

LMK in Urad RS za meroslovje
Webinar - Točna in sledljiva merjenja človeške temperature
24. november 2020

Merjenje temperature in pozicija Slovenije v globalnem prostoru

Prof. dr. Jovan Bojkovski
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko
Tržaška cesta 25, 1000 Ljubljana

Vsebina predavanja

- Uvod
- Pozicija Slovenije v globalnem prostoru
- Merjenje temperature
- Primer sledljivosti v povezavi s Covid-19

- Zaključki

Uvod

- Za merjenje temperature človeškega telesa uporabljam klinične termometre, ki niso zakonsko merilo, torej niso podvrženi nadzoru države.
- Problem predstavlja **sledljivost termometrov** in še bolj **sledljivost meritnega postopka**.
- LMK kot nosilec nacionalnega etalona za termodinamično temperaturo izvaja umerjanje tovrstnih inštrumentov in s tem zagotavlja sledljivost inštrumentov.
- Na omenjenem področju LMK dosega odmevne rezultate v mednarodnem prostoru.

Zakaj ?

$$u(\text{točke ledišča}) = 0,005 \text{ } ^\circ\text{C}$$



<u>napake</u>	<u>negotovosti</u>
1,3 °C	0,4 °C
0,2 °C	0,5 °C
1,4 °C	0,4 °C
0,1 °C	0,5 °C
0,7 °C	0,4 °C
-0,4 °C	0,4 °C
0,3 °C	0,5 °C
1,1 °C	0,5 °C

METROLOŠKA INFRASTRUKTURA

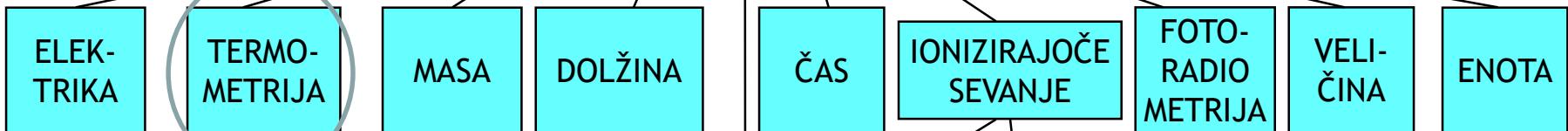
Metrsko konvencijo 20. Maj 1875

Diplomacija

CGPM

Tehnični del

CIPM



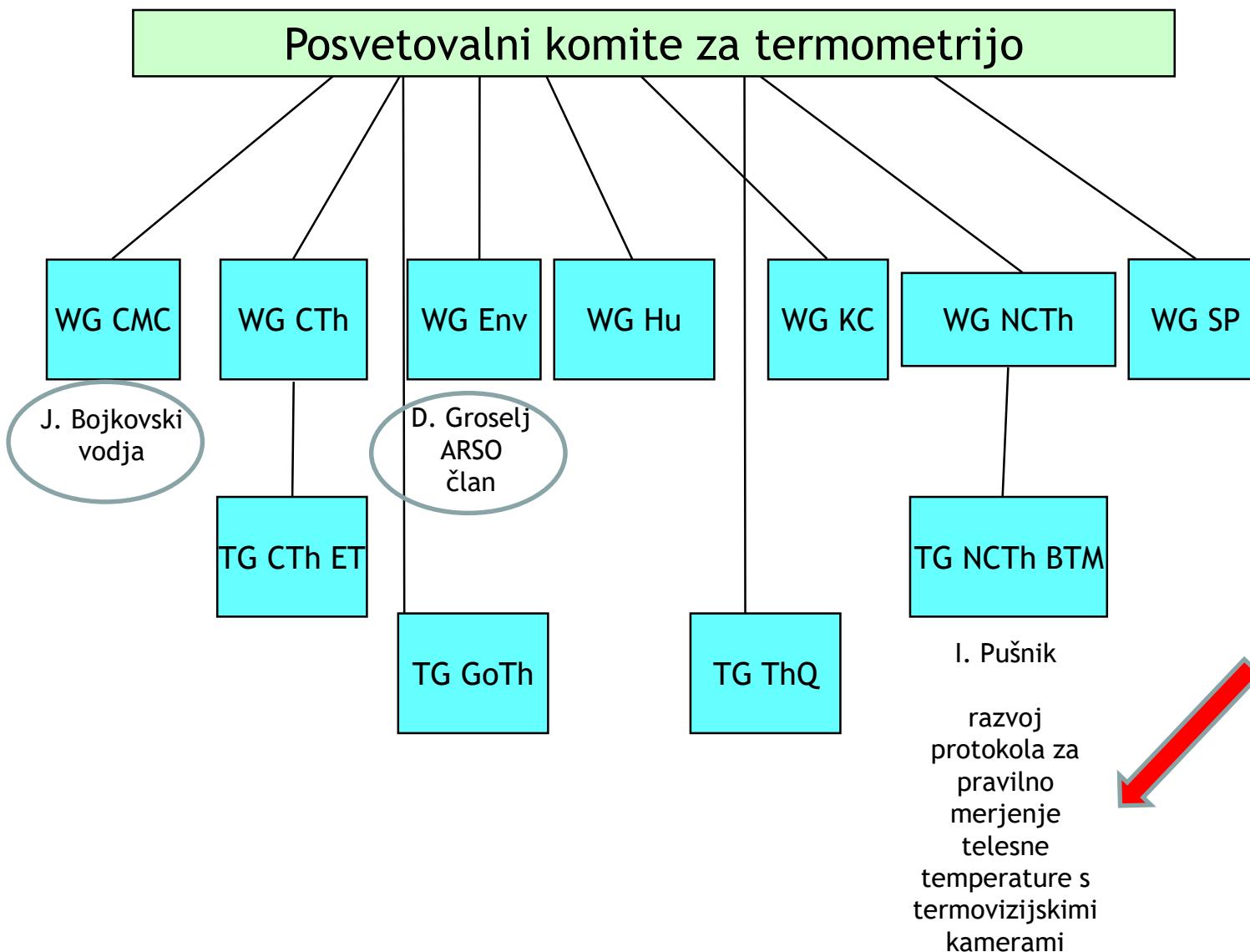
Posvetovalni komiteji
(CC)

BIPM

NACIONALNI LABORATORIJI

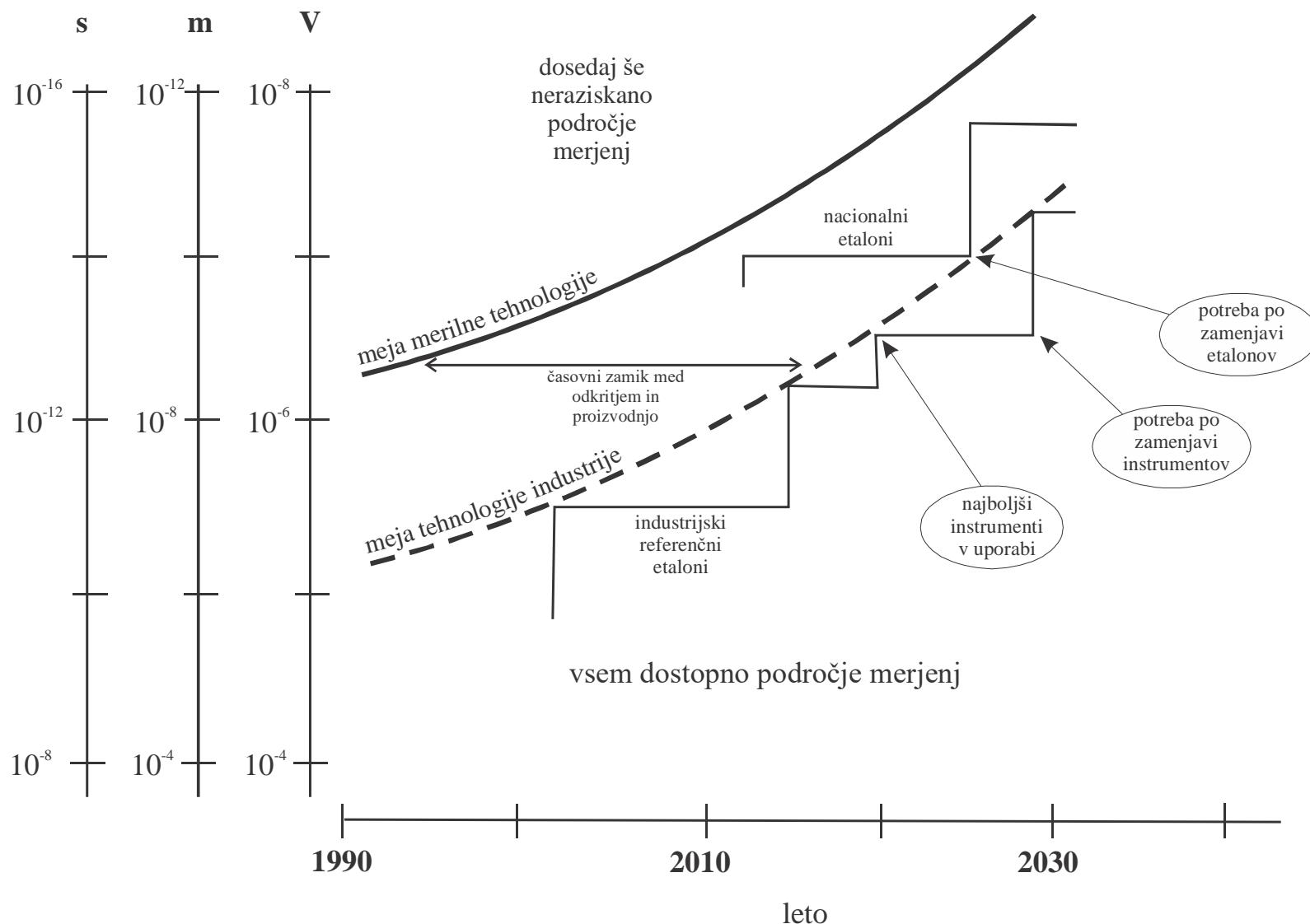
AKREDITIRANI KALIBRACIJSKI
LABORATORIJI

Posvetovalni komiteji (CC)



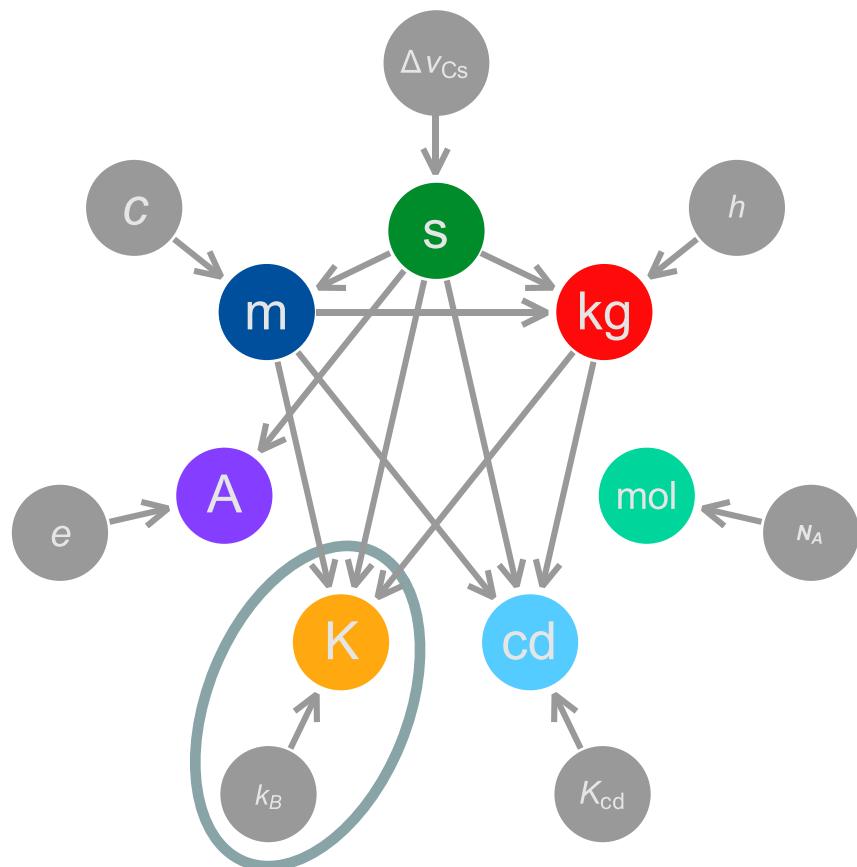
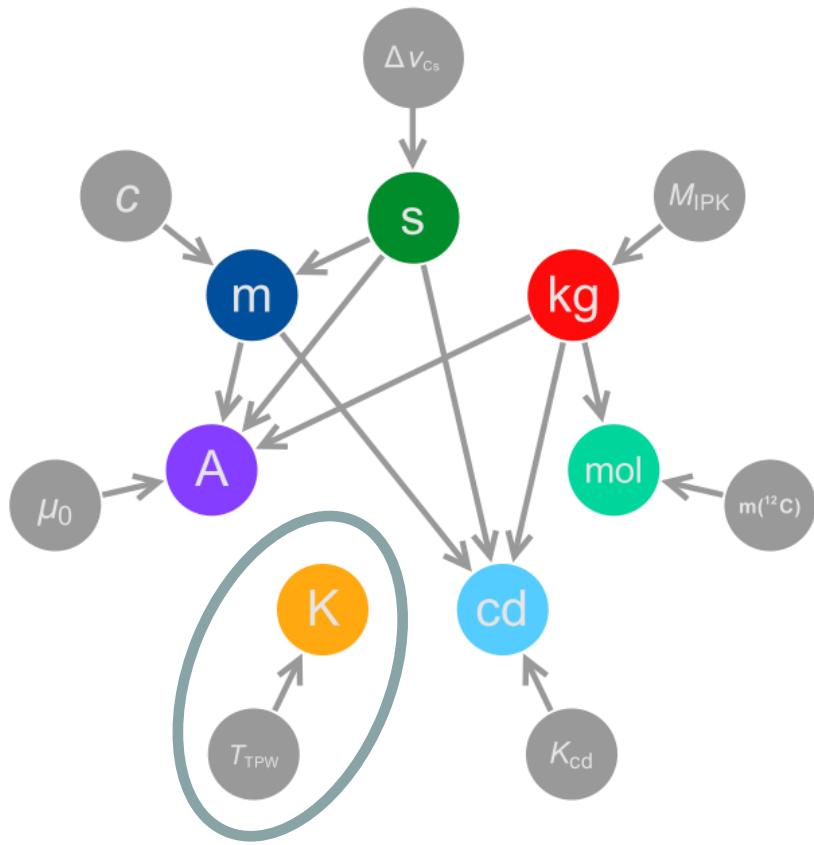
Nova definicija

- Po prejšnji definiciji je temperatura trojne točke vode 273,16 K (0,01 °C)
- Vsaka meritev temperature je bila (in)direktno povezana s trojno točko vode
- Po novi definiciji od leta 2019
 - kelvin je definiran z določitvijo fiksne vrednosti za Boltzmannovo konstanto k na $1,380\,649 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$, kar dejansko pomeni $\text{kg m}^2 \text{ s}^{-2} \text{ K}^{-1}$, kjer so meter, sekunda in kilogram definirani preko h , c in $\Delta\nu_{\text{Cs}}$
- Fiksna vrednost za Boltzmannovo konstanto k je izbrana na tak način, da zagotovi vrednost termodinamične temperature trojne točke vode še vedno 273,16 K
- **Nujna redefinicija zaradi razvoja tehnike in tehnologije**



Izboljševanje meritne negotovosti etalonov s časom in prenos v industrijo
Povzeto po NPL literaturi

Nova definicija

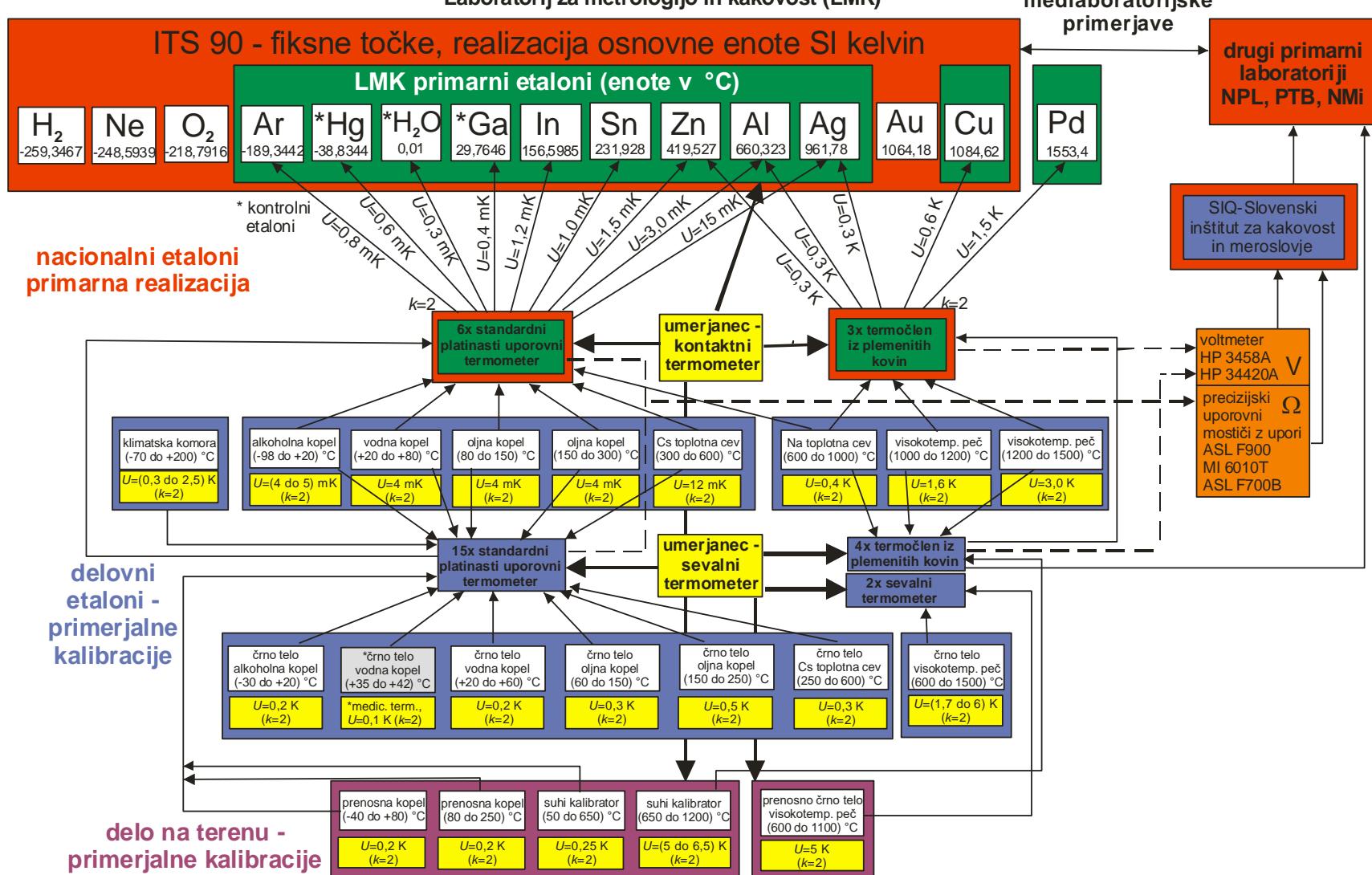


Primarni laboratorij LMK

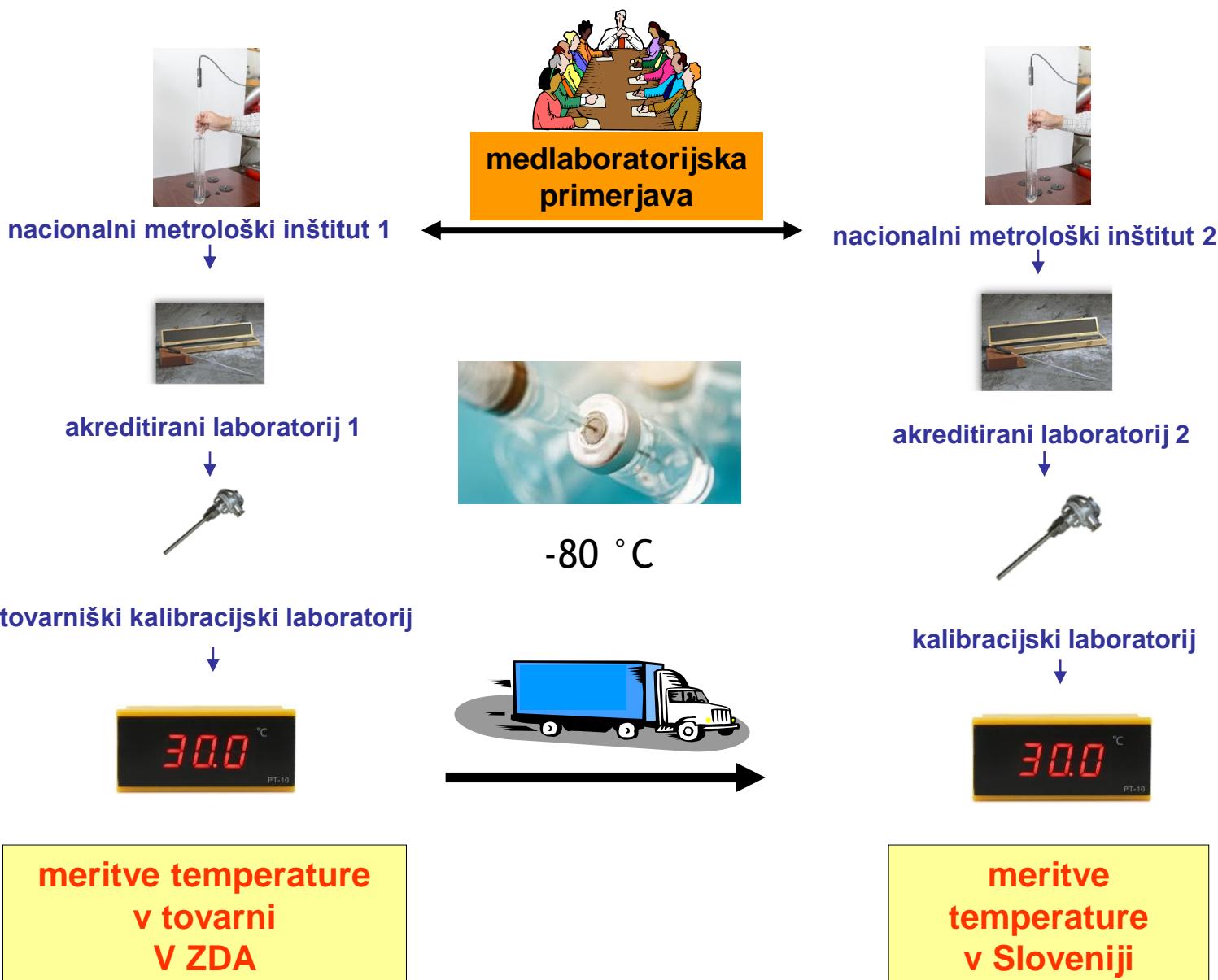


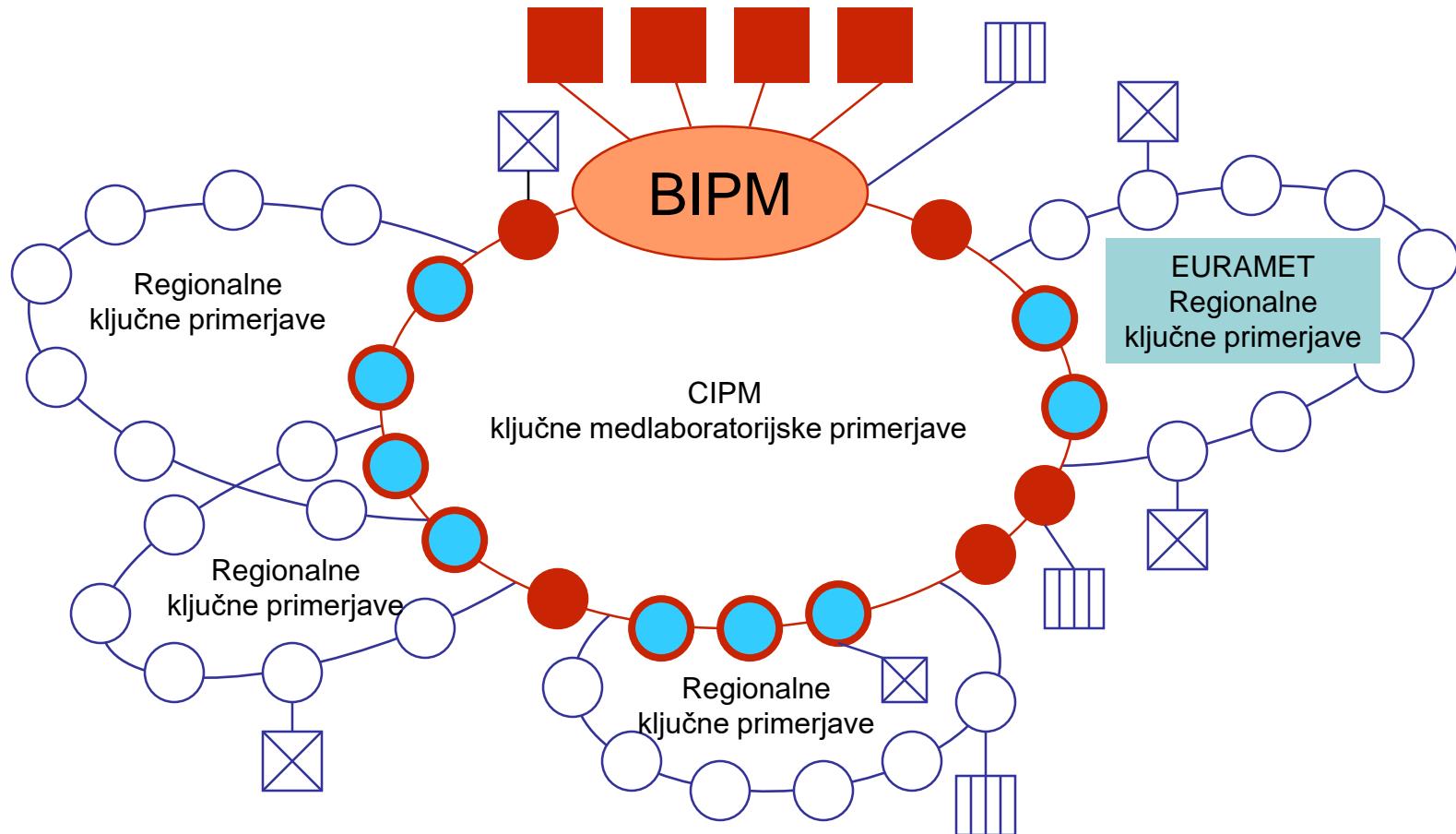
Sledljivost

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
Laboratorij za metrologijo in kakovost (LMK)



sledljivost



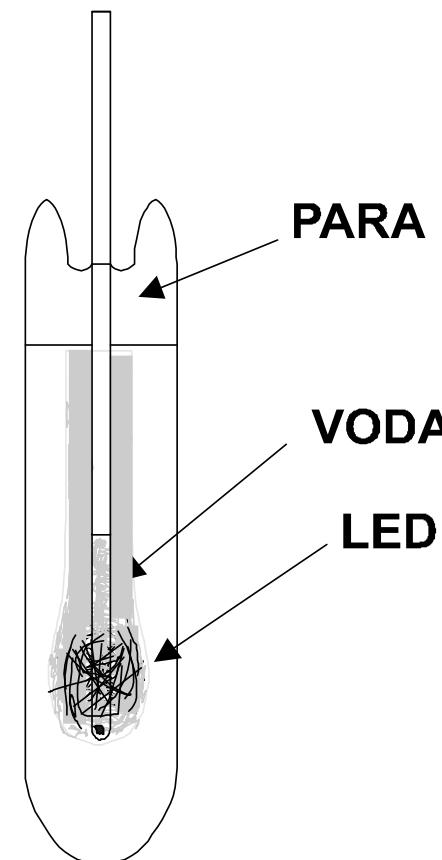
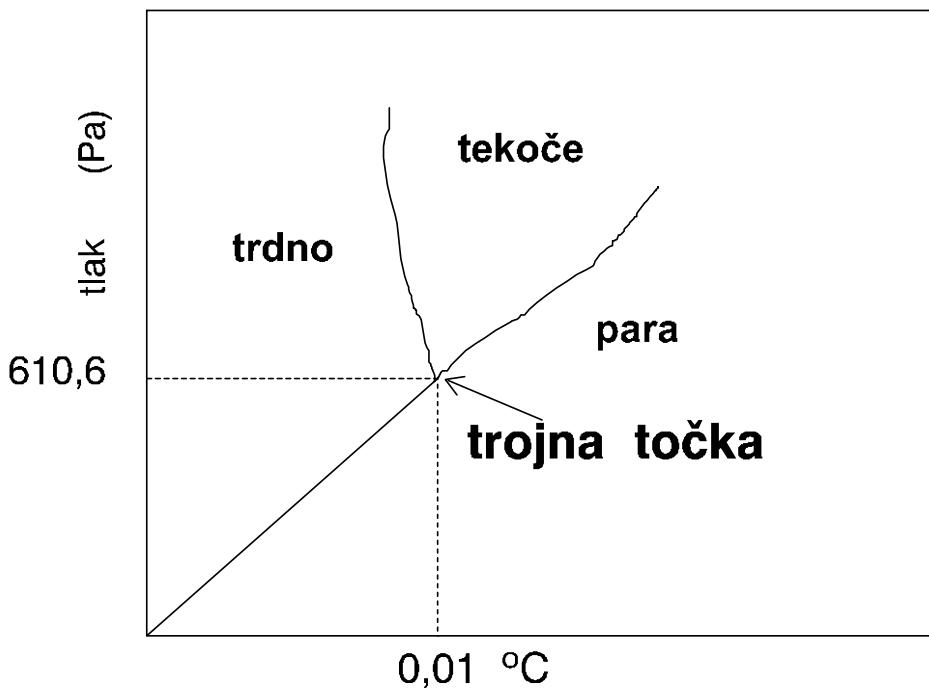


Nacionalni metrološki instituti, ki sodelujejo v:

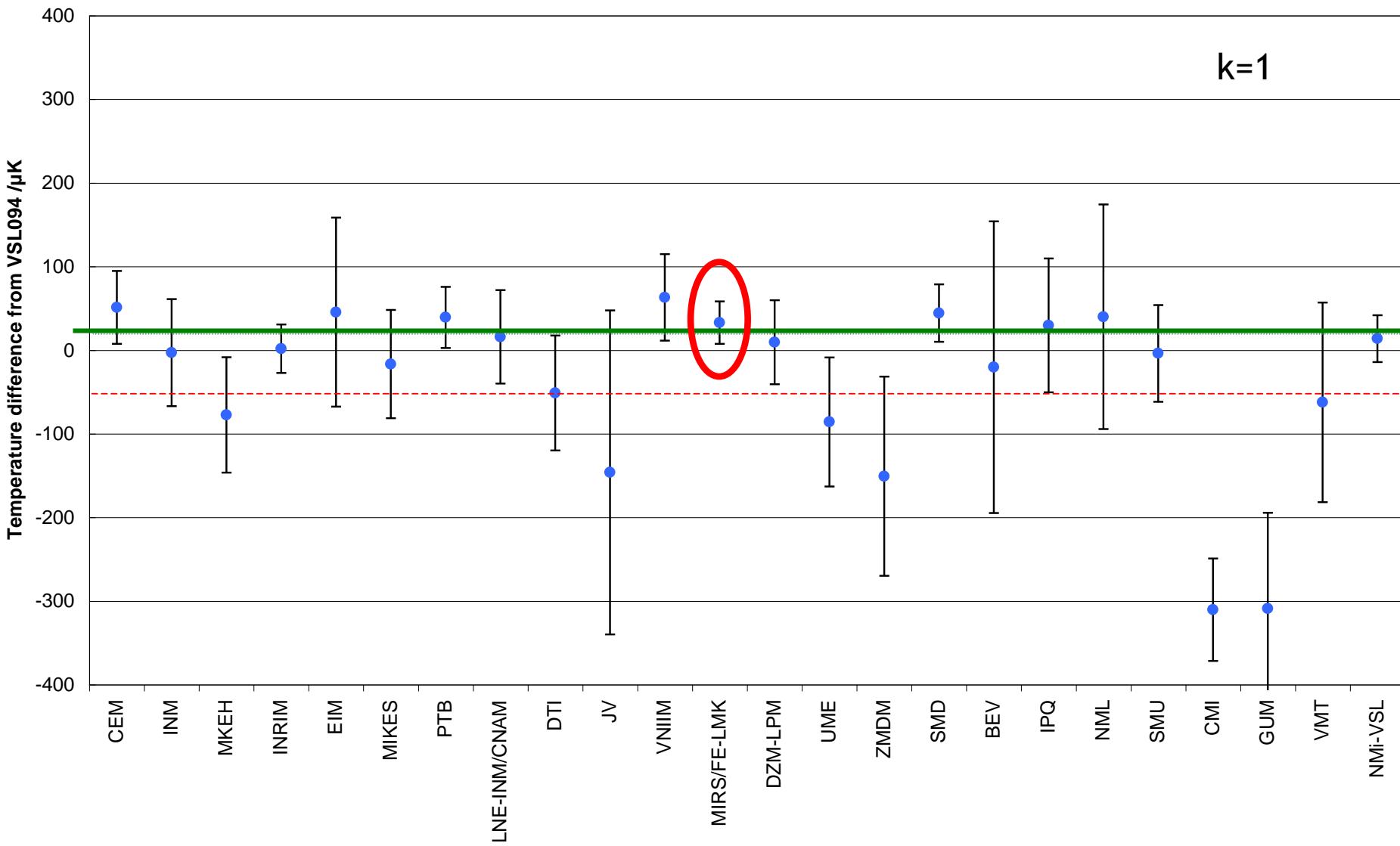
- = CIPM "ključne primerjave"
- = Regionalne "ključne primerjave"
- = CIPM in Regionalne "ključne primerjave"

- = BIPM "ključne primerjave"
- ▢ = bilateralne "ključne primerjave"
- ▀ = Mednarodne organizacije, podpisnice MRA

Trojna točka vode

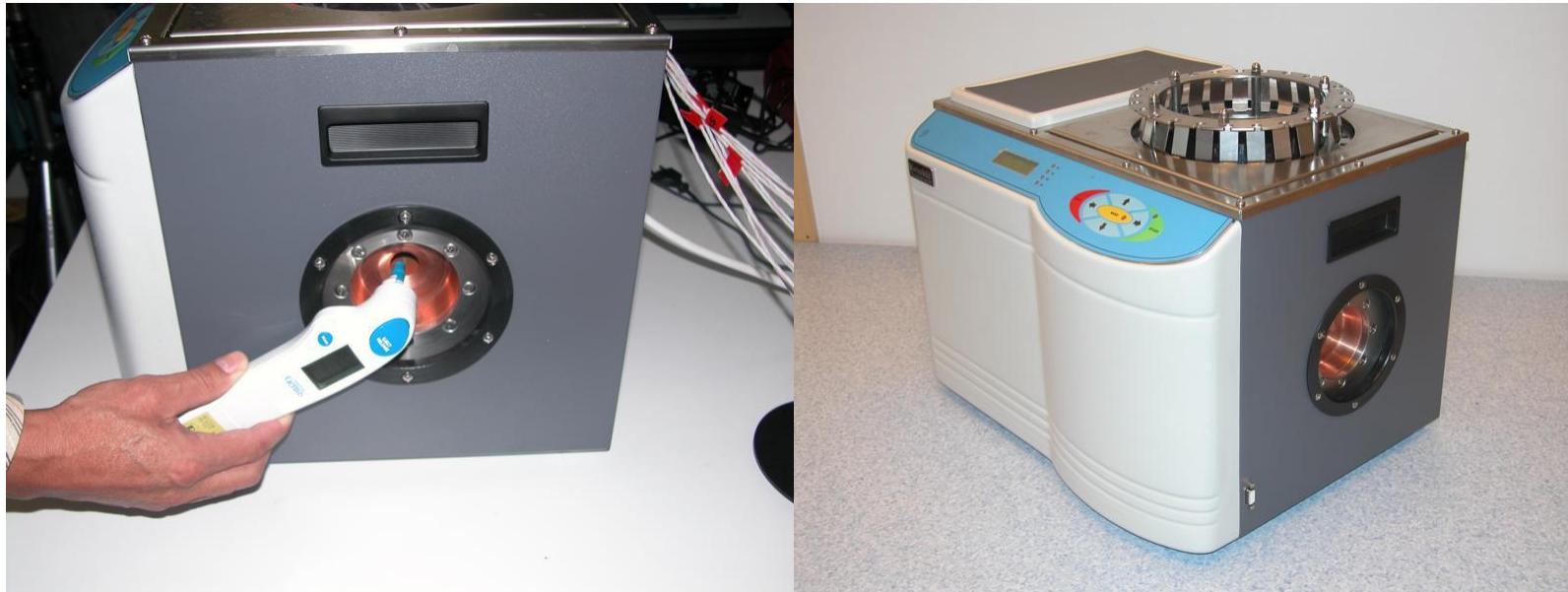


Rezultati primerjave (2006 – 2008) trojna točka vode



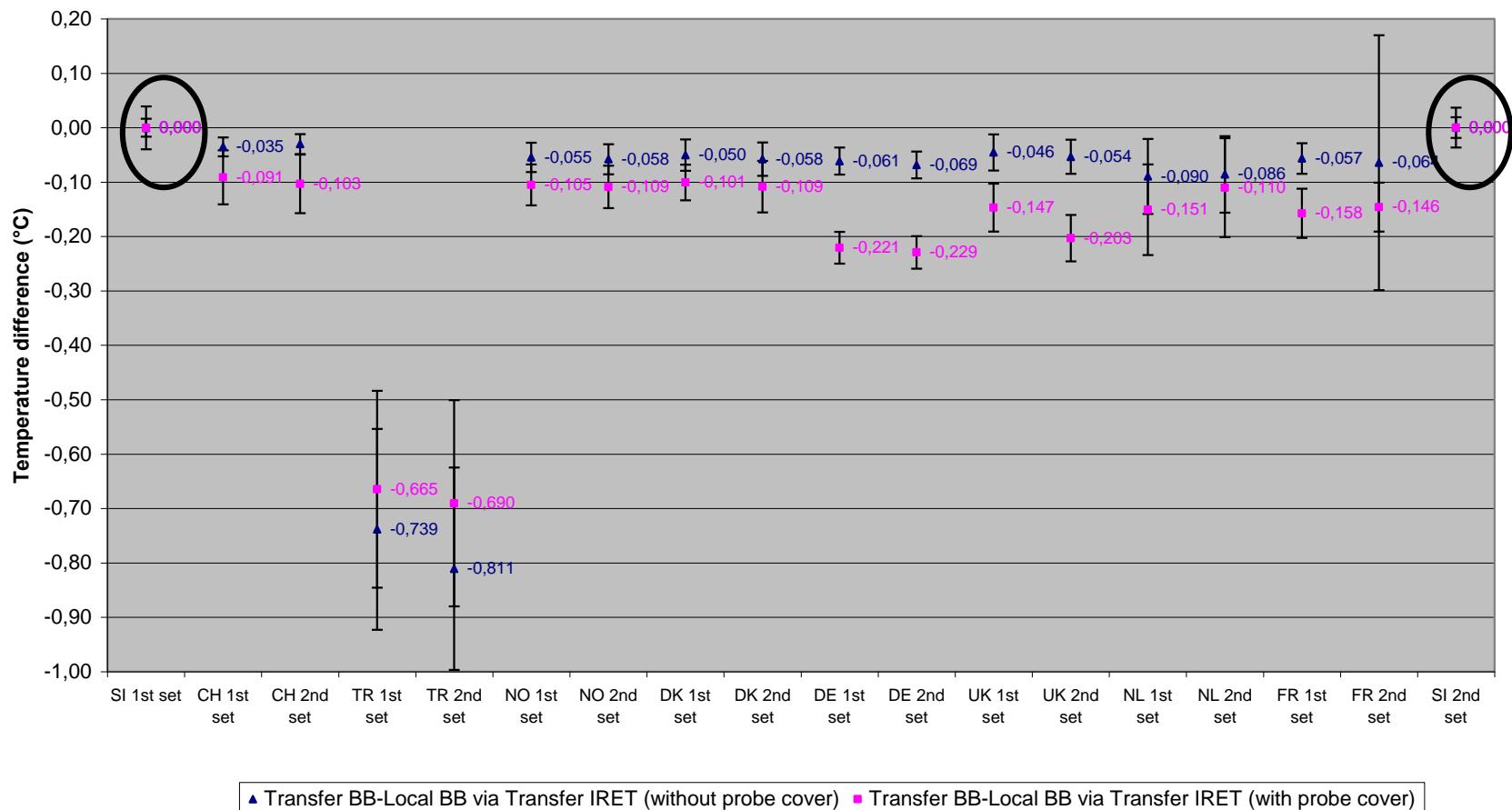
EURAMET primerjava (2007-2010) ušesni termometer

- Patentirana LMK kopel



Rezultati primerjave

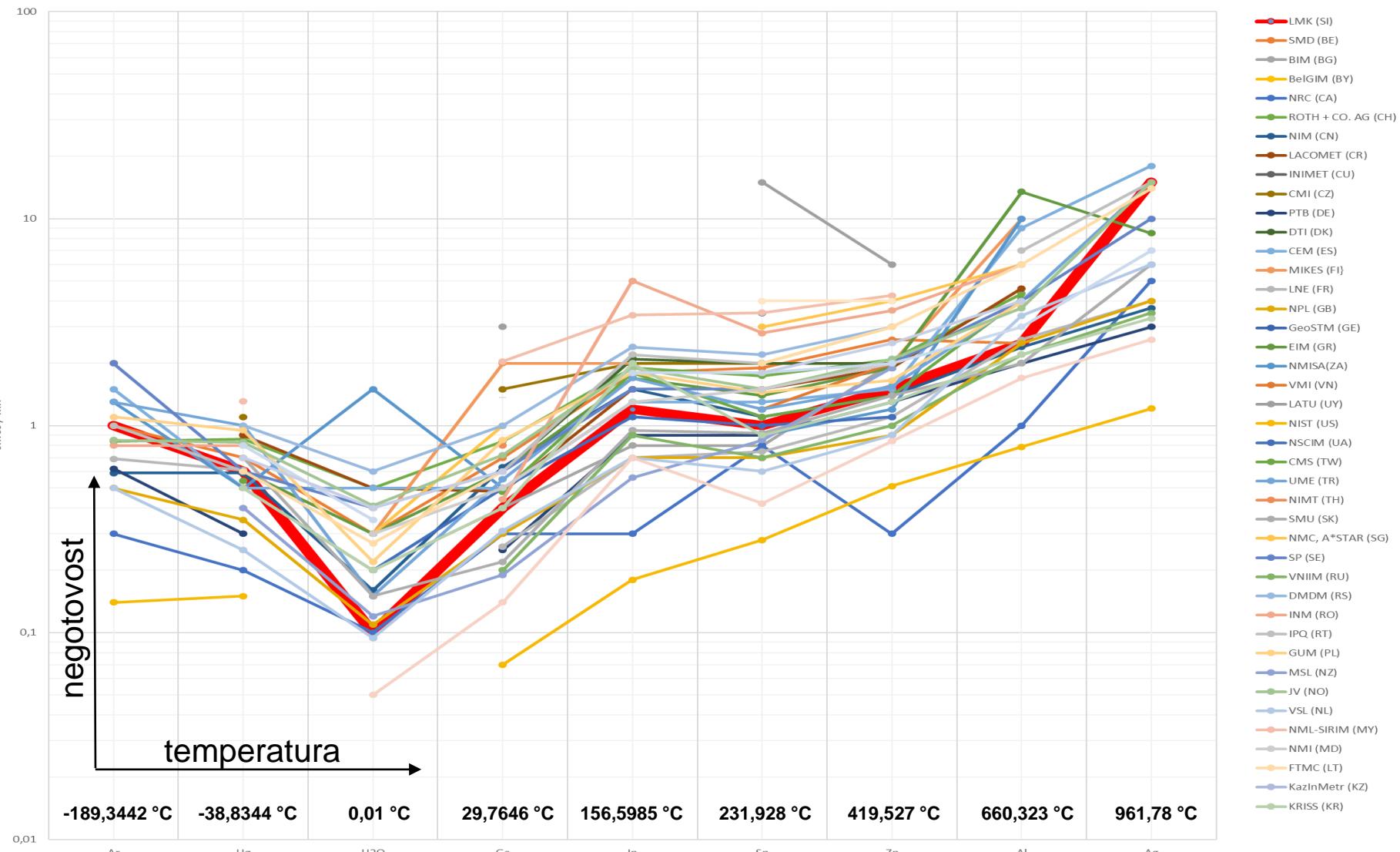
Transfer BB compared to Local BB via Transfer IRET with and without the probe cover at 41,0 °C



▲ Transfer BB-Local BB via Transfer IRET (without probe cover) ■ Transfer BB-Local BB via Transfer IRET (with probe cover)

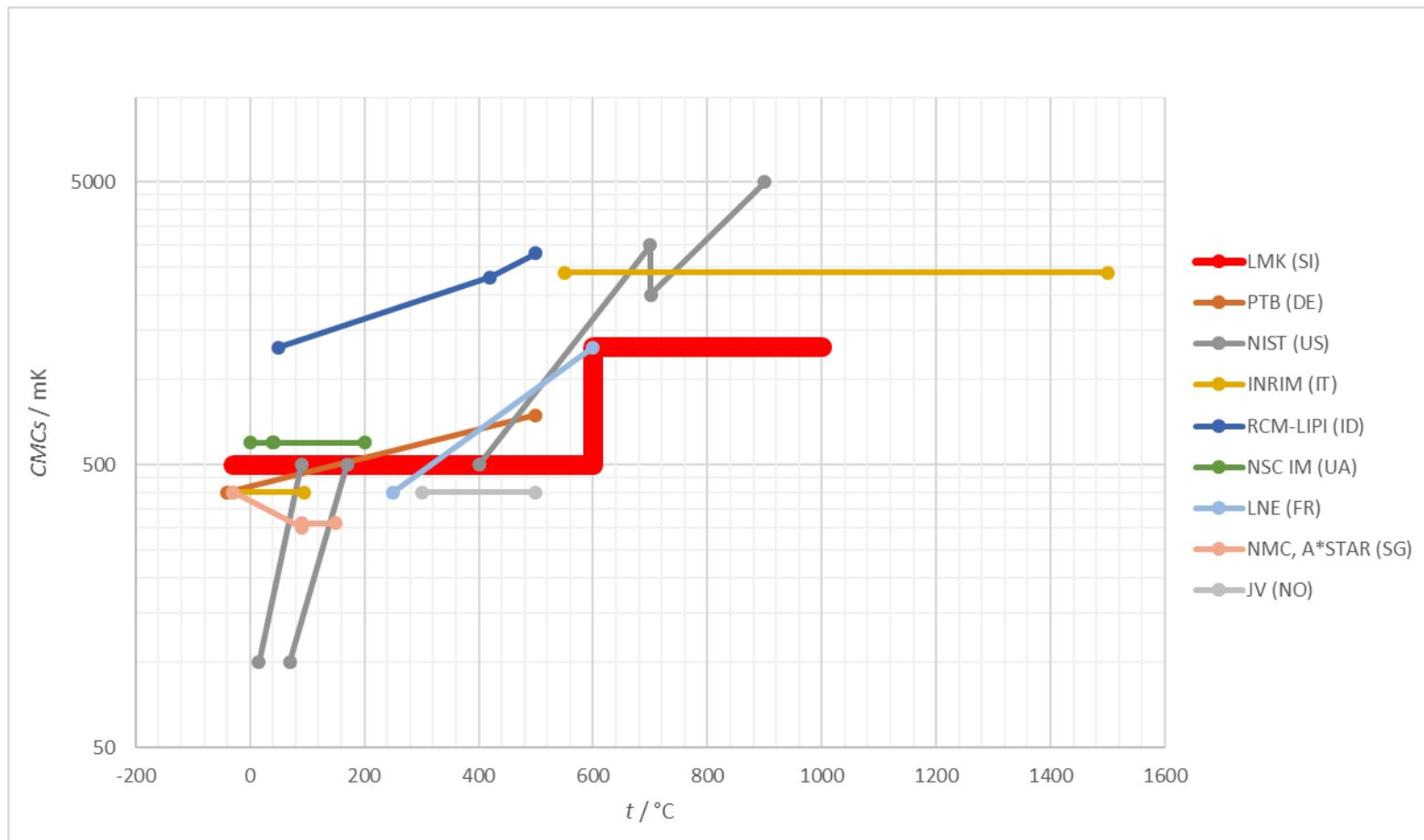
Dolgocevni standardni platinasti uporovni termometri

Long-stem standard platinum resistance thermometers



Sevalni termometri 8 µm do 14 µm

Radiation thermometers 8 µm to 14 µm



Zaključki

- Brez umerjenih termometrov ni sledljivih meritev.
- Brez ustreznih merilnih postopkov ni sledljivih meritev.
- Pomemben vpliv mednarodnega sodelovanja Slovenije na sledljiva merjenja.
 - Sodelovanje v medlaboratorijskih primerjavah
 - Sodelovanje v mednarodnih organizacijah (BIPM, EURAMET, ISO, ...)



NACIONALNI ETALON ZA TEMPERATURO IN VLAŽNOST

Več kot 20 let odličnosti.

Hvala za pozornost!

www.lmk.si

Predstavljeno delo je del aktivnosti nacionalnega etalona za termodinamično temperaturo na UL-FE/LMK v koordinaciji Urada RS za meroslovje ter raziskavah v okviru ARRS programske skupine "Metrologija in kakovost".

Kolegom iz LMK se zahvaljujem za vse koristne nasvete, komentarje, ideje in pomoč pri delu.