in njegova ločna mera — imata dimenzijsko vrednost 1.

Najstarejša mera za kot — zdaj še vedno v splošni rabi — je 360-ti del polnega kota: 1 k o t n a s t o p i n j a [ $^{\circ}$ ]. Razdeljena je na 60 kotnih minut [ $'$ ], kotne minute pa na 60 kotnih sekund [ $''$ ].

Da bi se mere za kot prilagodile dekadnemu številskemu sistemu, je pozneje nastala nova mera za kot: n o v a s t o p i n j a [ $\text{rad}$ ], ki je 100-ti del pravega kota. Ta se je delila na 100 novih minut [ $\text{cgon}$ ], vsaka nova minuta pa na 100 novih sekund [ $\text{ccgon}$ ]. Ta mera za kot se nikakor ni mogla prav uveljaviti, novi nemški zakon o enotah pa jo že sploh odpravlja.

V zvezi z mednarodnim sistemom enot SI se nova stopinja pojavlja z novim imenom in novo razdelitvijo: 100-ti del pravega kota je dobil ime g o n [gon], deli pa se na decimalne dele decigon [dgon], centigon [cgon], miligon [mgon] itd.

Mnenja sem, da gon prav tako ne prinaša nobene bistvene prednosti kot mera za kot, kakor je ni prinesla nova stopinja, pa zato stara kotna stopinja tudi še nadalje zlepa ne bo izrinjena iz rabe. Pomanjkljivost nove stopinje in gona je namreč v tem, da izhajata iz delitve pravega kota, ki omogoča sicer določeno enostavno geometrično predstavo, nima pa nobene značilne povezave z drugimi važnimi veličinami. In še delitev pravega kota na 100 delov je prav malo primerna — izbrana pač tako menda samo zato, da bi se nova stopinja oz. gon čimmanj razlikovala od stare kotne stopinje.

U mestna koherentna enota za kot bi bil lahko samo p o l n i k o t ( $= 360^{\circ} = 400^{\circ} = 400 \text{ gon}$ ). Ta pa je identičen z 1 vrtljajem, ki je pač naravna mera za vrtenje (rotacijo) — izredno pomemben pojem v fiziki in tehniki.

Ta enota za kot — polni kot, vrtljaj — bi potrebovala tudi ustrezno ime. Ta čas se uporablajo kot označbe za vrtljaj različne neenotne okrajšave (vrtljaj = vrt, révolution = rev, Umdrehung = U). Menim, da bi splošno veljavno ime za vrtljaj lahko zelo primerno izhajalo prav iz pojma »vrtenje« (roto, lat.) in bi tako koherentni enoti za kot lahko nadeli ime: 1 r o t , ki bi bilo menda lahko

mednarodno sprejemljivo\*. Mnogokratnik in delite enote — v skladu z mednarodnim sistemom enot SI — bi bili: kilorot [krot], megarot [Mrot], decirot [drot], milirot [mrot] ipd. Potemtakem bi bila:

$$\text{polni kot} (= 360^\circ = 400^g = 400 \text{ gon}) = 1 \text{ rot} = 1000 \text{ mrot},$$

$$\text{pravi kot} (= 90^\circ = 100^g = 100 \text{ gon}) = 0,25 \text{ rot} = 250 \text{ mrot}.$$

\*

Koherentna enota za ločno mero v mednarodnem sistemu enot SI je radian [rad]\*\*:

$$2\pi \text{ rad} = 360^\circ = 1 \text{ rot}$$

$$1 \text{ rad} = 57^\circ 17' 45'' = \frac{1}{2\pi} \text{ rot}$$

Pri uporabi enot — radian [rad] za ločno mero  $\hat{\alpha}$  in vrtljaj [rot] za kot  $\alpha$  — bi torej lahko zapisali

$$\hat{\alpha} = 2\pi \alpha$$

\*

Za primer računanja s koti naj bo navedena evolventna (involutna) enačba:

$$\text{inv } \alpha = \tan \alpha - \hat{\alpha} \quad \hat{\alpha} [\text{rad}]$$

Drugi člen desne strani v enačbi je ločna mera  $\hat{\alpha}$ , merjena torej s koherentno enoto radian. Kar pa imamo v praksi kote  $\alpha$  dane vedno v stopinjah, moramo ločno mero najprej šele izračunati, in sicer iz:

$$\hat{\alpha} = \frac{2\pi}{360} \alpha \quad \alpha [^\circ]$$

kar pomeni, da je evolventna enačba pri izračunu samem dejansko bolj zložena

$$\text{inv } \alpha = \tan \alpha - \frac{2\pi}{360} \alpha \quad \alpha [^\circ]$$

Ko bi kote merili s predloženo enoto vrtljajem [rot], bi se enačba lahko glasila enostavnejše:

$$\text{inv } \alpha = \tan \alpha - 2\pi \alpha \quad \alpha [\text{rot}]$$

Podobno velja za vse primere, pri katerih so podatki o kotih dani v kotnih merah, v enačbah pa se pojavlja njihova ločna mera [rad]. Ni pa prav ni verjetno, da bi enota ločne mere mogla v praksi zamenjati kotne enote.

Kotna enota vrtljaj [rot] pa bi imela še poseben pomen pri kotnih izvedenkah, npr. pri vrtlini hitrosti (gl. 3.2.).

\* Za vrtljaj je predložena tudi označba rev (iz: revolution, lat. — obrat, preobrat), ki pa je — verjetno — mednarodno manj sprejemljiva.

\*\* radian (angl., franc.), Radiant (nem.)

### 3.2. Enote za periodična dogajanja in vrtenje

Periodično dogajanje se ponavlja po določenem času, ki ga imenujemo *perioda T*; njena enota je enota časa [s].

Stevilo periodičnih dogajanj v enoti časa imenujemo *frekvenco f*. Njena enota izhaja iz definicijske enačbe

$$f = \frac{1}{T}$$

in je torej  $[s^{-1}]$ , ki je — kot enota za frekvenco — dobila posebno ime: *hertz [Hz]*.

Z vrednostjo  $2\pi$  pomnoženo frekvenco  $f$  imenujemo *krožno frekvenco ω*:

$$\omega = 2\pi f,$$

katere koherentna enota je tudi  $[s^{-1}]$  (vendar pa zanjo ne velja ime hertz [Hz]).

\*

Tudi vrtenje je periodično dogajanje, toda določene posebne vrste. Periodi pri periodičnem dogajanju nasprotni ustreza tu čas 1 vrtljaja  $T[s]$ .

S številom vrtljajev v časovni enoti je določena *vrtilna hitrost n*

$$n = \frac{1}{T}$$

katere koherentna enota je torej  $[s^{-1}]$ . Hkrati pa bi vrtilno hitrost lahko definirali kot odvod kota  $\alpha$ , merjenega z vrtljaji [rot], po času  $t$ :

$$n = \frac{d\alpha}{dt}$$

iz česar izhaja tudi posebna označba za enoto vrtilne hitrosti: [vrt/s (= rot/s)]. Ker pa je dimenzijska vrednost enote za kot enaka 1, je ta označba v skladu s prejšnjo [vrt/s (= rot/s) =  $s^{-1}$ ].

Z vrednostjo  $2\pi$  pomnoženo vrtilno hitrost  $n$  imenujemo *kotno hitrost ω*

$$\omega = 2\pi n$$

ki pa je tudi odvod ločne mere  $\hat{\alpha}$  [rad] po času  $t$ :

$$\omega = 2\pi \frac{d\alpha}{dt} = \frac{d\hat{\alpha}}{dt}$$

Iz te enačbe izhaja koherentna enota za kotno hitrost: [rad/s =  $s^{-1}$ ].

Iz navedenega je razvidno, da ima vrtilna hitrost pri vrtenju prav tak pomen kakor frekvenci pri periodičnem dogajanju nasprotni. Njen neposredni izračun iz odvoda kota po času je lahko mogoč, če kot merimo z vrtljajem, tj. polnim kotom [rot] kot enoto.

V razpredelnici 1 je viden pregled enot za periodična dogajanja in vrtenje.

## Razpredelnica 1. izvajanje

	Periodično dogajanje	Vrtenje
Veličina:	frekvenca	vrtilna hitrost
Definicijska enačba:	$f = \frac{1}{T}$	$n = \frac{1}{T} = \frac{d\alpha}{dt}$
Enota:	[Hz = s <sup>-1</sup> ]	[vrt/s (= rot/s) = s <sup>-1</sup> ]
Veličina:	krožna frekvenca	kotna hitrost
Definicijska enačba:	$\omega = 2\pi f$	$\omega = 2\pi n = \frac{d\alpha}{dt}$
Enota:	[s <sup>-1</sup> ]	[rad/s = s <sup>-1</sup> ]

Se posebej poudariti je treba tudi, da so vrtljaji [rot] lahko merljivi z enostavnimi merilniki, medtem ko takih ni za merjenje analitičnih kotov — ločnih mer v radianih [rad]. Zaradi vsega tega ima — za prakso — vrtilna hitrost veliko prednost pred kotno hitrostjo, pa bi bilo treba to upoštevati pri nadalnjem oblikovanju sistema enot SI.

## 3.3. Enote za maso in težo

Masa  $m$  naj bi bila definirana z lastnostjo teles, ki se kaže z vztrajnostjo proti gibalnim spremembam in privlačnostjo k drugim telesom. Njena enota je kilogram [kg].

S težo  $G$  smo označevali doslej silo, s katero Zemlja privlači telesa nase (= razlika med gravitacijsko in centrifugalno silo). Merili smo jo — v sistemu SI — z enoto sile newton [N]. Medtem pa novi nemški zakon o enotah v merilstvu določa težo — v »poslovnem prometu« — kot s tehtanjem določeni »podatek o količinah«, in sicer v enotah mase [kg].

Glede na to, da v drugih državah (še) ni uvedena tej določbi nemškega zakona podobna določba, bo z izvajanjem tega zakona lahko prihajalo do mnogih nejasnosti in nesporazumov. Nekdo bo s »težo« razumel silo, drug pa količino. Zato je neogibno potrebno, da Generalna konferenca za mere in uteži to vprašanje uredi jasno in dokončno.

Vprašanju mase in teže, o katerem je bilo napisane že zelo mnogo, naj bo tudi tu posvečenih še nekaj vrstic.

Maso določamo s primerjavo z drugo znano maso, tj. s tehtanjem. Če določamo »podatek o količini« neke snovi s tehtanjem, in sicer v g, kg, t — kakor beremo v nemškem zakonu o enotah v merilstvu — pomeni, da s tem določamo dejansko njenou maso. Kot »podatek o količini« neke snovi rabi torej kar njena — masa. Na vztrajnosti in privlačnosti temelječi definiciji mase se zato smiselnopridružuje še dodatek, da z maso merimo tudi količino snovi.

V fiziki, kemiji in tehnični imamo nešteto primerov, ko količino snovi merimo z enotami mase. Naj omenim samo nekatere »specifične« lastnosti, ki se nanašajo na enoto mase: specifična topota [J/kg K], specifična entalpija [J/kg], specifična entropija [J/kg K] ipd. V teh primerih z enoto kilogram prav gotovo ni mišljena enota za snovno lastnost vztrajnosti in privlačnosti, pač pa enota za njenou količino. Prav tako kemik meri sestavine neke spojine z masnimi enotami in ima pri tem pred očmi le njihovo količino, ne pa vztrajnosti in privlačnosti. Prej omenjena razširjena definicija mase, ki mimo lastnosti vztrajnosti in privlačnosti obsegata tudi določanje količine snovi, je torej povsem upravičena.

Zato je prav gotovo povsem nerazumljiva določba nemškega zakona o enotah v merilstvu, ki omejuje določanje »podatka o količinah« s tehtanjem (imenuje ga »težo«) samo na področje »poslovnega prometa«.

Posebne omembe vredno je še poimenovanje mase kot podatka o količini snovi. Poimenovanje s »težo« (*Gewicht*), kakor to uvaja nemški zakon o enotah v merilstvu, je dokaj problematično. Pojmi teža, težak ipd. so vezani na pojem sile. Pravimo, da ima človek na Zemlji večjo težo kakor na Luni, da je tu težji kakor tam. Lahko je tudi v »breztežnostnem« stanju. V smislu nemškega zakona pa bi bila njegova »teža« vsakokrat enaka. Vrhу tega je bilo neogibno, da je v nemškem zakonu posebej poimenovana tudi teža kot sila: »težna sila« (*Gewichtskraft*). To mora vsekakor voditi k zamenjavam in napakam. Teža z masnimi enotami bi se prepletala s težno silo s silskimi enotami. Zato menim, da teže kot podatka o količini snovi v enotah mase ne bi kazalo uvajati.

## 4. SKLEP

Glede na prikazano stanje mednarodnega sistema enot SI in posebnosti nemškega zakona o enotah v merilstvu menim, da bi bilo potrebno, da Generalna konferenca za mere in uteži uredi — med drugimi — tudi naslednja vprašanja:

1) odobri ime pascal [Pa] za enoto tlaka [N/m<sup>2</sup>];

2) premisli o določitvi polnega kota = vrtljaja kot koherentne enote za kot (geometrični), za katero predlagam ime rot [rot];

3) precizira definicijo vrtilne hitrosti kot odvod kota po času in ji določi koherentno enoto, ki bi se (po predlogu pod 2) lahko imenovala [rot/s];

4) določi definicijo za maso, ki naj bi vsebovala še to, da je masa tudi podatek o količini snovi;

5) določi, da je teža sila, s katero Zemlja privlači telesa nase (in je torej identična s pojmom »težna sila«, ki je zato nepotreben).

Z zanimanjem bomo pričakovali odločitev Generalne konference tudi o teh vprašanjih.