

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

# Merjenje temperature in pozicija Slovenije v globalnem prostoru

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 konvencija 20. Maj 1875

Diplomacija

CGPM

Tehnični del

CIPM

ELEK-  
TRIKA

TERMO-  
METRIJA

MASA

DOLŽINA

ČAS

IONIZIRAJOČE  
SEVANJE

FOTO-  
RADIO-  
METRIJA

VELI-  
ČINA

ENOTA

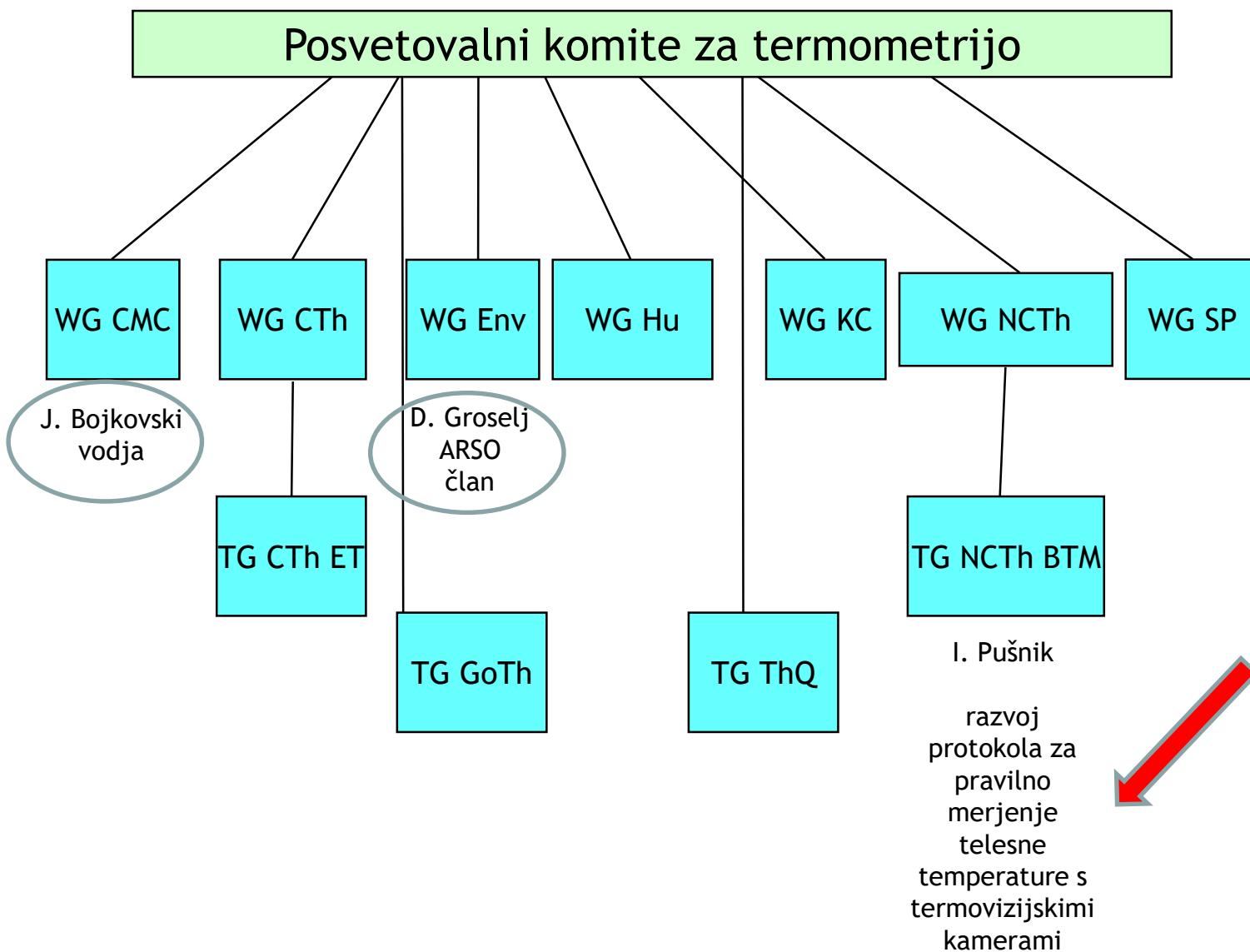
Posvetovalni komiteji  
(CC)

BIPM

NACIONALNI LABORATORIJI

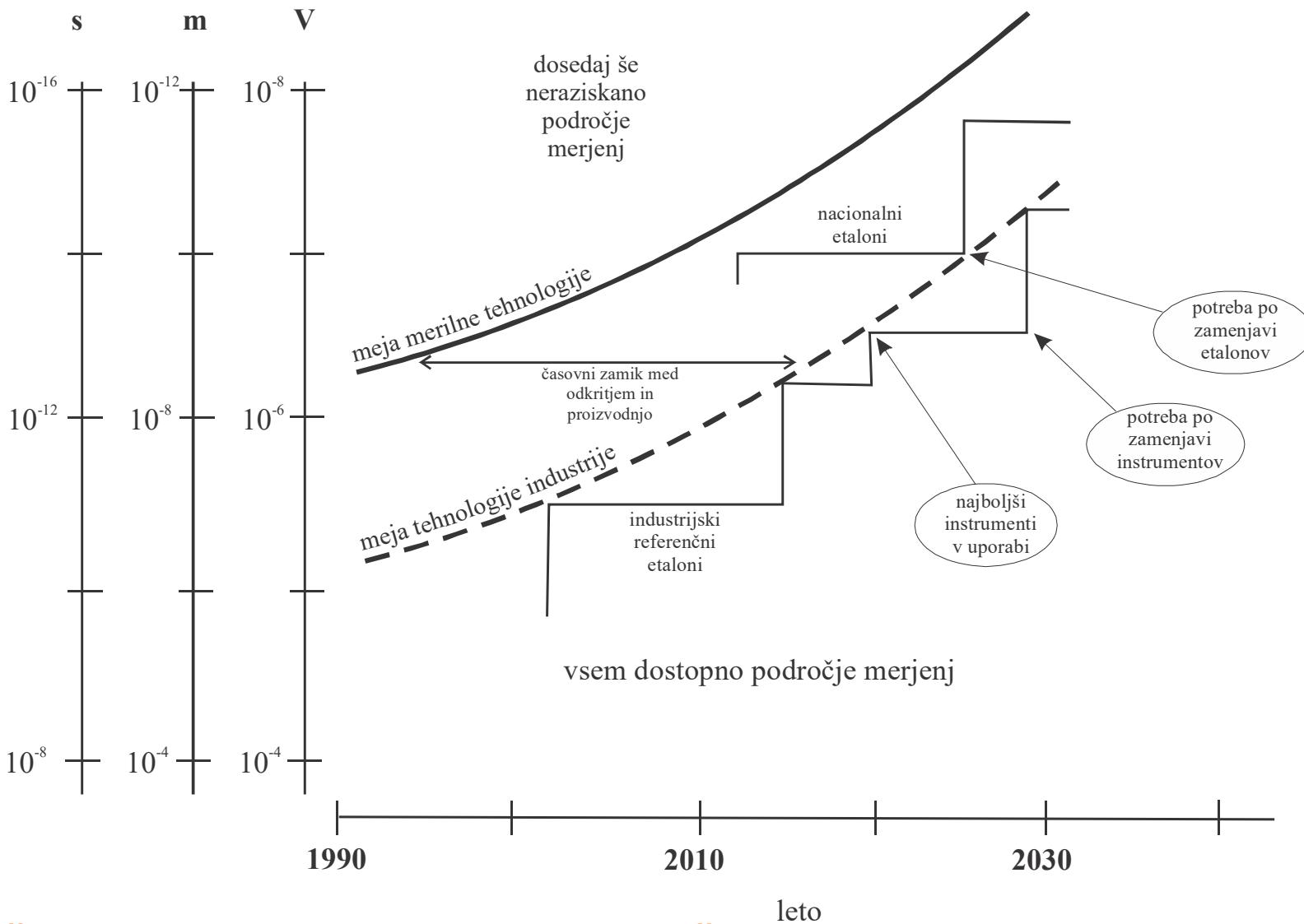
AKREDITIRANI KALIBRACIJSKI  
LABORATORIJI

## Posvetovalni komiteji (CC)



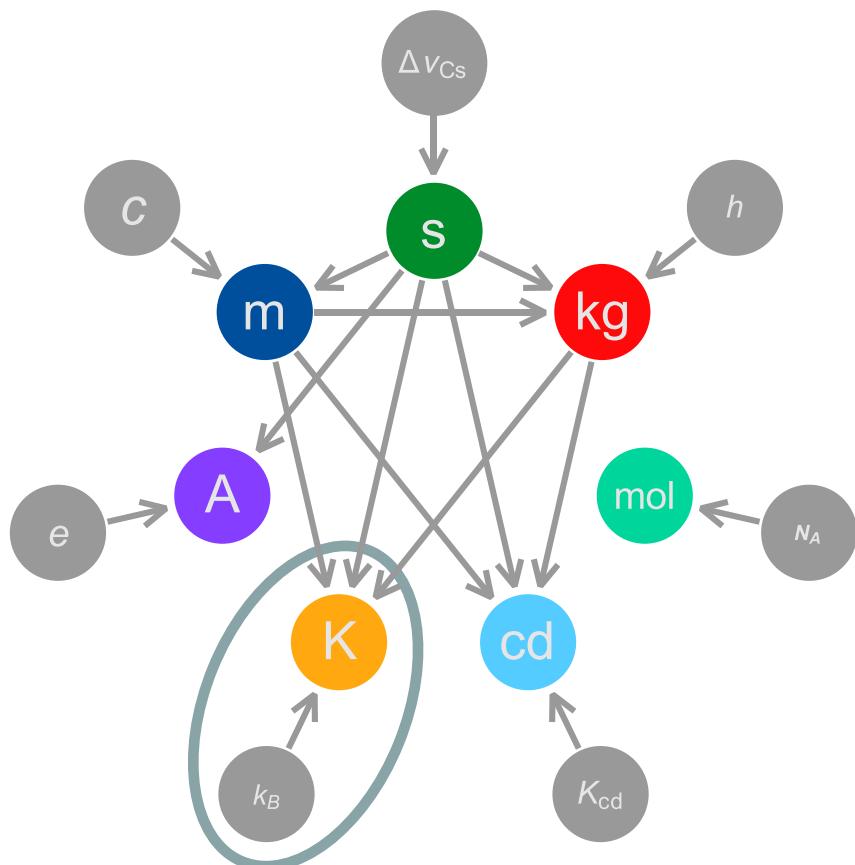
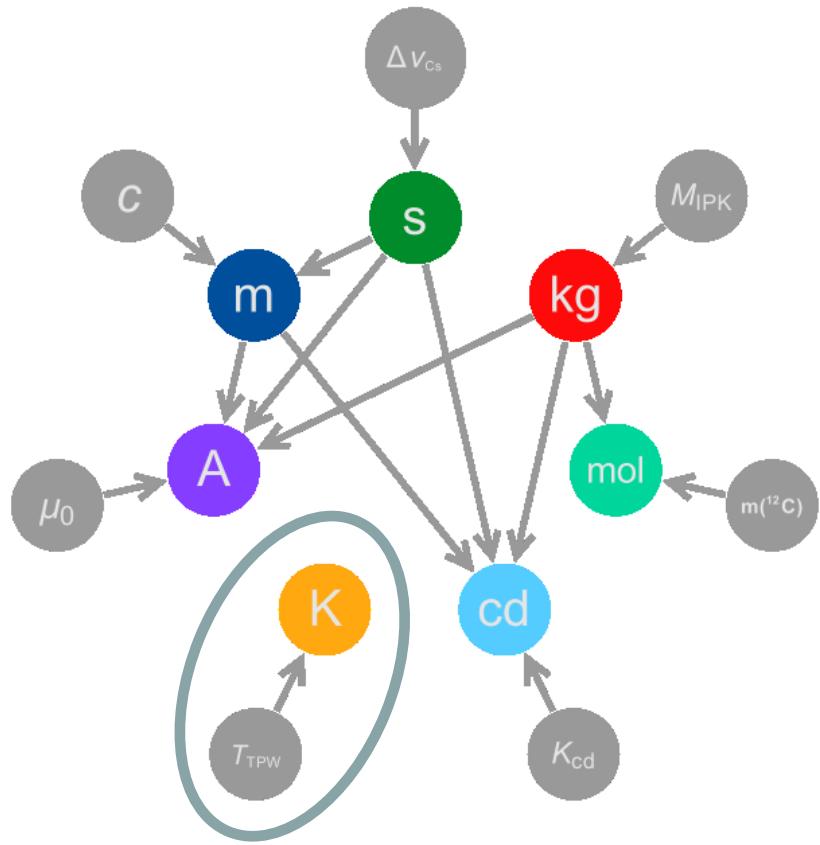
# Nova definicija

- 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 merilne negotovosti etalonov s časom in prenos v industrijo**  
**Povzeto po NPL literaturi**

# Nova definicija

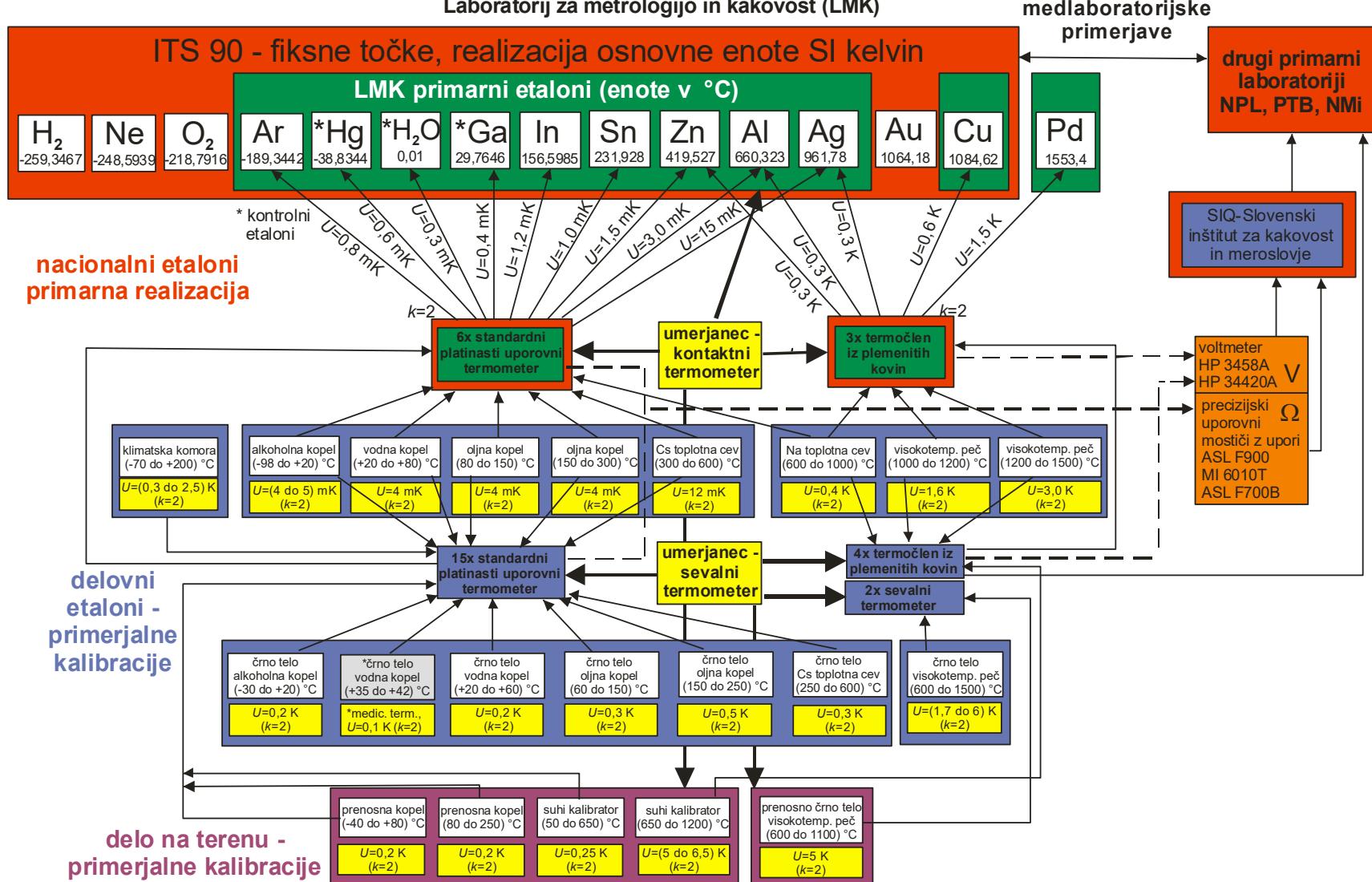


# Primarni laboratorij LMK

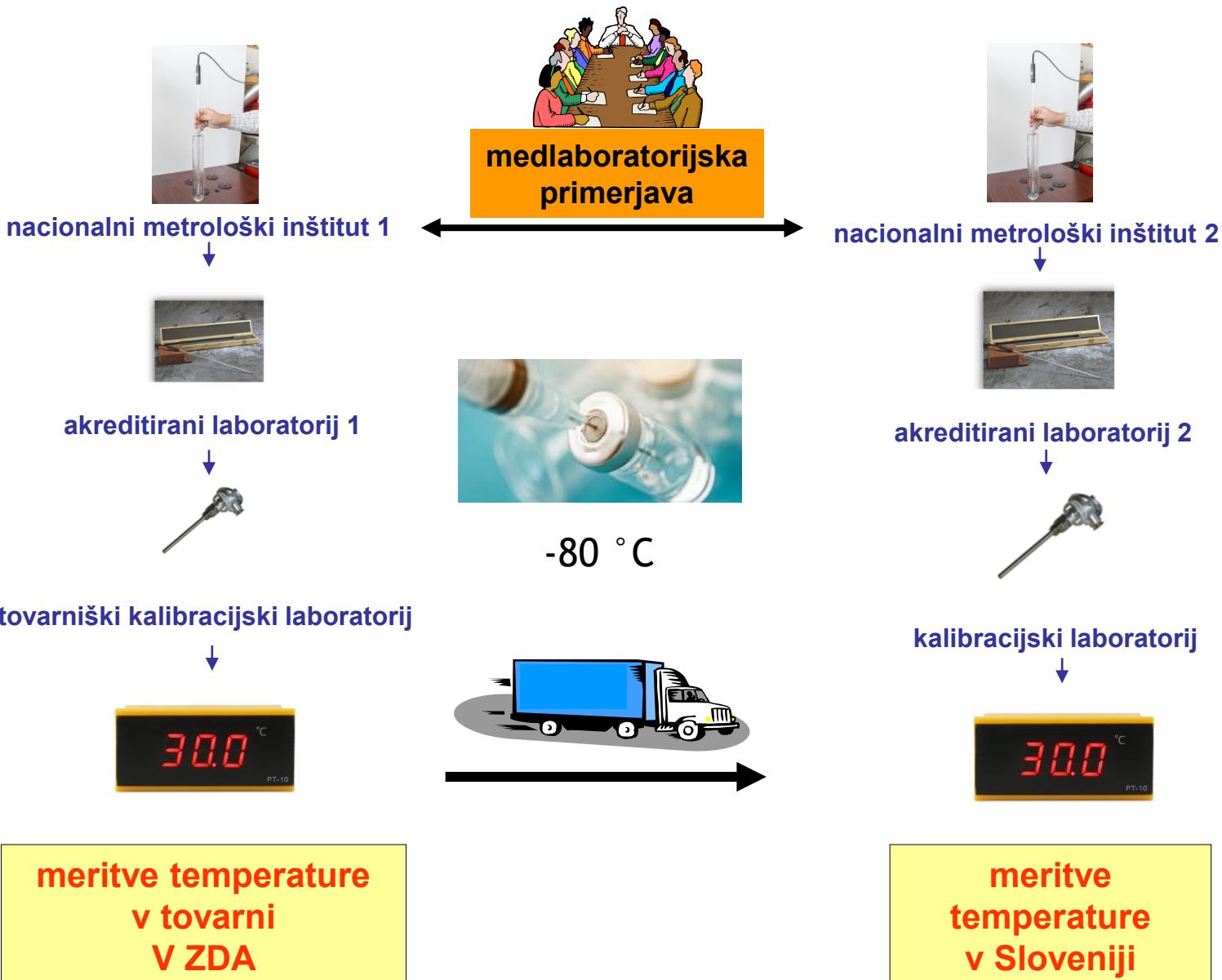


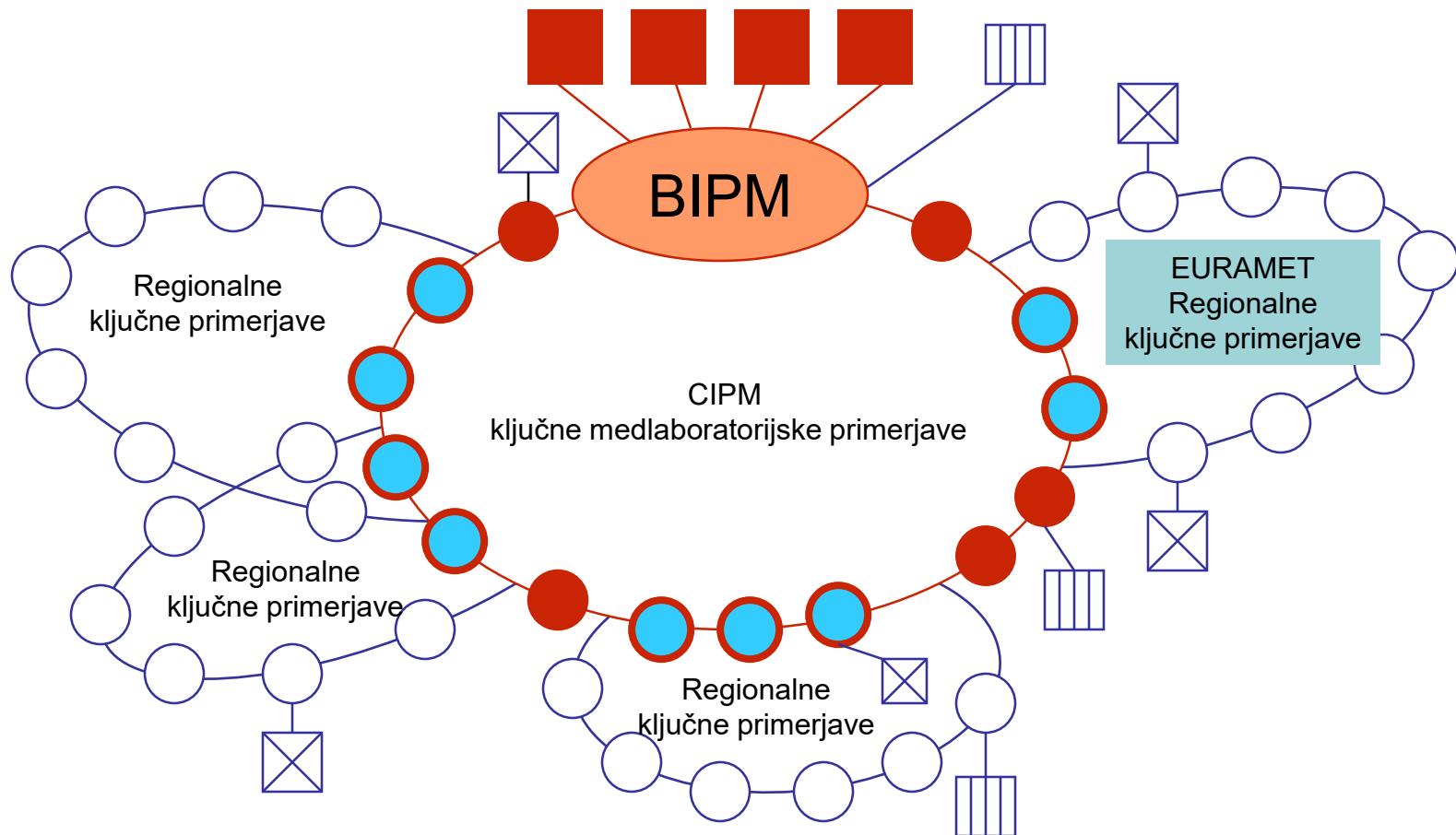
# Sledljivost

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



sledljivost



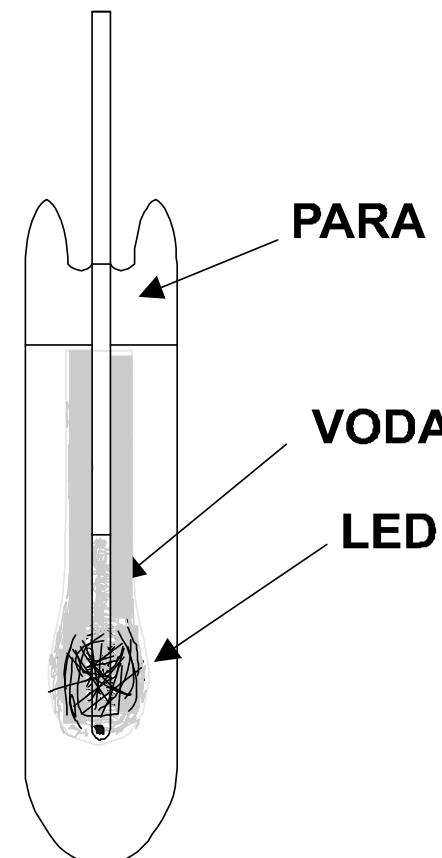
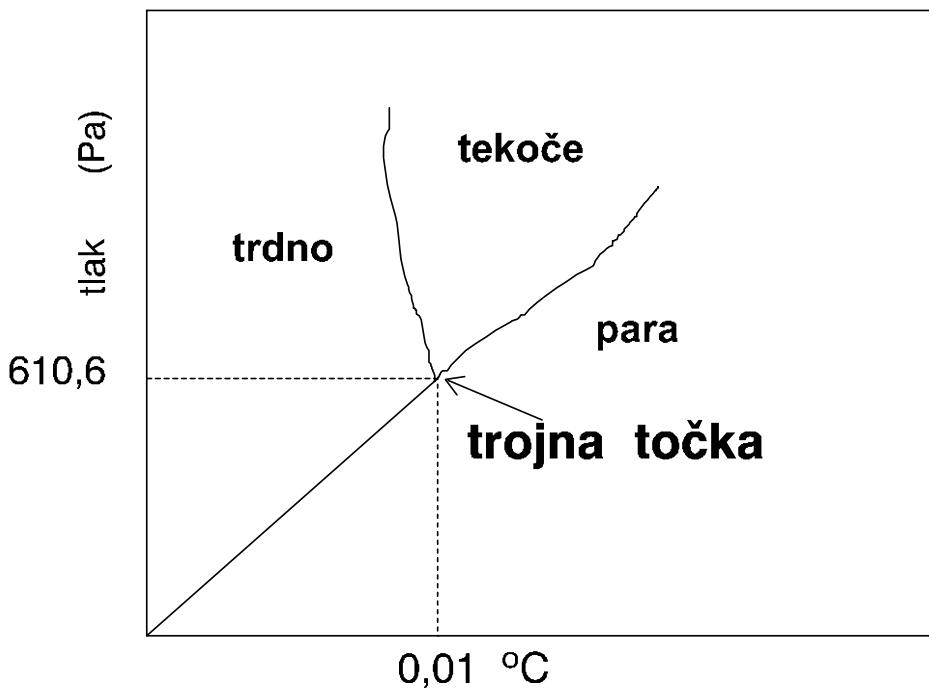


Nacionalni metrološki instituti, ki sodelujejo v:

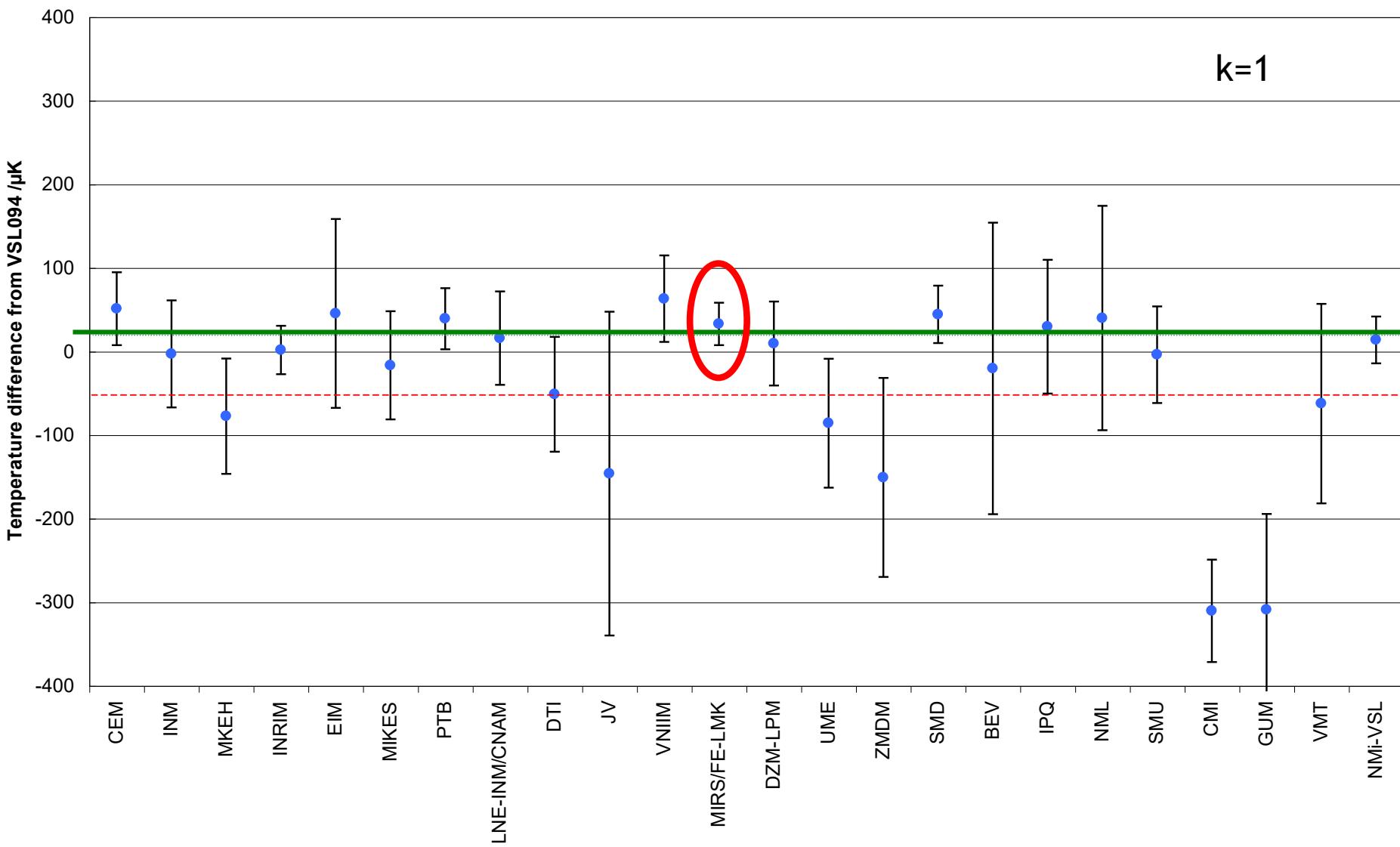
- = CPIM "ključne primerjave"
- = Regionalne "ključne primerjave"
- = CIPM in Regionalne "ključne primerjave"

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

# Trojna točka vode



# Rezultati primerjave (2006 – 2008) trojna točka vode



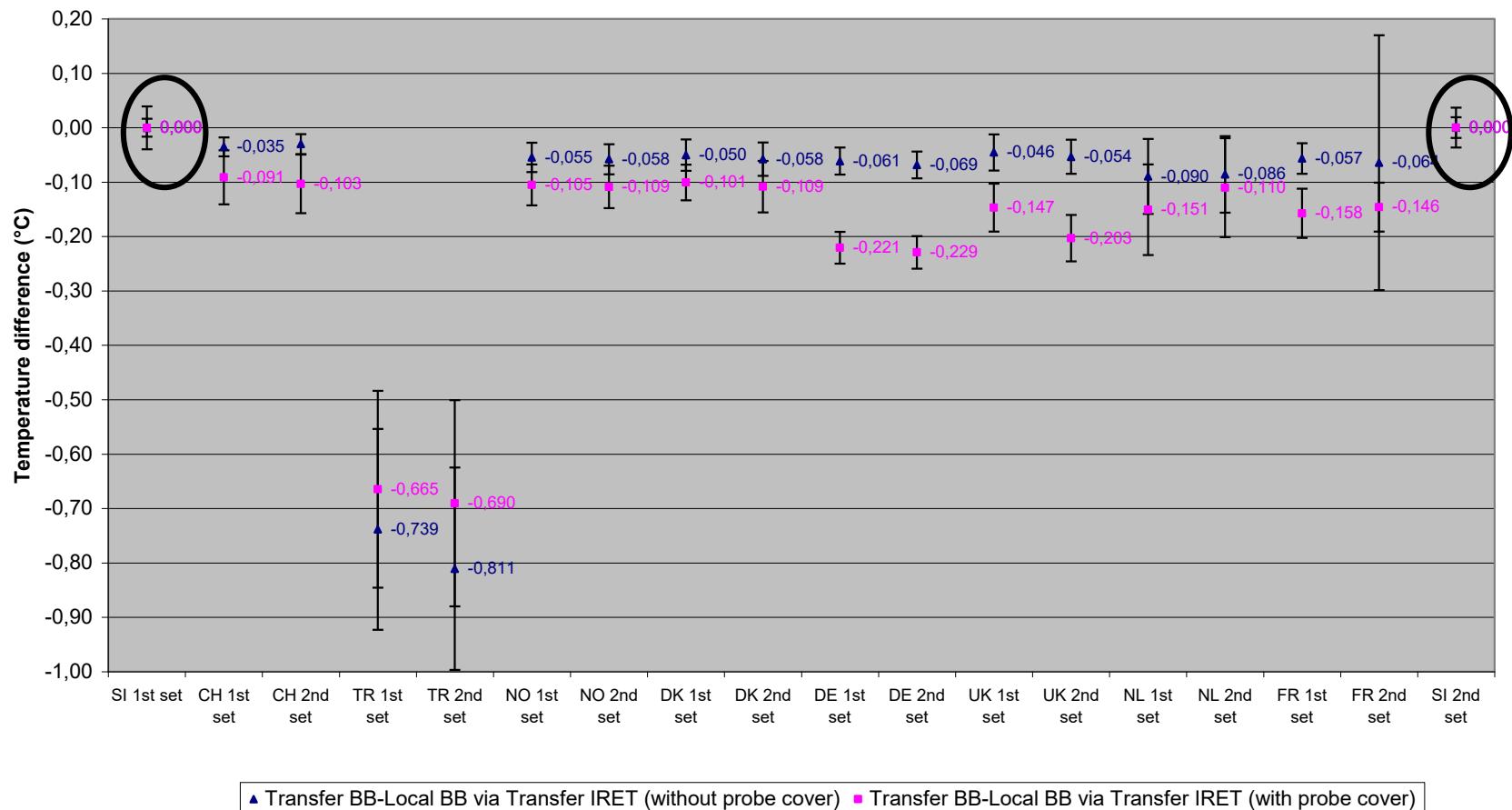
# EURAMET primerjava (2007-2010) ušesni termometer

- Patentirana LMK kopel



# Rezultati primerjave

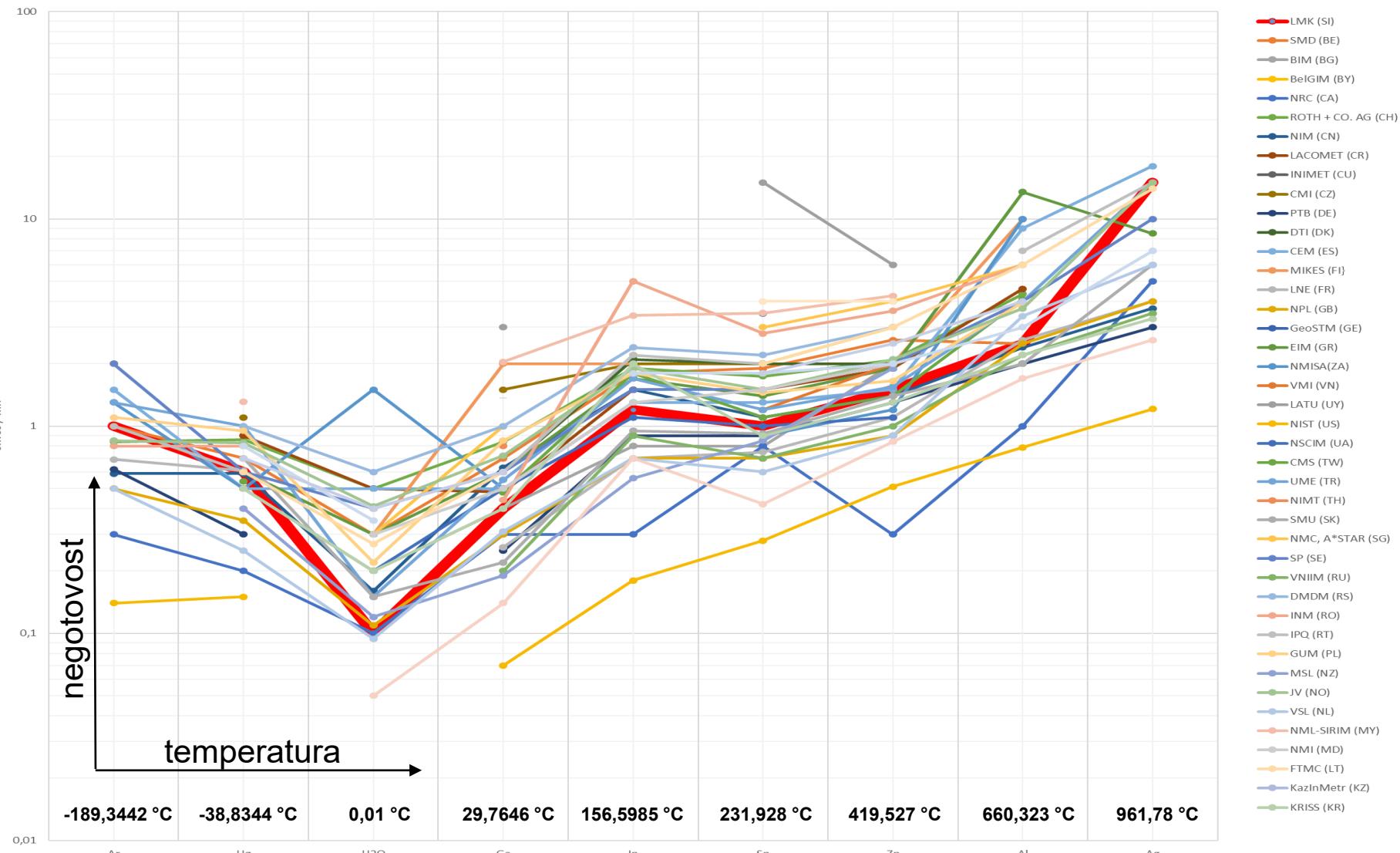
Transfer BB compared to Local BB via Transfer IRET with and without the probe cover at 41,0 °C



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

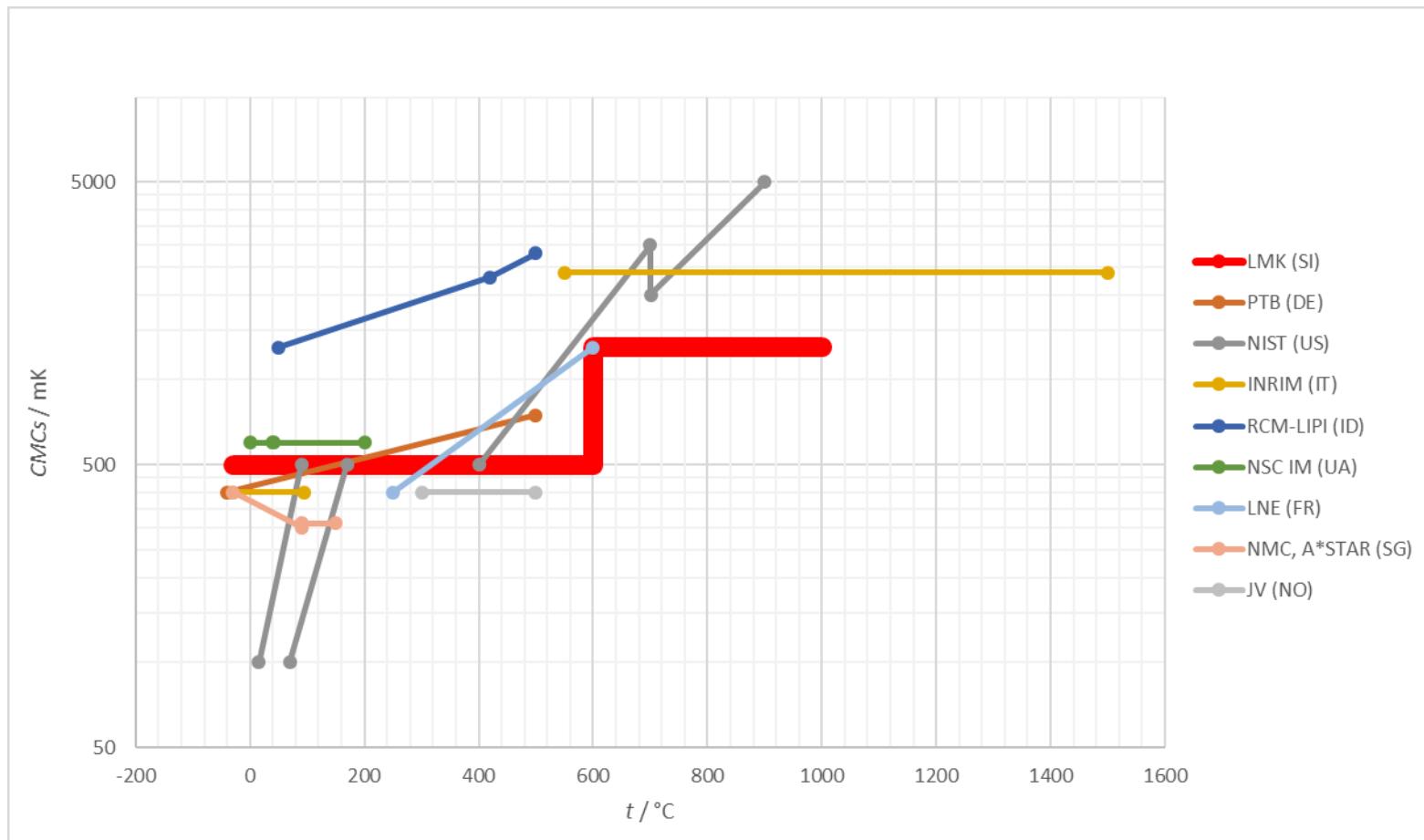
# Dolgocevni standardni platinasti uporovni termometri

## 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, ...)

# Hvala za pozornost!

Pojasnilo: Predstavljeni delo poteka v celoti v okviru 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".

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

[www.lmk.si](http://www.lmk.si)

