

Oprogramowanie stosowane w Okręgowym Urzędzie Miar w Łodzi podczas legalizacji zbiorników pomiarowych w kształcie cylindra stojącego, wzorcowanych metodą geometryczną

The software implemented in the Laboratory of Volume Measurements in the Regional Office of Measures in Lodz applied during the verification of fixed vertical cylindrical storage tanks at atmospheric pressure calibrated by means of the strapping method

Andrzej Kela (Okręgowy Urząd Miar w Łodzi)

W artykule opisano oprogramowanie stosowane przez Pracownię Pomiarów Objętości Wydziału Termodynamiki Okręgowego Urzędu Miar w Łodzi podczas legalizacji bezciśnieniowych zbiorników pomiarowych w kształcie cylindra stojącego, wzorcowanych metodą geometryczną (opasania), uwzględniające wymagania określone w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 22 stycznia 2008 r. (tj. Dz. U. z 2014 r., poz. 1094).

The paper describes the software implemented in the Laboratory of Volume Measurements in the Regional Office of Measures in Lodz. This software meets the requirements of Ordinance of the Minister of Economy of 22 January 2008 (Dz. U. [Journal of Laws] of 2014, item 1094). It is applied during the verification of fixed vertical cylindrical storage tanks at atmospheric pressure calibrated by means of the strapping method.

26

Wstęp

Pracownia Pomiarów Objętości Okręgowego Urzędu Miar w Łodzi opracowała oprogramowanie przeznaczone do stosowania podczas legalizacji bezciśnieniowych zbiorników pomiarowych w kształcie cylindra stojącego, wzorcowanych metodą geometryczną (opasania), dotyczące zbiorników spawanych na styk, o maksymalnej liczbie carg równej 12 oraz maksymalnej liczbie włączów równej 7. Oprogramowanie to zastało napisane w języku VBA, jako aplikacja dla Microsoft Excel® 2003 i zawiera: panel rozruchowy bazy danych, z pozycji którego można sterować całością, bazę danych dotychczas zalegalizowanych zbiorników, zapiskę przeznaczoną dla legalizatora do zapisywania (po jej wydrukowaniu) wyników pomiarów podczas ich wykonywania oraz program do obliczeń i edycji wymaganych dokumentów. W skład pakietu oprogramowania wchodzi następujące pliki:

- ▶ link „Baza danych – zbiorniki”;
- ▶ katalog plików „Zbiorniki_Metoda geometryczna”, w którym znajdują się:
 - pliki dotychczas zalegalizowanych zbiorników umieszczone w bazie danych;
 - pliki schematów carg;
 - arkusz kalkulacyjny Microsoft Excel® „Zapiska robocza.xlt”;
 - arkusz kalkulacyjny Microsoft Excel® „Rozruch.xlt”;
 - arkusz kalkulacyjny Microsoft Excel® „Baza danych.xls”;
 - arkusz kalkulacyjny Microsoft Excel® „Zbiorniki_cylinder o osi głównej pionowej.xlt”.

Aby poprawnie użytkować powyższe oprogramowanie, należy je zainstalować na komputerze, na którym uprzednio zainstalowano program Microsoft Excel 2003®, poprzez skopiowanie katalogu plików „Zbiorniki_Metoda geometryczna” na dysk twardy

C:\ oraz linku „Baza danych – zbiorniki” na pulpit. Po skopiowaniu tych elementów należy otworzyć program Microsoft Excel 2003® i dokonać jego konfiguracji, wybierając rodzaj zabezpieczeń makr jako „Średnie” oraz instalując dodatki „Analysis ToolPak” oraz „Analysis ToolPak – VBA”.

Wymagania dotyczące zbiorników pomiarowych w kształcie cylindra o osi głównej pionowej, określone w [1], różnią się od wymagań dotychczas obowiązujących następująco:

- zamiast wartości błędu granicznego dopuszczalnego wzorcowania wprowadzona została wartość dopuszczalnej niepewności rozszerzonej wzorcowania, która dla zbiorników w kształcie cylindra o osi głównej pionowej posadowionych na stałe wynosi 0,2 % objętości mierzonej przy poziomie ufności około 95 % i $k = 2$. Spełnienie tego warunku wymaga obliczenia tej niepewności i sprawdzenia, czy mieści się ona w granicach dopuszczalnych.
- pomiar objętości cieczy przyjmowanej do zbiornika posadowionego na stałe lub z niego wydawanej powinien być dokonywany w dawkach nie mniejszych niż objętość cieczy, jaka może być zmierzona z błędem względnym nie większym niż 0,2 % objętości mierzonej. Spełnienie tego warunku wymaga obliczenia dawki minimalnej zgodnie z tym kryterium.

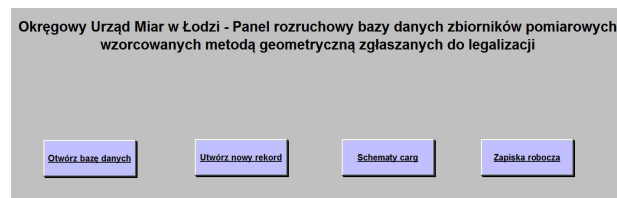
Przedstawione wyżej oprogramowanie uwzględnia wymagania zawarte w [1], [2], [3], [4], [5], [6] i [7], a niepewność pomiarów oblicza zgodnie z [8] i [9].

Opis oprogramowania

Panel rozruchowy bazy danych

W celu uruchomienia oprogramowania należy dwukrotnie kliknąć umieszczoną na pulpicie podczas instalacji oprogramowania ikonę linku „Baza danych – zbiorniki”. Po otwarciu aplikacji „Rozruch.xlt”, jak również każdej z pozostałych, ukaże się komunikat „Ostrzeżenie o zabezpieczeniach”, w którym należy wybrać opcję „Włącz makra”. Nastąpi przejście do panelu rozruchowego bazy danych przedstawionego na rys. 1.

Panel rozruchowy posiada cztery przyciski: przycisk „Otwórz bazę danych” otwierający bazę danych, przycisk „Utwórz nowy rekord”, tworzący plik wykonujący obliczenia i edycję wymaganych doku-



Rys. 1. Panel rozruchowy bazy danych

mentów nowego, legalizowanego zbiornika pomiarowego, przycisk „Schematy carg”, otwierający dostęp do rysunków przekrojów poprzecznych zbiornika oraz przycisk „Zapiska robocza”, otwierający zapiskę do ręcznego zapisu wyników wzorcowania.

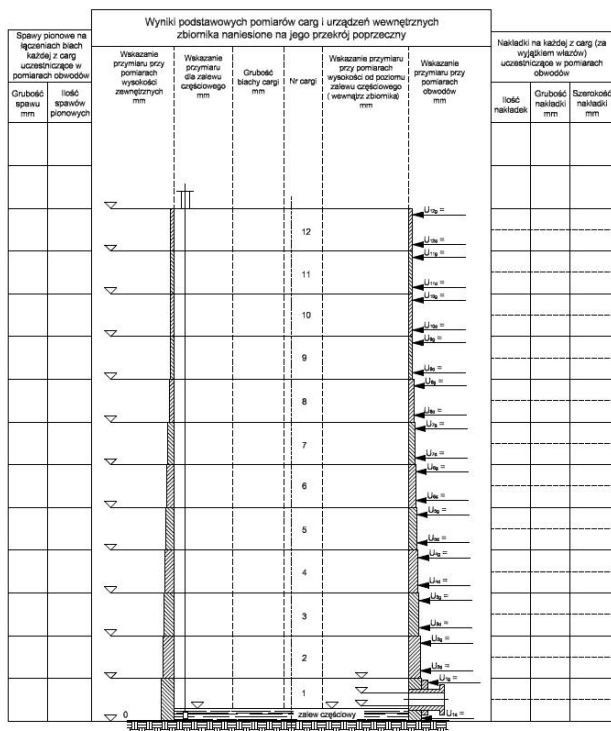
Baza danych dotychczas zalegalizowanych zbiorników

Naciskając w panelu rozruchowym przycisk „Otwórz bazę danych”, otwieramy aplikację Microsoft Excel® „Baza danych.xls” z otwartą zakładką „Baza danych”. Baza przedstawiona jest w formie listy, a każdy rekord tej bazy zawiera podstawowe informacje o legalizowanym zbiorniku, takie jak: nr ID zbiornika, nr rejestru zgłoszeń, pojemność nominalna (w m³), średnica wewnętrzna (w mm), ilość carg, nr fabryczny i inwentarzowy, znak typu itp. Po zdjęciu ochrony z arkusza, bazę można przeszukiwać po każdej z przedstawionych wyżej informacji o zbiorniku według dowolnych kryteriów.

„Nr ID zbiornika” jest hiperłączem do pliku zawierającego wszystkie dane o zbiorniku, zapiski z wykonanych pomiarów oraz obliczeń potrzebnych do edycji świadectwa legalizacji i tablicy objętości wraz z gotowymi do wydruku dokumentami.

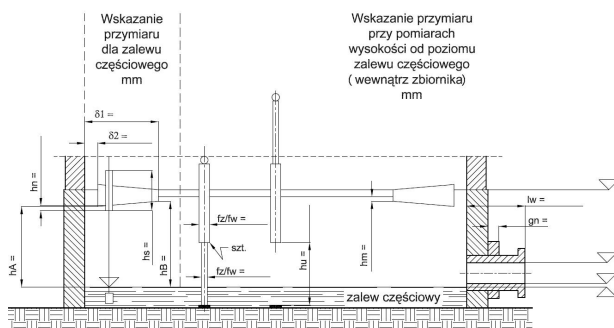
Schematy carg

Naciśnięcie w panelu rozruchowym przycisku „Schematy carg” otwiera aplikację Microsoft Excel® „Baza danych.xls” z otwartą zakładką „Schematy carg”. W kolumnie tabeli oznaczonej „Nr ID schematu carg” zapisane są hiperłącza do plików przedstawiających te schematy. Dwa pierwsze wiersze tabeli zawierają hiperłącza do schematów pierwszej cargi zbiornika z dachem stałym lub z dachem pływającym, przedstawionym na rys. 3. Po wydrukowaniu schematów, legalizator zapisuje w nich wyniki dokonywanych pomiarów dachu pływającego, włączów i zalewu częściowego. Pozostałe wiersze zawierają hiperłącza do schematów będących przekrojami poprzecznymi zbiornika w zależności od ilości carg,



Rys. 2. Przykład schematu carg zbiornika w zależności od ich liczby w zbiorniku

Wyniki podstawowych pomiarów urządzeń wewnętrznych znajdujących się w pierwszej cardze zbiornika z dachem pływającym lub stałym i wewnętrznym pływającym naniesione na jego przekrój poprzeczny



Rys. 3. Przykład schematu pierwszej cargi zbiornika z dachem pływającym

co przedstawiono na rys. 2. Wybór właściwego schematu ułatwiają zapisy w pozostałych kolumnach tabeli, określające liczbę carg zbiornika oraz nazwę schematu. Po wydrukowaniu schematu legalizator zapisuje na nim wyniki dokonywanych pomiarów.

Zapiska robocza

Naciśnięcie w panelu rozruchowym przycisku „Zapiska robocza” otwiera aplikację Microsoft Excel® „Zapiska robocza.xlt”. Po wypełnieniu pól zaznaczonych kolorem jasnożółtym i naciśnięciu przycisku

„Potwierdź formatowanie zapiski”, zapiska zostanie automatycznie sformatowana z uwzględnieniem uprzednio zapisanych informacji i przygotowana do wydruku. Po jej wydrukowaniu, w białych polach legalizator zapisze wyniki przeprowadzonych pomiarów, przeznaczonych dla danego zbiornika, nieuwzględnionych w schematach carg.

Program do wykonywania obliczeń oraz edycji wymaganych dokumentów

Naciśnięcie w panelu rozruchowym przycisku „Utwórz nowy rekord” otwiera aplikację Microsoft Excel® „Zbiorniki_cylinder o osi głównej pionowej_.xlt”, która zawiera: odkryte arkusze zapisek z dokonywanych pomiarów, arkusze informacyjne i sterowania, arkusze zawierające świadectwa legalizacji i tablice objętości oraz ukryte arkusze wykonujące potrzebne obliczenia zgodnie z wymaganiami określonymi w [1] do [10].

Pola każdego z odkrytych arkuszy nie przeznaczone do edycji zostały zablokowane, a każdy arkusz przed edycją jest chroniony hasłem, co jest podyktowane względami bezpieczeństwa przed niezamierzoną ingerencją użytkownika w formuły i makra. Oprogramowanie umożliwi wykonanie pomiarów obwodów zbiornika za pomocą przymiaru wstęgowego kreskowego lub przymiaru wstęgowego kreskowego i wózka pionującego, a w przygotowaniu jest arkusz przeznaczony do wykonywania pomiarów obwodów metodą EODR. Powyższe oprogramowanie zawiera również arkusze z algorytmami stosowanymi w tablicach API, za pomocą których dokonuje się obliczeń gęstości produktu naftowego w temperaturze odniesienia 15 °C, odpowiadającej gęstości obserwowanej oraz współczynnika VCF do korekcyjności objętości w 15 °C podczas ważenia dachu pływającego. Arkusze te zostały opracowane w oparciu o publikację: „Manual of Petroleum Measurement Standards Chapter 11.1 – Volume Correction Factor Volume VIII”, wydaną przez: API STANDARD 2540 wydanie 1, sierpień 1980.

Ponieważ aplikacja ta posiada łącza do bazy danych, ukaże się komunikat o aktualizacji tych danych i po naciśnięciu przycisku „Aktualizuj” pojawi się ekran powitalny przedstawiony na rys. 4. Po wyrażeniu zgody na kontynuację przez naciśnięcie przycisku „Tak”, uruchomi się okno dialogowe „Dane Podstawowe”, przedstawione na rys. 5. Naciśnięcie



Rys. 4. Ekran powitalny

Rys. 5. Okno dialogowe „Dane podstawowe”

przycisku „Nie” w ekranie powitalnym spowoduje zamknięcie programu.

Okno dialogowe „Dane podstawowe” zawiera różne podokna, które należy wypełnić. Trzeba w nich podać: rodzaj dokonywanej czynności, dane identyfikujące producenta, wnioskodawcę, miejsce posadowienia zbiornika, zastosowany przyrząd do pomiaru wysokości napełnienia zbiornika, zastosowany przyrząd do pomiaru obwodów carg, rodzaj medium stosowanego podczas użytkowania zbiornika, a także czy będzie to produkt naftowy i czy przewidywana objętość zalewu częściowego będzie większa od 30 000 dm³. Takie podokna można określić, wybierając jedną z opcji znajdujących się na listach rozwijalnych. Pozostałe podokna należy wypełnić wpisując odpowiednie wartości.

UWAGA: wszelkie daty należy wpisywać w formacie „rok–miesiąc–dzień”, np 2012-07-25. Dane w listach rozwijalnych identyfikujących producenta, wnioskodawcę i miejsce posadowienia zbiornika, są powiązane z danymi w listach: „Miejsce posadowienia zbiornika”, „Producent zbiornika” oraz „Zgłaszający zbiornik do legalizacji”, zamieszczono-

nymi w arkuszu „Dane” aplikacji Microsoft Excel® „Baza danych.xls”. Edycja tych danych powoduje zmiany w listach im odpowiadających, zamieszczonych w oknie „Dane podstawowe”.

W każdym z okien dialogowych wymagane jest wypełnienie wszystkich podokien, w przeciwnym przypadku po kliknięciu przycisku „OK” nie nastąpi udostępnienie następnego okna dialogowego, co skutkuje odpowiednim komunikatem. Naciśnięcie przycisku „OK” w oknie dialogowym „Dane podstawowe” umożliwi przejście do następnego okna dialogowego „Konstrukcja”, przedstawionego na rys. 6.

Orientacyjną średnicę wewnętrzną wzorcowanej komory zbiornika pomiarowego należy określić,

Rys. 6. Okno dialogowe „Konstrukcja”

uprzednio dokonując pomiaru górnego obwodu zewnętrznego pierwszej cargi i grubości blachy tej cargi, zgodnie z następującym wzorem [2]:

$$d_w = \frac{U_{1g}}{\pi} - 2 \cdot \delta_1 \quad (1)$$

gdzie:

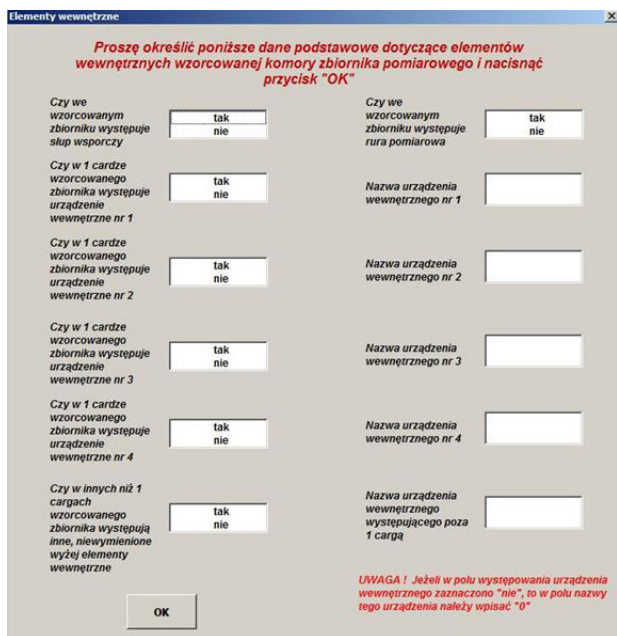
d_w – średnica wewnętrzna wzorcowanej komory zbiornika pomiarowego (w mm),

U_{1g} – górny obwód zewnętrzny pierwszej cargi (w mm),

δ_1 – grubość blachy pierwszej cargi (w mm).

Pozostałe podokna należy określić wybierając jedną z opcji znajdujących się na ich listach rozwijalnych. Po wypełnieniu wszystkich podokien należy kliknąć przycisk „OK”, co umożliwi przejście do następnego okna dialogowego „Elementy wewnętrzne” przedstawionego na rys. 7.

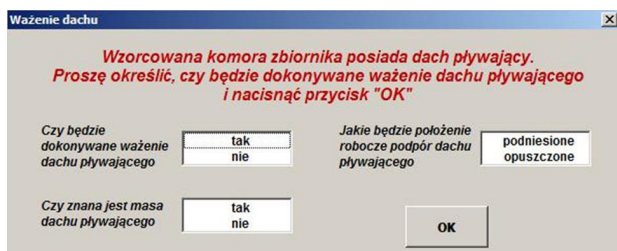
Dane dotyczące elementów wewnętrznych wzorcowanej komory zbiornika pomiarowego należy określić przez wybranie odpowiedniej opcji: „tak” lub „nie”. Jeżeli w polu występowania urządzenia wewnętrznego zaznaczono „tak”, to w polu nazwy tego



Rys. 7. Okno dialogowe „Elementy wewnętrzne”

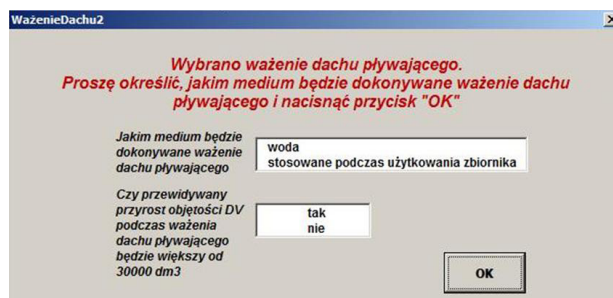
urządzenia należy wpisać jego nazwę, a jeżeli w polu występowania urządzenia wewnętrznego zaznaczono „nie”, to w polu nazwy tego urządzenia należy wpisać „0”, po czym należy nacisnąć przycisk „OK”, co umożliwi przejście do następnego okna dialogowego.

Jeżeli w oknie dialogowym „Konstrukcja” została wybrana opcja „stały”, pojawi się okno dialogowe „Potwierdzenie” (patrz rysunek 10). Jeżeli w oknie dialogowym „Konstrukcja” została wybrana opcja „pływający” lub „stały i wewnętrzny pływający”, pojawi się okno dialogowe „Ważenie dachu” przedstawione na rys. 8.



Rys. 8. Okno dialogowe „Ważenie dachu”

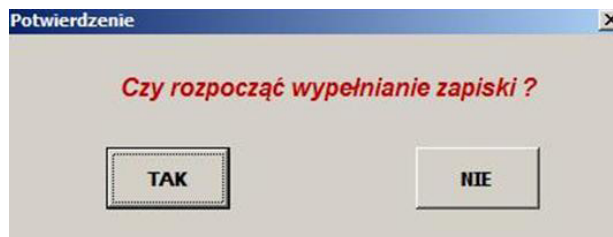
Dane w podoknach należy określić wybierając jedną z opcji znajdujących się na listach rozwijalnych. Po wypełnieniu wszystkich podokien należy kliknąć przycisk „OK”, co umożliwi przejście do następnego okna dialogowego. Jeżeli w poprzednim oknie dialogowym „Ważenie dachu” w podoknie „Czy będzie dokonywane ważenie dachu pływającego” została



Rys. 9. Okno dialogowe „Ważenie dachu2”

wybrana opcja „tak”, pojawi się okno dialogowe „Ważenie dachu2”, przedstawione na rys. 9.

Dane w podoknach należy określić wybierając jedną z opcji znajdujących się na ich listach rozwijalnych. Po wypełnieniu podokien należy nacisnąć przycisk „OK”, co umożliwi przejście do następnego okna dialogowego „Potwierdzenie”.

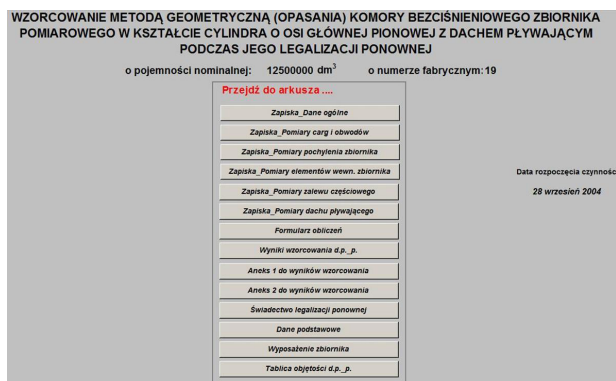


Rys. 10. Okno dialogowe „Potwierdzenie”

Naciśnięcie przycisku „TAK” spowoduje automatyczną konfigurację aplikacji do określonych wcześniej warunków oraz uruchomi przejście do okna dialogowego „Zapisywanie jako”. Okno dialogowe „Zapisywanie jako” umożliwi nadanie nazwy arkuszowi Excela i zapisanie w odpowiednim miejscu na dysku twardym komputera. Aby plik był widoczny w bazie danych, wymagane jest zapisanie go w następującej ścieżce dostępu: C:\Zbiorniki_Metoda geometryczna \[nazwa pliku].xls oraz utworzenie hiperłącza, w którym nazwa pliku powinna być kolejnym numerem identyfikacyjnym ID zbiornika.

Po kliknięciu przycisku „Zapisz”, plik zostanie zapisany w lokalizacji bazy danych. Po ponownym otwarciu tego pliku wyświetlony zostanie arkusz pt. „Panel sterowania programem”, za pomocą którego można poruszać się między poszczególnymi zapiskami, arkuszami informacyjnymi i arkuszami zawierającymi edytowane dokumenty. Przykład „Panelu sterowania programem” przedstawia rys. 11.

Panel sterowania programem posiada szereg przycisków. Po naciśnięciu któregoś z nich następuje



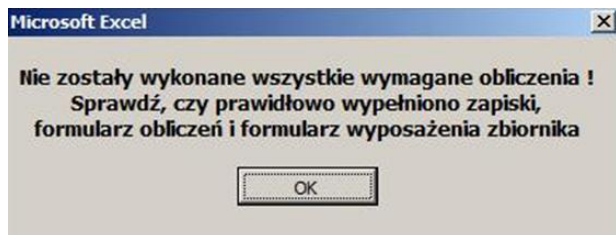
Rys. 11. Przykład „Panelu sterowania programem”

przejście do odpowiedniego arkusza. Powrót z wyświetlonego arkusza do panelu sterowania odbywa się po naciśnięciu w tym arkuszu przycisku opisanego „Panel sterowania programem”. Oczywiście „Panel sterowania programem” każdego z plików zawiera tylko te odwołania do arkuszy, które w procesie konfiguracji zostały utworzone. Pełna lista tych arkuszy jest następująca:

- „Dane podstawowe” (arkusz zawierający podstawowe dane o zbiorniku pobrane z okien konfiguracyjnych aplikacji);
- „Wyposażenie zbiornika” (arkusz zawierający dane dotyczące świadectwa legalizacji i wyposażenia pomiarowego oraz miejsca i ilości nałożonych cech zabezpieczających);
- „Zapiska_Dane ogólne” (arkusz zawierający podstawowe dane o zbiorniku pobrane z arkusza „Dane podstawowe”, wyniki pomiarów podstawowych parametrów komory zbiornika oraz dane o zastosowanych przyrządach pomiarowych wraz z wynikami ich wzorcowania);
- „Zapiska_Pomiary carg i obwodów” (arkusz zawierający wyniki pomiarów włączów, carg i obwodów zewnętrznych zbiornika);
- „Zapiska_Pomiary pochylenia zbiornika” (arkusz zawierający wyniki pomiarów pochylenia zbiornika);
- „Zapiska_Pomiary elementów wewn. zbiornika” (arkusz zawierający wyniki pomiarów urządzeń wewnętrznych zbiornika);
- „Zapiska_Pomiary zalewu częściowego” (arkusz zawierający wyniki pomiarów dotyczących zalewu częściowego);
- „Zapiska_Pomiary dachu pływającego” (arkusz zawierający wyniki pomiarów dachu pływającego);

- „Zapiska_Ważenie dachu pływającego” (arkusz zawierający wyniki pomiarów oraz dane dotyczące wyznaczania wyporności dachu pływającego);
- „Formularz obliczeń” (arkusz zawierający końcowe formuły obliczeń oraz rozmieszczenie urządzeń wewnętrznych zbiornika w poszczególnych przedziałach interpolacyjnych);
- „Wyniki wzorców. d.s.” (arkusz informacyjny zawierający wyniki wzorcowania zbiornika z dachem stałym, zgodnie z [2]);
- „Wyniki wzorców. d.p._p.” (arkusz informacyjny zawierający wyniki wzorcowania zbiornika z dachem pływającym wzorcowanym metodą pomiarów dachu pływającego, zgodnie z [2]);
- „Wyniki wzorców. d.p._w.” (arkusz informacyjny zawierający wyniki wzorcowania zbiornika z dachem pływającym wzorcowanym metodą wyznaczania wyporności dachu pływającego, zgodnie z [2]);
- „Aneks 1 do wyników wzorcowania” (arkusz informacyjny zawierający wyniki obliczeń dotyczące parcia cieczy na ściany zbiornika, zgodnie z [2]);
- „Aneks 2 do wyników wzorcowania” (arkusz informacyjny zawierający wyniki wzorcowania dotyczącego obwodów mierzonych wózkami pionującym, zgodnie z [2]);
- „Świadectwo legalizacji pierwotnej” (arkusz zawierający świadectwo legalizacji pierwotnej zbiornika);
- „Świadectwo legalizacji ponownej” (arkusz zawierający świadectwo legalizacji ponownej zbiornika);
- „Tablica objętości d.s.” (arkusz zawierający tablicę objętości zbiornika z dachem stałym);
- „Tablica objętości d.p._p.” (arkusz zawierający tablicę objętości zbiornika z dachem pływającym wzorcowanym metodą pomiarów dachu pływającego);
- „Tablica objętości d.p._w.” (arkusz zawierający tablicę objętości zbiornika z dachem pływającym wzorcowanym metodą wyznaczania wyporności dachu pływającego).

Przyciski, które opisują arkusze zawierające formuły końcowych obliczeń lub wyniki wzorcowania czy końcowe dokumenty, w przypadku kiedy nie zostały wypełnione wszystkie komórki w zapiskach, nie przeniosą użytkownika do danego arkusza. Wtedy zostanie wyświetlony przykładowy komunikat



Rys. 12. Przykładowy komunikat o nieprawidłowym wypełnieniu zapisek

przedstawiony na rys. 12. Aby uniknąć wyświetlenia powyższego komunikatu, w każdej z zapisek należy wypełnić wszystkie jasnożółte pola i po ich wypełnieniu zaznaczyć opcję „Tak” w polu opisanym „Czy wszystkie komórki zapiski zostały wypełnione”. Po zaznaczeniu tej opcji można zakończyć wprowadzanie danych i przejść do panelu sterowania, aby rozpocząć wprowadzanie danych w następnej zapisce. Zaznaczenie po opcji „Tak” opcji „Nie”, cofa konfigurację spowodowaną opcją „Tak”.

Edycja wymaganych dokumentów

Edycja arkusza zawierającego świadectwo legalizacji pierwotnej lub legalizacji ponownej polega na ustawieniu obszaru wydruku poszczególnych stron, wyborze drukarki i wydrukowaniu.

Edycja arkusza zawierającego tablicę objętości polega na jego sformatowaniu, ustawieniu obszaru wydruku poszczególnych stron, wyborze drukarki i wydrukowaniu. Formatowania arkusza dokonuje się przez naciśnięcie w otwartym arkuszu tablicy objętości przycisku opisanego „Formatuj tablicę objętości”.

Podsumowanie

Niewątpliwą zaletą przedstawionego powyżej oprogramowania jest prostota obsługi. Wymaga ona od użytkownika jedynie średniej znajomości programu Microsoft Excel® 2003 oraz instrukcji legalizacji bezciśnieniowych zbiorników pomiarowych w kształcie cylindra stojącego wzorcowanych metodą geometryczną (opasania).

Wykorzystanie programu Microsoft Excel® 2003, będącego na wyposażeniu Okręgowego Urzędu Miar w Łodzi jako podstawy do stworzenia aplikacji przez jego pracowników, nie spowodowało konieczności zakupu z innych źródeł takiego oprogramowania, co dało wymierne oszczędności. Ze względu na

archiwizowanie w bazie danych plików legalizowanych zbiorników, istnieje w każdej chwili możliwość wglądu do tych plików, porównań między nimi itp. Oprogramowanie to realizuje wszystkie wymagania dotyczące zbiorników pomiarowych w kształcie cylindra o osi głównej pionowej, spawanych na styk i posadowionych na stałe, zawarte w dokumentach od [1] do [9], zarówno w kwestii wykonywania pomiarów, jak i wykonywania obliczeń.

Literatura

- [1] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 22 stycznia 2008 r. w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać zbiorniki pomiarowe, oraz szczegółowego zakresu badań i sprawdzeń wykonywanych podczas prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych (tj. Dz. U. z 2014 r., poz. 1094).
- [2] Zarządzenie Prezesa Głównego Urzędu Miar nr 189 z dnia 22 grudnia 1995 r. w sprawie wprowadzenia instrukcji sprawdzania i wzorcowania zbiorników pomiarowych (Dz. U. Miar i Probiernictwa Nr 36, poz. 187).
- [3] Norma ISO 7507-1:2003. Petroleum and liquid petroleum products. Calibration of vertical cylindrical tanks. Part 1: Strapping method.
- [4] Norma API St. 2550 Ed. 1965, wydanie 1. Method for Measurement and Calibration of Upright Cylindrical Tanks.
- [5] Międzynarodowe zalecenie OIML R 120 „Standard capacity measures for testing measuring systems for liquids other than water”, Edition 2010 (E).
- [6] Międzynarodowe zalecenie OIML R 071 „Fixed storage tanks. General requirements”, Edition 1985 (E).
- [7] Międzynarodowe zalecenie OIML R 071 „Fixed storage tanks. General requirements”, Edition 2008 (E).
- [8] Dokument EA-4/02 „Wyrażenie niepewności pomiaru przy wzorcowaniu”.
- [9] Fotowicz P., „Rozszerzona zasada przybliżenia rozkładu i współczynnika rozszerzenia wyniku pomiaru przy wzorcowaniu dla wielkości o dowolnej liczbie stopni swobody”, materiał GUM.