

# Test baterii

W poprzednich numerach EP (9/93, 10/93) opublikowaliśmy artykuły poświęcone zasilaczom bateryjnym, jednak wiele danych tam zamieszczonych odnosiło się do rynku francuskiego.

Na zlecenie redakcji został przeprowadzony wielki test baterii dostępnych w polskich sklepach. Czytelnicy otrzymują więc aktualny materiał dotyczący stosowania różnych typów baterii. Celem artykułu jest przedstawienie stanu polskiego rynku, porównanie poszczególnych rodzajów i typów baterii oraz dostarczenie informacji konstruktorom, czego mogą oczekiwać przy stosowaniu baterii w opracowanych urządzeniach. Użytkownicy baterii na podstawie zamieszczonych danych będą mogli wybrać ich najbardziej ekonomiczny typ, a przy okazji wszyscy przekonamy się o prawdziwości obiegowych opinii o jakości poszczególnych baterii.

Na początek uściślijmy, że bateriami będziemy nazywać ogniwa pierwotne (ang. primary) jednorazowego użytku. Akumulatorami zajmujemy się przy innej okazji.

## Klasyfikacja ogniw

Pośród bardzo szerokiej gamy ogniw wyróżniamy:

- Leclanche'go (braunsztynowe) 1,5V, gdzie materiałami czynnymi są dwutlenek manganu (braunsztyt) i cynk metaliczny, a elektrolitem jest  $ZnCl_2$  lub  $NH_4Cl$ . Są to najpopularniejsze baterie na rynku. Ten



Fot. 1



Fot. 2



Fot. 3



Fot. 4



Fot. 5



Fot. 6

rodzaj ogniwa występuje na rynku pod różnymi nazwami: LONG LIFE, HEAVY DUTY, SUPER. Przeznaczone są one do pracy w temperaturach dodatnich. Przykłady oznaczeń: R6, R20.

- alkaliczne 1,5V - materiały czynne jak poprzednio, zaś elektrolitem jest wodorotlenek potasu (KOH), stąd nazwa. Ogniwa te mogą pracować w temperaturach ujemnych już od  $-20^{\circ}C$ . Przykłady oznaczeń: LR6, LR14, LR44, LR9.

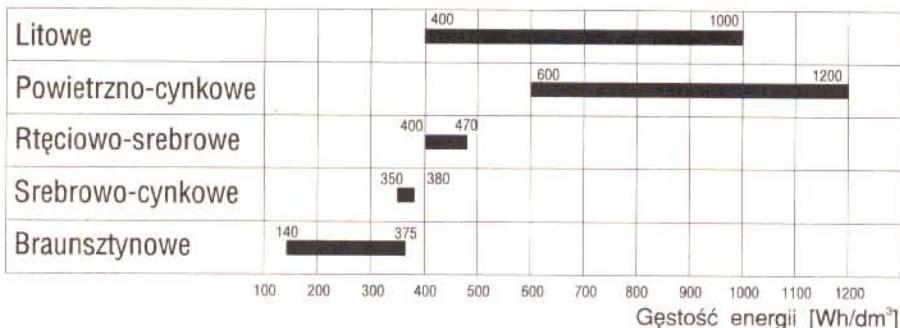
- rtęciowe 1,35V - jedynym materiałem czynnym jest tlenek rtęci.

W procesie rozładowania redukuje się do rtęci metalicznej, przez co rezystancja wewnętrzna i napięcie wyjściowe w czasie pracy są praktycznie stałe. Ze względów ekologicznych (rtęć jest trująca) nie zaleca się stosowania tych ogniw. Przykłady oznaczeń: MR6, MR44.

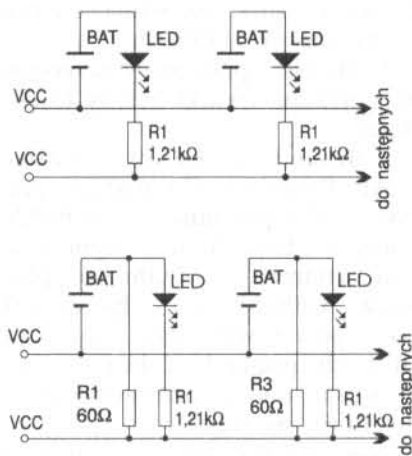
- srebrowe 1,55V. Podobnie jak w przypadku ogniw rtęciowych, redukujący się tlenek srebra zapewnia stałość napięcia w czasie. Ogniwa te mogą pracować w temperaturach ujemnych do  $-10^{\circ}C$ . Przykłady oznaczeń: SR41, SR721, SR1130.

- powietrzno-cynkowe 1,4V - mało jeszcze popularne ogniwo o odmienniejszej od poprzednich konstrukcji. O ile materiałem anody jest, tak jak i w innych rodzajach ogniw, cynk metaliczny, o tyle materiałem katodowym jest tlen z atmosfery. Ogniwa te mają otworek zaklepany naklejką. Naklejkę tę należy zerwać i ogniwo jest natychmiast gotowe do pracy. Zakres temperatur pracy -  $10^{\circ}C...+50^{\circ}C$ . Przykłady oznaczeń: PR536, PR44, PR41.

- litowe. Zależnie od technologii



Rys. 1. Porównanie gęstości energii ogniw różnych rodzajów



Rys. 2. Układy rozładowania testowego

napięcie nominalne sięga 3...3,6V. Zaletą, oprócz wysokiego napięcia pracy, jest bardzo małe samorozładowanie. Trwałość w typowych warunkach przekracza 10 lat. Temperatura pracy -20°C...+60°C. Przykłady oznaczeń: CR2016, BR2320, ER6V.

Bardzo istotnym parametrem jest ilość energii jaką można otrzymać z jednostki objętości (nie

masy). Umożliwia to porównanie poszczególnych rodzajów baterii - patrz rys. 1.

W pierwszej kolejności zajmemy się bateriami najbardziej popularnymi typu R6, R14, R20 i 6F22.

**Test baterii braunsztynowych (zwykłych i alkalicznych)**

Wielki test redakcyjny objął te właśnie typy, ze szczególnym uwzględnieniem ogni R6. Ogniwa R6 podzielono na trzy grupy według wykonania i ceny.

Fotografie ukazują wszystkie baterie, jakie udało się zgromadzić do testu. Na fotografiach 1 i 2 widzimy popularne baterie z osłoną (etykietką) w tworzywa sztucznego w najniższej grupie cenowej i jakościowej. Dla pełnego obrazu niezbędne jest porównanie jakości do ceny. Wszystkie ceny podane w artykule są cenami z jesieni 1993. Ceny detaliczne najtańszych baterii zawierały się w granicach 1700...3000 zł za jedną baterię.

Druga grupa to braunsztynowe

baterie średniej klasy, w lepszym wykonaniu, z metalową obwolutą (etykietą). Pokazują je fotografie 3 i 4. Ceny detaliczne baterii z tej grupy wynosiły 2500...5000 zł.

Wreszcie na fotografiach 5 i 6 widzimy ogniwa alkaliczne kosztujące wówczas 5000...14000 zł.

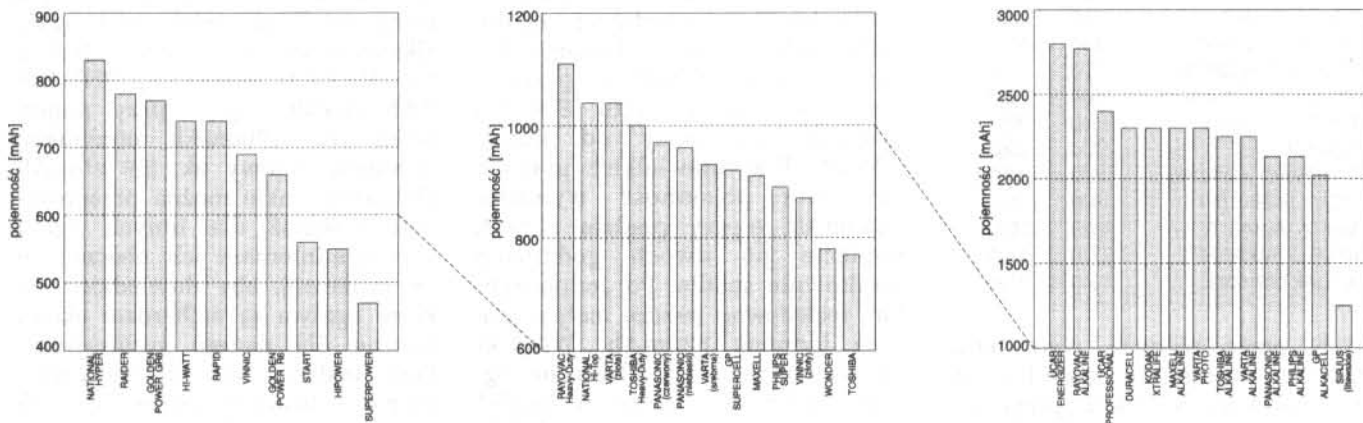
Test podzieliliśmy na dwie części: - rozładowanie małym prądem 10mA, - rozładowanie dużym prądem 200mA.

W każdej części rozładowano po dwa ogniwa każdego producenta i jako wynik przyjęto wartość średnią.

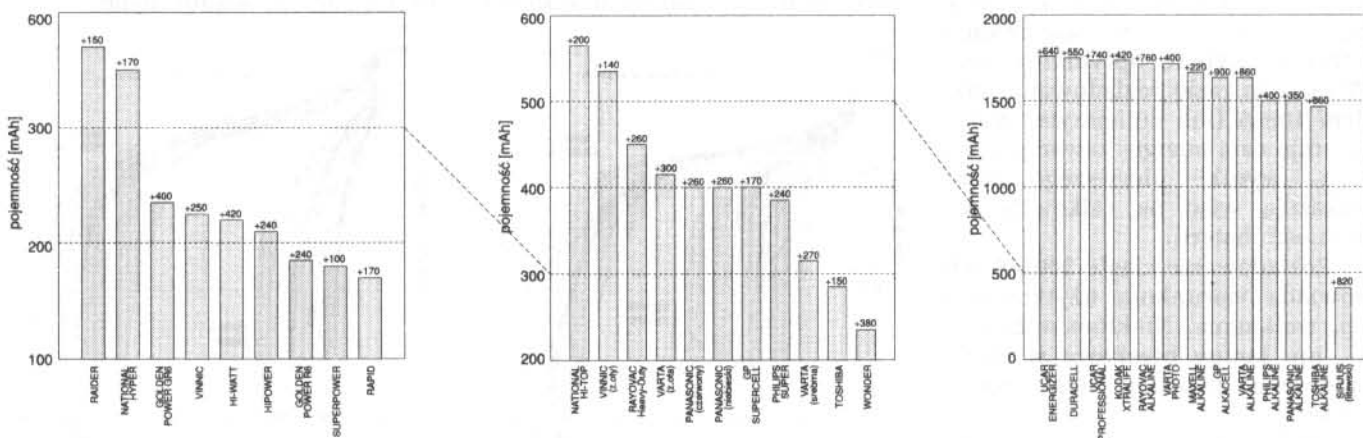
Pierwszy test obejmował rozładowanie ciągle prądem 10mA.

Drugi test to rozładowanie prądem 200mA do napięcia 0V i po upływie doby, gdy ogniwa się zregenerowały, rozładowanie reszty ładunku prądem 10mA.

Różne firmy podają odmienne sposoby rozładowania testowego. W zależności od tego sposobu uzyskane wyniki mogą być inne. Dlatego nie można porównywać bezpośrednio pojemności podawa-



Rys. 3. Pojemność ogniwa rozładowywanych prądem 10mA



Rys. 4. Pojemność ogniwa rozładowywanych prądem 200mA

Tab. 1. Pojemność wszystkich ogniw rozładowywanych prądem 10mA do napięć 1,2V i 1,0V

	pojemność (mAh) ogniwa rozładowanego do napięcia	
	1,2V	1,0V
RAPID	600	680
VINNIC	460	620
START	300	470
HI-WATT	500	650
RAIDER	670	740
HIPOWER	360	500
NATIONAL HYPER	610	770
SUPERPOWER	320	440
GOLDEN POWER R6	430	590
GOLDEN POWER GR6	570	700
MAXELL	680	850
VARTA (srebrna)	600	850
PANASONIC (czerw.)	740	920
PANASONIC (nieb.)	730	910
WONDER	450	675
VINNIC (złoty)	700	830
RAYOVAC Heavy Duty	830	1080
TOSHIBA Heavy Duty	780	970
TOSHIBA	460	680
PHILIPS SUPER	690	820
NATIONAL HI-TOP	910	1000
GP SUPERCCELL	760	850
VARTA (złota)	800	970
TOSHIBA ALKALINE	1560	2050
GP ALKACELL	1500	1930
VARTA PHOTO	1620	2050
SIRIJUS (litewskie)	840	1100
UCAR PROFESSIONAL	1700	2150
PANASONIC ALKALINE	1530	2010
PHILIPS ALKALINE	1560	2010
DURACELL	1520	2060
RAYOVAC ALKALINE	2020	2620
UCAR ENERGIZER	1800	2400
VARTA ALKALINE	1620	2070
MAXELL ALKALINE	1720	2130
KODAK XTRALIFE	1660	2120

nych przez różnych wytwórców. Zwykle stosuje się rozładowanie np. żarówką w cyklu przerywanym. Podczas „odpoczynku” bateria ma możliwość częściowej regeneracji. Elektronicy będą stosować baterie w różnych warunkach i trudno wybrać optymalny test. W każdym razie rozładowanie prądem 10mA (lub mniejszym) wykorzystuje całą energię zawartą w baterii, wyniki pierwszego testu wskazują więc na całkowitą pojemność baterii.

Rozładowanie ciągłe 200mA odpowiada warunkom użytkowania np. walkmana. Niektóre odbiorniki, np. lampy błyskowe w czasie ładowania, pobierają prąd jeszcze większy.

Rozładowanie przeprowadzono w układach z rys. 2. Dodanie

zasilacza o napięciu U umożliwiło utrzymanie stałej wartości prądu rozładowania oraz zastosowanie kontrolerek LED.

Wyniki testów przedstawiają rysunki 3 i 4. Na rys. 4 podano ładunek pobrany przy rozładowaniu prądem 200mA plus ładunek dodatkowo uzyskany po wyładowaniu i „odpoczynku”, czyli częściowej regeneracji.

Wszystkie podane pojemności dotyczą rozładowania do napięcia końcowego 0,9V. W wielu przypadkach jako napięcie końcowe trzeba będzie przyjąć 1,0V lub nawet 1,2V - wynikać to będzie z możliwości pracy zasilanego układu elektronicznego. Dlatego w tabeli 1 podajemy odpowiednie pojemności, jakie można uzyskać przy rozładowaniu do napięć 1,0V oraz 1,2V. Uzyskane wtedy praktyczne pojemności będą znacznie mniejsze i zauważmy, że te pojemności nie dla wszystkich ogniw są proporcjonalne do wyników z rys.3!

O ile wykres z rys. 3 informuje o całkowitej pojemności baterii, o tyle z porównania go z rys. 4 można się wiele dowiedzieć o rezystancji wewnętrznej ogniw i ich zdolności do oddawania dużych prądów. Skrajnym przykładem jest ogniwo LR6 SIRIJUS (kupione na ulicy od kupca z WNP). Przy niewielkich prądach całkowita pojemność wynosiła 1250mAh, a przy prądzie 200mA napięcie po dwóch godzinach gwałtownie spadło. Po „odpoczynku” rozładowno jeszcze małym prądem ładunek 820mAh. Wnioski są następujące. To alkaliczne ogniwo w związku ze swoją niezbyt doskonałą technologią produkcji nie pozwala uzyskać większych prądów. W naszej symulacji walkma-

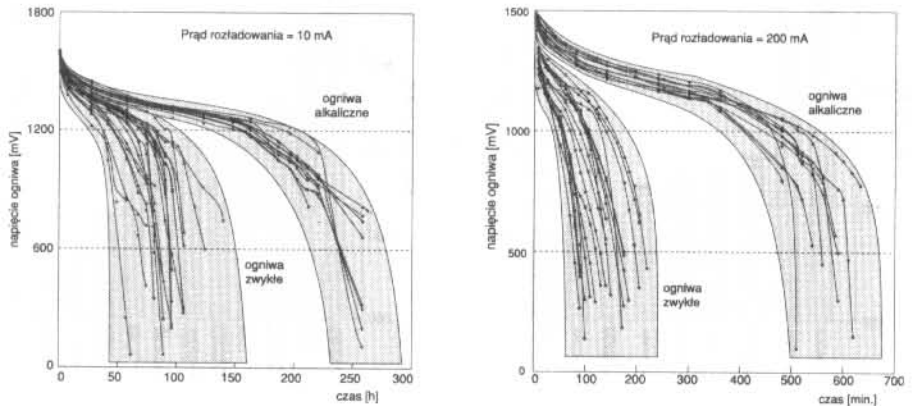
na uzyskaliśmy, jak widać na rys. 4, pojemność 415mAh.

Oczywiście przy pracy przerywanej uzyskane wyniki byłyby trochę lepsze.

Z drugiej strony np. ogniwo UCAR Energizer dla małych prądów miało pojemność 2800mAh, a przy rozładowaniu dużym prądem 200mA - 1760mAh plus jeszcze 630mAh (po odpoczynku). Tak więc zarówno przy małych jak i dużych prądach dobre ogniwa alkaliczne oddają prawie takie same ilości energii.

Nie można tego powiedzieć o bateriach najtańszej grupy. Na przykład popularny RAPID przy małych prądach miał pojemność 740mAh, co przy cenie detalicznej 2000 zł daje bardzo dobrą wartość 2,70 zł/mAh. Po włożeniu do walkmana możemy jednak przesłuchać niecałą jedną taśmę (51 minut) - uzyskamy wtedy pojemność tylko 170mAh, co przy cenie 2000 zł daje aż 11,76 zł/mAh! Dla innych tanich baterii wychodzi to również niekorzystnie.

Dla takich celów dużo ekonomiczniej byłoby kupić za 10000 zł (cena detaliczna większości ogniw alkalicznych) niezłą baterię alkaliczną (VARTA, MAXELL, PHILIPS, PANASONIC itp.) i przy pojemności ok. 1700mAh otrzymamy stosunek cenowy ok. 5,9 zł/mAh. Obliczenia takie można przeprowadzić również dla innych ogniw z uwzględnieniem ich obecnej ceny rynkowej, aby dowiedzieć się, które ogniwa są najbardziej ekonomiczne dla danego zastosowania. Przy małych prądach najkorzystniejszy stosunek pojemności do ceny mają baterie najtańsze, przy dużych prądach tańsze jest jednak użycie ogniw alkalicznych.



Rys. 5. Charakterystyki rozładowania prądami 10mA i 200mA

Nie braliśmy tu jednak pod uwagę innej bardzo ważnej cechy, która może zdecydować o naszym wyborze: większość ogniw alkalicznych przodujących firm ma na opakowaniu gwarancję, że elektrolit się nie wyleje. Z kolei prawie wszystkie najtańsze ogniwa po rozładowaniu (jedne od razu, inne później) okazały się nieszczelne (stąd też bierze się powszechne zalecenie, aby nie pozostawiać baterii w nieużywanym sprzęcie). Z niektórych wręcz lał się elektrolit (i to już podczas rozładowania), w innych wystąpiła „narośl” soli przy dodatnim biegunie. Używanie takich ogniw wiąże się więc z ryzykiem uszkodzenia sprzętu lub choćby skorodowania styków. Używając więc rzeczywiście najtańszych ogniw najniższej klasy narażamy się na wysoki często koszt naprawy sprzętu. Co ciekawe, zjawiska wycieku nie wystąpiły w żadnej baterii średniej klasy. Wśród ogniw alkalicznych, na dwóch egzemplarzach od jednego producenta po pewnym czasie w pobliżu bieguna ujemnego (sic!) pojawił się niewielki nalot soli.

Gdyby szukać faworytów, należałoby wskazać na czerwoną baterię NATIONAL HI TOP firmy MATSUSHITA sprawującą się dobrze przy małych i dużych prądach. Bateria ta, należąc niewątpliwie do średniej klasy, ma najlepsze wyniki w swojej grupie, a dostępna była w cenie 2500...3000 zł, a więc taniej niż niektóre ogniwa najniższej klasy. Uwzględniając stosunek cenowy oraz solidne wykonanie stwierdzić można, że w większości zastosowań ta bateria okaże się najbardziej ekonomiczna.

Z innych rodzajów ogniw braunsztynowych wybiórczo przetestowano typy R14, R20 i 6F22. Testowi poddano tylko trzy rodzaje (trzech producentów) po dwie

sztuki z każdego rodzaju. Ogniwa R20 rozładowywane były prądem 200mA, R14 -100mA, zaś 6F22 - 25mA. Wyniki przedstawia tabela 2.

Podane pojemności uzyskano przy rozładowaniu do 0,8V/ogniwo. Interesujący dla użytkownika okazuje się też stosunek ceny detalicznej do pojemności. Dla ogniw R20 wyniósł on 3,8...4,36zł/mAh, dla R14 - 3,7...6,7zł/mAh, zaś dla 9V ogniwa 6F22 - 79...132zł/mAh (co w przeliczeniu na 1,5V daje 13...22zł/mAh).

Podobnie jak dla baterii R6, przy innych prądach rozładowania wyniki byłyby nieco odmienne. Wynika stąd jednak wniosek, że eksploatacja urządzeń zasilanych z „paluszków” wcale nie musi być droższa od zasilanych z R20, chociaż wydawałoby się, iż duża bateria powinna być też dużo tańsza w eksploatacji.

Przejdźmy teraz do innych ważnych parametrów.

Istotnym parametrem technicznym baterii jest jej trwałość w czasie przechowywania. Dobre firmy podają, dla baterii alkalicznych, utratę pojemności z powodu samowyladowania na poziomie 2,5 - 5% rocznie. Dla lepszej klasy baterii zwykłych (Heavy Duty) niektórzy producenci podają często pojemność minimalną 90% po roku składowania w pokojowej temperaturze. Ogólnie - im wyższa temperatura przechowywania, tym większa utrata pojemności. Baterie powinny być przechowywane w niskich temperaturach (mniejsze straty samowyladowania), a eksploatowane w wysokich (szybsze reakcje chemiczne i lepsze parametry eksploatacyjne). Można zatem wyciągnąć wniosek, że do urządzeń pracujących w temperaturach ujemnych należy stosować baterie alkaliczne.

Przypomnijmy, że nie powinno się lutować wyprowadzeń baterii, bo rozgrzanie wewnętrznych czynnych substancji grozi wybuchem. Podobnymi konsekwencjami grozi zwarcie, powodując przepływ dużego prądu i wzrost temperatury wnętrza baterii. Zaleca się zawsze wyjmowanie baterii, gdy urządzenie nie jest używane dłuższy czas (wyciek elektrolitu). Z **rysunku 5**, przedstawiającego zbiorcze wyniki rozładowania wszystkich baterii w funkcji czasu, wynika jasno, dlaczego nie wolno

używać jednocześnie w jednym urządzeniu ogniw pochodzących od różnych wytwórców - podczas wyładowania ogniwa słabsze zostaną przebiegunowane i najprawdopodobniej „wyleją” się, także dlatego nie wolno eksploatować równocześnie świeżych ogniw z używanymi. W teście redakcyjnym rozładowano po cztery jednakowe ogniwa (po dwa w dwóch częściach testu) i okazało się, że obydwie baterie od jednego wytwórcy (z jednego opakowania) miały zawsze bardzo zbliżone parametry, wykazywały praktycznie jednakową pojemność, a rozrzut ich napięć przez cały czas rozładowania nie przekraczał kilkudziesięciu miliwoltów. W przypadku baterii alkalicznych różnica parametrów użytkowych była jeszcze mniejsza.

Rysunek 5 nie pokazuje dokładnie początkowego momentu rozładowania. Napięcie bez obciążenia (SEM) świeżych ogniw rozkładało się od 1,511V (SIRIJUS LITEWSKIE) czy 1,562V (DURACELL) aż do 1,661 (VINNIC złoty). Napięcie to po dołączeniu obciążenia w ciągu kilku minut spadało do poziomu pokazanego na rysunku 5.

Należy jeszcze zwrócić uwagę na poważny problem zapewnienia dobrego kontaktu elektrycznego przez długi czas w różnych warunkach, gdy bateria ma być ciągle w stanie gotowości. Klasycznym przykładem mogą tu być urządzenia alarmowe, gdzie pierwszorzędną sprawą jest pewność działania. Ponieważ z zasady nie powinno się lutować wyprowadzeń, należy zapewnić odpowiednią siłę docisku i stosować ogniwa najlepszych wytwórców. Gdzie tylko to jest możliwe, warto stosować baterie 9V renomowanych firm. Ogniwa takie, mając tylko dwa bieguny stykowe, zapewniają większą niezawodność (dociekliwi czytelnicy niech otworzą np. użytą alkaliczną baterię 9V VARTA ALKALINE i obejrzą ciekawą budowę wewnętrzną).

W następnym numerze EP przedstawimy wyniki testu innych ogniw (powietrzno-cynkowych i litowych), produkowanych w obudowach guzikowych.

Piotr Górecki, AVT

Tab. 2. Porównanie pojemności baterii R14, R20 i 6F22

	Pojemność baterii (Ah)		
	R20	R14	6F22
VARTA			
ALKALICZNA	10,2	4,8	0,475
TOSHIBA	2,6	1,3	0,125
VINNIC	1,6	0,95	0,150