

Софтвер за управљање процесима калибрације положених цилиндричних резервоара

Владо Крунић

ПМФ, Универзитет у Бањој Луци
Бања Лука, БиХ, Република Српска
vlado.krunic@pmf.unibl.org

Сања Лончар

Висока пословна школа струковних студија
Нови Сад, Република Србија
sanja.lonchar@gmail.com

Момчило Крунић

РТ-РК, Институт за системе базиране на рачунарима
Нови Сад, Република Србија
momcilo.krunic@rt-rk.com

Љиља Шикман

Технолошки факултет, Универзитет у Бањој Луци
Бања Лука, БиХ, Република Српска
ljlja.sikman@tf.unibl.org

Садржај – У раду је представљен софтвер за управљање процесима калибрације положених цилиндричних резервоара за пријем и испоруку течних горива. Процеси обухватају испитивања и контролисања метролошке и техничке усаглашености резервоара у складу са одговарајућим међународним стандардима. Запремине резервоара се утврђују методом мерења течности помоћу инсталације са еталон мерилем, где се као радни флуид користи вода. Развијени софтвер *Labsoft LIMS-HT* покрива све релевантне активности које укључују пријем *Захтева за испитивање*, отварање *Налоза за испитивање*, као и издавање *Записника о испитивању и калибрацији*. Централно место заузимају активности калибрације резервоара и израда *Табеле запремине*. Софтвер је развијен објектно оријентисаним приступом у *Microsoft Visual Studio* и *SQL Server Express* развојним окружењима. Развијени софтвер *Labsoft LIMS-HT* има форму модула софтверског пакета *Labsoft LIMS* пројектованог за потребе Лабораторије за метрологију НИС Гаспром Нови Сад.

Кључне речи: – *Софтвер; Положени цилиндрични резервоари; Испитивање; Калибрација; Табела запремине.*

I. УВОДНА РАЗМАТРАЊА

Софтверски пакет *Labsoft LIMS* има форму Управљачког информационог система са клијент/сервер архитектуром развијеног за управљање процесима Лабораторије за метрологију. Модуларна отворна структура пројектованог софтвера је омогућила независан развој и интеграцију више клијентских модула који покривају различите аутономне процесе. Последњи развијени модул *Labsoft LIMS-HT*, покрива процесе испитивања и калибрације хоризонтално положених резервоара за пријем, испоруку и дистрибуцију течних горива. Серверска апликација *Labsoft LIMS-S*, која представља заједнички део софтвера за развијене клијентске апликације, је доживела низ верзија са минималним изменама у складу са новим захтевима.

Прва верзија *Labsoft LIMS* софтверског пакета је обухватала серверску апликацију *Labsoft LIMS-S* и клијентски апликативни модул за прорачун мерне несигурности мерила температуре (*Labsoft LIMS-EMT*). Друга развојна верзија је проширена модулом за прорачун

мерне несигурности мерила притиска (*Labsoft LIMS-EMP*). Трећа верзија развијеног софтвера обухвата, поред наведеног и клијентски модул за управљање процесима испитивања и контролисања аутоцистерни (*Labsoft LIMS-AC*). Најновија верзија наведеног пакета обухвата и четврти клијентски модул под називом *Labsoft LIMS-HT*, који се односи на управљање процесима калибрације положених цилиндричних резервоара. Софтверски пакет *Labsoft LIMS* ради у мрежном окружењу са комуникацијом између модула оствареном *Windows Communication Foundation (WFC)* сервисом [1], [2], [3].

II. ЗАХТЕВИ СТАНДАРДА

A. Општи захтеви

У наставку је представљен поступак за испитивање и контролисање метролошке и техничке усаглашености положених цилиндричних резервоара, које треба калибрисати мерењем течности. Запремина резервоара се утврђује помоћу инсталације са еталон проточним мерилем (ЕПМ), где се као радни медиј користи вода, (Слика 1). На мерну инсталацију се могу, по потреби, прикључити различите еталон посуде (РЕП).

Документ Правилник о метролошким условима за положене цилиндричне резервоаре, „Службени лист СФРЈ“, бр. 26/81, дефинише техничке и метролошке захтеве (МУС) [3].

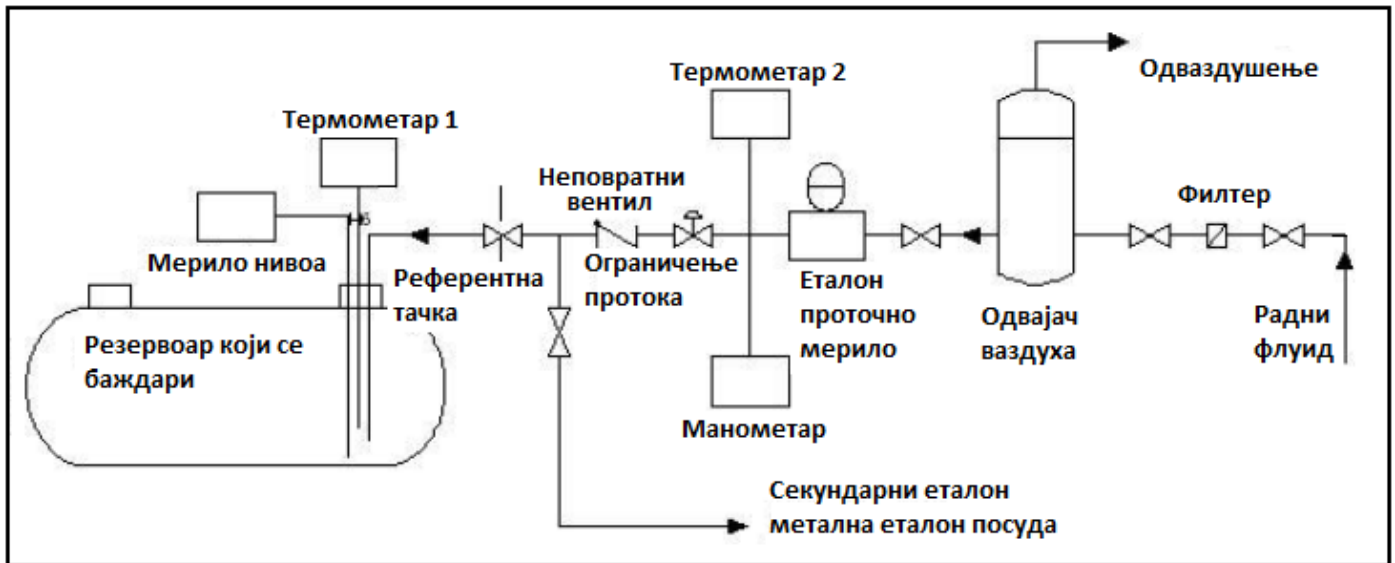
Поступак испитивања и калибрације резервоара је прописан документом Метролошко упутство за преглед положених цилиндричних резервоара методом мерења течности, Завод за мере и драгоцене метале, (Гласник Завода, бр. 3/88, прописује начин и поступак испитивања и калибрације (МУП) [4].

Национални метролошки прописи су засновани на основу међународне препоруке: OIML R 80-1 (2009.) - *Road and rail tankers with level gauging. Part 1: Metrological and technical requirements* [5].

Стандардизовани поступак контролисања техничке и метролошке усаглашености и калибрације резервоара је намењен учесницима из Лабораторије за метрологију.

Поступак обухвата све релевантне активности испитивања испуњености техничких и метролошких услова, еталонске опреме и инсталација. Технички руководилац је одговоран за организовање и контролисање наведених активности, док је Метролог одговоран за реализацију наведених

активности испитивања и калибрације. Представљени поступак је усаглашен са стандардом ISO/IEC 17020: 2012 [6] као и смерницама из документа IAF/ILAC-A4:2004 - Guidance on the Application of ISO/IEC 17020 [7].



Слика 1. Еталонска мерна инсталација са еталон проточним мерилом

В. Основни појмови

Осим дефиниција, ознака и скраћеница датих у стандардима SRPS ISO 9000:2001. Системи менаџмента квалитетом - Основе и речник и SRPS ISO/IEC 17020: 2012 Општи критеријуми за рад различитих врста тела која обављају контролисање, користе се и следећи изрази [3]:

Називна запремина резервоара (V_n) је највећа запремина течности коју резервоар може да садржи при нормалним условима рада, прерачуната на референтну температуру ($t_R=15C^\circ$).

Укупна запремина (V_u) је највећа запремина течности у резервоару на референтној температури коју резервоар може да садржи а да не дође до проливања.

Експанзиони простор (V_e) јесте разлика између укупне запремине и називне запремине резервоара.

Празан (слободан) простор је простор између равни која ограничава укупну запремину и равни слободне површине течности у резервоару.

Висина празног простора (h_0) јесте растојање између нивоа слободне површине течности и горње референтне равни мерено по мерној вертикали.

Доња референтна раван је хоризонтална раван у којој лежи горња површина референтне плоче у односу на коју се мери ниво течности.

Горња референтна раван је хоризонтална раван у којој лежи горња површина референтног прстена.

Ниво течности у резервоару је растојање између доње референтне равни и слободне површине течности, мерено на мерној вертикали.

Укупна мерна висина (H) јесте растојање између горње и доње референтне равни мерено по мерној вертикали.

Мртва запремина (V_0) је запремина течности која покрива дно резервоара и чији се ниво слободне површине поклапа са доњом референтном равни

Најмања мерљива запремина (V_{min}) је најмања количина течности у резервоару која се мерилом дужине може измерити са грешком мерења која не прелази прописану границу дозвољене грешке (ГДГ).

Осетљивост резервоара (O_s) се израчунава по формули $O_s = \Delta h / (\Delta V / V)$, где је Δh промена нивоа у mm, V је запремина течности на посматраном нивоу изражена у литрима (L) и ΔV промена запремине која одговара Δh .

Мерни опсег резервоара је опсег између мртве запремине и називне запремине резервоара V_n .

Табела запремине резервоара је нумеричка табела из које се читава запремина течности исказана у литрима (L), која одговара измереном нивоу течности у резервоару исказаном у cm или mm.

C. Метролошка својства

Кључна метролошка својства захтевана у поступку испитивања и калибрације хоризонтално положених резервоара која су садржана у документима МУС и МУП:

1) Границе дозвољене грешке (ГДГ) при одређивању запремине резервоара у референтним условима су $\pm 0,2\%$ од називне, односно измерене запремине.

2) Границе дозвољене грешке у мерном опсегу резервоара у условима употребе износе $\pm 0,5\%$ од измерене запремине. У границе дозвољене грешке укључене су грешке мерила која се користе у поступку мерења (мерила: дужине, температуре, густине и сл.).

3) Запремина резервоара се прерачунава на референтне услове. Референтни услови подразумевају температуру $t_R = 15^\circ\text{C}$.

4) Највећи дозвољени степен пуњења резервоара може износити до $95\% V_n$ - за течна горива;

5) Осетљивост резервоара у целом мерном опсегу скале мора износити најмање 3 mm при промени запремине за вредност $2/1000$ дела запремине садржане на том нивоу (за $\Delta V = 0,2\% V$, $\Delta h \geq 3 \text{ mm}$)

III. КАЛИБРАЦИЈА РЕЗЕРВОАРА - ОПЕРАТИВНИ НИВО

Активности испитивања и калибрације резервоара на оперативном нивоу, су сличне активностима испитивања и контролисања аутоцистерни, представљеним у раду [3].

Припрема инсталације са ЕПМ се реализује кроз активности у редоследу који следи:

1) Повремено се врши провера ЕПМ, тј. утврђује се константа (К) ЕПМ при оптималном протоку. Ово се врши помоћу референтне еталонне посуде (РЕП) са најмње два мерења.

2) Постави се црево при дну у цистерну.

3) Пуни се инсталација водом. Напуњеност инсталације визуелно се уочава на контролном стаклу.

Утврђивање запремине резервоара са мерном инсталацијом обавља се тако, што се изабере оптимални проток мерне инсталације са ЕПМ. Мерење при оптималном протоку траје све док се цистерна не напуни водом до запремине приближно 90% од њене називне запремине (V_n) када се проток постепено смањује водећи рачуна о вредности запремине која се одређује и кад се иста достигне, вентил а затим регулатор за подешавање протока се потпуно затворе.

Провери се ниво воде на контролном стаклу мерне инсталације. Очита се температура на термометру испред ЕПМ, измери се температура (средња вредност) воде у цистерни, црево се извуче из резервоара и очита и забележи показивање на показивачу ЕПМ (стање после уливања воде). Запремина воде протекла кроз ЕПМ у

резервоар износи V_c . Стварна запремина воде (V_c) протекле кроз ЕПМ у резервоар одређује се по обрасцу $V_c = K \cdot V_{iz}$ (4), где је: $V_{iz} (L) = V_2 - V_1$; (V_1 и V_2 стање показивача у L, очитано на ЕПМ пре и након мерења), K - коефицијент (МФ - мастер фактор) ЕПМ одређен еталонирањем и наведен је у *Уверењу о еталонирању*, а проверава се помоћу формуле $K = V_{REP}/V_{EPM}$.

Ако је при одређивању запремине резервоара температура воде у опсегу $t_R \pm 5^\circ\text{C}$ ($t_R = 15^\circ\text{C}$) мерена одговарајућим термометром резолуције $0,1^\circ\text{C}$, потребно је извршити само корекцију запремине узроковану грешком која је евидентирана у *Уверењу о еталонирању* ЕПМ. При овоме мора бити задовољен услов да се у току поступка одређивања запремине температура воде мерена у резервоару и испред ЕПМ не мења за више од 2°C .

За случај да је при одређивању запремине резервоара температура воде већа од опсега $\pm 5^\circ\text{C}$ у односу на t_R (мања од 10°C и већа од 20°C) потребно је добијену запремину резервоара прерачунати на референтну температуру по формули (1):

$$V_c^{tR} = V_e^{tR} [1 + \beta_e(t_e - t_R) + \beta_c(t_R - t_c)] \cdot \frac{Dte}{Dtc} \quad (1)$$

V_c^{tR} - запремина цистерне у L, на референтној температури (t_R);

V_e^{tR} - запремина воде у L, измерена ЕПМ, за примену корекције;

β_e - коефицијент запреминског ширења материјала еталона, у $^\circ\text{C}^{-1}$;

β_c - коефицијент запреминског ширења материјала цистерне, у $^\circ\text{C}^{-1}$;

t_e - средња температура воде у еталону, у $^\circ\text{C}$;

t_c - средња температура воде у цистерни, у $^\circ\text{C}$;

t_R - референтна температуре, у $^\circ\text{C}$ ($t_R = 15^\circ\text{C}$, цистерне);

Dte, Dtc - запреминска маса (густина) воде на t_e и t_c .

При испитивању запремине резервоара парцијална запремина сваког пуњења се одређује тако да грешка измерене висине (пораста нивоа) за уливену количину (пуњење) не пређе 1 mm. Пуњења положених цилиндричних резервоара парцијалним запреминама и број пуњења који се предлажу приказује ТАБЕЛА I.

ТАБЕЛА I. КАЛИБРАЦИЈА – ДИНАМИКА ПУЊЕЊА

Напуњеност цистерне (% V_n)	Парцијалне запремина (% V_n)	Број порција воде
До 1	0,5	2
Од 1 до 5	1,0	4
Од 5 до 25	2,0	10
Од 25 до 75	5,0	10
Од 75 до 95	2,0	10
Од 95 до 99	1,0	4
Од 99 до 100	0,5	2

Мерење нивоа воде врши се мерним лењиром са дозвољеном грешком од $\pm (0,2 + 0,1 L) \text{ mm}$; L је мерена

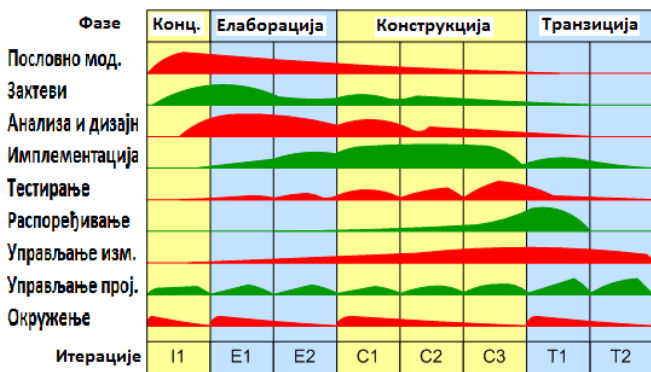
висина заокружена на цео број метара. Мерење температуре воде у ЕПМ и у цистерни се у току одређивања запремине стално врши да би се у случају одступања извршила потребна прерачунавања запремине. Сви подаци уписују се у *Записник о испитивању*.

Критеријум прихватљивости – Релативна грешка називне запремине резервоара не сме прећи прописану вредност од $\pm 0,2\% V_n$.

IV. СОФТВЕРСКА ПОДРШКА

Развијени софтвер *Labsoft LIMS-HT* представља софтверску подршку процесу калибрације хоризонтално положених резервоара и покрива све кључне активности од оперативног до управљачког нивоа. Саставни је део софтверског пакета *Labsoft LIMS* који има све атрибуте Управљачког информационог система. *Labsoft LIMS* има клијент/сервер архитектуру са серверским модулом (*Labsoft LIMS-S*) који у свом саставу има базу података и серверску апликацију равноправно расположиву за све клијентске модуле.

Labsoft LIMS-HT је један од четири клијентска модула, развијених за потреба Лабораторије за метрологију НИС Гаспром Нови Сад. Софтверски модул *Labsoft LIMS-HT* је, као и остали клијентски модули и серверски модул *Labsoft LIMS-S*, развијен објектно оријентисаном методологијом *RUP (Rational Unified Proces)*. Наведени приступ развоју софтвера је омогућио независно и одложено моделовање наведених модула сваки пут пролазећи кроз матрицу активности (Слика 2). Хоризонтална димензија приказује динамичку структуру (временска димензија), док вертикална димензија приказује статичку структуру процеса (активности појединих фаза и итерација).



Слика 2. RUP модел

С обзиром да је *RUP* итеративни модел развоја софтвера, коришћена су два приступа, комбиновано: „дио по дио“ (модул по модул) и спирални модул примењен на сваки од модула.

A. База података

Софтверски пакет *Labsoft LIMS* обухвата и *SQL Server Express* базу података која је пројектована алатом *SQL Server Management Studio Express*. *Поступци* и *Унутрњивост*

Лабораторије за метрологију, као и Метролошки захтеви и Захтеви стандарда представљају кључне изворе информација на којима је заснован развој Управљачког информационог система и базе података као његовог интегралног дела. Пословни процеси, ентитети и релације који су идентификовани на основу наведених извора представљају кључне елементи релационог модел развијене базе података.

Последња верзија базе података софтверског пакета *Labsoft LIMS* је настала проширењем базе података са доменом који покрива процесе еталонирања мерила температуре, процесе еталонирања мерила притиска и процесе испитивања и контролисања аутоцистерни. Проширење претходне верзије базе података (нове табеле, релације, трансакције, ...) се односи на домен управљања процесима калибрације хоризонтално положених резервоара. Проширени део базе података ажурира апликативни софтвер који је тема рада, клијентски модул *Labsoft LIMS-HT*.

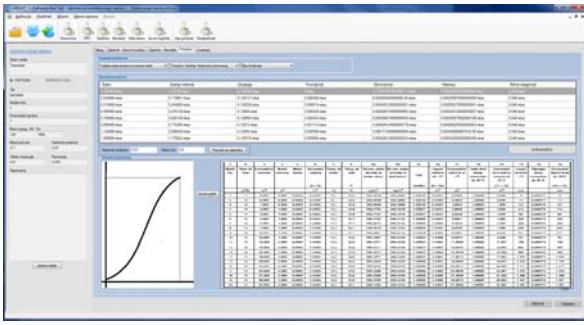
Технички руководилац лабораторије је одговоран за базу података као и за серверски софтверски модул који су расположиви на његовом рачунару. Комуникација базе података са серверским модулом и клијентским апликацијама се одвија преко *Windows Communication Foundation (WFC)* оквира [2].

B. Серверски модул

Опште активности генерисања докумената, које су заједничке за све клијентске модуле, су реализоване кроз функције серверског модула. Део активности за које је задужен серверски модул *Labsoft LIMS-S* и које се односе на процес калибрације резервоара су:

- Пријем *Захтева за калибрацију* за резервоар који треба калибрисати.
- Издавање *Извештаја о одбијању* (ако се не прихвати услуга).
- Израда и достављање *Понуде за калибрацију* (ако се прихвати услуга испитивања и калибрације).
- Преглед резервоара које треба калибрисати, евиденција и издавање *Записника о прегледу*.
- Отварање *Налога за калибрацију* за резервоар који је прегледан.
- Издавање *Сертификата о калибрацији*.

Серверски модул има опцију приказивања стања налога за испитивање/калибрацију и израду извештаја, као и анализу процеса испитивања/ калибрације са циљем мерења динамике и квалитета процеса. Екран серверског модула (Слика 3), који приказује стање налога за испитивање/ калибрацију користи Технички руководилац ради ажурирања [2].



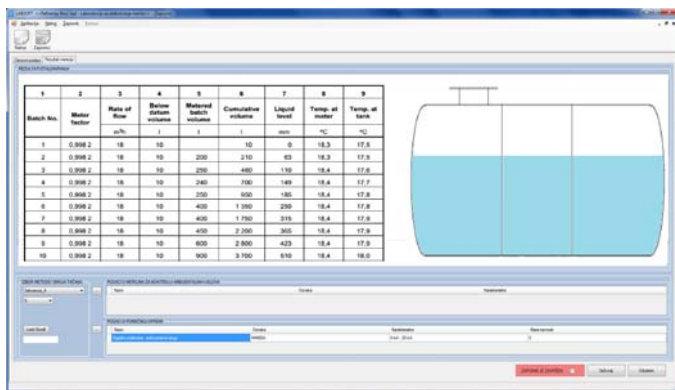
Слика 3. Форма за ажурирање налога

С. Клијентски модул

Клијентски модул *Labsoft LIMS-HT*, који је тема рада, покрива низ оперативних активности (припремне активности, мерење, унос резултата, генерисање докумената) које наводимо:

- Обрада примљеног *Захтева за испитивање/калибрацију* резервоара.
- Припрема окружења (повезивање инсталације са резервоаром који испитивати/ калибрисати, припрема опреме која ће се користити у планираним активностима).
- Контрола испуњености услова и стартовање процеса испитивања/ калибрације.
- Контрола процеса испитивања/ калибрације и унос резултата.
- Издавање *Записника о испитивању/ калибрацији*.

Екранска форма клијентског модула (Слика 4) коју користе метролози за унос низа резултата мерења у тачкама из мерног опсега представља интерфејс за ажурирање отворених налога за калибрацију. У бази података се ажурира табела парцијалних запремина, која представља улаз за *MATLAB* софтвер где се формирају табеле запремина на захтев Техничког руководиоца. Табела запремина је кључне за формирање Извештаја о калибрацији који садржи и све друге релевантне податке које захтевају стандарди, упутства и правилници.



Слика 4. Форма за унос резултата калибрације

Дијаграм активности на коме се могу уочити кључни документи (захтеви, налози, записници, извештаји) у процесу калибрације од иницирања захтева до издавања сертификата, као и њихови извори и одредишта, даје јасну слику структуре и функције развијеног софтвера (Слика 7).

V. ПРИМЕНА СПЛАЈН ФУНКЦИЈА У ИЗРАДИ ТАБЕЛА ЗАПРЕМИНЕ РЕЗЕРВОАРА

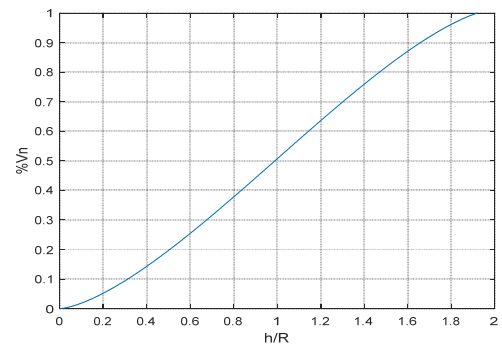
У процесу калибрације резервоара могу се користити геометријска метода [11] и/или метода мерења течности. Применом методе мерења течности, динамика пуњена (ТАБЕЛА I. описује n мерења, где су v_i запремине у литрама, а h_i одговарајуће висине течности у резервоару изражене милиметрима. Да бисмо креирали табелу запремине неопходно је конструисати апроксимацију функције запремине течности у цистерни са аргументом висине стуба течности, $V=V(h)$.

У дискретном случају, када апроксимирамо функцију $V=V(h)$, на основу вредности функције које су нам познате у n тачака, одређујемо функцију $V^*=V^*(h)$ за коју важи да је норма њихове разлике минимална у класи свих функција којима апроксимирамо V . У специјалном случају када је

$$\|V - V^*\| = 0, \quad (2)$$

тада је $V(h_i) = V^*(h_i)$ и тада говоримо о *интерполацији*.

С обзиром да мерења обезбеђују квалитетне податке, апроксимацију ћемо извршити интерполацијом, да бисмо искористили расположиве информације које имамо у чворовима интерполације (h_i, v_i). С друге стране, ако посматрамо физички процес и познат је облик цистерне, имаћемо и додатну информацију о облику криве. Крива описује зависност $V=V(h)$, користећи приказ запремина парцијално напуњеног резервоара (Слика 5). Ордината је изражена у процентима од укупне запремине $\%V_n$, док апсциса преставаља количник h/R (h је висине течности у резервоару, R је полупречник цилиндричног дела). Циљ је да приликом интерполације очувамо облик криве.



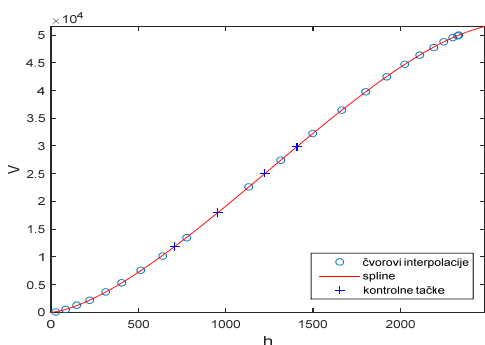
Слика 5. Запремина парцијално напуњеног резервоара

У том смислу употребићемо кубну интерполацију по деловима. Користићемо два приступа применом уграђених *MATLAB* функција: *pchip* и *spline*. Наведене функције представљају Хермитову интерполацију по деловима и кубни сплајн, редом.

Хермитов интерполациони полином P има особину да су y и P и P' непрекидни унутрашњим чворовима, а за сваки интервал $[h_k, h_{k+1}]$ захтева познавање вредности функције и њеног првог извода у тачкама h_k и h_{k+1} .

Кубни сплајн S је функција за коју важи да су S , S' и S'' непрекидне функције унутрашњим чворовима. Да бисмо гарантовали јединственост кубног сплана потребно је задати и одређене контурне услове који представљају, или услове за вредности првог извода у спољним чворовима ($S'(h_1)=c_1, S'(h_n)=c_n$), или вредности другог извода у спољним чворовима. У случају када је $S''(h_1)=S''(h_n)=0$, тада говоримо о природном кубном сплајну. У случају *MATLAB* функције *spline*, користи се "not-a-knot" контурни услови описани у [12], [13].

У нашем случају обе методе дају врло сличне резултате, који су у границама дозвољене грешке. Слика 6 приказује интерполацију сплајном и контролу помоћу тачака одабраних у унутрашњости појединачних интервала. Да би се развиле ефикасне процедуре за обраду и анализу резултата испитивања резервоара изведених методом мерења течности, неопходно је користити модерне, софистициране математичке методе за анализу експерименталних података у различитим фазама рачунања [14].



Слика 6. Сплајн интерполација, укључујући и контролне тачке

У наставку је дат закључак који се односи на софтверски пакет *Labsoft LIMS* у целини. Закључак се односи на све клијентске модуле појединачно, па је универзалан у том погледу.



Слика 7. Дијаграм активности

VI. ЗАКЉУЧАК

Главна предност развијеног софтвера у односу на слична решења се огледа у модуларној структури која омогућује независан развој и имплементацију нових клијентских модула према финансијским могућностима корисника. Комерцијални софтверски пакети различитих произвођача сличне намене покривају шири асортиман поступака испитивања и контролисања различитих уређаја и располажу богатом колекцијом функција које значајно утичу на цену, али нису неопходне кориснику. Развијени софтвер *Labsoft LIMS* ради тачно оно што треба кориснику па је знатно јефтинији [3]. Истраживачки значај поред наведеног, обухвата и модел избора *MATLAB spline* функције чија је примена дала добре резултате који су експериментално проверени.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Крунић В., Крунић М., Четић Н. (2015.): „Софтвер за управљање процесима еталонирања мерила температуре“, *INFOTEN-JAHORINA* Vol. 14, стр. 521 – 526
- [2] Крунић В., Четић Н. Крунић М., (2016.): „Софтвер за управљање процесима еталонирања мерила притиска“, *INFOTEN-JAHORINA* Vol. 15, стр. 551 – 556
- [3] Крунић В., Крунић М. (2017.): „Софтвер за управљање процесима испитивања и контролисања аутоцистерни“, *INFOTEN-JAHORINA* Vol. 16, стр. 500 – 505.
- [4] Правилник о метролошким условима за положене цилиндричне резервоаре, (“Службени лист СФРЈ”, бр. 26/81)
- [5] Метролошко упутство за преглед положених цилиндричних резервоара волуметријском методом, Завод за мере и драгоцене метале, (Гласник Завода, бр. 3/88)
- [6] ISO/IEC 17020: 2012 - *Conformity assessment - Requirements for the operation of various types of bodies performing inspection*
- [7] IAF/ILAC-A4:2004 - *Guidance on the Application of ISO/IEC 17020.*
- [8] ISO 4268: *Petroleum and liquid petroleum products — Temperature measurements — Manual methods*
- [9] ISO 4269 (2001): *Petroleum and liquid petroleum products – Tank calibration by liquid measurement - Incremental method using volumetric meters*
- [10] ISO 12917 (2007): *Petroleum and liquid petroleum products - Calibration of horizontal cylindrical tanks - Part 1: Manual methods*

- [11] Barderas, A.V. Rodea, B.S.G (2016), "HOW TO CALCULATE THE VOLUMES OF PARTIALLY FULL TANKS", IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology, Vol 05, Issue 04
- [12] De Boor, Carl, et al. *A practical guide to splines*. Vol. 27. New York: Springer-Verlag, 1978.
- [13] Moler, C.B., (2008). *Numerical Computing with MATLAB: Revised Reprint* (Vol. 87). Siam.
- [14] V.V.Nosach, B.M.Belyaev, (2001). "Programs and Algorithms for Calculating the Calibration Curves of Storage Tank", Measurement Techniques, Volume 44, pp 722–727

ABSTRACT

The paper presents the software for managing the calibration processes of horizontal cylindrical tanks for the receiving and delivery of liquid fuels. The processes include testing and controlling the metrological and technical compliance of the tank in accordance with the relevant international standards. Volumes of tanks are determined by the volumetric method by means of installation with

etalon scale, where water is used as a working fluid. Developed *Labsoft LIMS-HT* software covers all relevant activities that include the receipt of the Test Request, the opening of the Testing Order, as well as the issuance of Testing and Calibration Records. The activities of calibration of the reservoir and the production of the Volume Table take the central place. The software was developed in compliance with object-oriented methodology using Microsoft Visual Studio and SQL Server Express integrated development environments. Developed software Labsoft LIMS-HT represents a module of the software package Labsoft LIMS designed for the needs of the Laboratory of Metrology NIS Gasprom Novi Sad.

SOFTWARE FOR MANAGING CALIBRATION PROCESSES OF HORIZONTAL CYLINDRICAL TANKS

Vlado Kronic, Momcilo Kronic, Sanja Loncar, Ljilja Sikman