

NOVE MERNE MOGUĆNOSTI U NAFTNOJ INDUSTRIJI SRBIJE MASTER METAR MM03

Dragan Nikolić, Jelena Stojanović, Vojislav Mirkov, Miloš Živanović, Radosav Đukić

Ključne reči: Pravilnik o merilima, Prilog 7 merni sistemi za neprekidno i dinamičko merenje količina tečnosti koje nisu voda (MI-005), zapremina ili masa, radni etalon, master metar MM03, OIML R-117-1

KRATAK SADRŽAJ

U radu su prikazane nove merne mogućnosti master metra MM03, značaj, razvoj i njegova primena za merne sisteme i merila za neprekidno i dinamičko merenje količina tečnosti koje nisu voda prema zahtevu Pravilnika o merilima i Pravilnika o vrstama merila koja podležu zakonskoj kontroli.

Ispunjenje zakonske obaveze u NIS a.d., DWS, Sektora za metrologiju, kao društveno odgovorne kompanije prouzrokovalo je razvoj i poboljšanje mernih mogućnosti razvojem novog radnog etalona master metra MM03.

Posebno je prikazano tehničko rešenje i nove merne mogućnosti za merenje zapremine i izražavanje protekle mase, na osnovu direktnog merenja protekle zapremine, merenja temperature, pritiska i trenutne gustine tečnosti koje nisu voda.

Ovakav radni etalon koristi se za potrebe pripreme za kontrolisanje/overavanje i samog procesa overavanja za merne sisteme za utovar/istovar plovnih objekata uz salgasnost DMDM RS. Nove merne mogućnosti radnog etalona doprinose tačnijim merenjima, smanjenju greške merenja i povećanju poverenja u prometu tečnosti koje nisu voda i usluga povezanih sa tim tečnostima, između isporučioaca i krajnjeg korisnika.

NEW MEASUREMENT CAPABILITIES IN PETROLEUM INDUSTRY OF SERBIA MASTER METER MM03

Keywords: Measuring Instruments Directive 2014/32/EU MID, Attachment 7 Measuring systems for the continuous and dynamic measurement of quantities of liquids other than water (MI-005), volume and mass, reference standard, master meter MM03, OIML R-117-1

ABSTRACT

The work outlines new measurement capabilities of master meter MM03, importance, development and its application, for measuring systems for the continuous and dynamic measurement of quantities of liquids other than water according to the requirements of the Regulation on Measures and Regulations on the types of measurements subject to legal control. Fulfilling the legal obligation in NIS a.d., DWS, Department of Meterology, as a socially responsible company caused the development and improvement of measuring possibilities by developing a new working standard

master meter MM03. In particular, the technical solution and new measurement possibilities for measuring volume and expression of the mass flow, based on direct measurement of the volume flow, measurement of temperature, pressure and current density with this working standard resulted in the consent of DMDM RS for the preparation of control/verification and the certification process for measuring systems for loading/unloading ships. The new measurement capabilities of the working standard contribute to more accurate measurements, reduce measurement errors, and increase confidence in the turnover of goods and services between the supplier and the end user.

UVOD

U velikom broju delatnosti i aktivnosti, merenja predstavljaju jednu od formi komunikacija među ljudima. S razvojem društva i tehnologija sve je veća potreba za što tačnijim merenjima, smanjenjem greške merenja, povećanja poverenja u kvalitet rezultata merenja i smanjenja gubitaka. Sektor za metrologiju, DWS, NIS a.d., poslednjih 5 godina ulaže značajna sredstva i napor u proširenje etalonske baze merne opreme, preciznije rečeno etalona, razvoj novih metoda, potvrdu tehničke kompetentnosti od strane Akreditacionog tela Srbije (u daljem tekstu ATS) i priznanja i saglasnosti od strane Direkcije za mere i dragocene metale (u daljem tekstu DMDM RS).

Specifičnost merila i radnih etalona za merenje protekle zapremine tečnosti kroz merne sisteme i merila za neprekidno i dinamičko merenje tečnosti koje nisu voda dovelo je do odluke za nabavkom radnih etalona master merila (master metri) koji su takođe obuhvaćeni međunarodnom preporukom OIML R 117-1 Dynamic measuring systems for liquids other than water.

Specifičnost se ogleda u tome što se radi o velikim trenutnim protocima ($\approx 200 \text{ m}^3/\text{h}$), ogromnim zapreminama plovnih objekata-brodova (od 1700 m^3 do 2700 m^3) i ne mogućnošću prekida utovara derivata kao što je to kod auto i železničkih cisterni.

Dosadašnje kontrolisanje za potrebe overavanja se obavljalo upotrebom kompakt pruvera u prisustvu predstavnika DMDM RS, ali ovaj etalon (nabavljen 2002. godine) gubi svoje merne karakteristike i javljaju se kvarovi na preostalim delovima etalona.

Sva Ovlašćena tela od strane DMDM RS, od čije vrednosti etalon posuda, prenose sledivost na svoje radne etalone poseduju samo pokretne etalon posude maksimalne nazivne zapremine 5000 l, koje zahtevaju prekid merenja nakon zapunjenja i pražnjenje i ponovno punjenje što u slučaju utovara u plovne objekte nije moguće iz više opravdanih tehničkih razloga za ostvarenje pravilnog i odobrenog utovara i stvaranja ogromnih razlika u pritisku u samom cevovodu i sigurnosnim ventilima kroz koji se isporučuje derivat.

SEKTOR ZA METROLOGIJU, ZNAČAJ, ULOGA I ISPUNJENJE ZAHTEVA ZAKONSKE METROLOGIJE

Sektor za metrologiju; DWS, NIS a.d. je deo kompanije strukturno vezan direktno za prvog zamenika generalnog direktora NIS a.d., s ciljem primene i ispunjenja svih zahteva zakonske metrologije u Republici Srbiji. Takva uloga je dovela do razvoja i primene etalona i metoda propisanih sprskim i međunarodnim dokumentima u delu neprekidnog i dinamičkog merenja protekle količine tečnosti koje nisu voda. Ispunjenje zahteva zakonske metrologije definisano Pravilnikom o merilima („Sl. glasnik RS“, br.3/2018), Prilog 7 (MI-005) u tabeli 2. u kojoj je definisana klasa tačnosti (0,5) i granica dozvoljene greške (0,5 %) i tabeli 5. u kojoj su definisane klasa tačnosti i vrste mernog sistema.

Tabela 2.

	Klasa tačnosti				
	0,3	0,5	1,0	1,5	2,5
Merni sistemi (A)	0,3%	0,5%	1,0%	1,5%	2,5%
Merila (B)	0,2%	0,3%	0,6%	1,0%	1,5%

Tabela 5.

Klasa tačnosti	Vrste mernog sistema
0,3	Merni sistemi na cevovodu
0,5	Svi merni sistemi, ako nisu drugačije navedeni u ovoj tabeli, a naročito: - uređaji za točenje goriva (ne za tečne gasove), - merni sistemi na drumskim cisternama za tečnosti niske viskoznosti (< 20 mPa·s), - merni sistemi za utovar/istovar brodova i železničkih i drumskih cisterni, - merni sistemi za mleko, - merni sistemi za dopunu vazduhoplova gorivom.
1,0	Merni sistemi za tečne gasove pod pritiskom merene na temperaturi jednakoj ili višoj od - 10°C Merni sistemi koji obično pripadaju klasi 0,3 ili 0,5, ali se koriste za tečnosti - čija je temperatura niža od - 10°C ili viša od 50°C - čija je dinamička viskoznost viša od 1.000 mPa·s - čiji maksimalni zapreminski protok nije veći od 20 L/h
1,5	Merni sistemi za tečni ugljen-dioskid Merni sistemi za tečne gasove pod pritiskom merene na temperaturi nižoj od - 10°C (osim kriogenih tečnosti)
2,5	Merni sistemi za kriogene tečnosti (temperatura niža od - 153°C)

Napomena: Međutim, proizvođač može navesti bolju tačnost za određeni merni sistem.

Zakonom o metrologiji („Sl. glasnik RS“, br.15/2016) u Članu 26, Obaveze vlasnika, odnosno korisnika merila,

Obaveze vlasnika, odnosno korisnika merila

Član 26

Vlasnici, odnosno korisnici merila dužni su da:

- 1) postavljaju i koriste merila na način kojim se obezbeđuje propisana tačnost merenja i u tom smislu odgovorni su za tehničku ispravnost merila i tačnost mernih rezultata;
- 2) održavaju merila u tehničkom stanju koje obezbeđuje tačnost merenja;
- 3) podnose na overavanje merila u skladu sa ovim zakonom i propisima donetim na osnovu ovog zakona;

4) vode evidenciju o merilima koja sadrži naročito podatke o početku upotrebe merila, kao i o održavanju i overavanju merila u upotrebi, u skladu sa propisima.

Lica iz stava 1. ovog člana dužna su da merilo koje više ne upotrebljavaju na vidnom mestu označe oznakom: "merilo nije u upotrebi".

Interno propisane granice u okviru kompanije prema PR-08.00.03 Odnosi u postupcima isporuke prirodnog gasa, komprimovanog gasa, utovara i istovara sirove nafte, derivata nafte i derivata prirodnog gasa (u daljem tekstu Interni pravilnik kompanije) u članu 48 ovog pravilnika.

Član 48.

Dozvoljeno odstupanje primljene količine u odnosu na isporučenu količinu za PLO i VC u jedinici prodajne veličine (litri za belu robu (l) i (kg) za crnu robu i JET) je:

± 0,15% za gasna ulja,

± 0,20% za motorne benzine.



Kada se uporede zakonski zahtevi za granicu dozvoljene greške propisani Pravilnikom o merilima i Internom pravilnika kompanije, vidi se da su zahtevi u Internom pravilniku nekoliko puta strožiji od zakonski dozvoljenih na šta imamo pravo, a sve sa ciljem da se dobiju tačniji rezultati merenja, smanje gubici prilikom zaprimljene u odnosu na isporučenu količinu derivata i zadovoljenja krajnjih kupaca.

Etalonsku bazu merne opreme u Sektoru za metrologiju dato po Službama čine sledeći etaloni:

- Služba za planiranje i organizaciju metroloških aktivnosti, Laboratorija za etaloniranje i lasersko skeniranje nadzemnih rezervoara, prema zahtevu standarda SRPS ISO/IEC 17025:2017, akreditacioni broj 02-069:
 - Etalonska oprema za unutrašnje i spoljašnje skeniranje nadzemnih rezervoara gde se na osnovu izdatih Uverenja o etaloniranju rezervoara i tabela zapremine izdaju Uverenja o overavanju od strane DMDM RS;
 - U završnoj fazi nabavka opreme za unutrašnje skeniranje podzemnih rezervoara.
- Služba metrološke kontrole merila i usaglašavanja međublokovskih bilanasa, Kontrolno telo za kontrolisanje merila za dinamičko i neprekidno merenje protekle količine tečnosti koje nisu voda, prema zahtevu standarda SRPS ISO/IEC 17020:2012, akreditacioni broj 06-208:
 - MM01 maseno merilo protekle tečnosti koje nisu voda-radni etalon opsega od 40 t/h do 400 t/h;
 - MM02 maseno-zapreminsko merilo protekle količine tečnosti sa integrisanim merilom gustine u Z-konfiguraciji, opseg merenja masenog protoka od 15 t/h do 190 t/h i opseg merenja zapreminskog protoka od 12 m³/h do 144 m³/h;
 - MM03 zapreminsko merilo protekle količine tečnosti sa integrisanim merilom gustine u Z-konfiguraciji, opseg merenja zapreminskog protoka od 23 m³/h do 227 m³/h, poslednje nabavljeni radni etalon za koji je DMDM RS takođe dala saglasnost za upotrebu u postupcima pripreme merila i MS za overavanje i samog postupka overavanja, koje je i predmet ovog stručnog rada;
 - Merni most-radni etalon za kontrolisanje bilansnih merila protekle količine prirodnog gasa u jedinicama zapremine-merne blende u (Sm³/h, Nm³/h) na mestima primopredaje unutar Bloka Istraživanje i Proizvodnja (UPStream) i primopredajnim mestima u transportno/distributivni sistem prema Srbijagasu.

NABAVKA ETALONSKE OPREME I SAGLASNOST DRŽAVNIH ORGANA

U cilju razvoja novih mernih mogućnosti, smanjenja greške merenja i povećanja tačnosti samih merenja Sektor za metrologiju, DWS, pustio je u eksploataciju novi radni etalon za merenje protekle zapremine tečnosti za neprekidno i dinamičko merenje protekle količine tečnosti koje nisu voda. Potvrdu i priznanje metroloških karakteristika novog radnog etalona MM03_PD smo dobili kroz saglasnost državnog organa za pitanja zakonske metrologije u Republici Srbiji, DMDM RS u vidu zvanično potpisane saglasnosti direktora DMDM RS (slika 1.).

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
МИНИСТАРСТВО ПРИБИЛИЦИЈЕ
ДИРЕКЦИЈА ЗА МЕРИЉЕ И ДИЈАГНОСТИЧКИ МЕТАЛЕ
 11000 Београд, Милана Алекса 34, ЈИЛ: 31, ПЛАС: 05 305
 телефон: 011 32 82 236, телефакс: 011 21 81 668
 факс: 011 32 84 09 2962
 Датум: 7. јун 2022. године

ПИС. бр. Нови Сад
Сектор за метрологију
Миленија Поповић Т
11070 НОВИ БЕОГРАД

Размотрави смо ваш захтев број РДММ-10300072-06/003828/2022 од 30. јуна 2022. године, који је приликом у Дирекцији из мере и арациона мерало (у даљем тексту: Дирекција) 3. јуна 2022. године, а који је садржао захтев за извршење инспекционог прегледа мерног система укључујући квалитетност - УМС3 инспектор мерало прикључе сагнетичне -фитинг, нафтни сгравити сер. бр. 2106-45882U-1-1 са интегрисаним експерименталним уређајем и са стабилношћу мералога Дирекције обавештавамо вас о следећем:

Према изводу о мерителма („Службени гласник РС“, број 3/18), у прилогу 7 – Мерири системи на непроменљиво и дефинирано издрже координате тачности воде (ММ003) у Табелу 3 прописане су квалитетне мерне системе. Такође је прописано да у изводу револутор и инерционо управљача протокот мерног индикатора нештог система на сме до изража долази до дозвољене грешке за мерне системе на непроменљиво и дефинирано мерне координате тачности воде нису зема.

Анализом документације укључујући о еталонирању предметног мерног система и уколико у датуму бити мерне неопходности уколико је сагласношћу мерне неопходности нештог система на непроменљиво и дефинирано издрже координате тачности воде нису зема.

Сагласно изводу, мерила са којим је мерни систем изведен у датуму неопходности мерне неопходности у прилогу 7 – Мерири системи на непроменљиво и дефинирано издрже координате тачности воде нису зема. Према изводу о мерителма у прилогу 7 прописане мерне неопходности мерне неопходности и инерционо управљача мерних система за уколико изводи Бродина.

Уколико неопходности да је изводи 8. слика 2. Тајна о еталонирању („Службени гласник РС“, број 15/18) изводи на Дирекцију обавештава о послове евалуације мерних система за чије евалуације нису прописане да сагласношћу обавештава вас, укључујући за чије евалуације неопходности.

ДОСТАВЉЕНО:
 ПИС. бр. Нови Сад
 Сектор за послове нафтинских ресурса и изводи нештог
 - Арунови

В.Д. ПИРК
 Чланови Београд



Slika 1. Saglasnost DMDM RS i fotografija MM03_PD

Nabavkom ovog radnog etalona ispunjavaju se uslovi za smanjenje greške prilikom overavanja mernih sistema u skladu sa srpskim i međunarodnim standardima i sprovođenje kompanijsko metrološkog nadzora između perioda dva overavanja sa ciljem kontrole rada mernih sistema, održavanja granica dozvoljene greške u za to propisanim granicama internim Pravilnikom PR-08.00.03, smanjenja gubitaka kompanije i povećanja poverenja i imidža kod kupaca.

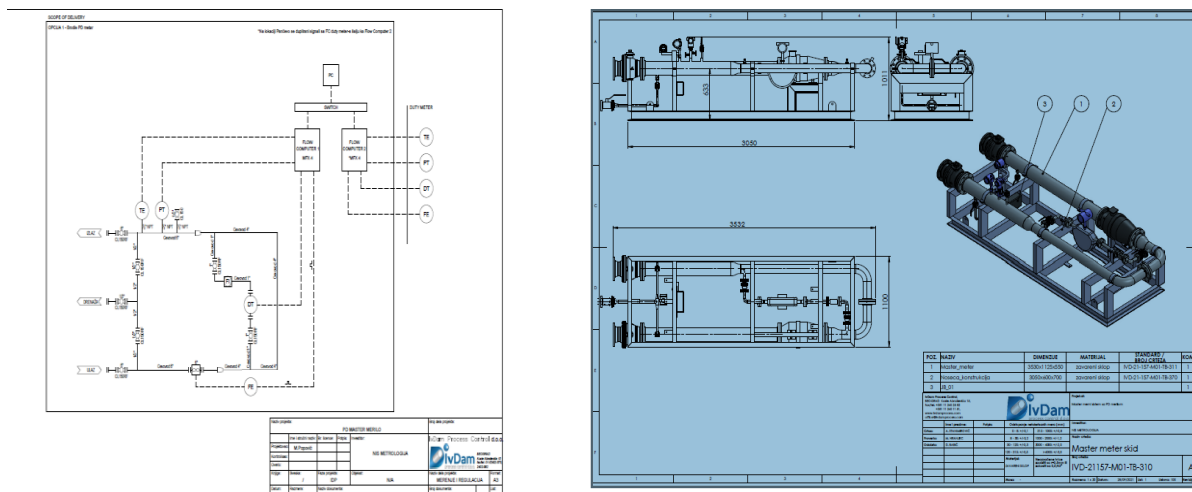
Master metar je potpuno u saglasnosti sa zahtevima Pravilnika o merilima („Sl. glasnik RS“, br.3/2018), Prilog 7, koji je prevedena EC direktiva 2014/32/EU ANNEX VII (MI-005) и Manual of Petroleum Measurement Standards Chapter 4.5, Master Meter Provers 4. izdanje, jun 2016 (API 4.5).

Osnovne metrološke karakteristike radnog etalona MM03_PD sa integrisanim merilom gustine su etalonirani opseg protoka od 23 m³/h do 227 m³/h, i gustine od 700 kg/m³ do 1000 kg/m³.

U sklopu master metra nalaze se sledeći delovi:

- Zapreminsko merilo BIROTROP PLUS B291, proizvođač BRODIE INTERNATIONAL, serijskog broja 2106-45882U-1-1;
- Merilo gustine CDM100P, proizvođač Micro Motion, serijskog broja 12202734;
- Transmitter pritiska 3051S2, proizvođač ROSEMOUNT, serijskog broja 21WEPE0262839;
- Transmitter temperature 3144P, proizvođač ROSEMOUNT, serijskog broja 5140466;
- Računar protoka MFX4, proizvođač M+F Technologies GmbH,
- Indikator protoka na liniji merila gustine;
- Indikator pritiska;
- Indikator temperature;
- Ručni regulacioni ventil;
- Set ručnih kuglastih ventila;
- Prateća oprema.

Na sledećoj slici je predstavljen P&ID dijagram MM03_PD kao i 3D izgled MM03_PD (slika 2.).



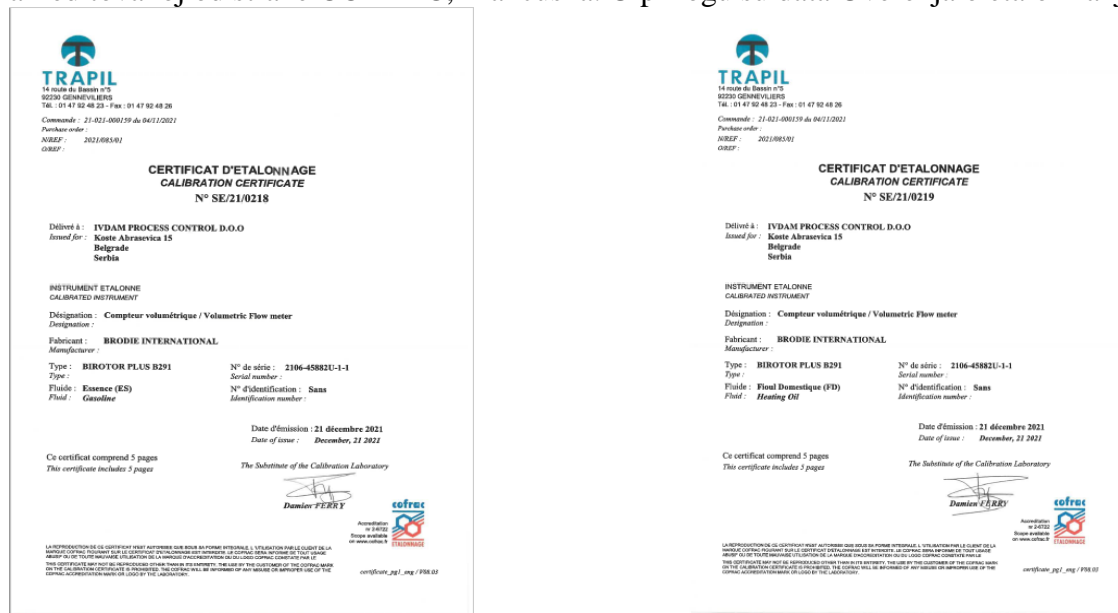
Slika 2. Dijagram P&ID i 3D izgled MM03_PD

Glavni delovi MM03_PD za merenje zapremskog protoka (zapremsko merilo, merilo gustine, transmiter pritiska i temperature) su etalonirani i snabdeveni validnim Uverenjima o etaloniranju. Zapremsko merilo, kao i merila na dosadašnjim radnim etalonima se zbog velikih opsega protoka etaloniraju u inostranim akreditovanim laboratorijama potpisnicama EA/MLA sporazuma i CIPM MRA, jer na žalost u Srbiji nema akreditovanih laboratorija za ovako velike protoke i metode. Na isti način se etalonira i merilo gustine u inostranim laboratorijama ili nacionalnim metrološkim institutima (BEV). Na slici 3., dati su najvažniji delovi master metra MM03_PD.

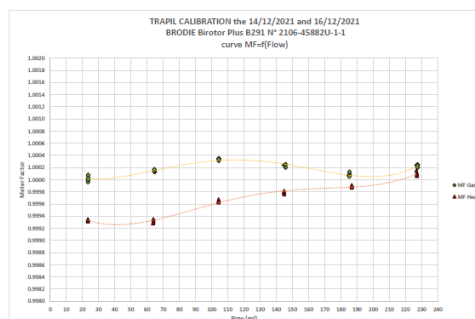


Slika 3. Najvažniji delovi master metra MM03_PD

Transmiteri pritiska i temperature su etalonirani u domaćim akreditovanim laboratorijama. Specifičnost etaloniranja ovog merila zapremine se ogleda u tome što smo po prvi put uspeli da merilo zapremine etaloniramo na 6 tačaka u zahtevanom opsegu protoka realnih fluida umesto vodom tačnije rečeno sa fluidima u realnom postupku merenja prilikom otpreme (dizel i benzin) u laboratoriji akreditovanoj od strane COFRAC, Francuska. U prilogu su data Uverenja o etaloniranju (slika 4.).



Slika 4. Uverenja o etaloniranju zapreminskog merila za dizel i benzin



Slika 5. Tačke etaloniranja i odnos MF

overavanja MS u najmanje tri tačke u opsegu rada MS.

Svi ovi rezultati etaloniranja delova MS su bili osnov za proračun budžeta merne nesigurnosti i jednog od zahteva Pravilnika o merilima, Prilog 7 (MI-005), u kome se zahteva da proširena merna nesigurnost ispitnog sistema ne sme da prelazi 1/3 najveće dozvoljene greške (NDG, a koja je 0,5 %) za merne sisteme za neprekidno i dinamičko merenje količine tečnosti koje nisu voda. Dokaz o ispunjenju ovog uslova je excel tabela budžeta merne nesigurnosti (slika 6). Budžet merne nesigurnosti je dat kao doprinos svih veličina koje utiču na kvalitet rezultata merenja dat kao relativna merna nesigurnost u %. Zbog toga što je merilo zapremine etalonirano sa dva realna fluida i vrednosti etaloniranja za svaku pojedinačnu krivu etaloniranja date u zasebnim Uverenjima o etaloniranju u excel tabeli su data dva proračuna budžeta merne nesigurnosti u odnosu na korišćeni fluid. To ima poseban značaj, jer se u realnim uslovima otprema derivata na Pristaništu i skladištima otprema preko odvojenih MS za svaki fluid posebno tako da

Na dijagramu (slika 5), predstavljen je odnos dve kalibracione krive (benzin i dizel) sa vrednostima rezultata etaloniranja kao i broj tačaka za određene protoke u traženom opsegu etaloniranja.

Značaj ovog dijagrama i odnos krivih etaloniranja se ogleda u tome što je navedeno u radu kao specifičnost i ispunjenja zahteva prema akreditovanoj laboratoriji da etaloniranje obavi u traženom opsegu ali sa realnim fluidima u odnosu na do sada rađena etaloniranja samo sa destilovanom vodom kao fluidom.

Traženi opseg protoka se odnosio na opseg koji se zahteva prilikom utovara/istovara derivata u plovne objekte na Pristaništu RNP Pančevo, kao i skladištima Smederevo, Novi Sad i Niš kako bi mogao da se ispunji zahtev prilikom

svaki merni sistem predstavlja merilo za sebe i Sektor za metrologiju, DWS, prati njihov rad i vrednost rezultata merenja pojedinačno tokom perioda između dva intervala periodičnog overavanja koji iznosi prema Pravilniku o vrstama merila koja podležu zakonskoj kontroli („Sl.glasnik RS“, br.37/2021 i 84/2022), 1 godina. Kontrolno telo, Sektora za metrologiju, za kontrolisanje merila za dinamičko i neprekidno merenje protekle količine tečnosti koje nisu voda, akreditovano prema zahtevu standarda SRPS ISO/IEC 17020:2012, akreditacioni broj 06-208, u čijem se vlasništvu nalazi etalonska merna oprema, vrši kontrolisanje i pripremu merila za overavanje i obezbeđuje rezultate na osnovu kojih kontrolor DMDM RS vrši overu MS upotrebom MM03_PD.

Metrološka sledivost	Datum etaloniranja	Proširena merna nesigurnost	Merna nesigurnost	Jedinica	Mereni interval	Relativna merna nesigurnost (iz sertifikata) (%)	Relativna merna nesigurnost (izračunata na osnovu podatka iz sertifikata) (%)	
1	2	3	4	5	6	8 = 4 / 6		
Laboratorija „TRAPIL“, No. 2-6722, COFRAC, Francuska ; Sertifikat broj: SE/21/0218, BRODIE INTERNATIONAL/ BIROTOR PLUS B291, serijski broj 2016-45882U-1-1,	21.12.2021	0,059	0,030	%	204		0,030	
Laboratorija „TRAPIL“, No. 2-6722, COFRAC, Francuska ; Sertifikat broj: SE/21/0219, BRODIE INTERNATIONAL/ BIROTOR PLUS B291, serijski broj 2016-45882U-1-1,	21.12.2021	0,049	0,025	%	204		0,025	
Laboratorija za metrologiju, JAT Tehnika, ak.broj 02-028, Uverenje o etaloniranju broj NO.005-260-22 (barg), ROSEMOUNT, tip Apt305132, serijski broj transmisera pritiska 21WEPE0262839	31.1.2022	0,014	0,007	bar	55		0,013	
Laboratorija za metrologiju, Fizički fakultet Bgd, ak.broj 02-007, Uverenje o etaloniranju broj 28/2022 (°C), tip: 3144P, serijski broj transmisera temperature 3140466 sonda 5992	13.1.2022	0,08	0,04	°C	50		0,080	
Laboratorija NVLAP CALIBRATION, USA, ak.broj 200918-0, Uverenje o etaloniranju broj 1.36323704, Densitometar, Emerson Automation Solution, Inc., tip CDM100P329M8B200EAZZ2MCIC, serijski broj 12202734.	16.7.2021	0,14	0,07	kg/m ³	227		0,031	
Prosečna ponovljivost rezultata merenja za tri različita protoka, sa 5 ponavljanja prema API zahtevima standarda MRMS 4.4	28.4.2022	0,014	0,0071	%	227		0,0063	
Prosečna ponovljivost rezultata merenja za tri različita protoka, sa 5 ponavljanja prema API zahtevima standarda MRMS 4.4	28.4.2022	0,014	0,0071	%	227		0,0060	
						$=\sqrt{(H6^2+HB^2+H9^2+H10^2+...)}$	0,092	%
ZAKLJUČAK:						$=\sqrt{(H7^2+HB^2+H9^2+H10^2+...)}$	0,090	%
Vrednosti ukupne merne nesigurnosti posmatrane za sklop MM(PD) nalaze se u granicama propisanim Pravilnikom o merilima!								
Dakle proširena merna nesigurnost je manja od 1/3 GDG (manja od 0,1665 %).								

Slika 6. Budžet merne nesigurnosti

Kao potvrda mernih mogućnosti i tehničke kompetentnosti nakon nabavke radnog etalona MM03_PD usledilo je povezivanje na MS 230 (otprema dizela) sa ciljem dobijanja rezultata merenja kao da se obavlja kontrolisanje za potrebe overavanja i rezultati su dali podatke koji pokazuju da je prilikom pripreme MS 230 u odnosu na MM03_PD moguće izvršiti ne samo u zakonski propisanoj najvećoj dozvoljenoj grešci $\pm 0,5\%$, nego bolje i od zahtevane granice greške internim pravilnikom koja iznosi $\pm 0,15\%$ i $\pm 0,20\%$. Dodatni značaj se ogleda u tome što su na ovom MS 230 vršene pripreme u prethodnim godinama sa različitim radnim etalonima (MM01, kompakt pruver) i da su poređenja i sa ovim podacima dala veoma dobre rezultate među poređenja, što je predstavljeno na sledećoj tabeli (slika 7).

Poređenje rezultata kontrolisanja MS 230 sa MM03, KP, MM01 ostvarenih na sličnim uslovima (Q, t)

Tabela1: Q ~ 200 m³/h

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Datum	Etalon	run	Q	Q	t	Γ ₁₅	MF	r	gr	
		l	l/s	m ³ /h	0C	kg/m ³	-	%	%	
28.4.2022	MM03	7049	54	194	23	838,3	0,99975	0,018	0,03	
29.9.2020	KP	250		200	13	828,0	1,00000	0,010	0,00	
4.2.2021	MM01	1250		199	16	830,1	0,99990	0,010	0,01	
1.10.2021	MM01	1250		201	27	831,4	1,00030	0,040	-0,03	

Tabela2: Q ~ 175 m³/h

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Datum	Etalon	run	Q	Q	t	Γ ₁₅	MF	r	gr	
		l	l/s	m ³ /h	0C	kg/m ³	-	%	%	
28.4.2022	MM03	6042	49	176	23	838,4	0,99942	0,020	0,06	
29.9.2020	KP	250		171	14	828,0	0,99990	0,010	0,00	
4.2.2021	MM01	1250		174	20	830,4	0,99990	0,020	0,02	
1.10.2021	MM01	1250		172	27	831,4	0,99990	0,030	0,01	

Tabela2: Q ~ 140 m³/h

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Datum	Etalon	run	Q	Q	t	Γ ₁₅	MF	r	gr	
		l	l/s	m ³ /h	0C	kg/m ³	-	%	%	
28.4.2022	MM03	4523	39	140	24	838,4	0,99889	0,023	0,11	
29.9.2020	KP	250		140	14	828,0	0,99970	0,010	0,03	
4.2.2021	MM01	1250		153	21	830,4	0,99990	0,020	0,01	
1.10.2021	MM01	1250		161	27	831,4	0,99950	0,060	0,06	

Slika 7. Rezultati poređenja različitih radnih etalona MM01_KP_MM03PD

Sledeća tabela (slika 8) daje vrednosti rezultata kontrolisanja upotrebom MM03_PD na MS 230.

Pregled rezultata kontrolisanja MS-230 sa MM03 od: 28.4.2022.									
Tabela1: 5x3 od 3 (run=7000)									
Job	run	Q	Q	t	f15	MF	r	gr	
i	U/s	m3/h	OC	kg/m ³	-	-	%	%	
7071	54	194	22	837,2	0,99959			0,04	
7044	54	194	23	837,7	0,99945			0,06	
7025	54	194	22	838,1	0,99950			0,05	
70	7047	54	194	22	837,7	0,99951	0,013	0,05	
7068	54	194	21	838,1	0,99935			0,07	
7019	54	194	19	838,1	0,99943			0,06	
7041	54	194	18	838,3	0,99927			0,07	
71	7043	54	194	19	838,2	0,99935	0,016	0,07	
7027	54	193	25	838,5	1,00000			0,00	
7068	54	194	24	838,5	0,99976			0,02	
7050	54	194	24	838,5	0,99991			0,01	
82	7048	54	193	24	838,5	0,99989	0,024	0,01	
7058	54	194	24	838,5	0,99994			0,01	
7074	54	194	25	838,5	1,00014			-0,01	
7043	54	194	25	838,4	0,99993			0,01	
83	7058	54	194	24	838,5	1,00000	0,022	0	
7073	54	195	25	838,4	0,99991			0,01	
7038	54	195	25	838,5	1,00004			0,00	
7038	54	195	25	838,5	1,00002			0,00	
83	7050	54	195	25	838,5	0,99999	0,013	0,00	
7049	54	194	23	838,3	0,99975	0,018	0,03		

Tabela1: 5x3 od 3 (run=6000)									
Job	run	Q	Q	t	f15	MF	r	gr	
i	U/s	m3/h	OC	kg/m ³	-	-	%	%	
6015	49	176	19	838,4	0,99915			0,09	
6027	49	176	20	838,3	0,99933			0,07	
6029	48	174	21	838,4	0,99923			0,08	
72	6023	49	175	20	838,4	0,99924	0,017	0,08	
6037	49	175	22	838,4	0,99946			0,05	
6053	49	175	23	838,5	0,99915			0,09	
6049	49	175	23	838,4	0,99926			0,07	
73	6046	49	175	22	838,4	0,99929	0,031	0,07	
6067	49	176	23	838,4	0,99951			0,04	
6060	49	176	23	838,4	0,99956			0,03	
6054	49	176	24	838,4	0,99949			0,05	
74	6060	49	177	23	838,4	0,99959	0,018	0,04	
6021	49	177	24	838,4	0,99948			0,05	
6060	49	177	24	838,4	0,99927			0,07	
6027	49	176	24	838,5	0,99947			0,05	
75	6036	49	177	24	838,4	0,99941	0,022	0,06	
6050	49	176	24	838,5	0,99955			0,05	
6050	49	176	24	838,4	0,99953			0,05	
6027	49	176	24	838,4	0,99963			0,04	
76	6042	49	176	24	838,4	0,99957	0,01	0,04	

Tabela1: 5x3 od 3 (run=4500)									
Job	run	Q	Q	t	f15	MF	r	gr	
i	U/s	m3/h	OC	kg/m ³	-	-	%	%	
4514	39	142	24	838,4	0,99864			0,14	
4510	39	142	24	838,4	0,99885			0,12	
4526	39	141	24	838,4	0,99887			0,11	
77	4517	39	141	24	838,4	0,99879	0,022	0,12	
4523	39	141	24	838,4	0,99886			0,11	
4519	39	140	24	838,4	0,99884			0,12	
4524	39	140	24	838,4	0,99892			0,11	
78	4522	39	140	24	838,4	0,99887	0,008	0,11	
4520	39	140	24	838,4	0,99874			0,13	
4543	39	140	24	838,4	0,99872			0,13	
4525	39	140	24	838,4	0,99895			0,11	
79	4529	39	140	24	838,4	0,99880	0,023	0,12	
4511	39	139	24	838,4	0,99895			0,11	
4516	39	140	24	838,4	0,99892			0,11	
4534	39	139	24	838,5	0,99907			0,09	
80	4520	39	140	24	838,4	0,99888	0,015	0,1	
4537	39	140	25	838,4	0,99882			0,12	
4522	39	140	25	838,4	0,99905			0,10	
4526	39	139	25	838,4	0,99921			0,08	
81	4528	39	140	25	838,4	0,99903	0,049	0,09	
77	4517	39	141	24	838,4	0,99879	0,022	0,12	
78	4522	39	140	24	838,4	0,99887	0,008	0,11	
79	4529	39	140	24	838,4	0,99880	0,023	0,12	
80	4520	39	140	24	838,4	0,99888	0,015	0,10	
81	4528	39	140	25	838,4	0,99903	0,049	0,09	
4523	39	140	24	838,4	0,99889	0,023	0,11		

Slika 8. Vrednosti rezultata kontrolisanja upotrebom MM03_PD na MS 230

Na kraju izlaganja tokom ovog rada odgovor koji proističe ukazuje na neke od prednosti i benefita nabavke zapreminskog master merila MM03_PD.

Koje su prednosti:

Direktno povezivanje na merni sistem sa minimalnim prolivanjem izmerene količine tečnosti (pražnjenje zaostalog fluida iz creva i instalacije ≈ 200 l), dok u slučaju rada etalon posudom tj. vraćanjem na ponovnu obradu već gotovog proizvoda (benzin ili dizel). Ako se uzme u obzir da etalon posuda na pokretnoj etalon posudi (PES), ovlašćenog tela ima nazivnu vrednost zapremine od 5 000 litara, a za jednu tačku prilikom overavanja je potrebno tri ponavljanja i to u tri tačke u ispitivanom opsegu dolazi se do računice od oko 45 000 litara, koje se ponovo vraća u proces obrade već gotovog proizvoda. Dodatno za svako vraćanje u proces obrade izmerene količine potreban je i vremenski period i tako se pored gubitka fluida, gubi i vreme potrebno za pražnjenje PES-a, i ponovno priključenje na MS.

Dodatni problem u radu sa PES-om je i česta promena ambijentalne temperature i temperature fluida, što za navedenih nekoliko ponavljanja često može da navede na pogrešan trag, odnosno može da navede na dilemu. Određivanje gustine derivata (kada se često menja temperatura fluida) je veoma česta i veoma važna imajući u vidu da su u RNP na AP i ŽP ugrađeni maseni merni sistemi koji mere direktan maseni protok (u kilogramima) i ako se otprema deklarise kao zapreminska mera (u litrama). Zato je merenje

gustine (za konverziju mase u zapreminu) etalonskim merilom gustine na masteru ključ donošenja ispravnog metrološkog zaključka i preporuke.

U slučaju merenja za potrebe overavanja sa master merilom (u ovom slučaju MM03_PD), sve se obavlja za vreme utovara i daje mogućnost za neprekidan utovar/istovar.

Direktna komunikacija dva računara protoka (mernog sistema i master metra).

Master metar je moguće koristiti u procesu overavanja, čime se ispunjava zakonska obaveza propisana od strane državnog organa DMDM RS u prisustvu državnog kontrolora ali i kompanijsko metrološki nadzor između dva vremenska intervala overavanja MS.

ZAKLJUČAK

Sektor za metrologiju, DWS, NIS a.d., je prepoznao značaj i ulogu razvoja novih mernih mogućnosti, metoda merenja, nabavke etalonske opreme iz više opravdanih razloga. NIS a.d. kao društveno odgovorna kompanija kako unutar svojih organizacionih celina, tako i zbog želje i obaveza da na tržištu zadovolji sve strožije zahteve i potrebe drugih subjekata u lancu poslovanja je donela odluku za nabavkom ovog radnog etalona. Sektor za metrologiju je deo kompanije koji je odgovoran za primenu, poštovanje i ispunjenje svih zakonskih odredbi propisanih u delu zakonske metrologije u Republici Srbiji i interno donetih i primenjenih pravila i obaveza unutar same kompanije koji su ne retko i strožiji od samih zakonski propisanih zahteva i obaveza. Kao rezultat takvih planova došlo se na ideju nabavke master zapreminskog merila za neprekidno i dinamičko merenje protekle količine tečnosti koje nisu voda, koje su prozvanae u Pravilniku o merilima Prilog 7 (MI-005). Zbog toga što ne postoje etaloni ovog tipa za neprekidno i dinamičko merenje u DMDM RS, što ovlašćena tela vrše merenja uz pomoć etalon posuda, koje u nekim slučajevima imaju ograničenja na velike protoke i tehnički ne mogu da ispune zahtev za neprekidno merenje tokom procesa utovara/istovara u plovne objekte, došlo se na ideju nabavke ovih radnih etalona koji imaju uporište u Pravilniku o merilima, međunarodnoj preporuci OIML R117-1, API standardnim tabelama. Dodatno nabavkom ovog etalona, Sektor za metrologiju se obratio za mišljenje i saglasnost ka DMDM RS, koji je rezultirao dobijanjem pozitivnog mišljenja za korišćenje ovog radnog etalona kako za pripremu merila za proces overavanja na pojedinim MS i lokacijama, gde overavanje ne obavljaju ovlašćena tela, tako i za potrebe kompanijsko metrološkog nadzora rada overenih mernih sistema u vremenskom intervalu između dva overavanja. Odluka za nabavkom i puštanjem u rad radnog etalona MM03_PD je doneta iz više razloga koji su prepoznati kao dodatni pozitivni efekti za samu kompaniju, a ogledali su se u smanjenju greške rezultata merenja, smanjenja gubitaka, povećanja efikasnosti i brzine otpreme, mogućnosti praćenja rada i rezultata merenja MS u svakom trenutku i povećanja poverenja od strane korisnika i kupaca.

LITERATURA

- [1] OIML R 117-1 Dynamic measuring systems for liquids other than water, Part 1: Metrological and technical requirements, Edition 2019 (E)
- [2] Measuring Instruments (MID) Directive 2004/22/EC Directive 2014/32/EU
- [3] International vocabulary of metrology-Basic and general concepts and associated terms (VIM), JCGM 200:2012, 3rd edition BIPM, 2008 version with minor corrections
- [4] Zakon o metrologiji („Sl. glasnik RS“, br.15/2016)
- [5] Pravilnik o merilima („Sl. glasnik RS“, br. 3/2018)
- [6] Pravilnik o vrstama merila koja podležu zakonskoj kontroli („Sl. glasnik RS“, br. 37/2021 i 84/2022)
- [7] PR-08.00.03 Pravilnik Odnosi u postupcima isporuke prirodnog gasa, komprimovanog prirodnog gasa, utovara i istovara sirove nafte, derivata nafte i derivata prirodnog gasa, verzija 5.0

