



СЛЕДИВОСТ РЕЗУЛТАТА МЕРЕЊА

Драган Николић

dragannikolic@dmdm.rs



Преглед

- Шта је следивост ?
- Зашто је потребна ?
- Како успоставити следивост ?
- Како демострирати следивост ?



Министарство економије и регионалног развоја
Дирекција за мере и драгоцене метале

Валидација (метода одговарајућа предвиђеној намени)



Следивост
(мој резултат је упоредив са заједничком референцом)

Буџет несигурности
(колико добро познајем резултат)

Београд, 25. фебруар 2010.

3



Министарство економије и регионалног развоја
Дирекција за мере и драгоцене метале

Следивост чега?

Не односи се на:

- ... следивост узорка у лабораторији
- ... следивост докумената у систему документације

Односи се на:

Следивост ...

- ... резултата мерења, нпр. масена концентрација *Pb* (mg L^{-1}) у води за пиће
- ... референтне вредности, нпр. референтна вредност референтног материјала

НЕ примењује се на:

- ... методу, већ на *резултат* добијен том методом

Београд, 25. фебруар 2010.

4



Следивост до чега?

Односи се на:

Следивост до ...

... назначених референци

нпр. оверена вредност референтног материјала

нпр. дефиниција/реализација јединице SI

НЕ примењује се на:

... установу већ на *резултат* или вредност коју обезбеђује установа

... калибратор (нпр. биохемијски прибор спреман за коришћење),
већ на референтну вредност калибратора



Дефиниција

Метролошка следивост

је особина резултата мерења помоћу

1

које резултат може да се доведе у везу

са референцом кроз документован

2

непрекидан ланац еталонирања која сва

3

доприносе мереној несигурности.

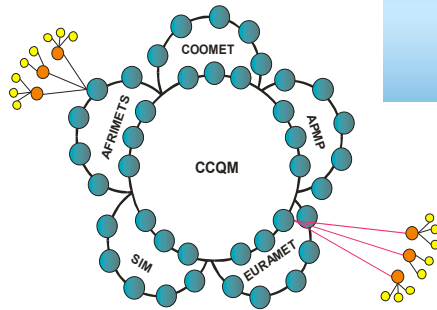
4

[VIM3, 2.41]



Министарство економије и регионалног развоја Дирекција за мере и драгоцене метале

Следивост на међународном нивоу



[Метрологија - укратко, 2008]

Београд, 25. фебруар 2010.

7



Министарство економије и регионалног развоја Дирекција за мере и драгоцене метале

Референце

Смислена поређења између резултата мерења су једино могућа ако су резултати изражени у истим јединицама (мерна скала)

- јединице SI (m , kg , s , A , K , mol , cd) или комбинација
- најбољом међународно договореном референцом (ако није SI), као што су:
 - ✓ *delta* скала за изотопска мерења
 - ✓ скала pH
 - ✓ скала октанског броја за нафтна горива
 - ✓ скала боја CIE (спектрофотометријска мерења сјајности боје)

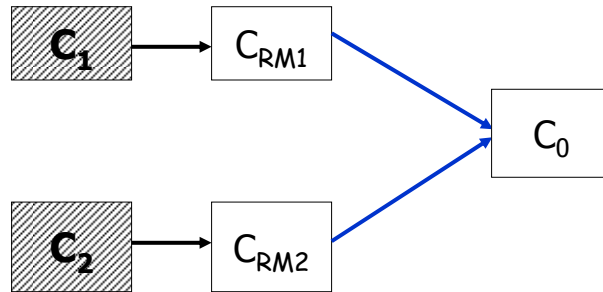
Београд, 25. фебруар 2010.

8



Министарство економије и регионалног развоја
Дирекција за мере и драгоцене метале

Заједнички референтни еталон



Да ли су C_1 & C_2
упоредиви?

Да, кроз
заједничку референцу

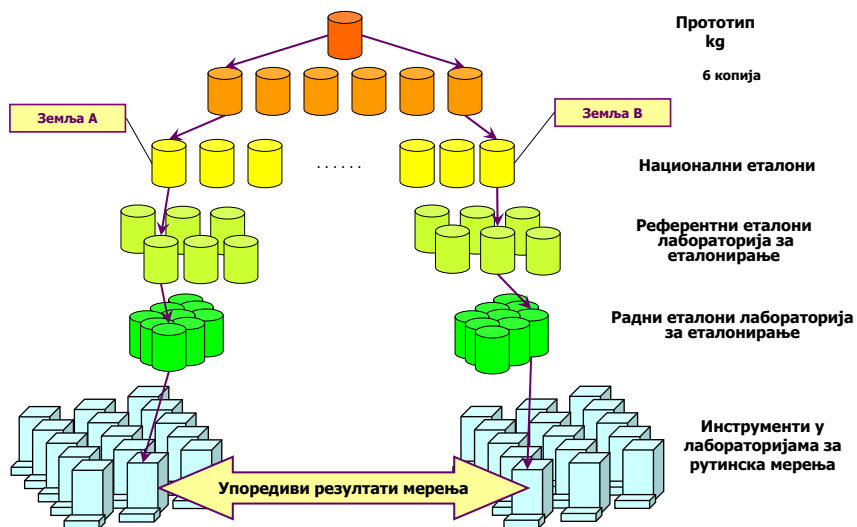
Београд, 25. фебруар 2010.

9



Министарство економије и регионалног развоја
Дирекција за мере и драгоцене метале

Следивост мерења масе



Београд, 25. фебруар 2010.

10



Министарство економије и регионалног развоја
Дирекција за мере и драгоцене метале

Заједнички језик

Величина	Анализирана супстанца	Мерена величина	Јединица	Назначене референце
Масени удео w	DDT	$w(\text{DDT})$ у земљишту	Ng kg^{-1}	SI
масена концентрација γ	Pb	$\gamma(\text{Pb})$ у отпадним водама	ng L^{-1}	SI
број	<i>E. coli</i>	број <i>E. coli</i> по јединици површине	m^{-2}	SI
активност ензима	амилаза	A (амилазе)	kat (Katal) mol s^{-1}	SI
pH	H_3O^+ јони	$a(\text{H}_3\text{O}^+)$ у изворској води	јединица pH	скала pH
релативна тврдоћа	тврдоћа	Мохова тврдоћа	Мохова јединица за тврдоћу	Мохова скала тврдоће
октанско рангирање	антидетонационо понашање	истражени октански број	RON (Research octane number)	скала октанског броја

Београд, 25. фебруар 2010.

11



Министарство економије и регионалног развоја
Дирекција за мере и драгоцене метале

Успостављање следивости

Следивост

- треба да се успостави **за сваку улазну величину** наведену у процедури / једначини модела
- успоставља **се еталонирањем** коришћењем одговарајућих еталона

Београд, 25. фебруар 2010.

12



Министарство економије и регионалног развоја Дирекција за мере и драгоцене метале

Ланац еталонирања (поређења)



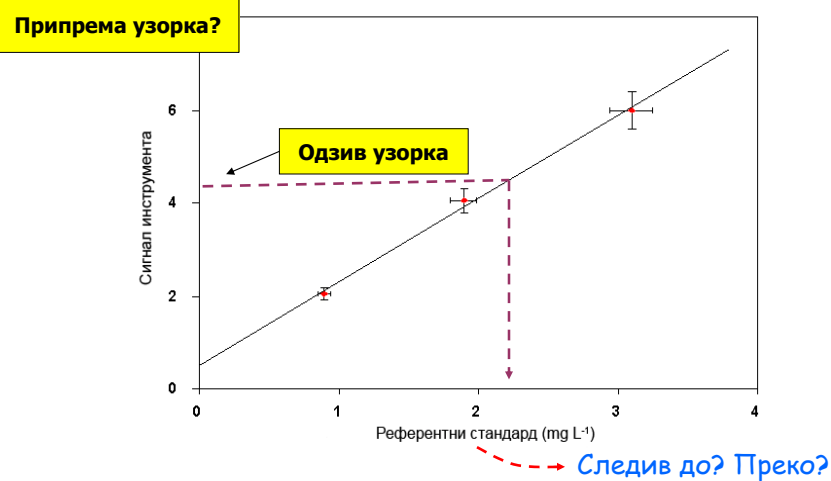
Београд, 25. фебруар 2010.

13



Министарство економије и регионалног развоја Дирекција за мере и драгоцене метале

Резултат следив до вредности референтног еталона



Београд, 25. фебруар 2010.

14



Министарство економије и регионалног развоја
Дирекција за мере и драгоцене метале

Хијерархија еталонирања

Алати

Понуђачи услуга

Метролошка слединост ↑

- Примарни еталон
- Међународни еталон
- Национални еталон
- Референтни еталон
- Трансфер еталон
- Путујући еталон
- Радни еталон

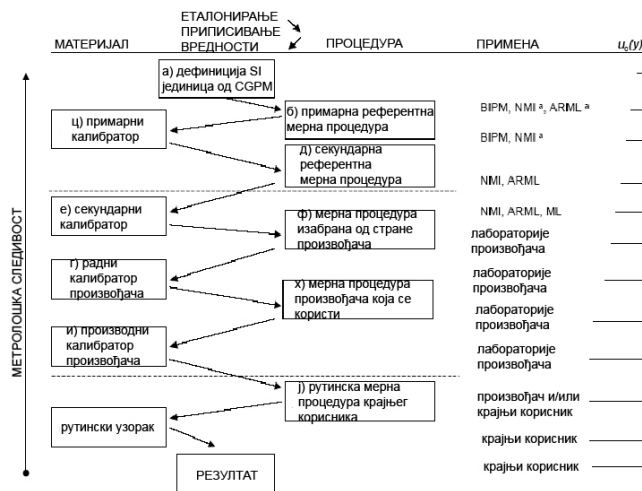
- ВІРМ
 - Национални метролошки институти
 - Акредитоване лаб. за еталонирање
 - Фирме (in-house)
 - центар за еталонирање
 - испитна лабораторија [LAC-G2:1994]
- Слединост мерења

Несигурност ↓



Министарство економије и регионалног развоја
Дирекција за мере и драгоцене метале

Слединост у клиничкој области





Министарство економије и регионалног развоја Дирекција за мере и драгоцене метале

Успостављање следивости

- ① Прецизирати мерену величину
- ② Изабрати погодан
 - поступак мерења
 - једначину модела
- ③ Демонстрирати (у валидацији) да:
 - је једначина модела одговарајућа (све значајне утицајне величине су узете у обзир)
 - су мерни услови одговарајући
- ④ Успоставити следивост за сваку улазну величину
 - избором одговарајућих референтних еталона
 - еталонирати употребом ових еталона
- ⑤ Проценити несигурност

[погледати EURACHEM/CITAC Упутство, 2003]

Београд, 25. фебруар 2010.

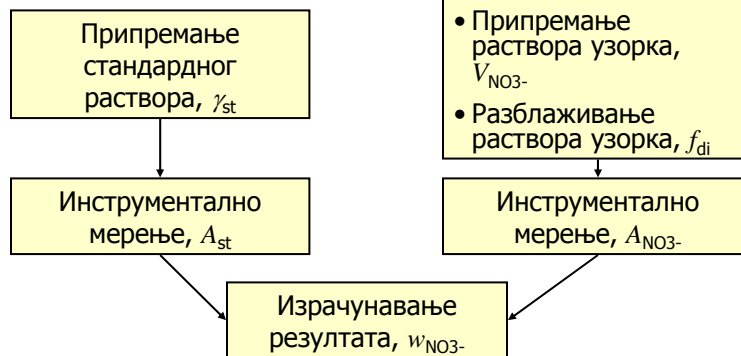
17



Министарство економије и регионалног развоја Дирекција за мере и драгоцене метале

Мерена величина, поступак мерења

Одређивање нитрата у
биљном материјалу
јонском хроматографијом



Београд, 25. фебруар 2010.

18



Министарство економије и регионалног развоја Дирекција за мере и драгоцене метале

Једначина модела

$$w_{\text{NO}_3^-} = \gamma_{\text{st}} \frac{A_{\text{NO}_3^-} \cdot V_{\text{NO}_3^-}}{A_{\text{st}} \cdot m} \times f_{\text{di}} \times \frac{1}{R}$$

$w_{\text{NO}_3^-}$ масени удео нитрата у узорку (mg g^{-1})

γ_{st} масена концентрација нитрата у стандардном раствору (mg L^{-1})

$A_{\text{NO}_3^-}$ интензитет сигнала раствора узорка (mS s)

A_{st} интензитет сигнала стандардног раствора (mS s)

$V_{\text{NO}_3^-}$ запремина раствора узорка (L)

m маса осушеног узорка (g)

f_{di} фактор разблажења (јединица: 1);

R фактор приноса (упоредити са припремом узорка, јединица: 1)

Београд, 25. фебруар 2010.

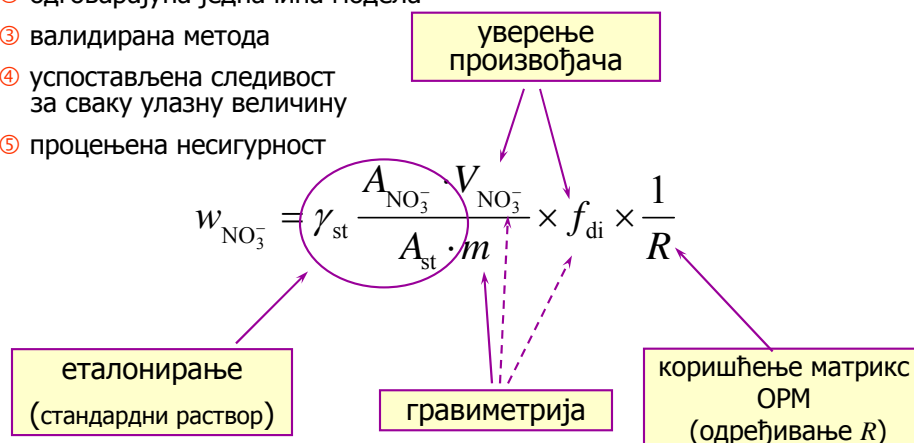
19



Министарство економије и регионалног развоја Дирекција за мере и драгоцене метале

Успостављање следивости

- ① мерена величина: садржај нитрата у биљкама
- ② одговарајућа једначина модела
- ③ валидирана метода
- ④ успостављена следивост за сваку улазну величину
- ⑤ процењена несигурност



Београд, 25. фебруар 2010.

20



Правила за остваривање прихватљиве следивости - АТС

Тачка 5. Прихватљиви начин за остваривање следивости

Тачка 5.2 Ако следивост није могуће остварити у *SI* јединицама, она се може остварити:

- еталонирањем употребом оверених референтних материјала, чији произвођач задовољава захтеве упутства *ISO/IEC Guide 34*;
- учествовањем у кључним, допунским и другим међулабораторијским поређењима;
- применом договорене методе прихваћене од стране АТС-а и корисника, а која даје резултате за захтеваном мерном несигурношћу.



Докази о оствареној следивости

Тачка 6.1. Прихватљив доказ о оствареној следивости

- Уверење о еталонирању издато од стране:
 - ✓ Акредитоване лабораторије за еталонирање,
 - ✓ Дирекције за мере и драгоцене метале,
 - ✓ Националног метролошког института друге државе или међународне организације, која је потписник *CIPM MRA*,
- Уверење мора да садржи све елементе у складу са *SRPS ISO/IEC 17025: 2006*, односно *ISO/IEC 17025: 2005*



Министарство економије и регионалног развоја
Дирекција за мере и драгоцене метале

Порука за крај

**Желите ли упоредиве резултате?
Демонстрирајте њихову следивост!**

Београд, 25. фебруар 2010.

23



Министарство економије и регионалног развоја
Дирекција за мере и драгоцене метале

ХВАЛА НА ПАЖЊИ !!!

Београд, 25. фебруар 2010.

24