

# POGOVOR Z DIREKTORJEM URADA RS ZA MEROSLOVJE DR. SAMOM KOPAČEM OB 20. MAJU, SVETOVNEM DNEVU MEROSLOVJA

Urad RS za meroslovje

Dr. Samo Kopač je po izobrazbi univ. dipl. fizik in doktor fizikalnih znanosti. Svojo meroslovno pot je začel že v času podiplomskega študija na IJS, nadaljeval kot vodja Slovenske akreditacije, v vlogi direktorja Urada RS za meroslovje pa je od leta 2010. Z njim smo se pogovarjali o pomenu meroslovja v Sloveniji in nalogah, ki jih opravlja Urad RS za meroslovje.



Direktor Urada RS za meroslovje dr. Samo Kopač  
(Vir: Arhiv MIRS in Obrtnik)

*Predstavitvena brošura Urada nosi naslov »Že več kot 200 let skrbimo za točna in zanesljiva merjenja«, kaj to pomeni?*

**Dr. Samo Kopač:** Korenine meroslovja na področju Slovenije imajo že dolgo tradicijo in segajo vse v prazgodovinski čas, kar dokazujejo bogate arheološke najdbe. Že cesarica Marija Terezija je v času svojega vladanja v avstro-ogrski monarhiji vpeljala za tiste čase vzoren red na področju meroslovja. Slovenija je tako že v 18. stoletju imela urejen meroslovni sistem, kjer je bilo poleg mer in merskih enot poskrbljeno tudi za primerno kontrolo in označevanje plemenitih kovin.

V Ljubljani so tako za nadzor trgovskega prometa na Bregu ob Ljublanici že sredi 18. stoletja posta-

vili javno tehtnico, v začetku 19. stoletja pa v okviru mitnice tudi mestno tehtnico za tehtanje blaga, ki so ga pripeljali v mesto. V letu 1877 je tako na naslovu Na Prulah 17, danes na Grudnovem nabrežju 17, že deloval meroizkusni oz. merosodni urad. Po propadu monarhije leta 1918 se je urejanje merjenj nadaljevalo tudi v okviru Kraljevine SHS in kasneje v Jugoslaviji.

Tudi ob osamosvojitvi Republike Slovenije je bilo področje meroslovja prepoznano kot ena od državotvornih nalog. Urad za standardizacijo in meroslovje (USM) je bil tako ustanovljen z razglasitvijo Ustavnega zakona za izvedbo Temeljne ustavne listine o samostojnosti in neodvisnosti Republike Slovenije dne 25. 6. 1991. Z ločitvijo standardizacije in akreditacije leta 2001 se je meroslovni del urada preoblikoval v Urad RS za meroslovje, ki predstavlja slovensko nacionalno meroslovno institucijo ter sedaj kot organ v sestavi Ministrstva za gospodarski razvoj in tehnologijo nadaljuje delo na področju meroslovja. *Zato pravimo, da že 200 let skrbimo za točna in zanesljiva merjenja.*

**Meroslovje je znanost o merjenju.** Vključuje enotno razumevanje in uporabo merskih enot ter s tem povezuje aktivnosti ljudi po vsem svetu. Meroslovje obravnava definicijo merskih enot, njihovo uporabo v praksi in zagotavljanje sledljivosti meritev, s katerimi se izvedba enot nadzorovano prenaša do uporabnikov. Tako so točne meritve med najbolj osnovnimi pogoji za proizvodnjo, trgovanje in za delovanje družbe na splošno.

**N**ir Maria Terezia,  
von Gottes Gnaden Rö-  
mische Kaiserin, Wittib, Kö-  
nigin zu Hungarn, Böhmeim, Dal-  
matien, Croatien, Slavonien, Galizien, Lodomerien zc.  
Erzherzogin zu Oesterreich Herzogin zu Burgund, zu  
Steyer, zu Kärnten, und zu Crain; Großfürstin zu Sie-  
benbürgen; Markgräfin zu Mähren, Herzogin zu Bra-  
bant, zu Limburg, zu Luxemburg, und zu Geldern, zu Wür-  
temberg, zu Ober- und Nieder- Schlesien, zu Masland,  
zu Mantua, zu Parma, zu Placenz, zu Guastalla,  
zu Aufchwig, und Zator; Fürstin zu Schwaben, ge-  
fürstete Gräfin zu Habsburg, zu Flandern, zu Tyrol,  
zu Hennegau, zu Kyburg, zu Görz, und zu Gradisca,  
Markgräfin des heiligen Römischen Reichs, zu Bur-  
gau, zu Ober- und Nieder- Lausnig, Gräfin zu Na-  
mur, Frau auf der Windischen March, und zu Me-  
cheln zc.; verwittibte Herzogin zu Lotharingen, und  
Barr, Großherzogin zu Toscana zc. zc.

Entbieten allen und jeden geistlichen und weltlichen Obrigkeiten  
und Unterthanen Unseres Erzherzogthums Oesterreich unter  
der Enns, was Würden oder Standes sie seyen, Unsere Gnade,  
und geben euch hiemit gnädigt zu vernehmen: wasmaßen Wir miß-  
fällig



Stare mere, merila in listine iz časa cesarice Marije Terezije (Vir: Arhiv MIRS)

Kakšne so naloge in pristojnosti Urada na področju meroslovja v Sloveniji?

**Dr. Samo Kopač:** Naloge Urada na področju meroslovja opredeljuje Zakon o meroslovju, poleg tega pa Urad opravlja tudi naloge s področja Zakona o izdelkih iz plemenitih kovin. Meroslovje lahko tako v grobem razdelimo na pet področij:

#### ► Mednarodni sistem merskih enot SI

S podpisom Metrske konvencije leta 1875 je bilo potrjeno, da je uporaba enotnih in primerljivih merskih enot bistvena za nemoteno trgovino ter razvoj družbe tako na državni kot mednarodni ravni. Sistem enot SI tako opredeljuje sedem osnovnih enot, in sicer meter, kilogram, sekundo, amper, kelvin, mol in kandelo. Sistem je leta 2019 doživel tudi redefinicijo, tako da so enote sedaj univerzalno uporabne po celotnem nam znanem vesolju, kar predstavlja nov mejnik naše civilizacije. Nova definicija enot sistema SI temelji na določitvi naslednjih fiksnih vrednosti naravnih konstant:

- frekvenca prehoda cezijevega 133 atoma v nemotenem osnovnem stanju  $\Delta\nu_{Cs}$  je 9 192 631 770 Hz,
- hitrost svetlobe v vakuumu  $c$  je 299 792 458 m/s,

- Planckova konstanta  $h$  je  $6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$  Js,
- osnovni naboj  $e$  je  $1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$  C,
- Boltzmannova konstanta  $k$  je  $1,380\ 649 \times 10^{-23}$  J/K,
- Avogadrova konstanta  $N_A$  je  $6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>,
- svetlobna učinkovitost monokromatskega sevanja s frekvenco  $540 \times 10^{12}$  Hz,  $K_{cd}$  je 683 lm/W.

Nove definicije enot SI pa so sedaj:

- SI enota za maso je kilogram (kg). Določen je preko številske vrednosti Planckove konstante  $h$ .
- SI enota za električni tok je amper (A). Določen je preko številske vrednosti osnovnega naboja  $e$ .
- SI enota za termodinamično temperaturo je kelvin (K). Določen je preko številske vrednosti Boltzmanove konstante  $k$ .
- SI enota za množino snovi je mol (mol). Določen je preko številske vrednosti Avogadrove konstante  $N_A$ .
- SI enota za čas je sekunda (s). Določena je preko številske vrednosti cezijeve frekvence  $\Delta\nu_{Cs}$ .
- SI enota za dolžino je meter (m). Določen je preko številske vrednosti hitrosti svetlobe v vakuumu  $c$ .
- SI enota za svetilnost/svetlobno jakost v dani smeri je kandela (cd). Določena je preko šte-

vilske vrednosti svetlobne učinkovitosti monokromatskega sevanja s frekvenco  $540 \times 10^{12}$  Hz,  $K_{cd}$ .

Urad tako skrbi tudi za pravilno uporabo merskih enot mednarodnega sistema SI.

#### ► Zagotavljanje sledljivosti meritev

Nacionalni meroslovni sistem zagotavlja sledljivost in mednarodno primerljivost merjenj za uporabnike v Sloveniji. Merilna sledljivost je definirana kot lastnost merilnega rezultata, ki omogoča navezavo rezultata na referenco z dokumentirano neprekinjeno verigo umeritev/kalibracij, od katerih vsaka prispeva k merilni negotovosti. Urad zagotavlja sledljivost merjenj na mednarodno raven ter prenos vrednosti izbranih enot SI v Republiki Sloveniji samostojno ali preko nosilcev nacionalnih etalonov. Poleg Urada je v meroslovni sistem vključenih tudi 9 zunanjih inštitucij t. i. nosilcev nacionalnih etalonov, ki s svojimi akreditiranimi merilnimi zmogljivostmi zagotavljajo merilno sledljivost za posamezne enote SI sistema do mednarodnih etalonov oz. do primarne realizacije merskih enot SI.

#### ► Zakonska merila

Zakon o meroslovju določa, da morajo merila, ki se uporabljajo na področjih varovanja zdravja, varstva okolja, splošne tehnične varnosti, prometa blaga in storitev ter v postopkih pred upravnimi in pravosodnimi organi, izpolnjevati meroslovne in tehnične zahteve, določene s predpisi. Zakonska merila so na primer tehtnice v trgovinah, bencinske črpalke, taksimetri, merilniki hitrosti v cestnem prometu, vodomeri, gostinska posoda, nepremični rezervoarji, števcji električne energije, plinomeri, merilniki krvnega tlaka ipd. Merila, ki se uporabljajo v tovrstne namene, morajo biti predhodno odobrena (odobritev tipa). Zakonska merila so označena z meroslovnimi oznakami in zaščitena pred nepooblaščenimi posegi. Ko so merila odobrena, zakonodaja predpisuje, da se med uporabo redno pregledujejo z rednimi oziroma v izjemnih primerih z izrednimi overitvami. Na primer priprave za merjenje prostornine tekočih goriv (bencinske črpalke) se overjajo enkrat na leto ali enkrat na dve leti, odvisno od izvedbe, vodomeri na pet let itd. Dodatno se zakonska merila nadzirajo in preskušajo tudi z inšpekcijskim nadzorom Urada za meroslovje. Zakonska merila in postopki, ki jih za ta merila izvaja Urad ter pooblaščenji izvajalci overitev, zagotavljajo predvsem varstvo potrošnikov oz. državljanov na splošno.

#### ► Meroslovni nadzor

Meroslovni nadzor izvajajo inšpektorji Urada za meroslovje na področju merilnih instrumentov v prometu in uporabi, merskih enot, količin predpa-



*Zakonsko merilo »merilnik krvnega tlaka«, ki se uporablja na področju varovanja zdravja ljudi, zato mora izpolnjevati stroge meroslovne in tehnične zahteve, določene s predpisi. (Vir-avtor: Niko Javornik, Apollonia d.o.o.)*

kiranih izdelkov ter izdelkov iz plemenitih kovin. Nadzor se izvaja za zagotavljanje varstva potrošnikov ter lojalne konkurence med dobavitelji.

#### ► Plemenite kovine

Slovenska zakonodaja določa, da so plemenite kovine platina, zlato, paladij in srebro. Čiste plemenite kovine so same po sebi premehke za izdelavo nakita ali drugih uporabnih predmetov. Taki predmeti bi se prehitro izrabili ali zvilili in tako postali neuporabni. Zato te plemenite kovine mešamo z drugimi kovinami v zlitine. Zlati izdelki običajno vsebujejo 58,5 % zlata, kar je označeno z oznako, izraženo v tisočinkah (585). Srebrni nakit običajno vsebuje 92,5 % srebra, kar je na izdelkih označeno z oznako 925. Urad za meroslovje na tem področju izvaja preskušanje izdelkov iz plemenitih kovin in kadar imajo ti izdelki ustrezno vsebnost plemenitih kovin, jih označi z državnim žigom. Urad tudi skrbi za registracijo znakov dobaviteljev izdelkov. S tem potrošnikom zagotavljamo ustrezno vsebnost plemenitih kovin v izdelkih na slovenskem trgu.

*Kakšno vrednost oziroma pomen ima Urad za slovenska podjetja in kakovost njihovega poslovanja?*

**Dr. Samo Kopač:** Merjenja ves čas igrajo ključno vlogo pri znanstvenih in tehnoloških inovacijah, pri zasnovi in učinkoviti proizvodnji izdelkov ter preprečevanju neskladnih izdelkov, kar pomeni, da sta kakovost izdelkov in učinkovitost procesov ključno odvisna od merjenj. To je že od začetka prepoznano v osnovnem standardu zagotavljanja kakovosti ISO/IEC 9001, ki določa tudi zahteve glede uporabe merilne opreme. Točna in zanesljiva merjenja še pridobivajo na pomembnosti pri vpeljevanju digitalizacije v industrijske procese (industrija 4.0). Industrija 4.0 namreč gospodarstvo še bolj usmerja k izvajanju t. i. on-line meritev, neposredno in sproti izvedenih v procesu s pomočjo visoko zmogljivih merilnih instrumentov in sistemov, povezanih v pametna omrežja. Principi vzorčnega merjenja se se-

daj zamenjujejo s 100-odstotno merilno pokritostjo (100-odstotna kontrola), s čimer se zagotavlja najvišja kakovost proizvodov in storitev.

Merjenja zagotavljajo tudi osnovno podporo za zdravstvo, varnost, varstvo okolja, zdravo hrano itd. Lahko rečemo, da je kakovost izdelkov in storitev dobra toliko, kolikor so dobro opravljene meritve. Zavedati se je potrebno, da se samo v Sloveniji letno izvede na milijone meritev, ki se dotikajo vseh področij našega življenja in predstavljajo osnovno infrastrukturo gospodarstva ter trgovine. Za gospodarstvo je izrednega pomena, da so merilni instrumenti in postopki merjenj, ki zagotavljajo kakovost in sledljivost meritev, ustrezni, saj lahko že majhna napaka usodno vpliva na obstoj podjetja ali, kot je danes aktualna tema, tudi na zdravje in življenje ljudi. Točne meritve in s tem urejen meroslovni sistem, ki ga vodi Urad RS za meroslovje, imajo za gospodarstvo že od nekdaj velik pomen.

V Strategiji meroslovja v Republiki Sloveniji do leta 2025 smo si zato kot glavno strateško usmeritev razvoja nacionalnega meroslovnega sistema zadali ustvariti meroslovno podporo za tehnološki preboj slovenskega gospodarstva in mu omogočiti povečanje konkurenčnosti tako na domačem kot svetovnem trgu. Kajti v sodobnem zahtevnem svetu bi bilo vsako mednarodno poslovanje slovenskih podjetij brez kakovostnega merjenja in sledljivih meritev nemogoče.

*Ali so meritve in primerljivost rezultatov pomembne tudi navzven pri mednarodni trgovini?*

**Dr. Samo Kopač:** Urad seveda zagotavlja, da so rezultati meritev primerljivi tudi mednarodno, kar pomenostavljeno pomeni, da mora biti meter v Sloveniji enak metru kjerkoli drugje po svetu, kilogram v Sloveniji enak kilogramu drugje itd.

Posledično so zanesljiva merjenja podlaga za pravično trgovino tako na nacionalni kot tudi mednarodni ravni. Pri tem se zaradi varstva potrošnikov, varovanja zdravja ljudi in živali, varstva okolja, splošne tehnične varnosti ter državljanov v postopkih pred upravnimi in pravosodnimi organi nekatera merila še posebej regulirajo, da vse vpletene strani pri tem lahko zupajo rezultatom meritev. Govorimo o t. i. zakonskem meroslovju oz. zakonskih merilih, ki smo jih omenjali že zgoraj. Z zakonskimi merili se vsi srečujemo, v vsakdanjem življenju pa se niti ne zavedamo, da nekdo skrbi za to, da so merjenja točna. Ocenjujemo, da se na letni ravni v Sloveniji na podlagi meritev samo z zakonskimi merili ustvari najmanj 8.000.000.000 EUR prihodkov, kar predstavlja letni proračun RS oziroma vsaj 12 % vseh prihodkov slovenskega gospodarstva (ocena je narejena na podatkih za leto 2016). Zato ima letošnji moto mednarodnega dneva meroslovja naslov »Merjenja za globalno trgovino«.

Kako pomembna pa so merjenja v gospodarstvu, je težko oceniti oz. izraziti v denarju. Nekoč je nekdo

vprašal, kakšen delež v BDP predstavljajo merjenja. Lahko rečemo samo, da brez merjenj ne bi bilo gospodarstva in življenja, torej ne bi bilo nobenega BDP, saj se v vsakem evru BDP skrivajo tudi meritve.

*Ker smo ravno v obdobju, ko se ves svet ukvarja s preprečevanjem, zmanjševanjem in odpravljanjem svetovne epidemije, ki jo je povzročil virus COVID-19, me zanima, kakšna pa je prisotnost meroslovja v zdravstvu?*

**Dr. Samo Kopač:** V meroslovju zavzemajo posebno mesto meritve v zdravstvu oziroma medicini. Meritve različnih fizikalnih in kemijskih parametrov so nujne za pravilno diagnozo bolezni ter za načrtovanje, izvedbo in spremljanje zdravljenja. Fizikalna, kemijska in biomedicinska merjenja so ključna tudi pri številnih preventivnih aktivnostih za zgodnje odkrivanje in zdravljenje bolezni.

Merjenja v medicini zajemajo obsežen nabor različnih parametrov oz. veličin v širokih merilnih območjih. Od preprostih meritev telesne temperature (kar je prav sedaj pri COVID-19 pogosto prva meritev za ugotavljanje znakov bolezni), mase, višine ter krvnega tlaka v okviru rutinskih zdravniških pregledov do zahtevnih in natančnih meritev s kompleksnimi merilnimi sistemi, ki se uporabljajo pri različnih operacijah oziroma so sestavni del zahtevnih postopkov zdravljenja, npr. slikovne diagnostike, avtomatskega doziranja zdravil, obsevanja pacientov. Poseben in raznolik sklop pa so merjenja v laboratorijski biomedicini, ki vključujejo merjenja najrazličnejših bioloških in biokemijskih parametrov, pogosto v izjemno nizkih koncentracijah. Primer takšnega merjenja je na primer tudi izvedba laboratorijskega testa za potrjevanje okuženosti z virusom COVID-19.

Letošnja osrednja tema svetovnega dneva meroslovja, ki ga praznujemo 20. maja, nosi naslov »Merjenja za globalno trgovino«. Glede na trenutno dogajanje v Sloveniji in po svetu bo Urad RS za meroslovje s svojimi sporočili po različnih medijskih in socialnih omrežjih še toliko bolj opozoril javnost na pomen meritev in merjenj tudi v teh časih.

Celotno področje medicine je tako močno prepleteno z različnimi merjenji, z zagotavljanjem sledljivosti in primerljivosti rezultatov meritev ter hkrati tudi z izzivi za zdravnike in druge sodelujoče pri sprejemanju odločitev. V najožjem obsegu gre za sprejemanje odločitev glede zdravljenja posameznega pacienta, v širšem obsegu pa za sprejemanje ključnih odločitev za obvladovanje epidemije. Prav temu smo sedaj tudi dnevno priča pri diagnosticiranju bolnikov s COVID-19.

Urad RS za meroslovje