

# ***Obrazowanie stanu akumulatorów w smartfonie na podstawie SMS-ów z urządzeń TBA-IŁ***

***Paweł Godlewski, Bolesław Kowalczyk,  
Piotr Kobus, Katarzyna Wojciechowska***

*W artykule scharakteryzowano zasady eksploatacji baterii akumulatorów w obiektach telekomunikacyjnych, podano ogólne informacje o rodzinie urządzeń TBA-IŁ, przeznaczonych do pomiaru dysponowanej pojemności takich baterii w obiektach oraz opisano wprowadzoną w ostatnim okresie ich nową funkcjonalność – graficzną prezentację wyników badań w smartfonie na podstawie odebranych z tych urządzeń wiadomości SMS.*

***Badanie stanu baterii akumulatorów, zasilanie urządzeń łączności, zdalna kontrola***

## **Wprowadzenie**

Systemy telekomunikacyjne w Polsce to w sumie ponad 20 tysięcy obiektów. Ich urządzenia techniczne muszą być zasilane także przy zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej. Wobec tego zasilanie urządzeń w obiekcie może odbywać się zarówno z pierwotnego źródła energii, tzn. sieci elektroenergetycznej o napięciu 230/400 V, jak i ze źródła rezerwowego, którym najczęściej są dwie, pracujące równolegle, baterie akumulatorów kwasowo-ołowiowych VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*), z elektrolitem w postaci żelu lub uwięzionym w macie szklanej, tzw. AGM (*Absorbed Glass Material*).

Akumulatory typu VRLA podczas eksploatacji urządzeń telekomunikacyjnych wymagają okresowej wymiany. Biorąc pod uwagę ich wysokie ceny - jedna bateria akumulatorów 48 V o pojemności 500 Ah kosztuje powyżej 20 tys. zł plus koszty samej wymiany około 3 tys. zł oraz fakt, że obiekty telekomunikacyjne są głównie bezobsługowe, nawet niewielkie usprawnienia w tym zakresie mogą przynieść operatorowi wymierne korzyści.

Sytuacja taka skłoniła Instytut Łączności do podjęcia badań w tym obszarze, co w efekcie zaowocowało m.in. opracowaniem i wdrożeniem do eksploatacji rodziny automatycznych przenośnych urządzeń do kontroli dysponowanej pojemności baterii VRLA telekomunikacyjnych systemów zasilających – o wspólnym symbolu TBA-IŁ.

Pierwsze urządzenia (TBA2-IŁ) sprzedano w 2001 roku i są one nadal wykorzystywane przez operatorów telekomunikacyjnych. Okresem przełomowym stały się lata 2009-2011, gdy Instytut zrealizował w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka projekt pt. „Nowa generacja urządzenia do kontroli baterii VRLA telekomunikacyjnych systemów zasilających”. Jego efektem były urządzenia TBA160-IŁ o dużej wydajności prądowej, umożliwiającej badanie baterii akumulatorów o pojemności do 3200 Ah, bardzo zaawansowane technologicznie i o szerokiej funkcjonalności. Na podstawie zdobytych doświadczeń w 2012 roku opracowano ekonomiczne przenośne urządzenia TBA30-IŁ i TBA50-IŁ oraz koncepcję urządzeń stacjonarnych TBA-ST.

Urządzenia TBA-IŁ zyskały uznanie użytkowników, gdyż za pomocą jednego przenośnego urządzenia można w ciągu roku ocenić stan baterii aż w 50 obiektach i zdobywały odznaczenia na licznych wystawach i targach. Urządzenie TBA2-IŁ uzyskało w 2002 roku tytuł „Polski Produkt Przyszłości”. Na wystawach innowacyjnych rozwiązań urządzenia TBA150-IŁ były wyróżniane w 2010 roku w Warszawie i Genewie (Szwajcaria), a urządzenia TBA160-IŁ: w 2010 roku w Seulu (Korea Płd.), w 2011 roku na Intertelekom w Warszawie oraz w Genewie i w Kuala Lumpur (Malezja), natomiast w 2013 roku w Moskwie (Rosja).

Aktualnie dostępne są przenośne urządzenia: TBA160-IŁ przeznaczone do kontroli baterii 24-50 V o pojemności do 3200 Ah, TBA150-IŁ do kontroli baterii 46/48 V o pojemności do 3000 Ah, TBA50-IŁ do kontroli baterii 48 V o pojemności do 1000 Ah oraz najtańsze i najprostsze TBA30-IŁ do kontroli baterii 48 V o pojemności do 600 Ah.

## Charakterystyka akumulatorów wykorzystywanych w telekomunikacji

Baterie akumulatorów charakteryzują takie parametry jak:

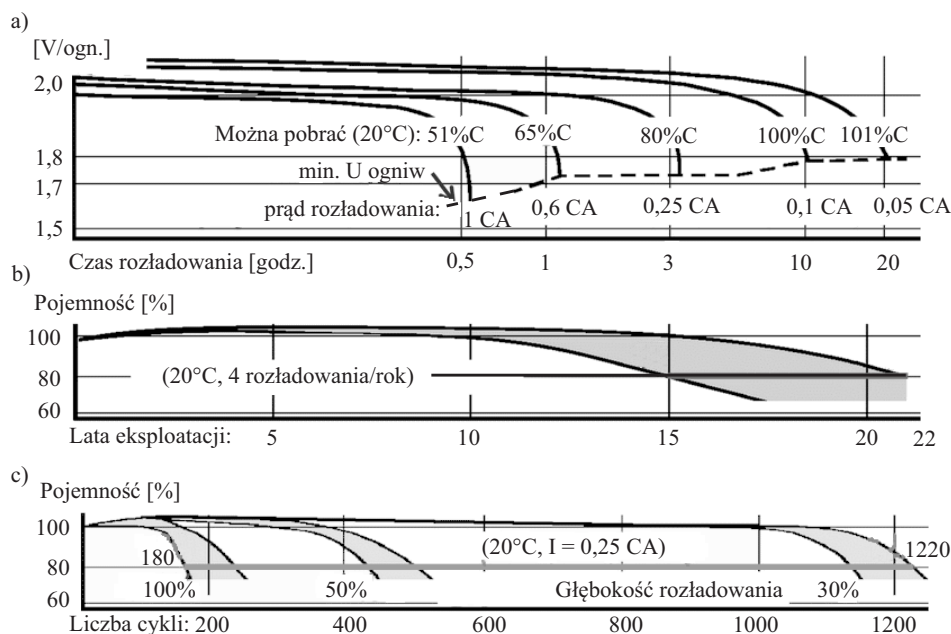
- rodzaj, typ oraz technologia wykonania,
- napięcie znamionowe, pojemność znamionowa (podawana przez producenta) i dysponowana bieżąca zdolność gromadzenia energii,
- napięcie buforowania oraz dopuszczalne napięcia rozładowania i ładowania,
- współczynnik kompensacji temperaturowej,
- żywotność w latach i cyklach pracy oraz rok produkcji.

Wymagane zwykle w telekomunikacji napięcie znamionowe baterii 48 V uzyskuje się poprzez szeregowe łączenie, już w obiekcie, ogniw o napięciu nominalnym 2 V lub monobloków o napięciu 4 V, 6 V, 8 V lub 12 V.

Głównym parametrem każdego akumulatora jest pojemność, mierzona w amperogodzinach (Ah). Stanowi ona miarę energii, jaką można pobrać z akumulatora. Pojemność znamionową (oznaczaną jako C) producenci podają najczęściej dla tzw. prądu 10-godzinnego (oznaczanego jako 0,1 CA), umożliwiającego w ciągu 10 godzin pobranie 100% pojemności akumulatora bez przekraczania dolnego napięcia granicznego, wynoszącego dla tego prądu 1,80 V/ogniwo. Minimalnie większa pojemność jest dla prądu 20-godzinnego, tzn. 0,05 CA.

W telekomunikacji wykorzystuje się akumulatory o pojemności znamionowej od 50 do 3500 Ah. Pojemność (tzw. dysponowana) takiego akumulatora maleje chwilowo przy pracy w niskiej temperaturze oraz ze wzrostem pobieranego prądu (rys. 1a), a nieodwracalnie z liczbą zrealizowanych cykli rozładowania-ładowania oraz z upływem czasu jego eksploatacji (rys. 1b-c).

Producenci akumulatorów oferują, zależnie od zastosowanej technologii, a więc i ceny, akumulatory VRLA o projektowanej żywotności od trzech do 20 lat pracy w układzie z ciągłym napięciem buforowania oraz o gwarantowanych 200-2000 (różnie definiowanych) cyklach rozładowania-ładowania. Podawane wartości odnoszą się do pracy w temperaturze +20°C oraz rozładowywania i ładowania baterii określonym stałym prądem, przy czym zawsze istnieje znaczny rozrzut tych parametrów, a podawane są z reguły wartości maksymalne.



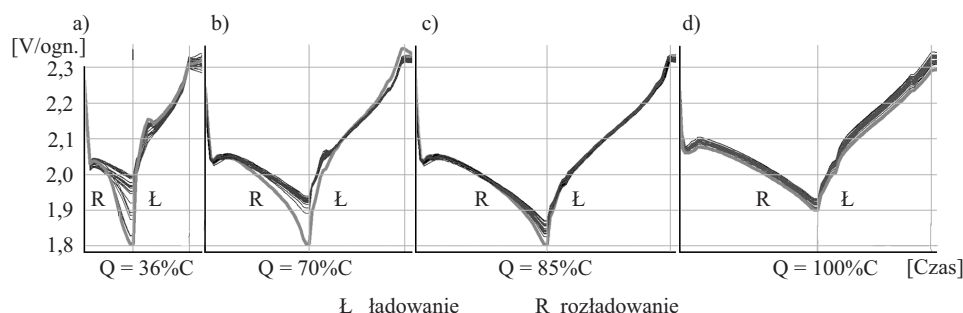
**Rys. 1.** Dysponowana pojemność wybranego akumulatora w funkcji: a) wartości pobieranego prądu, b) czasu eksploatacji i c) liczby cykli rozładowania (źródło: katalog firmy Panasonic)

Realną żywotność baterii podaną w latach lub cyklach, rozumianą jako przedział w którym akumulator ma zdolność udostępnienia co najmniej 80% pojemności znamionowej przy 10-godzinnym prądzie rozładowania, obniżają niekorzystne czynniki jak:

- wysoka temperatura pracy - każde 10°C ponad +20°C skraca żywotność akumulatora o połowę,
- nieodpowiednie dla aktualnej temperatury napięcie buforowania,
- zbyt wysoki lub zbyt niski prąd rozładowania,
- brak okresowego rozładowania lub zbyt mała jego głębokość,
- długie pozostawanie w stanie ponad 50-procentowego rozładowania,
- odbiegający od zalecanego prąd ładowania i niewłaściwe napięcie końcowe ładowania.

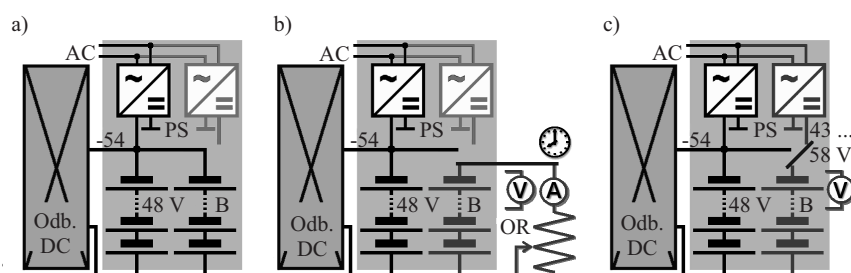
## Badanie stanu baterii akumulatorów

Wraz z upływem czasu eksploatacji, ze względu na różne od optymalnych warunki pracy, część baterii akumulatorów traci wymaganą pojemność (o pojemności baterii decyduje jej najgorsze ogniwo) już przed połową okresu zadeklarowanej żywotności, ale też ich część jest sprawna dłużej niż deklaruje producent i dystrybutor. Aby więc obiekty telekomunikacyjne dysponowały wymaganą gwarantowaną rezerwą energetyczną, baterie akumulatorów w ich siłowniach należy, albo odpowiednio często wymieniać, co jest kosztowne, albo okresowo kontrolować i wymieniać jedynie baterie niesprawne. Wyniki kontroli pojemności czterech baterii VRLA blisko końca czasu ich projektowanej żywotności pokazano na rys. 2.



**Rys. 2.** Wykresy napięć ogniw podczas kontrolnego rozładowania (R) i ładowania (Ł) różnych baterii akumulatorów blisko końca czasu ich projektowanej żywotności (Q to dysponowana pojemność, podana jako procent pojemności znamionowej C). Źródło: badania Instytutu Łączności dla baterii 500-1600 Ah wybrane spośród kilkudziesięciu zebranych w 2010/2011 roku podczas badań eksploatacyjnych urządzeń TBA160-1Ł w obiektach telekomunikacyjnych

Jedyną wiarygodną metodą pomiaru dysponowanej pojemności akumulatorów VRLA jest kontrolne rozładowanie stałym ustalonym prądem. W obiektach telekomunikacyjnych dysponowaną pojemność baterii akumulatorów, odłączanych na czas badań od siłowni i odbiorów, można zmierzyć korzystając z przenośnych opornic rozładowczych lub z urządzeń automatycznych. Zasadę badania, realizowanego za pomocą opornicy OR i dodatkowego prostownika PS, ilustruje rys. 3.



**Rys. 3.** Pomiar dysponowanej pojemności baterii „B” metodą kontrolnego rozładowania: a) siłownia, b) rozładowanie za pomocą opornicy OR, c) ładowanie z prostownika PS

Baterię przeznaczoną do badania należy odłączyć od prostowników PS i odbiorów energii siłowni Odb. DC. Operacja rozładowania może trwać do 10 godzin, a ładowania ponad 13 godzin. Energię pobieraną z kontrolowanej baterii opornice rozładowcze zamieniają na ciepło. Opornice stosowane obecnie nie mają funkcji powiadamiania o stanie pracy, a cały proces musi przebiegać pod kontrolą i w obecności personelu.

W celu rozładowania – bateria „B” jest dołączana do opornicy rozładowczej „OR” (rys. 3b). Opornica, zmieniając rezystancję, utrzymuje stały zadany prąd, np. 10-godzinny. Jednocześnie okresowo mierzone są i rejestrowane (np. przez pracownika obsługującego) napięcia jej ogniw. Rozładowanie przerywa się po osiągnięciu przez najsłabsze ogniwo końcowego napięcia rozładowania (1,80 V dla prądu 10-godzinnego). Znając prąd (w amperach) oraz czas rozładowania (w godzinach), można obliczyć pojemność

$$Q \text{ [Ah]} = \text{prąd [A]} \times \text{czas [h]}, \quad (1)$$

a za pomocą równania:

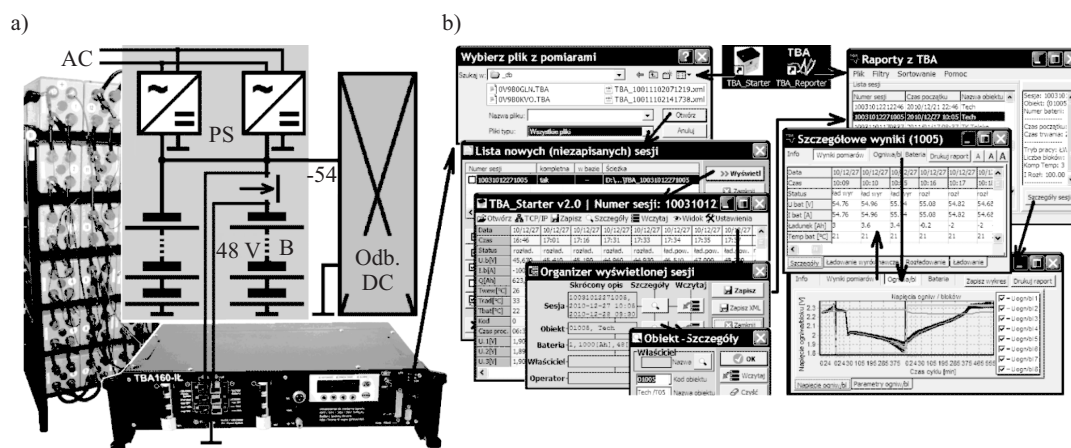
$$Q_{20^{\circ}\text{C}} = Q_t [(1-0,01) \cdot (t-20^{\circ}\text{C})] \quad (2)$$

także pojemność dysponowaną w temperaturze odniesienia (20°C). Wynik podzielenia pojemności dysponowanej Q przez znamionową C określa, czy bateria wymaga wymiany (tak, jeśli wynik poniżej 80%). Rozpatrując napięcia końcowe poszczególnych ogniw można ponadto stwierdzić, czy niska pojemność baterii to skutek niesprawności jednego czy też wielu ogniw, gdy jednego lub dwu, to można je zastąpić sprawnymi, ale tego samego typu i wieku.

Bezpośrednio po rozładowaniu, przed ponownym dołączeniem do siłowni, należy przeprowadzić ładowanie baterii co najmniej do napięcia buforowania (ok. 54 V) – za pomocą prostownika z układu z rys. 3c.

## Przenośne urządzenia TBA-IL

Przenośne urządzenia TBA-IL automatyzują proces badania pojemności baterii akumulatorów (rys. 4a), umożliwiając autonomiczną, bez udziału personelu technicznego, realizację cyklu badaniowego trwającego nawet 48 godzin. Cykl badania może obejmować ładowanie wyrównawcze, rozładowanie oraz ładowanie powrotne. Urządzenia TBA-IL (TBA160-IL, TBA150-IL, TBA50-IL i TBA30-IL) energię z kontrolowanej baterii, poprzez szynę systemową (-54), przekazują do odbiorów energii Odb. DC, a do ładowania pobierają energię z prostowników PS. Należy podkreślić aspekt ekologiczny – energia z rozładowywanej baterii jest tu oddawana do lokalnych odbiorników, podczas gdy w rozwiązaniach opartych o opornicę (rys. 3) jest bezpowrotnie tracona. Zadaniem personelu jest dołączenie kontrolowanej baterii (odłączonej od siłowni i odbiorów) do urządzenia, zaprogramowanie i zainicjowanie badań, a po ich zakończeniu przywrócenie uprzedniego układu pracy siłowni oraz przekazanie, np. poprzez kartę pamięciową SD, wyników do komputera PC, gdzie zostaną zarejestrowane i mogą być w przejrzystej formie zobrazowane. Sposób zobrazowania pokazano na rys. 4b.



Rys. 4. Badanie baterii akumulatorów urządzeniem TBA160-IL (a) i pełne wyniki badań (b)

Przy opracowywaniu w 2000 roku w Instytucie Łączności urządzeń TBA2-IL zakładano, że dane o przebiegu ich pracy i wyniki badań będą przesyłane, poprzez 2-przewodowy kabel do portu RS-232

w komputerze personelu technicznego obiektu. Po likwidacji dyżurów w obiektach dodano w tych urządzeniach funkcję przekazywania informacji o stanie pracy do odległych Centrów Nadzoru za pośrednictwem systemu KSN. KSN, obecnie SCS Win – to rozwijane przez firmę EP&M rozwiązanie do nadzoru stanu i zarządzania urządzeniami systemów zasilania, powstałe na bazie opracowania IL. Jednak w miarę jak centra obejmowały swym zasięgiem coraz rozleglejsze obszary, ostatecznie zabrakło w nich funkcji obsługi komunikatów z przenośnych urządzeń badaniowych. Od 2003 roku urządzenia TBA-IL były wyposażane w interfejs Ethernet, lecz wykorzystywano go jedynie do transmisji wyników badań do lokalnego PC, gdyż operatorzy nie udostępnili tym urządzeniom Intranetu. Dopiero opracowane w latach 2009-2011 w Instytucie Łączności urządzenia TBA160-IL uzyskały autonomię w zakresie zdalnego powiadamiania o stanie pracy, wykorzystując sieć GSM i komunikaty SMS.

## SMS nośnikiem informacji o wynikach badań i stanie urządzenia badaniowego

Zaimplementowana w urządzeniach TBA160-IL i w nowych TBA30-IL oraz TBA50-IL usługa powiadamiania za pomocą SMS-ów funkcjonuje następująco. Po dołączeniu urządzenia pomiarowego do badanej baterii w siłowni (rys. 4a), aktywacji funkcji GSM i zaprogramowaniu badań, operator wysyła do urządzenia SMS o treści TBA-sms, oczekując powiadomienia o alarmach i zakończeniu pracy albo o treści TBA-tba, gdy chce być powiadamiany także o zakończeniu każdego z etapów pracy. Urządzenie potwierdza przyjęcie polecenia i będzie kierować kolejne SMS-y do jego nadawcy. Ponadto urządzenie natychmiast odpowie dowolnemu nadawcy na przesłane SMS-em zapytanie o bieżący stan pracy TBA-status – stąd np. dyspozytor może upewnić się, czy i jak urządzenie pracuje, nawet jeśli nie on zainicjował badanie. Odpowiedź można odczytać na ekranie każdego telefonu komórkowego, przy czym na starszych telefonach tekst wymaga niewygodnego przewijania.

W pierwotnej wersji urządzenia TBA160-IL tekst SMS-a mógł zawierać do ośmiu grup znaków, a przykłady wysyłanych komunikatów i ich znaczenie pokazano na rys. 5.

Potwierdza „TBA-sms”	<b>TBA 1017; STOP; 51V; 0A; 0Ah; 0g00m</b>						
	Numer fabr.	Stan urządzenia	Nap. baterii	Prąd baterii	Ładunek	Czas operacji	
Gdy ALARM	<b>TBA 1017; ALARM; 02; przeciążenie; 48V; 50A.; 0Ah; 1g02m</b>						
	Numer fabr.	Stan urządzenia	Kod	Treść alarmu	Nap. baterii	Prąd baterii	Ładunek
Odpowiedź na „TBA-sms”	<b>TBA 1017; PRACA; 46V; 50A; 120Ah; 1g24m</b>						
	Numer fabr.	Stan urządzenia	Nap. baterii	Prąd baterii	Ładunek	Czas operacji	
Gdy „koniec pracy”	<b>TBA 1017; 53; LAD.ZAKONCZONE-CZAS; 55V; 50A.; 480Ah; 15g42m</b>						
	Numer fabr.	Kod	Treść komunikatu		Nap. baterii	Prąd baterii	Ładunek

Rys. 5. Treść (szare tło) komunikatów SMS w wersji TBA160-IL z próbnej eksploatacji

Rozwiązanie z SMS-ami znalazło uznanie u użytkowników próbnie eksploatujących urządzenia TBA160-IL pomimo takich niedogodności jak brak dostępu do sieci GSM z niektórych pomieszczeń technicznych w obiektach (zaradzić temu może antena zewnętrzna) i ich skromna zawartość informacyjna.

Podczas próbnej eksploatacji urządzeń TBA-IŁ niektórzy ich użytkownicy nie mogli zainstalować w korporacyjnych notebookach (blokada programów spoza oficjalnej listy) dostarczanego z urządzeniem programu do graficznej prezentacji wyników badań baterii, i wówczas pojawił się pomysł wyświetlania takich danych na ekranach ich telefonów komórkowych.

Bezpłatną transmisję nawet obszernych zbiorów danych mógłby zapewnić np. system Wi-Fi, jednak ze względu na ograniczony zasięg oraz podatność na zakłócenia zrezygnowano z takiego rozwiązania. Nie zyskał też akceptacji pomysł wykorzystania MMS-ów, gdyż w przeciwieństwie do nich SMS-y są tanie, łatwo jest je przetwarzać, a przed wyświetleniem można łatwo ukryć lub rozszerzyć wybrane, zawarte w nich informacje.

Ostatecznie jako medium transmisji danych z urządzeń TBA-IŁ do telefonów komórkowych, wyposażonych w system operacyjny, pozostawiono SMS-y. Przeważały takie argumenty jak:

- SMS można nadać i odebrać praktycznie w każdym miejscu, ew. korzystając z anteny zewnętrznej,
- wysłany SMS można odebrać w dogodnym momencie, gdyż sieć go zapamiętuje,
- wysłany SMS można odczytać na dowolnym telefonie komórkowym, chociaż na telefonie ze specjalizowaną aplikacją będzie łatwiejszy do interpretacji,
- SMS-y pierwotnie odczytywane tekstowo mogą być w okresie późniejszym przesyłane do urządzeń mających funkcję ich graficznego obrazowania.

Ponieważ za pomocą pojedynczego SMS-a można przesłać do 160 znaków alfabetu łacińskiego, więc długość komunikatów wysyłanych z urządzeń TBA-IŁ ograniczono do 160 znaków. Strukturę takiej wiadomości, przeznaczoną dla nowej wersji programowej urządzeń TBA160-IŁ (oraz TBA30-IŁ i TBA50-IŁ), pokazano na rys. 6.

a)

<b>TBA= 00102_01*LRP/./:STOP(51)LAD.ZAKONCZONE-ZADANY-PRAD;51/54V;0A;7h19m'541/1000Ah</b>								
Nazwa obiektu i nr baterii	Etap pracy	Stan	Kod	Treść komunikatu	napięcie bat./sił.	Prąd bat.	Czas oper.	Pojemność disp./znam.

b)

<b>(0V8D9LPV-3bG100+spxwwsvvuvuttuvrvuutfns&lt;dhhiikkjjiighihfihghf)</b>			
Numer sesji	Kody baterii	Końcowe napięcia – rozładowania	Końcowe napięcia – ładowania

„nazwa obiektu” może zawierać do 16 cyfr i/lub liter

**Rys. 6.** Przykład zmodyfikowanego komunikatu SMS o większej pojemności informacyjnej

W zmodyfikowanym komunikacie SMS są dwa człony. Pierwszy (a) łatwy do odczytania, niesie informacje podobne jak na rys. 5, oraz drugi (b) wymagający zdekodowania przez dedykowany program. Unikalny, 8-znakowy numer sesji, wykorzystywany jako nazwa pliku danych w pamięci SD urządzenia pomiarowego, jest rozkodowywany przez program do obrazowania graficznego. Podany w przykładzie numer 0V8D9LPV zawiera następujące dane: urządzenie pomiarowe o numerze fabrycznym „1000”, początek badania 28 czerwca 2013 roku o godzinie 7:27. Z kolei grupa kody baterii zawiera kod napięcia baterii (3= 48 V), kod wieku baterii (b= 11 lat), kod czasu ładowania wyrównawczego (G= 16 godzin) i zaprogramowany prąd rozładowania (100= 100 A). Dwie ostatnie grupy (po znaku plus) to zakodowane końcowe napięcia ogniwi lub monobloków (w voltach/ogniwo, z rozdzielczością 10 mV), odpowiednio, dla operacji rozładowania oraz ostatniego ładowania baterii. Znaczenie kodów napięć dla rozładowania pokazuje wiersz (a) z rys. 7, a kodów napięć dla ładowania wyrównawczego lub powrotnego wiersz (b) z rys. 7. Wiersz (c) na rys. 7 przedstawia wartości dla rozkodowanego symbolu „wiek baterii” (podawanego w latach).

kod	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f	g	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
a)	1,65	1,66	1,67	1,68	1,69	1,70	1,71	1,72	1,73	1,74	1,75	1,76	1,77	1,78	1,79	1,80	1,81	1,91	1,92	1,93	1,94	1,95	1,96	1,97	1,98	1,99	2,00
b)	2,10	2,11	2,12	2,13	2,14	2,15	2,16	2,17	2,18	2,19	2,20	2,21	2,22	2,23	2,24	2,25	2,26	2,36	2,37	2,38	2,39	2,40	2,41	2,42	2,43	2,44	2,45
c)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35

wielkości spoza ww. zakresów są kodowane jako „0” lub „z”, a brak wartości jako „!”

Rys. 7. Sposób dekodowania wartości liczbowych przesyłanych w postaci cyfr i liter

## Wizualizacja stanu akumulatorów na ekranie smartfonu

Do połowy 2013 roku sprzedano na świecie miliard smartfonów, z tego blisko połowę z systemem Android, głównie produkcji Samsunga. Z tego względu do pierwszej realizacji graficznej prezentacji SMS-ów wysyłanych przez urządzenia TBA-IŁ wybrano telefon – smartfon Samsung Galaxy Xcover GT-S5690 z systemem Android 2.3.6 Gingerbread, natomiast drugiej instalacji programu dokonano na najtańszym z dostępnych – Samsung Galaxy Pocket GT-S5300 z tym samym systemem operacyjnym (rys. 10). Parametry wyświetlaczy tych telefonów były odpowiednio: 320 x 480 pikseli / 3,7” oraz 240 x 320 pikseli / 2,8”.

Program do graficznej prezentacji SMS-ów, o nazwie TBA z sms, napisano w języku Java w zintegrowanym środowisku Eclipse, udostępnionym w 2004 roku. Platforma jest rozwijana przez Fundację Eclipse i rozpowszechniona wśród programistów Java, PHP oraz C++. Wsparcie wielu różnych języków i frameworków możliwe jest dzięki mechanizmowi elastycznej rozbudowy środowiska poprzez tzw. wtyczki. Niektóre z nich są rozpowszechniane, wraz z podstawową platformą, na licencjach komercyjnych. Standardowa instancja pakietu zawiera m.in. menadżer projektu, edytor tekstu i debugger do identyfikowania błędów. Dostarcza szablony, które formatują i generują dokumentację oraz ułatwiają pracę z wieloma projektami jednocześnie.

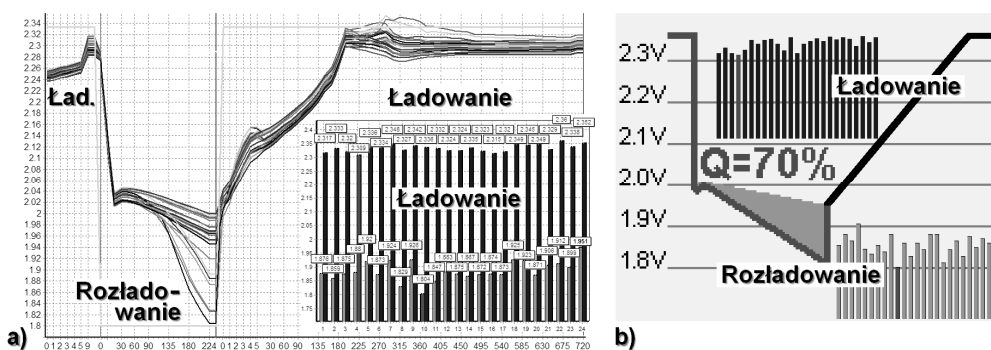
Przed utworzeniem aplikacji przygotowano system operacyjny oraz środowisko Eclipse do obsługi platformy Android. Najpierw zainstalowano Android Software Development Kit. Jest to zbiór narzędzi dostarczający bibliotek koniecznych do tworzenia aplikacji androidowych oraz wirtualnych urządzeń służących do emulacji rzeczywistych urządzeń mobilnych na komputerze PC. Ma on budowę modułową, każdy moduł zawiera zbiór bibliotek oraz wirtualnych urządzeń dla konkretnej wersji systemu Android – aplikacja do obrazowania przesłanych SMS-em z urządzeń TBA-IŁ wyników badań powstawała dla Androida 2.3.6, dlatego zainstalowano moduł odpowiadający tej wersji.

Następnie zainstalowano wtyczkę Android Development Tools dla środowiska Eclipse. Pakiet ADT zawiera m. in. szablony generowania kodu aplikacji na system Android, nowe elementy do utworzenia w menu kontekstowym „New”, integrację konsoli komunikatów diagnostycznych ADB oraz interfejs do zarządzania zainstalowanymi modułami Android SDK.

W celu przetestowania programu na ekranie telefonu komórkowego, a nie poprzez emulację na wirtualnym urządzeniu pod kontrolą Eclipse, odpowiednio skonfigurowano telefon i komputer. Na komputerze zainstalowano sterowniki do wybranego modelu telefonu bezpośrednio z pamięci telefonu (po dołączeniu go kablem USB do komputera). W smartfonie odblokowano opcje instalacji oprogramowania z nieznanymi źródłami i przesyłania komunikatów diagnostycznych przez USB. Uruchomienia na urządzeniu fizycznym dokonuje się tak samo, jak na urządzeniu wirtualnym (pojawia się ono na liście obok zdefiniowanych urządzeń wirtualnych). Telefon automatycznie uaktualnia wersję programu (jeżeli starsza wersja była zainstalowana wcześniej) i zmienia bieżącą aktywność na nowo uruchomioną domyślną aktywność testowanej aplikacji. W przypadku „TBA z sms” jest to widok listy wyboru SMS-a.



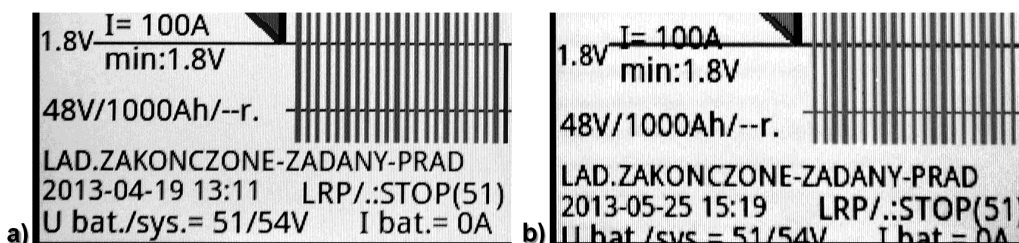
Instalacji TBA z sms na kolejnych telefonach komórkowych można dokonywać rozpakowując na nich program w formacie apk, służącym do dystrybucji oprogramowania na system Android. Kolejne telefony muszą mieć odblokowaną opcję instalacji z nieznanego źródła, gdyż program nie pochodzi z platformy dystrybucyjnej Google Play. Aby program wyświetlił ekran graficzny, w pamięci telefonu komórkowego musi znajdować się przynajmniej jeden SMS od urządzenia TBA-IL (SMS można przesłać także z dowolnego miejsca, jednak musi mieć taką samą formę i treść, jak ten z rzeczywistego urządzenia). Źródła programu można przenieść, jako zapisany obszar roboczy (*workspace*), również pomiędzy różnymi komputerami posiadającymi Eclipse, na jakimkolwiek masowym urządzeniu magazynującym.



Rys. 8. Wykresy napięć ogniw baterii: (a) dokładne w PC i (b) uproszczone z SMS-a

Przygotowując aplikację TBA z sms założono, że ze względu na ograniczoną rozdzielczość, grafika wyświetlana na ekranie telefonu (rys. 8b) zobrazuje przebieg oraz końcowy wynik badania baterii akumulatorów w sposób uproszczony. Na wspólnym ekranie zostaną zgrupowane wszystkie informacje potrzebne do oceny stanu takiej baterii. Informacje te w programie komputera PC dla dokładnego zaprezentowania ulokowano w kilku zakładkach (rys. 4b). Proces rozładowania-ładowania jest pokazany jako przebieg napięcia w funkcji czasu. Napięcia monobloków (maksymalnie 24) baterii są zobrazowane w postaci słupkowej, zarejestrowane na koniec operacji wyładowywania i na koniec operacji ładowania, co dobrze charakteryzuje stan baterii (rys. 8a – z programu dla PC). W postaci tekstowej (rys. 9 i rys. 10e) jest opisana lokalizacja baterii, data badania, data otrzymania SMS-a, stan pracy urządzenia, wiek baterii, pojemność baterii znamionowa (fabryczna) i procent pojemności znamionowej, jaki udało się pobrać (wymaga się od sprawnej baterii pojemności powyżej 80%) oraz napięcia końcowe najgorszych bloków odniesione do średniego napięcia ogniwa, np. jeżeli zmierzono napięcie 3,6 V bloku złożonego z dwu ogniw, to napięcie wyniesie 1,80 V/ogniwo.

Implementacja aplikacji „TBA z sms” była realizowana w prostym cyklu iteracyjnym. Wyświetlanie napisów zrealizowano przy pomocy natywnych widoków tekstowych systemu Android, natomiast pozostałe elementy obrazu generowane są z wykorzystaniem wysokowydajnej biblioteki graficznej na urządzeniu mobilne OpenGL ES.

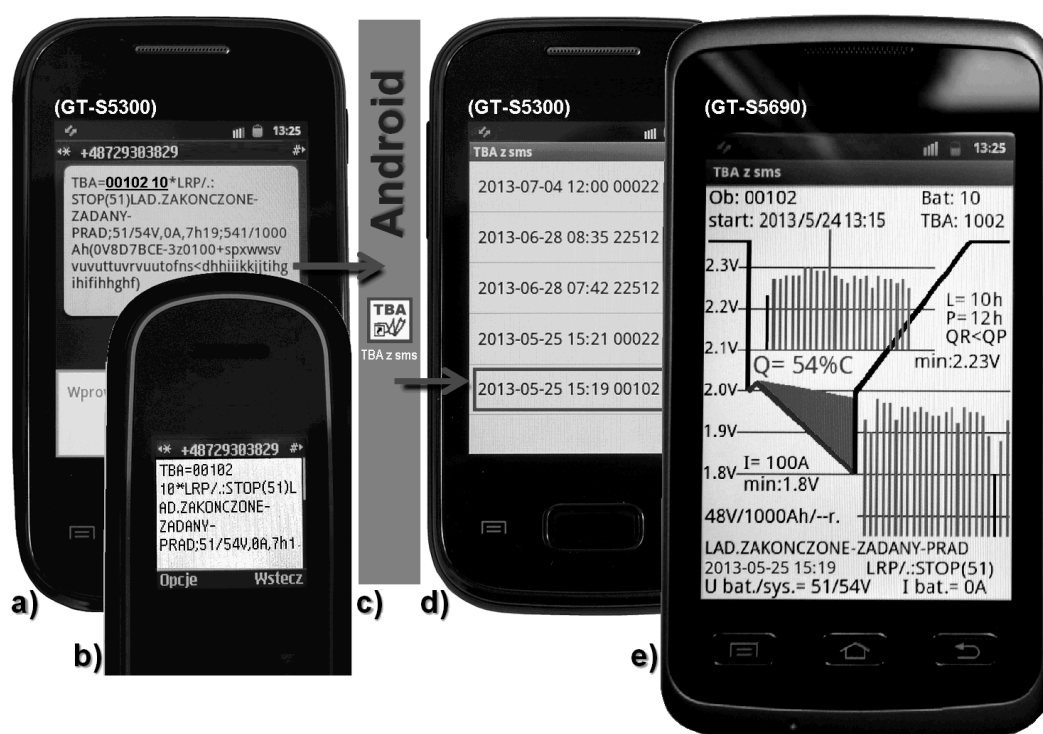


Rys. 9. Obraz z tego samego projektu: (a) na ekranie 320 x 480 oraz (b) na ekranie 240 x 320 pikseli

Jako logo programu zaprojektowano ikonę podobną do ikony programu na PC. Podczas testowania aplikacji stwierdzono nierównomierną (rys. 9), ale akceptowalną szerokość słupków wykresu (tym większą, im mniejsza rozdzielczość ekranu), wynikającą ze sposobu wyświetlania grafiki przez bibliotekę OpenGL ES. Zaobserwowano różne rozmieszczenie opisów tekstowych na ekranach różnej rozdzielczości (rys. 9) pomimo tej samej wersji systemu Android, tak więc program TBA z sms będzie wymagał korekty dla poprawnego wyświetlania danych na ekranach innych modeli telefonów (lub tabletów) albo usprawnienia kodu odpowiedzialnego za wyświetlanie napisów. Podczas testowania aplikacji zauważono też kilka błędów w wysyłanych SMS-ach, które poprawiono w programie działania urządzeń TBA160-IL.

## Działanie programu „TBA z sms” obrazującego stan akumulatorów

Odbierane przez smartfon SMS-y trafiają do skrzynki odbiorczej umieszczonej w jego pamięci i mogą być odczytane w sposób tradycyjny (rys. 10a), podobnie jak na zwykłym telefonie, bez systemu Android (rys. 10b). Wszystkie SMS-y odebrane od urządzeń TBA-IL rozpoczynają się od słowa kluczowego TBA= i jest bardzo mało prawdopodobne, żeby od innego nadawcy rozpoczynały się takim wyrażeniem oraz miały wymaganą strukturę danych. Wobec tego program TBA z sms, po uruchomieniu poprzez wskazanie na ekranie z aplikacjami ikony TBA (rys. 10c), wyszukuje w systemowej bazie SMS-ów wszystkie SMS-y zgodne z wzorcem (TBA=\*) oraz wyświetla je w kolejności otrzymania, najnowsze na górze listy (rys. 10d). Nagłówki zawierają datę i godzinę otrzymania SMS-a oraz identyfikator (nazwę lub numer) badanego obiektu.



Rys. 10. SMS odebrany od urządzenia TBA160-IL: (a) w smartfonie, (b) w telefonie komórkowym, (d) wybór SMS-a do prezentacji, (e) postać graficzna na ekranie 3,6" / 320 x 480 pikseli

Po wskazaniu interesującego SMS-a (rys. 10d) program TBA z sms pobiera jego treść, przetwarza ją i obrazuje stan badanej baterii (rys. 10e). Prezentowany rysunek powstał na podstawie rzeczywistych danych otrzymanych z urządzenia TBA160-IŁ<sup>①</sup> pracującego w obiekcie telekomunikacyjnym. Gdy wyświetlany jest diagram z rys. 10e, to wywołanie menu kontekstowego spowoduje wyświetlenie przycisku, po naciśnięciu którego program przeniesie nas ponownie do listy dostępnych SMS-ów. Tu można wybrać kolejne interesujące badanie lub zakończyć program.

## Uzyskany rezultat i perspektywy stosowania

Pomysł graficznego wyświetlania rezultatów badań na podstawie SMS-ów wysyłanych przez urządzenia TBA160-IŁ powstał pierwotnie jako temat pracy inżynierskiej. W celu jej realizacji konieczne stało się uściślenie wymagań i przygotowanie danych do projektu, z których mógłby powstać sensowny obraz stanu baterii. Zaprojektowano więc format zwartej tekstowej wiadomości, wystarczający do syntetycznego opisu baterii w obiekcie telekomunikacyjnym, przebiegu jej badania i zaprezentowania jej stanu technicznego. Format (być może nieznacznie zmodyfikowany) będzie stosowany w kolejnych urządzeniach do kontroli baterii, zarówno przenośnych (TBA30-IŁ, TBA50-IŁ) jak i stacjonarnych TBA-ST. W tych ostatnich ułatwi w Centrum Nadzoru, wspólnym dla tysięcy siłowni obiektów telekomunikacyjnych, gromadzenie i szybkie udostępnianie danych, także w postaci graficznej, z okresowych badań dysponowanej pojemności baterii akumulatorów. Sam sposób obrazowania będzie podlegał ocenie i zapewne modyfikacjom wraz z próbną eksploatacją urządzeń TBA160-IŁ oraz nowych (2013 rok) urządzeń TBA30-IŁ i TBA50-IŁ. Wykonano też testy programu TBA z sms na tabletach z systemem Android i modemem 3G, gdzie była wymagana korekta wyświetlania tekstu, zaplanowano też konwersję projektu na inne platformy, w tym Windows.

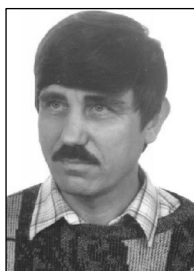
### Bibliografia

- [1] Godlewski P., Kowalczyk B., Parapura H: *Zasilanie urządzeń łączności*, Przegląd Pożarniczy, Warszawa, 2013, nr 4, s. 32-34.
- [2] Godlewski P., Regulska B: *Automatyzacja oraz zdalne badania baterii akumulatorów w obiekcie telekomunikacyjnym*, Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne, Sigma NOT, 2012, nr 8-9, s. 1260-1269 (na CD).
- [3] Godlewski P., Parol B., Masternak M.: *Wizualizacja danych z urządzeń TBA160-IŁ*, Telekomunikacja i Techniki Informacyjne, nr 3-4, s. 52, 2011.
- [4] Chojnacki B., Go dlewski P., Kobus R.: *Ocena sprawności baterii akumulatorów*, Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne, Sigma NOT, Warszawa, 2010, nr 8-9, s. 1098-1107.
- [5] Friesen J.: *Java. Przygotowanie do programowania na platformę Android*, Helion, 2012.
- [6] Haskimi S., Komatineni S., MacLean D.: *Android 2. Tworzenie aplikacji*, Helion, 2010.
- [7] Panasonic, Katalog danych technicznych: katalog akumulatorów kwasowo-ołowiowych serii LC-R i LC-X, tłumaczenie i dystrybucja Wamtechnik, 2004.
- [8] Wojciechowska K.: *System zdalnego odczytu wyników badania baterii akumulatorów za pomocą stacji ruchomej GSM*, Praca dyplomowa inżynierska, opiekun dr inż. B. Kowalczyk, WST-E, Warszawa 2013.

<sup>①</sup> W trakcie opracowywania programu trwały badania baterii akumulatorów w obiektach telekomunikacyjnych za pomocą urządzenia TBA160-IŁ i na wysyłane zapytania urządzenie wysyłało odpowiedzi z rzeczywistymi danymi.

- [9] *Android – wprowadzenie i instalacja*, <http://www.javastart.pl/programowanie-android/android-wprowadzenie/>.
- [10] *Eclipse IDE – wstęp i instalacja*, <http://www.javastart.pl/wprowadzenie/eclipse-ide-wstep-i-instalacja/>.
- [11] *Pełna informacja (DTR, opisy, konfiguracje, ceny) o urządzeniach TBA-IŁ*, <http://www.itl.waw.pl/tba>

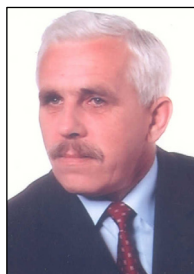
### **Paweł Godlewski**



Inż. Paweł Godlewski – absolwent Wydziału Elektroniki Politechniki Warszawskiej (1973) i długoletni pracownik Instytutu Łączności w Warszawie (od 1973). Jest autorem wielu prac konstrukcyjnych, współautorem systemu oceny sieci telekomunikacyjnych AWP-IŁ i urządzeń serii TBA-IŁ, autorem licznych publikacji naukowych a także współautorem wielu patentów. Jego zainteresowania naukowe to m.in.: systemy wizualizacji danych dla systemów telekomunikacyjnych, urządzenia kontrolno-pomiarowe sterowane programowo (procesorami) w telekomunikacji.

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

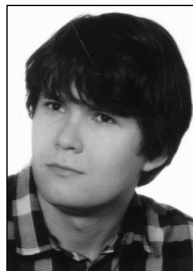
### **Bolesław Kowalczyk**



Dr inż. Bolesław Kowalczyk – absolwent Wojskowej Akademii Technicznej; pracownik Instytutu Łączności (od 1998), obecnie na stanowisku adiunkta; zainteresowania naukowe: sieci i usługi telekomunikacyjne dla służb publicznego bezpieczeństwa, ratownictwa i zarządzania kryzysowego, badanie jakości usług świadczonych przez publiczne sieci łączności elektronicznej.

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

### **Piotr Kobus**



Inż. Piotr Kobus – absolwent informatyki w Wojskowej Akademii Technicznej, ze specjalizacją Systemy Informatyczne. Od 3 lat pracownik Instytutu Łączności (Z-10). Zainteresowania zawodowe – programowanie m.in. w Java i Ruby, projektowanie i administrowanie relacyjnymi bazami danych. Członek zespołu Mobilnego Laboratorium Badawczego.

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

***Katarzyna Wojciechowska***



Inż. Katarzyna Wojciechowska absolwentka wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej i kierunku Informatyka na Wyższej Szkole Techniczno–Ekonomicznej w Warszawie, były pracownik Instytutu Łączności (Z-10).

e-mail: [kasiagod@wp.pl](mailto:kasiagod@wp.pl)