

**ИНТЕРНА КОНТРОЛА
ОСНОВНИХ МЕТРОЛОШКИХ
ПАРАМЕТАРА КОД ВАГА СА
НЕАУТОМАТСКИМ ФУНКЦИОНИСАЊЕМ
ИЗМЕЂУ ДВА ЕТАЛОНИРАЊА**

Овај документ је важећи и без потписа особа које су преиспитале и одобриле документ.



1. ПРЕДМЕТ И ПОДРУЧЈЕ ПРИМЕНЕ

Овај документ описује поступак контроле основних метролошких параметара који утичу на тачност мерења код мерила масе са неаутоматским функционисањем. Контрола се спроводи између два еталонирања, а на основу њених резултата и излазних критеријума може се утврдити исправност резултата мерења као и евентуална потреба за поновним еталонирањем ваге. Поступак интерне контроле наведен у овом документу претпоставља да су остали параметри који утичу на правилно мерење, поступак мерења, температурну стабилност лабораторије, струјање ваздуха, вибрације и подешавање ваге испуњени на правилан начин и да одговарају врсти ваге за коју се интерна контрола спроводи.

Документ примењују све врсте тела за оцењивање усаглашености (ТОУ) која у поступцима оцењивања усаглашености користе мерила масе са неаутоматским функционисањем.

2. РЕФЕРЕНТНИ ДОКУМЕНТИ, ТЕРМИНИ И ДЕФИНИЦИЈЕ, СКРАЋЕНИЦЕ

Референтна документа:

- SRPS ISO/IEC 17025: 2017, Општи захтеви за компетентност лабораторија за испитивање и лабораторија за еталонирање;
- International Recommendation OIML R111 Weights of classes E1, E2, F1, F2, M1, M1–2, M2, M2–3 and M3 Part 1: Metrological and technical requirements, Organisation Internationale de Métrologie Légale;
- Assuring the Quality of Weighing Results, MSL Technical Guide 12;
- COFRAC Document 2089, edition 00, 2000.

Термини и дефиниције:

За потребе овог документа користе се термини дефинисани у наведеним референтним документима.

Скраћенице:

ТОУ - тело за оцењивање усаглашености

3. ОПИС АКТИВНОСТИ

3.1 Еталонирање вага

Први и основни захтев за остваривање следивости резултата мерења на вагама је њихово редовно еталонирање (препоруча је на годишњем нивоу) од стране акредитоване лабораторије за еталонирање.

Предуслов за правилно мерење представља редовно подешавање ваге. Електромеханичке ваге могу поседовати полуаутоматски или аутоматски уређај за подешавање са спољним или унутрашњим тегом. Свакодневна употреба ових уређаја, пре почетка мерења, представља други основни предуслов за тачно мерење.

Само еталонирање ваге од стране акредитоване лабораторије за еталонирање вага изводи се провером следећих параметара:

- поновљивости;
- ексцентричности;
- одступања резултата мерења у еталонираним тачкама.



Резултати за сва три метролошка параметра садржани су у уверењима о еталонирању које издају акредитоване лабораторије за еталонирање и њихове вредности се могу проверавати интерном контролом.

3.2 Интерна контрола између два еталонирања

Други основни захтев за тачно мерење на еталонираним вагама је контрола квалитета резултата мерења између два еталонирања.

Ова контрола служи да се утврди да ли су резултати мерења остали у предвиђеним, односно жељеним границама и да ли је дошло до погоршања њихових карактеристика који захтевају корективне мере, скраћење времена поновног еталонирања или евентуално сервис ваге.

Као минимум препоручује се контрола:

- поновљивости;
- утврђивања одступања резултата мерења у еталонираним тачкама или тачкама које одреди лабораторија.
- ексцентричности (изводи се само у специјалним случајевима када лабораторија мери посебне терете који се не могу поставити у средину пријемника оптерећења). Препорука је да се сви терети који се мере на ваги постављају у средину пријемника оптерећења.

Контрола поновљивости обавља се помоћу еталонских тегова чија се називна маса креће између 50% и 100% максималног мерења ваге. Препоручује се да то буде називна маса тега који је коришћен при еталонирању ваге. При томе треба, увек када је то могуће, користити појединачни еталонски тег.

Контрола одступања резултата мерења врши се најмање у једној тачки, у или око максимума, или у више тачака у којима се најчешће врши мерење, односно у еталонираним тачкама.

Учесталост контроле зависи од нивоа жељене мерне несигурности са којом се користи еталонирана вага у лабораторији. Ако се вага користи са очекиваном мерном несигурношћу која је на нивоу вредности из уверења о еталонирању, провере треба да се спроводе у редовним временским интервалима, и то:

- провера поновљивости на месечном нивоу;
- провера одступања на двонедељном нивоу, за лабораторије које изводе дневна мерења на ваги. Такође, препорука је да се на дневном нивоу, ако је таква учестаност мерења, изводи контрола у једној тачки (око максимума).

Ако се вага користи на нивоу мерне несигурности која је више пута већа од мерне несигурности у уверењу о еталонирању ови рокови се могу продужити.

3.3 Референтна вредност

Да би се спровела контрола квалитета еталонирања ваге потребно је утврдити референтну вредност од стране корисника, одмах по еталонирању ваге.



Референтна вредност за поновљивост и одступања остварује се на следећи начин:

непосредно после обављеног еталонирања врше се мерења, од стране корисника мерила, којима се добијају референтне вредности за поновљивост и одступања ваге којима се потврђују резултати из уверења о еталонирању или усвајају нови. Која ће се од ових вредности усвојити зависи од нивоа жељене мерне несигурности којима лабораторија врши мерења на ваги. Уколико се жели остварити мерна несигурност на нивоу вредности из уверења о еталонирању неопходно је коришћење исте класе тачности тегова којима је еталонирана вага.

Обе контроле, поновљивост и одступања морају се спровести са адекватно еталонираним теговима који поседују важеће уверење о еталонирању како било која промена не би била последица употребљених тегова већ саме ваге.

3.4 Провера поновљивости

Стандарна мерна несигурност поновљивости, u_p , представља вредност експерименталне стандардне девијације читавања мерних резултата ваге I_i из n мерења са тегом исте називне вредности. Стандардна мерна несигурност се добија помоћу формуле:

$$u_p = S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I})^2} \quad (1)$$

где је \bar{I} средња вредност из n мерења.

Потребан број мерења треба да буде једнак броју мерења оствареном у уверењу или већи (минимални број мерења је шест, а препорука је десет).

Сама мерења треба спровести по стандардним поступцима који се користе за ову врсту мерења. Вага се доводи у нулу пре сваког мерења а тег се лагано спушта у средину пријемника оптерећења.

3.5 Провера одступања резултата мерења

Провера одступања резултата мерења спроводи се стандардним поступком за ову врсту мерења. Вага се доводи у нулу пре мерења, а тег или тегови се спуштају у средину пријемника оптерећења. Вредност читаног резултата уноси се у записник. Тегови се подижу са ваге и вага доводи у нулу па се спуштају тегови за следећу унапред изабрану тачку. Поступак се понавља све до последње предвиђене тачке. Ако лабораторија подешава вагу пре својих мерења овај поступак треба остварити пре провере одступања*¹.

**¹Напомена: Ако се вага користи са њеним најбољим могућностима обавезно је треба подесити пре сваке групе мерења.*

За проверу одступања препоручује се, код првог мерења којим се утврђује или потврђује референтна вредност, да се користи десет мерења у свакој тачки. Средња вредност представља вредност одступања која се користи за статистичку анализу. У даљој контроли могу се користити појединачна мерења у свакој предвиђеној тачки.

3.6 Критеријуми прихватљивости

Критеријуме прихватљивости треба дефинисати за сваку контролу ваге која се изводи између два еталонирања. Ови критеријуми омогућавају прихватање нових резултата или покретање корективних мера (побољшање амбијентних услова, поновно еталонирање или сервис ваге).

Критеријуми се дефинишу одмах после еталонирања ваге потврдом резултата еталонирања или постављањем нових резултата као референтне вредности од стране корисника.

Критеријум поновљивости

Референтна вредност поновљивости, стандардна мерна несигурност поновљивости u_P (ref), успоставља се одмах после еталонирања ваге на следећи начин:

- Израчунати $u_{P(new)}$ и упоредити га са прихваћеном вредности из уверења $u_{P(ref) uver}$. За поређења се користи F -тест. Критеријум за прихватање нове вредности за $u_{P(new)}$ износи:

$$u_{P(new)} \leq \sqrt{F} \cdot u_{P(ref) uver} \quad (2)$$

где F представља критичну вредност из F - расподеле за једностранни тест и вероватноћу од приближно 95%.

Ако стандардну мерну несигурност одређујемо из шест поновљених мерења, а F^{*2} тест је базиран на 95% вероватноће, критеријум за прихватање гласи:

$$u_{P(new)} \leq 2,25 \cdot u_{P(ref) uver} \quad (3)$$

**2Напомена: Вредност броја F зависи од броја мерења. Вредности се могу пронаћи у табелама за F расподелу, на пример, део Annex D, *Statistical control* међународне препоруке OIML R111.*

Ако је критеријум (3) испуњен сматра се да је вредност поновљивости из уверења о еталонирању ваге потврђена и прихвата се као референтна вредност поновљивости за даљу контролу.

Свака следећа контрола ради се на истоветан начин.

- Ако се ствара сопствена референтна вредност која је већа него у уверењу о еталонирању ваге, обавља се шест до десет поновљених мерења од чијег броја зависи вредност броја F . У том случају очекивана вредност мерне несигурности мерења на ваги је већа него у уверењу. На пример, ако је извршено десет мерења услов за наредне контроле гласи:

$$u_{P(new)} \leq 1,8 \cdot u_{P(ref)} \quad (4)$$

Свака наредна контрола се обавља из истог броја мерења као приликом одређивања референтне вредности при чему треба да буду испуњени услови (3) или (4).



Критеријум за одступање резултата мерења

Референтна вредност за одступање резултата мерења утврђује се одмах након еталонирања ваге као средња вредност из q читања (препука је да се из десет мерења утврди средња вредност) у свакој контролисаној тачки. Свака наредна контрола спроводи се појединачним мерењима у контролисаним тачкама. Утврђена одступања Q пореде се са референтном вредношћу Q_{ref} помоћу t – теста користећи формулу:

$$|Q - Q_{ref}| \leq t \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{q}} \cdot u_{p(ref)} \quad (5)$$

Ако се референтна вредност за одређену контролну тачку утврђује као средња вредност из $q = 10$ мерења, критеријум прихватљивости за t – тест и вероватноћу од приближно 95 % износи:

$$|Q - Q_{ref}| \leq 2,4 \cdot u_{p(ref)} \quad (6)$$

Другим речима при свакој наредној контроли, у којој се врши појединачно мерење, вредност разлике добијеног и референтног одступања мора испуњавати услов (6).

Ако неки од критеријума прихватљивости није испуњен, мерења се понављају и ако се поново добије резултат који не испуњава наведене критеријуме спроводне се корективне мере. Неопходна је провера да ли је вага правилно нивелисана, у одговарајућим амбијентним условима, да ли је правилно подешена и да ли су приликом контроле коришћени одговарајући контролни текови и адекватна процедура.

3.7 Критеријум прихватљивости у зависности од очекиване мерне несигурности

Опција успостављања прихватљивих критеријума од стране ТОУ-корисника ваге, представља очекивана $U_{gl}(W)$ укупна проширена мерна несигурност која треба да се оствари мерењем на ваги, и при чему се не врше корекције одступања мерења на ваги.

Ако је очекивана укупна мерна несигурност, на пример 0,1 %, то одговара укупној мерној несигурности од 0,01 g за узорак од 10 g који се мери на ваги. Услов је поседовање ваге са бољим карактеристикама, на пример, са укупном мерном несигурности од 0,002 g на 10 g. Очекивану укупну мерну несигурност треба поделити са фактором обухвата $k=2$ тако да критеријум прихватљивости за наведени пример гласи:

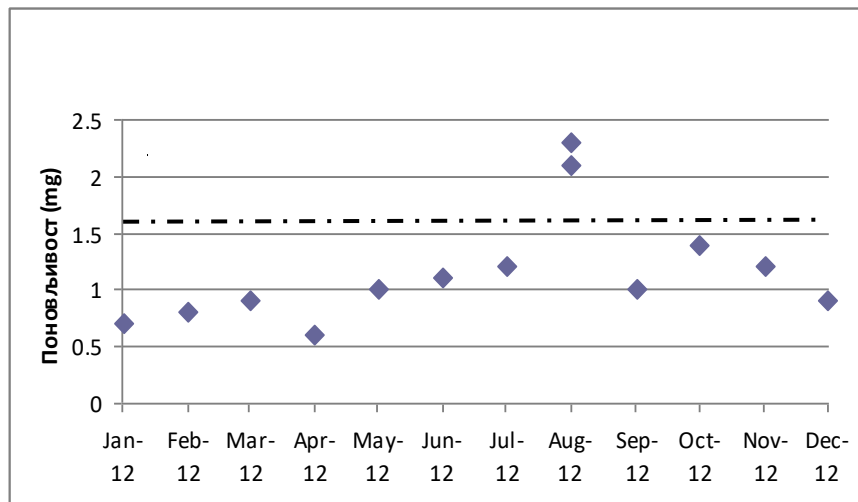
$$|Q - Q_{ref}| \leq 0,005g \quad (7)$$

ТОУ мора да поред овог теста одступања (уколико га користи) спроведе и тест поновљивости.

3.8 Контролни дијаграми

Контролни дијаграми обезбеђују добар преглед остварених резултата и препоручују се свим ТОУ која спроводне интерну контролу квалитета еталонирања вага. Дати пример на слици 1.

показује дијаграм контроле поновљивости са постављеним граничним вредностима. У случају прекорачења граничних вредности, две тачке у периоду јул - август 2012, покрећу се корективне мере (на пример сервис и/или поновно еталонирање) које омогућавају повратак резултата у предвиђене границе.



Слика 1.

3.9 Контролни еталони

Тегови који се користе за контролу еталонираних вага морају испуњавати услове из међународне препоруке за тегове OIML R111-1 која тегове дели на шест класа тачности у зависности од границе дозвољене грешке и морају поседовати адекватно уверење о еталонирању. Руковање теговима треба бити у свему према упутствима произвођача.

Ако се желе постићи максималне карактеристике на ваги која се користи стандарна мерна несигурност еталонских тегова који се користе за контролу не сме бити већа од $1/3$ стандардне мерне несигурности мерења која се очекује на ваги^{*3}. Уколико за контролу вага користимо еталонске тегове нижих класа тачности него што је препоручено, наша мерна несигурност остварене контроле биће већа.

^{*3} Напомена: У том случају M_1 тегови се користе за ваге до 10000 подељака, F_2 до 50000 подељака, F_1 до 100000 подељака а E_2 преко 100000 подељака.

Примери:

F- тест

Лабораторија поседује аналитичку вагу максималног мерења $M_{\max} = 210$ g и са најмањим подељком од $d=0,0001$ g. На основу уверења о еталонирању вредност стандардне мерне несигурности поновљивости је $u_P = S_{n-1}=0,0002$ g, добијена из шест поновљених мерења. Неопходно је одредити референтну вредност $u_{P(\text{ref})}$.

На основу шест мерења која су спроведена одмах након еталонирања ваге добијају се следећи резултати:

199,9999 g; 200,0004 g; 200,0003 g; 200,0005 g; 199,9998 g и 200,0002 g.



На основу формуле (1) добија се вредност нове стандардне мерне несигурности поновљивости $u_{P(\text{new})} = 0,0003 \text{ g}$. Ако је одлучено да се користи вредност из уверења о еталонирању добијена референтна вредност износи $u_{P(\text{ref})} = 0,0002 \text{ g}$. На основу критеријума (3) ове две вредности морају испуњавати услов:

$$u_{P(\text{new})} \leq 2,25 \cdot u_{P(\text{ref})}$$

$$u_{P(\text{new})} \leq 2,25 \cdot 0,0002 \text{ g}$$

$$u_{P(\text{new})} \leq 0,00045 \text{ g}$$

што је и остварено у овом случају.

За референтну вредност треба усвојити вредност из уверења $u_{P(\text{ref})} = 0,0002 \text{ g}$. Сваку следећа контрола се спроводи из шест поновљених мерења при чему мора бити испуњен горњи услов.

Ако добијена вредност не испуњава горњи услов, корисник мора: проверити да ли је вага правилно нивелисана, правилно подешена, да ли су приликом контроле коришћени одговарајући контролни тегови и адекватан поступак, и након тога поновити мерења.

Уколико ни у поновљеним мерењима није испуњен критеријум прихватљивости, могуће је:

- усвојити већу референтну вредност мерне несигурности u_P , или
- спровести корективне мере.

t- тест

Лабораторија поседује аналитичку вагу максималног мерења $M_{\text{max}} = 210 \text{ g}$ и са најмањим подељком од $d=0,0001 \text{ g}$. На основу уверења о еталонирању одступање у еталонираној тачки 100 g износи $-0,0002$ (99,9998) g и $u_{P(\text{ref})} = 0,0002 \text{ g}$. Неопходно је одредити референтну вредност Q_{ref} .

На основу десет мерења која су спроведена одмах након еталонирања ваге у тачки 100 g добијају се следећи резултати:

99,9999 g ; 100,0001 g ; 100,0002 g ; 100,0001 g ; 100,0002 g ; 99,9997 g ; 99,9999 g ; 100,0001;
100,0002 g ; 99,9999 g .

Средња вредност измерених резултата износи 100 g и на основу критеријума (6)

$$|Q - Q_{\text{ref}}| \leq 2,4 \cdot u_{P(\text{ref})}$$

$$|Q - Q_{\text{ref}}| \leq 2,4 \cdot 0,0002 \text{ g}$$

$$|Q - Q_{\text{ref}}| = |100 \text{ g} - 99,9998| = 0,0002 \text{ g} \leq 0,00048 \text{ g}$$

добија се прихватљив резултат за одступање у 100 g .



3.10 Динамика потврђивања резултата еталонских тегова

Еталонски тегови

ТОУ мора поседовати еталонске тегове у складу са препорукама OIML-овог документа R-111. Следивост до националних еталона мора бити остварена сагласно *Правилима за остваривање прихватљиве следивости мерења (АТС-ПА03)*. Еталонски тегови морају бити еталонирани као условне масе са проширеном мерном несигурношћу која износи највише 1/3 ГДГ (максималне дозвољене грешке). Поред неопходних докумената о еталонирању ТОУ се препоручује да обезбеди и документују процедуру којом ће дефинисати: начин чувања, одржавања и руковања еталонским теговима, интерну идентификацију еталонских тегова, као и поступак одређивања и измене динамике потврђивања следивости - еталонирања.

Контрола стандардних еталонских тегова

ТОУ треба да успостави мере које омогућавају да покаже да контролише трајност сваког коришћеног еталонског тега. Праћење еталонских тегова (сваког појединачно или више њих са истим карактеристикама) требало би бити презентовано у писаној, пожељно графичкој форми. ТОУ мора да прати ефекте појављивања дрифта еталонског тега ($>2/3$ ГДГ) између два еталонирања из разлога евенуталног утицаја који тај дрифт може имати на еталонирање вага.

Динамика активности на потврђивању следивости еталонског тега

Следивост еталонских тегова мора бити потврђивана динамиком која је компатибилна са:

- начином њихове употребе,
- условима чувања и
- очекиваним дрифтом.

Начин употребе еталонских тегова је везан за начин експлоатације, место на коме се тегови користе (ван просторија ТОУ или у просторијама ТОУ). Ако се користе ван просторија ТОУ да ли се транспорт врши у адекватним (оригиналним) кутијама итд.

Услови чувања се односе на начин, место и услове складиштења еталонских тегова након употребе (да ли су то лабораторијски услови, постоји ли стална климатизација и сл.).

Очекивани дрифт је у вези са дефинисаним начином праћења дрифта током времена (кроз међупровере и/или еталонирања).

Максимална динамика еталонирања еталонских тегова ТОУ је 24 месеца. У случају дефинисања динамике нових еталонских тегова препоручени иницијални период је 12 месеци. Дефинисани рокови и динамика морају бити поштовани у оквиру толеранција од ± 3 месеца.

Повећање интервала између два узастопна потврђивања следивости

Актуелна динамика потврђивања следивости еталона масе може бити разматрана након изведена минимално два еталонирања, фреквенцијом не већом од иницијално препоручене. Препоручује се да се резултати претходних потврђивања дрифта анализирају и да се пре доношења коначне одлуке процени гранично кретање дрифта при потврђивању нове, жељене динамике.



Комплетна документација коју ТОУ формира приликом реализације активности на продужењу интервала потврђивања следивости је предмет оцењивања од стране АТС-а.

Редуција интервала између два узастопна потврђивања следивости

- За еталонске тегове третиране на индивидуалној основи (за сваки појединачни тег):

Ако уочено одступање између два узастопна потврђивања следивости (видети ниже за случај извршеног подешавања) буде веће од 2/3 ГДГ, ТОУ мора да промени динамику потврђивања следивости тако да нови интервал не буде већи од половине претходног. Тада се морају покренути све потребне корективне мере и ако се утврди да је потребно опозвати уверења која је ТОУ издало од претходног потврђивања следивости или интерне контроле. Ако је подешавање урађено за претходно потврђивање следивости, вредност добијена након овог подешавања мора бити коришћена.

- За групу еталонских тегова или контролних тегова, истих карактеристика:

Сви еталонски тегови који чине гарнитуру биће посматрани на индивидуалној основи како је описано у претходном пасусу.

Заменски материјали

Ако ТОУ користи заменске материјале као еталонске тегове, мора се обезбедити да исти остану стабилни током мерења (односно да не мењају масу током мерења).

Остали инструменти

Следивост до националних метролошких еталона требала би бити оставрена и за све инструменте који се користе приликом мерења услова околине битних за чување еталонских тегова и/или поступак еталонирања.

4. ДИСТРИБУЦИЈА

Овај документ користе тела за оцењивање усаглашености, као и оцењивачи АТС-а у поступцима оцењивања.

5. ПРИЛОЗИ

Нема.

6. ЛИСТА ПРОМЕНА ДОКУМЕНТА АТС-УП32

Издање/ измена	Датум издања/ измене
1/0	19.06.2013.
1/1	05.11.2021.