Komunikat

Wizualizacja danych z urządzeń TBA-IŁ

Paweł Godlewski,
Bartłomiej Parol, Marcin Masternak

Przedstawiono strukturę oraz funkcje opracowanego w Instytucie Łączności oprogramowania, przeznaczonego do wizualizacji na ekranie komputera PC wyników badań baterii akumulatorów w obiektach telekomunikacyjnych. Oprogramowanie, przeznaczone do urządzeń TBA160-IŁ, umożliwia także obrazowanie danych archiwalnych uzyskanych z urządzeń TBA2-IŁ, TBA59-IŁ i TBA150-IŁ.

baterie akumulatorów, niezawodność systemów telekomunikacyjnych, badania jakości, urządzenia kontrolno-pomiarowe

Wprowadzenie

Oprogramowanie, przeznaczone do wizualizacji danych z urządzenia TBA160-IŁ podczas kontrolnego wyładowywania i ładowania baterii kwasowo-ołowiowych w obiektach telekomunikacyjnych, powstało w Instytucie Łączności w ramach realizowanego w latach 2009–2011 projektu POIG pt. *Nowa generacja urządzenia do kontroli baterii VRLA telekomunikacyjnych systemów zasilających*, współfinansowanego przez Unię Europejską.

Baterie akumulatorów w obiektach telekomunikacyjnych

Operatorzy sieci telekomunikacyjnych, dla zagwarantowania działania sieci także podczas awarii elektroenergetycznych, stosują w obiektach technicznych (w Polsce jest ich ponad 10 tys.) baterie akumulatorów kwasowo-ołowiowych jako rezerwę energetyczną. Są to głównie baterie o napięciu 48 V, złożone z połączonych szeregowo ogniw o napięciu znamionowym 2 V lub bloków ogniw o napięciu znamionowym od 4 V do 12 V. W każdym obiekcie instaluje się na ogół połączone równolegle dwie takie baterie, aby po odłączeniu jednej, w celu wymiany lub kontroli, rezerwę energetyczną stanowiła druga bateria.

Przez zdecydowaną większość czasu na baterie połączone z prostownikami i odbiorami energii siłowni jest podawane napięcie buforowania, zapewniające im ładowanie podtrzymujące. Powszechnie stosowane baterie typu VRLA podczas eksploatacji nie wymagają czynności obsługowych, ale liczne procesy chemiczne powodują starzenie się cel. Jedynym wiarygodnym sposobem poznania ich stanu (głównie dysponowanej pojemności) po kilku latach eksploatacji, jest kontrolne wyładowanie oraz ponowne naładowanie – poza układem pracy siłowni.

Operatorzy telekomunikacyjni przyjmują, że baterię trzeba zastąpić nową, gdy jej pojemność spadnie poniżej 80% pojemności znamionowej. Jednak stan poszczególnych ogniw jest na ogół różny, a o parametrach baterii, głównie o pojemności, decyduje najgorsze ogniwo – wadliwe lub eksploatowane w najgorszych warunkach.

Aby zagwarantować rezerwę energetyczną przez wymagany czas (dla różnych obiektów od 3 do 24 godzin), niektórzy operatorzy wymieniają profilaktycznie baterie akumulatorów na nowe po

upływie połowy ich czasu żywotności, określonego przez producentów (zależnie od technologii wykonania) na 5–20 lat.

Baterie o dużych pojemnościach są kosztowne (bateria typu OPZV o żywotności 10 lat i o pojemności 1000 Ah, napięciu 48 V, złożona z 24 indywidualnych ogniw – kosztuje ponad 40 tys. zł), dlatego powinno się wymieniać tylko te baterie lub ich ogniwa, które przestały spełniać wymagania, wydłużając w ten sposób średni czas eksploatacji baterii o 2–3 lata.

Uszkodzone ogniwa lub całe baterie można zlokalizować na podstawie zapisów monitoringu siłowni (z reguły obejmującego też rejestrację prądu i napięć ogniw/bloków baterii) lub na podstawie okresowego pomiaru konduktancji. Jednak rozróżnić baterię posiadającą mniej niż 70% pojemności od baterii o pełnej pojemności można jedynie przez rozładowanie takiej baterii poza układem pracy, gdyż nawet podczas zaników napięcia sieci elektroenergetycznej z baterii pobiera się poniżej 30% jej nominalnej energii, co nie wystarcza do wykrycia pojedynczych ogniw o zaniżonej pojemności.

Dla celów eksploatacyjnych pojemność baterii z wystarczającą dokładnością można określać rozładowując ją dowolnym prądem, lecz aby uzyskany wynik mógł służyć także do reklamacji u producenta lub dostawcy, kontrola musi być przeprowadzona w ściśle określonych warunkach i zawierać poniżej opisane etapy:

- Naładowanie baterii (ładowanie wyrównawcze) do napięcia zalecanego przez producenta i przez zalecany czas, z uwzględnieniem napięć dopuszczalnych dla ogniw. Warunki te należy udokumentować na wydruku.

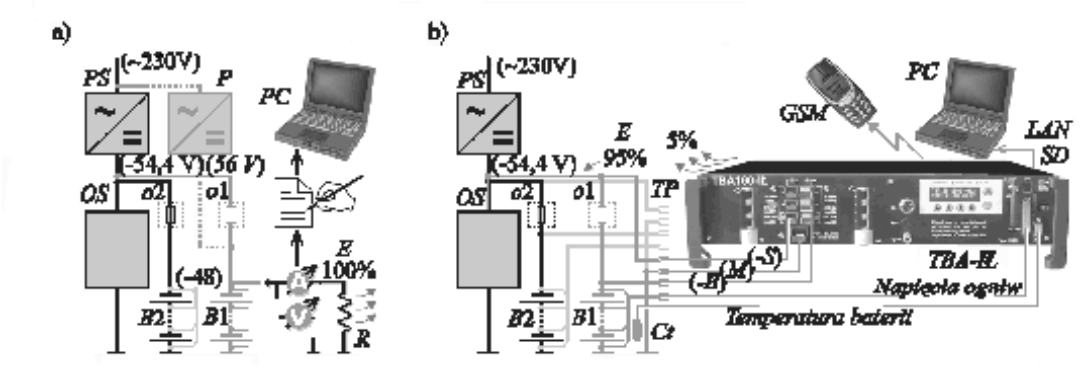
- Wyładowanie baterii niezmiennym prądem 10-godzinnym (wyładowanie kontrolne), gdyż dla takiego prądu producent określa jej pojemność znamionową (dla baterii o bardzo dużych pojemnościach może to być prąd 20-godzinny) z rejestracją i dokumentacją na wydruku, nie rzadziej niż co godzinę, wartości napięć poszczególnych ogniw lub bloków baterii.

- Zakończenie wyładowywania baterii, gdy napięcie na którymkolwiek ogniwie lub bloku spadnie do wartości granicznej, dopuszczanej przez producenta dla zadanego prądu wyładowywania lub gdy zostanie pobrany z niej ładunek równy 80% jej pojemności znamionowej (skorygowany dla danej temperatury otoczenia baterii).

- Niezwłocznie po wyładowaniu baterii, aby chronić ją przed zasiarczeniem, naładowanie jej (ładowanie powrotne) prądem nie większym niż 10-godzinny, w temperaturze od +5°C do +35°C, do napięcia zalecanego przez producenta, wyższego niż panujące w siłowni napięcie buforowania, z uwzględnieniem dopuszczalnych napięć na ogniwach lub blokach.

- Zakończenie ładowania powrotnego, gdy prąd ładowania obniży się do wartości prądu konserwacji (tzn. 2 mA na każdą amperogodzinę pojemności baterii), nie później jednak niż po 48 godzinach od osiągnięcia zadanego końcowego napięcia ładowania baterii.

Kontrolne wyładowanie baterii można przeprowadzać tradycyjnie (rys. 1a), stosując opornicę rozładowczą i wydzielony prostownik, ale zdecydowanie korzystniej – ze względu na dokładność przeprowadzenia tej operacji, minimalizację udziału personelu i mniejsze straty energii – jest użyć, opracowane w Instytucie Łączności, jedno z urządzeń TBA-IŁ (rys. 1b).



Rys. 1. *Kontrola baterii akumulatorów za pomocą: (a) opornicy, (b) urządzenia TBA-IŁ (TBA160-IŁ)*
PS – prostowniki siłowni, OS – odbiory energii, B1, B2 – baterie akumulatorów, o1, o2 – odłączniki-bezpieczniki baterii, R – opornica rozładowcza, E – energia z akumulatora, P – wydzielony prostownik, TP – tablica do dołączania urządzeń TBA-IŁ

Charakterystyka urządzeń TBA-IŁ

Opracowane w Instytucie Łączności urządzenia TBA-IŁ są jedynymi w Europie, przenośnymi urządzeniami do kontrolnego wyładowywania i ładowania baterii kwasowo-ołowiowych, zwłaszcza VRLA, w obiektach telekomunikacyjnych (rys. 1b). Urządzenia te są zasilane napięciem siłowni, a energię pobieraną z rozładowywanej baterii (B1) przekazują do odbiorów w siłowni (OS), odciążając czasowo (nie dotyczy to urządzeń TBA2-IŁ) zespoły prostownikowe (PS).

Urządzenia TBA-IŁ umożliwiają automatyczną (bez udziału obsługi) realizację 48-godzinnego cyklu badaniowego, obejmującego wyładowanie oraz naładowanie baterii akumulatorów. Zadaniem konserwatora pozostaje dołączenie urządzenia do kontrolowanej baterii (odłączonej od siłowni i odbiorów), zaprogramowanie i zainicjowanie badań, a po ich zakończeniu przekazanie zapamiętanych w urządzeniu wyników do komputera PC i przywrócenie uprzedniego układu pracy siłowni. Urządzenie sygnalizuje systemowi nadzoru siłowni i operatorowi (w przypadku TBA160-IŁ – przez sieć GSM) koniec pracy lub konieczność interwencji.

Wszystkie typy urządzeń TBA-IŁ działają według takiego samego algorytmu. Programowanie pracy i odczyt skróconych wyników badań odbywa się za pośrednictwem lokalnego wyświetlacza i uproszczonej klawiatury. Po dołączeniu do urządzenia zasilania – można odczytać napięcia dołączonych ogniw/bloków kontrolowanej baterii, temperaturę otoczenia baterii i wewnętrzną urządzenia, skorygować datę/czas, uaktywnić GSM, a także wpisać parametry kontrolowanej baterii i zainicjować badania. Po ich zakończeniu można odczytać wynik i przyczynę zakończenia badania (m.in.: pobranie zadeklarowanego ładunku, obniżenie napięcia ogniwa do dopuszczalnej wartości, osiągnięcie zadanego czasu, osiągnięcie zadanego końcowego prądu ładowania).

Podczas pracy urządzenia nadzorują i rejestrują szereg parametrów, w tym prąd, napięcie i temperaturę baterii oraz napięcia na jej poszczególnych ogniwach (lub wieloogniwowych blokach). Dane są zapisywane w pamięci wewnętrznej i/lub w pamięci SD nie rzadziej niż co 15 minut, a jeżeli urządzenie jest dołączone poprzez LAN do komputera PC z uruchomionym odpowiednim programem, to są także przesyłane do komputera z częstością wybraną przez operatora (typowo co 1 minutę).

Podstawowe dane techniczne urządzeń rodziny TBA-IŁ zamieszczono w tablicy 1.

Tabl. 1. Podstawowe dane techniczne urządzeń TBA-IŁ

Typ urządzenia	TBA2-IŁ	TBA59-IŁ	TBA150-x-IŁ	TBA160-IŁ
Obsługiwane baterie [V]	48/50	46/48	24/36/46/48	24/36/46/48/50
Maks. prąd ładowania wyrównawczego [A]	25	60	150	160
Maks. prąd wyładowywania baterii [A]	50 (±2%)	60 (±1%)	150 (±1%)	160 (±1%)
Maks. prąd ładowania powrotnego [A]	50	60	150	160
Energia baterii oddawana do	sieci ~230 V	odbiorów DC	odbiorów DC	odbiorów DC
Straty energii (na ciepło) [%]	15	5	5	<5
Masa (bez kabli połączeniowych) [kg]	18	11	13	13
Wyniki badań przekazywane przez	LAN	SD	LAN / SD	LAN / SD
Zdalne powiadamianie	sygnały DC	sygnały DC	sygnały DC	sygnały DC i GSM
Rok opracowania	1999–2002	po 2008	po 2008	2009–2011

Oprogramowanie do wizualizacji danych z TBA160-IŁ

Oprogramowanie urządzenia TBA160-IŁ zapewnia pełne wykorzystanie jego możliwości. Umożliwia ono także odczyt i obrazowanie danych z wcześniej opracowanych urządzeń TBA59-IŁ oraz TBA150-x-IŁ.

Oprogramowanie jest przeznaczone do pracy na komputerach klasy PC (desktop, laptop/notebook, netbook) wyposażonych w system operacyjny Windows XP, Windows Vista lub Windows 7, z różnego rodzaju monitorami (w tym na komputerach klasy netbook z ekranem o rozdzielczości 1024x600).

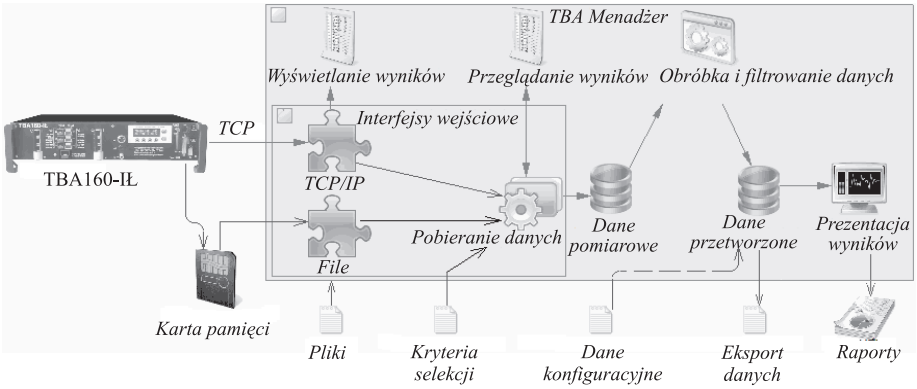
Oprogramowanie ma postać szeregu zdefiniowanych, niezależnych komponentów, odpornych na błędy formalne w rekordach wynikowych i jest przyjazne dla użytkownika. Komunikacja z użytkownikiem jest realizowana przez obsługiwany intuicyjnie interfejs graficzny. Dla ułatwienia pracy operatora wiele wartości jest predefiniowanych domyślnie, na podstawie historii (z wykorzystaniem list podpowiedzi). Forma graficzna drukowanego raportu wynika z przyzwyczajeń użytkowników dotychczas stosowanych rozwiązań. Dla ułatwienia analiz, w zobrazowaniach zaznaczono wartości graniczne istotnych parametrów.

Oprogramowanie składa się z dwu aplikacji o nazwach **TBA_Starter** i **TBA_Reporter** oraz przeznaczonej do gromadzenia wyników pomiarów bazy danych, z którą aplikacje te współpracują. Aplikacje zostały wykonane z wykorzystaniem narzędzi Borland C++ Builder / Borland Turbo C++. Na serwer bazy danych został wybrany Postgre SQL, jako stabilna baza o dojrzałej i sprawdzonej architekturze.

Aplikacja **TBA_Starter** jest przeznaczona do pobierania danych z urządzeń TBA160-IŁ i ładowania ich do bazy danych, wprowadzania danych konfiguracyjnych oraz do edycji wcześniej zapisanych informacji adresowych takich danych. Komunikacja z TBA160-IŁ jest jednokierunkowa – możliwe jest tylko pobieranie danych poprzez protokół TCP/IP (http) lub pliki zapisane na dowolnym nośniku, w tym na kartach pamięciowych SD/SDHC.

Zadaniem aplikacji **TBA_Reporter** jest prezentowanie wyników zgromadzonych w bazie danych oraz tworzenie raportów z badań baterii. Baza danych zawiera zarówno nieprzetworzone dane odebrane z urządzeń, jak i dane przygotowane dla celów szybkiego tworzenia raportów. Obróbka danych w tym programie polega na eliminacji nadmiarowych lub zniekształconych (np. w wyniku zakłóceń transmisji) danych oraz na ich kalibracji o współczynniki zależne od temperatury, a także na agregacji danych dla celów tworzenia raportów z badań baterii.

Przyjętą architekturę oprogramowania do odbioru i prezentacji danych obrazuje rys. 2.



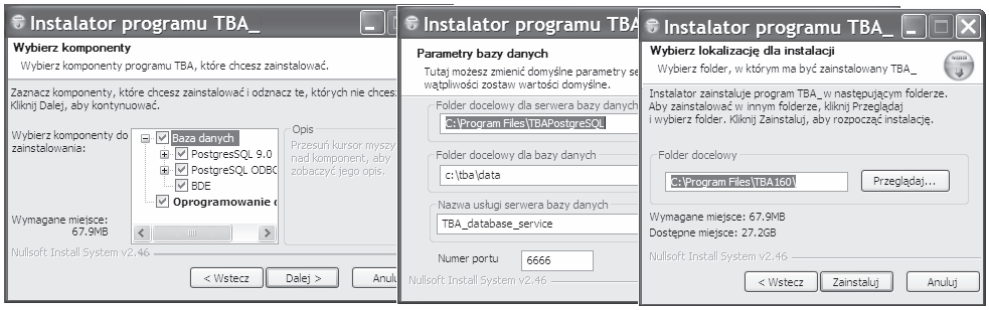
Rys. 2. *Architektura oprogramowania obrazującego dane z urządzeń TBA160-IŁ*

Szczegółowe omówienie funkcji i działania tych aplikacji zostanie przedstawione przy wykorzystaniu ilustracji (rysunki 3 do 7) obrazujących ekrany w poszczególnych fazach dialogu z operatorem.

Instalacja oprogramowania w komputerze PC

Instalacja oprogramowania sprowadza się do uruchomienia instalatora, który instaluje aplikację do wprowadzania danych **TBA_Starter**, aplikację do przeglądania danych i drukowania raportów **TBA_Reporter** oraz bazę danych, z której korzystają obie aplikacje.

W procesie instalacji dokonuje się wyboru przewidzianych do zainstalowania komponentów i wskazuje lokalizacje ich instalacji (rys. 3).



Rys. 3. *Kolejne ekrany instalatora oprogramowania do wizualizacji danych*

Aplikacja TBA_Starter

Po uruchomieniu aplikacji **TBA_Starter** ukazuje się główne okno programu (rys. 4).

Przystępując do pracy po raz pierwszy można, poprzez **Ustawienia**, wybrać język komunikatów, symbol znaku dziesiętnego oraz adres IP dołączonego przez LAN urządzenia TBA-IŁ.

Menu **Otwórz** umożliwia załadowanie wskazanych plików lub katalogów z danymi pomiarowymi. Użytkownik może wskazać i otworzyć interesujący plik lub pliki, np. na karcie SD przeniesionej z urządzenia TBA. Akceptowalne są trzy typy plików:

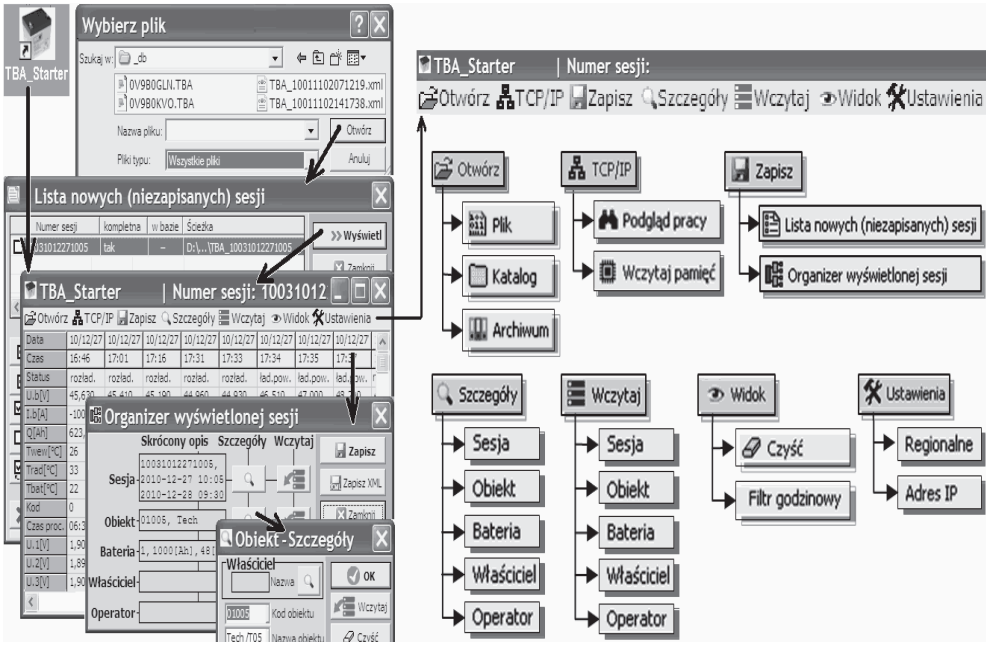
- binarny z rozszerzeniem *.TBA – będący podstawowym formatem danych dla aplikacji,
- tekstowy *.txt – umożliwiający wczytanie sesji pomiarowych wyeksportowanych przez użytkowany wcześniej program obrazowania danych z urządzeń TBA-IŁ (program *DaneTBA*),
- zgodny ze standardem XML *.xml – tworzony przez aplikację **TBA_Starter** do archiwizowania i przenoszenia danych między komputerami, umożliwiający też import danych do arkusza kalkulacyjnego.

Użytkownik może przeciągnąć pliki lub katalogi na główne okno programu lub na okno z listą nowych sesji, a program przeanalizuje te lokalizacje pod kątem obecności akceptowalnych plików oraz wczyta je, jak gdyby były wskazane przez Menu **Otwórz**.

Przez menu **Otwórz-Archiwum**, można wczytać pliki z archiwum – przy zapisie do bazy danych umieszczane są w nim kopie w formacie XML na wypadek skasowania danych źródłowych.

Uruchomienie zdalnego podglądu pracy urządzenia TBA160-IŁ (dołączonego przez LAN) odbywa się przez menu **TCP/IP** – **Podgląd pracy**, gdzie użytkownik może wprowadzić czas, po którym jest dodawana nowa kolumna z pomiarami oraz czas odświeżania najnowszej kolumny.

Przez menu **TCP/IP** – **Wczytaj pamięć** można pobrać dane z pamięci wewnętrznej dołączonego poprzez LAN urządzenia TBA160-IŁ.



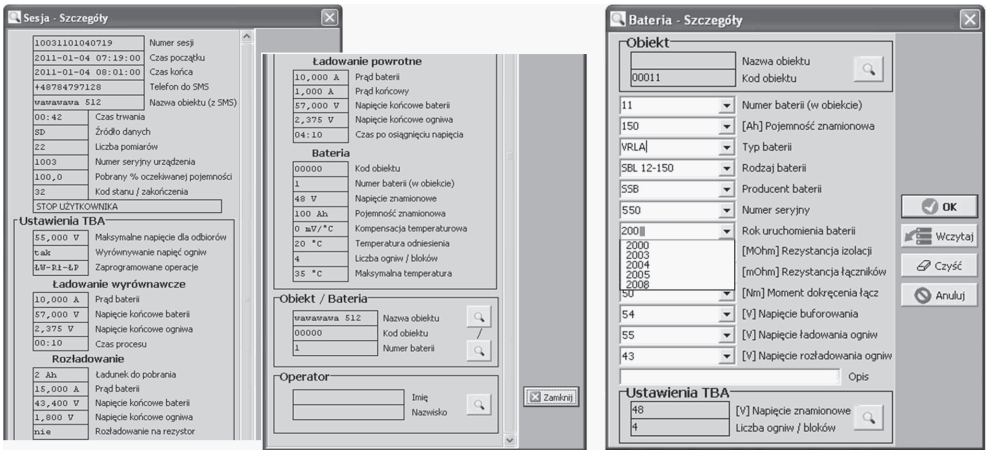
Rys. 4. *Ekrany i funkcje programu* **TBA_Starter**

Po załadowaniu pliku lub wczytaniu zawartości pamięci urządzenia ukazuje się okno **Lista nowych (niezapisanych) sesji**, w którym jest panel narzędziowy z przyciskiem **Wyświetl** oraz **Zamknij** oraz obszar szybkiego podglądu – wyświetlający podstawowe informacje o wskazanej sesji, a także lista sesji pomiarowych zawierająca:

- *Numer sesji* – na który składają się: 4 cyfry numeru urządzenia i po 2 cyfry przypadające na rok, miesiąc, dzień, godzinę i minutę początku sesji pomiarowej,
- *Kompletna* – wskaźnik kompletności sesji ustawiany dla sesji dłuższych niż 30 minut i zawierających wszystkie pomiary,
- *W bazie* – informację że sesja o podanym numerze jest już zapisana w bazie danych,
- *Ścieżka* – lokalizację pliku źródłowego.

Po wskazaniu interesującej sesji (pliku) i po poleceniu **Wyświetl**, w głównym oknie (**TBA_Starte**r) są wyświetlane dane pomiarowe uzyskane w tej sesji. Wybierając **Widok - Filtr godzinowy**, można zredukować liczbę obrazowanych na ekranie danych.

a) b)



Rys. 5. *Wyświetlanie: (a) szczegółów sesji, (b) szczegółów baterii i edytowanie opisu jej pojemności*

Na tle danych pomiarowych jest wyświetlane (przesuwane) okno o nazwie **Organizer wyświetlonej sesji.** Wyświetla on w skróconej postaci opis sesji, obiektu (z badaną baterią), baterii, właściciela (baterii) i operatora (urządzenia TBA-IŁ). Istnieje możliwość dostępu do pełnego opisu.

Dane w wyświetlonych oknach, za wyjątkiem okna **Sesja-Szczegóły** (rys. 5a), można edytować. Przyciskiem **Wczytaj** (na rys. 4) można przywołać listę istniejących już opisów (obiektu, baterii, właściciela, operatora) dla wypełnienia okna wskazanym kompletem danych, natomiast podczas edycji wybranego pola (przykładowo *Rok uruchomienia baterii* na rys. 5b) otrzymuje się podpowiedź z listą opisów istniejących już w bazie danych.

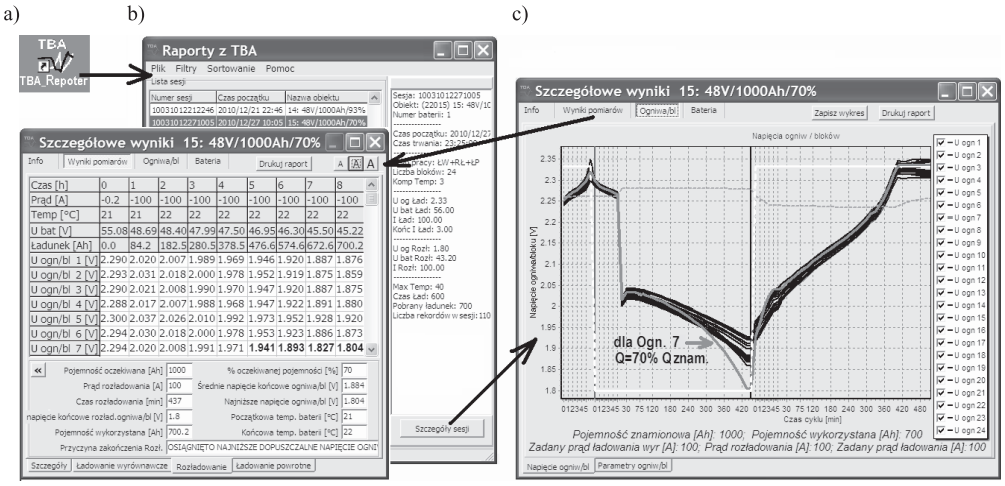
Po uzupełnieniu informacji o sesji, przyciskiem **Zapisz** w oknie **Organizer wyświetlonej sesji**, można zapisać sesję do bazy danych. W procesie zapisu najpierw jest sprawdzana poprawność formalna danych, a następnie wprowadzane informacje są porównane z istniejącymi już w bazie, w kolejności: właściciel → obiekt → bateria → operator → sesja. Gdy zostanie wykryta niezgodność, pojawia się odpowiednie ostrzeżenie.

O pomyślnym zakończeniu procesu zapisu świadczy komunikat o przeniesieniu pliku źródłowego do archiwum i zapisaniu go w formacie XML oraz usunięcie numeru sesji z listy niezapisanych sesji. Ponadto program przenosi plik źródłowy sesji (każdego typu) bez zmian oraz plik XML (z aktualnymi uzupełnieniami wprowadzonymi przez operatora) do podkatalogu w miejscu pochodzenia pliku źródłowego. Data utworzenia plików XML jest datą startową sesji, użytą również w numerze sesji, co można wykorzystać do sortowania lub wyszukiwania plików bezpośrednio w systemie Windows.

Po wpisaniu sesji do bazy danych, można uruchomić program **TBA_Reporter** w celu utworzenia z tej sesji raportu.

Aplikacja TBA_Reporter

Po uruchomieniu aplikacji **TBA_Reporter** ukazuje się główne okno programu **Raporty z TBA** (rys. 6b). W oknie tym jest wyświetlana lista wszystkich sesji zapisanych w bazie danych. Po wskazaniu jednej z sesji wyświetlany jest jej opis zawierający numer sesji, kod i nazwę obiektu, numer baterii, datę i czas początku badania, czas trwania, zaprogramowane cykle oraz skrócone wyniki. Funkcje sortowania oraz filtrowania ułatwiają wyszukiwanie pożądanej sesji.



Rys. 6. *Wyświetlanie: (a) szczegółów sesji; (b) listy i szczegółów sesji; (c) napięć ogniw baterii*

Naciśnięcie przycisku **Szczegóły sesji** w głównym oknie spowoduje wyświetlenie okna ze szczegółowymi wynikami badań wybranej sesji. Okno to zawiera cztery zakładki. Domyślnie wyświetlana jest zakładka *Ogniwa/bloki* (rys. 6c), w której wyświetlane są wykresy napięcia ogniw lub bloków baterii, przy czym przez zakładki w dolnej części okna można wybrać obrazowanie napięć w funkcji czasu (Napięcie ogniwa/bloku na rys. 6c) lub obrazowanie napięć występujących na koniec procesu wyładowywania i ładowania baterii (jak w protokole z rys. 7c).

Przycisk **Drukuj raport** na tej zakładce inicjuje wydruk raportu w postaci papierowej lub w formie pliku PDF.

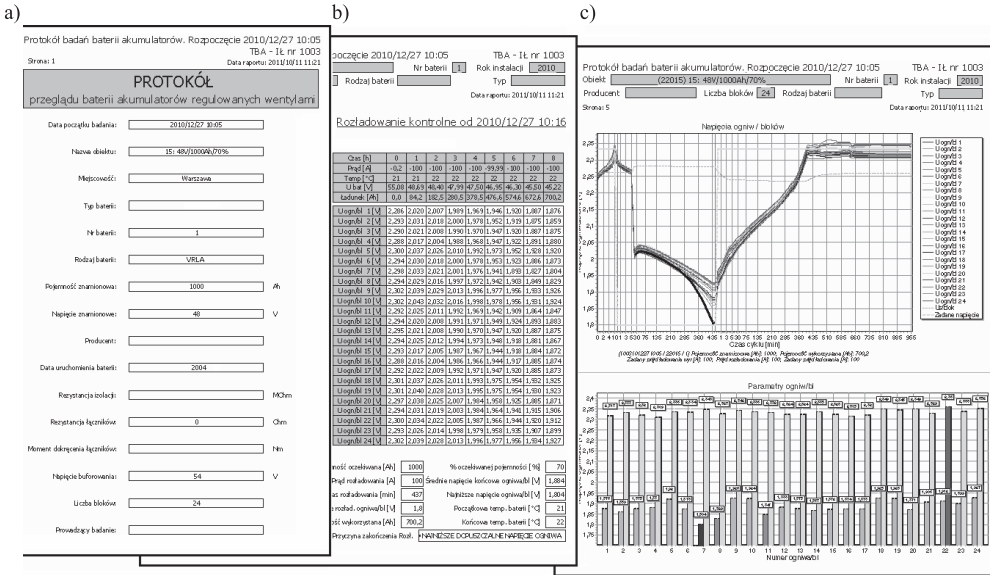
Pozostałe zakładki to:

– *Info* – zawierająca informacje o sesji: komplet informacji adresowych (jak na rys. 6a) oraz ustawień (jak na rys. 6b) wprowadzonych dla baterii przez operatora,

– *Wyniki pomiarów* – zawierająca szczegółowe wyniki badań baterii w formie tabelarycznej, a zakładki w dolnej części okna definiują zakres wyświetlanych danych,

– *Bateria* – gdzie można obejrzeć przebieg napięcia, prądu i ładunku podczas badania baterii – na indywidualnych wykresach albo (mniej dokładnie) na jednym wspólnym wykresie.

W każdym z okien **Szczegółowe wyniki** znajduje się przycisk **Drukuj raport**. Kliknięcie tego przycisku spowoduje wydrukowanie raportu zgodnego ze wzorem ustalonym i uzgodnionym z operatorami telekomunikacyjnymi.



Rys. 7. *Wybrane strony raportu: (a) opis baterii; (b) dane tabelaryczne; (c) wykresy dla ogniw*

Pokazany na rys. 7 przykład raportu zawiera opis kontrolowanej baterii (rys. 7a) oraz wyniki badań w postaci tabelarycznej (rys. 7b) i w postaci wykresów (rys. 7c). Raport można przesłać do drukarki lub zapisać na dysku w postaci pliku PDF.

Prognozowanie pojemności ogniw

Jak wspomniano wcześniej, proces kontrolnego rozładowywania baterii zostaje przerwany, gdy jedno z jej ogniw zostanie rozładowane do najniższego dopuszczalnego napięcia i kontynuacja rozładowania groziłaby uszkodzeniem tego ogniwa. W tej sytuacji nie można określić wartości dysponowanego ładunku pozostałego w innych ogniwach i wnioskowanie o ich stanie jest ograniczone. Odłączenie od kontrolowanej baterii takiego najgorszego elementu i kontynuowanie procesu dla pozostałych ogniw jest czasochłonne i często stanowi niedopuszczalną dla obsługi technicznej ingerencję w firmowe okablowanie.

Obecnie w Instytucie Łączności są prowadzone prace mające na celu utworzenie metody szacowania pojemności tych ogniw lub bloków baterii akumulatorów, z których podczas kontrolnego wyładowania nie pobrano ich dysponowanego ładunku. Opracowana koncepcja opiera się na założeniu, że kształty przebiegu krzywych rozładowania ogniw tego samego rodzaju, w tych samych warunkach, są podob-

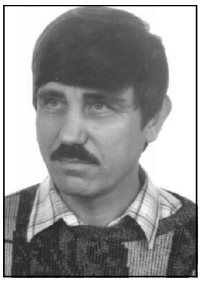
ne. Umożliwia to ekstrapolację krzywych rozładowywania poza punkt czasowy, w którym nastąpiło zaprzestanie rozładowywania. W przypadku eksperymentalnego potwierdzenia tej metody, opisywane oprogramowanie zostanie odpowiednio rozbudowane.

Bibliografia

[1] Chojnacki B., Godlewski P., Kobus R.: *Ocena sprawności baterii akumulatorów*. W: Materiały z Krajowego Sympozjum Telekomunikacji i Teleinformatyki KSTiT 2010, Wrocław 8-10 września 2010 r.

[2] Godlewski P.: *Urządzenie TBA150-IŁ do kontroli baterii w siłowniach obiektów telekomunikacyjnych*. Telekomunikacja i Techniki Informacyjne, 2008, nr 3-4, s. 67-76.

Paweł Godlewski



Inż. Paweł Godlewski (1949) – absolwent Wydziału Elektroniki Politechniki Warszawskiej (1973); długoletni pracownik Instytutu Łączności w Warszawie (od 1973); autor wielu prac konstrukcyjnych, współautor systemu oceny sieci telekomunikacyjnych AWP-IŁ i urządzeń serii TBA-IŁ, autor licznych publikacji naukowych; współautor wielu patentów; zainteresowania naukowe: systemy wizualizacji danych dla systemów telekomunikacyjnych, urządzenia. sterowane programowo (procesorami) w telekomunikacji.

e-mail: P.Godlewski@itl.waw.pl

Bartłomiej Parol

Bartłomiej Parol (1972) – studia na kierunku informatyka Politechniki Warszawskiej; pracownik Instytutu Łączności od 1996; współautor systemu AWP-IŁ wdrożonego (i rozbudowywanego funkcjonalnie od 2000 roku) w UKE oraz oprogramowania do wizualizacji danych z urządzeń TBA160-IŁ; zainteresowania zawodowe: programowane urządzenia elektroniczne i projektowanie baz danych.

e-mail: B.Parol@itl.waw.pl

Marcin Masternak

Mgr inż. Marcin Masternak (1984) – absolwent Wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej (2009); pracownik Instytutu Łączności PIB w Warszawie (od 2010); współautor oprogramowania do wizualizacji danych z urządzeń TBA160-IŁ; zainteresowania naukowe: systemy operacyjne Windows / Linux, języki programowania, sieci komputerowe, sztuczna inteligencja.

e-mail: M.Masternak@itl.waw.pl