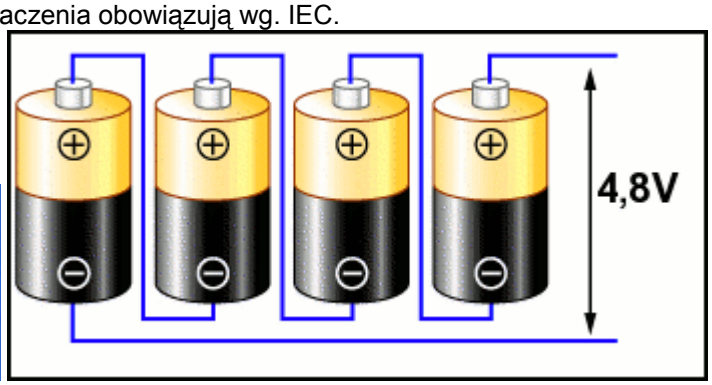
Zasilanie, czyli co musisz wiedzieć w praktyce o akumulatorach NiCd, NiMH, Li-Jon

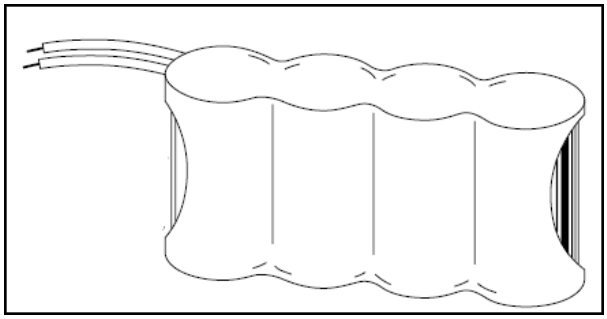
Często szukamy cudownych sposobów na reanimowanie uszkodzonych egzemplarzy akumulatorków i przywrócenie im pierwotnej pojemności. Zazwyczaj jest to niemożliwe. Nie można także usunąć skutków utraty pojemności niektórych ogniw pakietu.
Pamiętajmy także, że łańcuch ogniw jest tak silny, jak jego najsłabsze ogniwo. Dokładnie tak samo jest z akumulatorami. A ogniwa starzeją się i podlegają uszkodzeniom w sposób przypadkowy. Nie sposób zapobiec wszystkim uszkodzeniom, z których część nie zależy od sposobu ładowania, tylko wynika z innych czynników, niezależnych od warunków eksploatacji.
Aby prawidłowo wykorzystywać akumulatory i uzyskać maksymalną żywotność, trzeba znać ich podstawowe właściwości i przestrzegać kilku prostych reguł, by nie popełnić istotnych błędów. Najbardziej trzeba unikać zarówno przeładowania, jak i zbyt głębokiego rozładowania.
Nie jest natomiast potrzebna obszerna wiedza akademicka o wszystkich szczegółach elektrochemicznych.

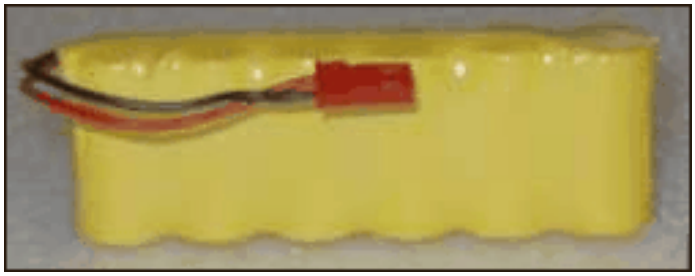
Określenia:

Ogniwo (cela), *bateria*

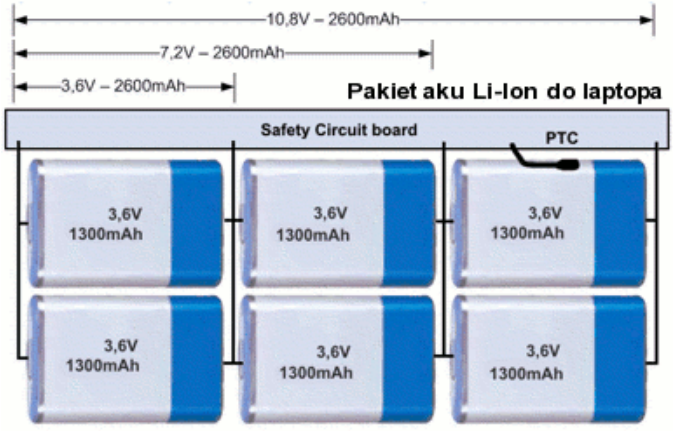
Akumulator elektryczny – rodzaj ogniwa galwanicznego, które może być wielokrotnie użytkowane i ładowane prądem elektrycznym. Wszystkie rodzaje akumulatorów elektrycznych gromadzą i później uwalniają energię elektryczną dzięki odwracalnym reakcjom chemicznym zachodzącym w elektrolicie oraz na styku elektrolitu i elektrod.
Akumulator może składać się z:
- pojdyńczych ogniw galwanicznych (bateria pierwotna) w budowie np. pastylkowej, cylindrycznej (popularnych paluszków AA lub w postaci
- baterii ogniw (bateria wtórna) - zestaw dwóch lub więcej pojedyńczych odpowiednio połączonych ogniw http://pl.wikipedia.org/wiki/Bateria_ogniw (typ budowy np. **pakiet** - składa się z ogniw galwanicznych pierwotnych) do konkretnych modeli aparatów. Oznaczenia obowiązują wg. IEC.

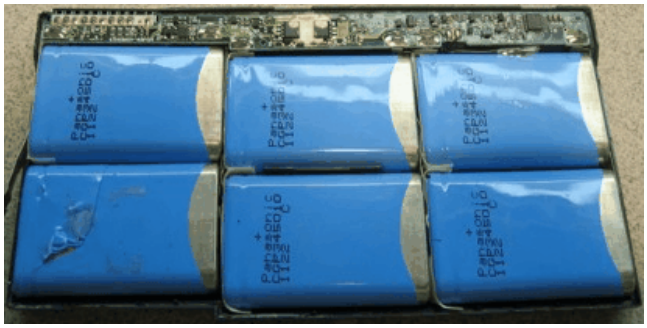




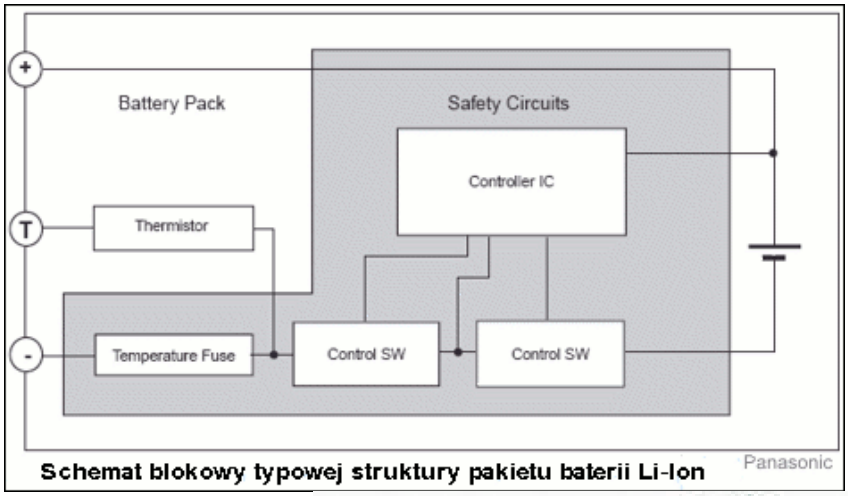


http://www.powerstream.com/NiMH.htm dane obowiązujących konektorów do baterii

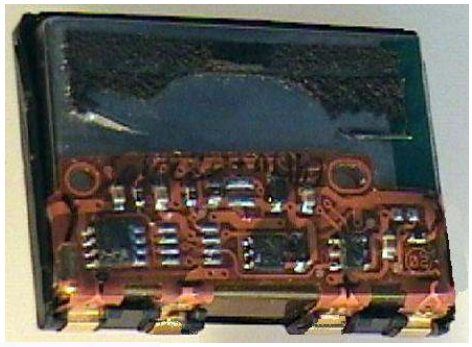




Akumulator pakietowy Li-Ion z układem kontroli i nadzoru ładowania/rozładowania) do laptopa (Panasonic)



Schemat blokowy typowej struktury pakietu baterii Li-Ion



Akumulator pakietowy Li-Ion OLYMPUS PS-BLM1 dla C-5060_8080 i E1.

Pojemność

Głównymi parametrami akumulatora są napięcie nominalne oraz pojemność znamionowa
Pojemnośc akumulatora (a także baterii jednorazowego użytku) w podawana jest w **mili-ampero-godzinach [mAh]** lub w amperogodzinach **[Ah]**.
1 mA (miliamper) = 0,001 A (ampera).
Pojemność 2500 mAh oznacza, że z tego akumulatora, po jego pełnym naładowaniu, można pobierać prąd o natężeniu np. 100 mA przez 25 godzin
albo prąd o natężeniu 250 mA przez 10 godzin.
(100 mA x 25 h) = (250 mA x 10 h) = 2500 mAh
Czasami pojemność podawana jest w watogodzinach [**Wh**] lub w miliwatogodzinach [**mW**]. Dzieląc wartość wyrażoną w [**Wh**] przez napięcie akumulatora otrzymamy pojemność akumulatora w [**Ah**]

Prąd ładowania i rozładowania

Przy opisie prądów ładowania i rozładowania, zamiast podawać je w wartościach bezwzględnych, czyli w amperach i miliamperach, wyraża się je jako ułamek pojemności nominalnej **C**. Jest to wygodne i praktyczne. Prąd **C (1C)** to tak zwany prąd jednogodzinny – akumulator rozładowywany takim prądem powinien pracować jedną godzinę. Przykładowo dla akumulatora o pojemności C=2500 mAh prąd ładowania 0,1C (czyli C/10) to prąd 250mA, a C/3 to 833mA itp.

Impedancja albo rezystancja wewnętrzna - poniżej

Rodzaje akumulatorów

Obecnie w aparatach fotograficznych stosowane są podstawowe grupy akumulatorów:
− zasadowe:
NiCd najstarszy typ akumulatorów, stosowany od lat 60-tych XX wieku. Anoda składa się z kadmu, a katoda ze związków niklu. Elektrolitem jest roztwór wodorotlenku potasu;
NiMH nowszy typ, anoda wykonana z jest ze stopów niklu, katoda natomiast składa się z wodorotlenku niklu.
− litowo−jonowe
Li- Ion wprowadzono do użytku kilka lat temu – anoda metalotlenek litu oraz katoda związki węgla , elektrolitem jest substancja przenosząca jony litu, w rozpuszczalniku organicznym;

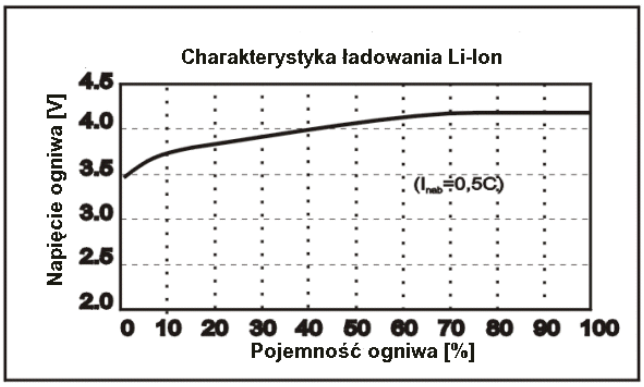
A**kumulatory litowo−jonowe**, współpracują z nowoczesnymi telefonami komórkowymi, aparatami foto, itp. Akumulatory na razie są, dość drogie. Mają wyjątkowo korzystne właściwości. Ich napięcie jest proporcjonalne do zgromadzonego ładunku, co pozwala łatwo i precyzyjnie określić aktualny stan akumulatora, a także określić początek i koniec cyklu ładowania. Wysokie, w porównaniu z innymi akumulatorami, napięcie: około **3.6V**; największa z dostępnych w handlu gęstość energii; małe samowyładowanie; nadmierne naładowanie, ogrzewanie, lub zwarcie może być niebezpieczne; zbyt głębokie rozładowanie powoduje zniszczenie akumulatora - nie daje się on więcej naładować;

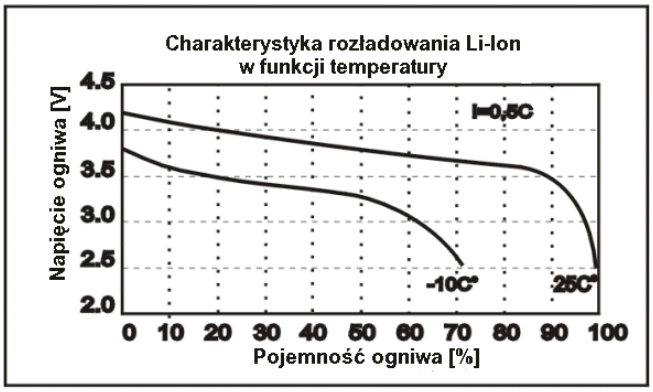
- najbardziej wrażliwe są akumulatory Li-Ion - przy rozładowaniu poniżej 2,4V utlenia się jedna z elektrod, i jest to proces nieodwracalny; producent (Toshiba) zaleca odciąć dalszy pobór prądu z akumulatora, gdy napięcie (pod obciążeniem) spadnie poniżej 3V;
- akumulatory Li-ion mają dużą skłonność do tworzenia "dendrytów", wyrastających z elektrody ujemnej i zwierających elektrody, co powodowało trudności z ich skonstruowaniem;
- ładowarka do akumulatorów Li-ion - musi kończyć ładowanie przy określonym napięciu na akumulatorze, i dużej precyzji pomiaru tego napięcia; są to specjalne ładowarki, inne niż do Ni-Cd i Ni-MH - dla Li-ion stosuje się metodę **CC/CV** (**CV** – stałe napięcie, **CC** – stały prąd).

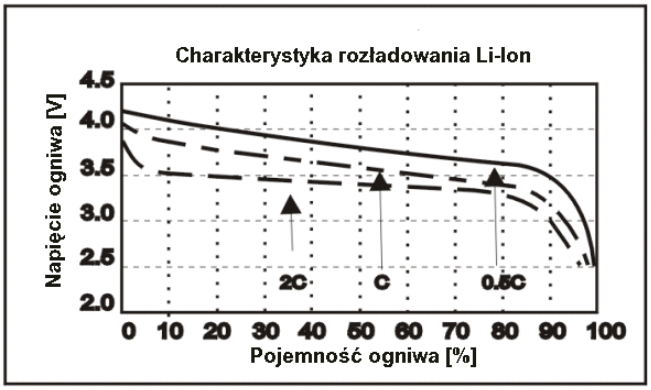
Czyli w aku Li-Ion należy unikać głębokiego rozładowania, często ładować - zwiększa to trwałość; jeśli bateria nagrzeje się przy ładowaniu nie używać jej;

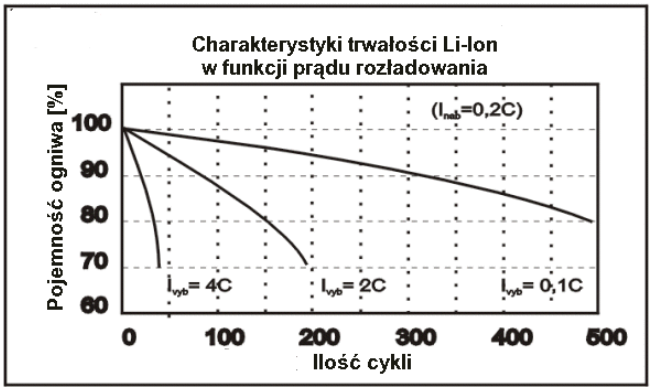
Uwaga: gdy aparat zbyt wcześnie lub w przypadkowych momentach się wyłącza, chociaż akumulator został naładowany, powodem mogą być zanieczyszczone lub utlenione jego styki. Należy spryskać styki np. „Kontakt 60”, pozostawić kilka minut na stykach, po czym wyczyścić suchą szmatką.

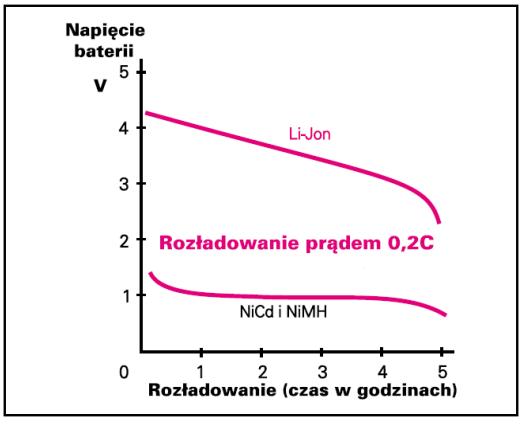
	Nickel-Cadmium (NiCd) standard	**Nickel-Metal Hydride** (NiMH)	**Lithium-Ion** (Li-ion)
Energy density (Wh/Kg)	45-80 Wh	60-120 Wh	110-160 Wh
Internal resistance [3.6V/cell] [1]	100-200mΩ	200-300mΩ	150-250mΩ
Load current - peak	20C	5C	2C
- best results	1C	0.5C or lower	1C or lower
Peak current	10C	3C	2C
Safety needed	Not needed	Temp. sensing	Protection circuit
Self-discharge per month [2]	20%	30%	10%
Maintenance requirement	high	medium	low
Best cycle life	1500 [4]	300-500 [4]	300-500 [3] or 2-3 years

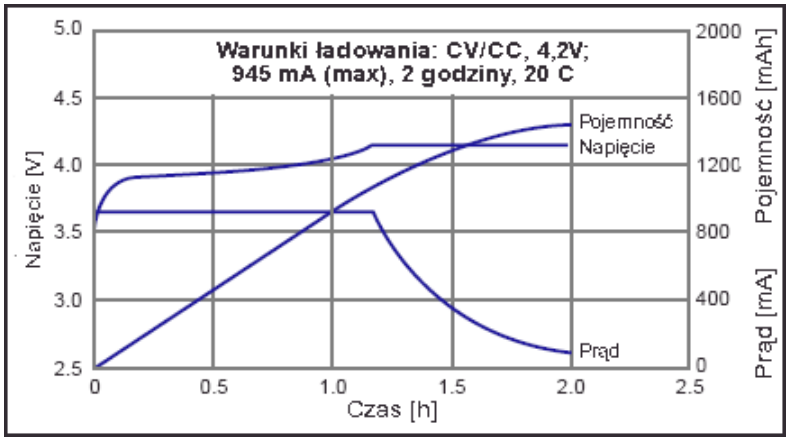












Powyższe rys pokazują wszystkie niezbędne charakterystyki akumulatorów Li-Ion oraz porównanie z Ni-*.

Akumulator Li−Jon (pakiet), zawierający dwa lub więcej ogniw połączonych w szereg, ma wbudowane obwody monitorujące napięcie każdego ogniwa, pozwalające na ich indywidualną kontrolę. Całkowitemu rozładowaniu akumulatorów jonowych również zapobiegają obwody umieszczone w pakiecie (schemat blokowy powyżej). Przy ładowaniu akumulatorów litowo−jonowych trzeba zachować precyzyjnie warunki podane przez producenta, końcowe napięcie na w pełni naładowanym akumulatorze musi wynosić 4,2V±50mV. Zakończenie ładowania przy napięciu tylko o 2,5% niższym, czyli 4,1V, oznacza niedoładowanie, wykorzystanie tylko 90% dostępnej pojemności. Zalecany prąd ładowania 0,7 CmA (C jest pojemnością baterii). Jeśli napięcie ogniwa spadnie do 2,9 V to jest zalecane, by ładować 0,1 CmA. Temperatura otoczenia między 0 do 40^{0}C.
Przeładowanie, nawet niewielkie, o 10 czy 15% może mieć fatalne następstwa: utratę pojemności, rozszczelnienie, **a nawet wybuch**.

Rys efekt gazowania i wybuchu Li-Ion pozostałe: http://klaudius.free.fr/lipo.htm
Do ładowania akumulatorów litowo−jonowych należy korzystać z zalecanych fabrycznych ładowarek, które mają parametry dostosowane ściśle do danego typu akumulatora.
Nie przechowujemy ogniw Li-Ion w stanie całkowitego rozładowania. Mimo że mają one wbudowany układ zabezpieczający przed pełnym wyładowaniem, nie chroni on ogniwa (baterii) przed samoistnym dalszym rozładowaniem, które prowadzi do uszkodzenia ogniwa. Ponieważ całkowite rozładowanie skraca ich trwałość (spadek pojemności ze 100% do 80%), należy je w miarę możliwości często ładować. Doładowywanie częściowo rozładowanych ogniw nie ma negatywnych skutków. Trwałość (cykle 400 – 500) akumulatorów Li-Ion jest mniejsza od Ni-MH o połowę, czas życia wynosi ok. 2 do 3 lat.

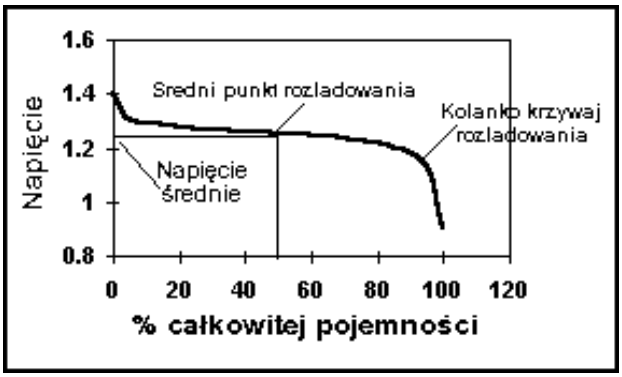
Permanentny ubytek pojemności w zależności od warunków składowania

Temp. składowania	40% naładow.	100% naładow.
0 °C	2% strata po 1 roku	6% strat po 1 roku
25 °C	4% strata po 1 roku	20% strat po 1 roku
40 °C	15% strat po 1 roku	35% strat po 1 roku
60 °C	25% strat po 1 roku	40% strat po 1 roku
Wg.: BatteryUniversity.com		

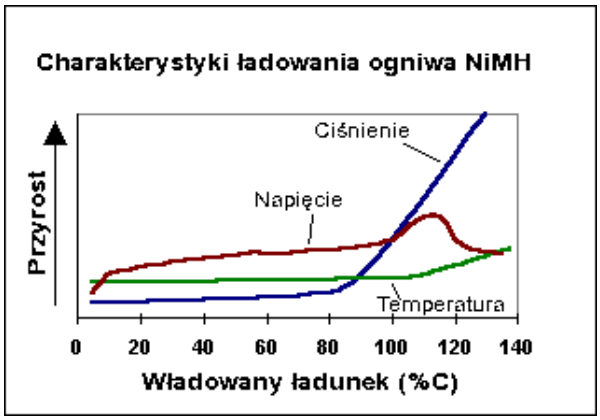
Nie kupujemy akumulatorów Li-Ion, jeśli nie zamierzamy ich używać, z biegiem czasu tracą one pojemność.
Kupując sprawdzamy czy na obudowie jest data produkcji, jeśli jej nie ma nie kupujemy!!!.

Akumulatorki niklowo−wodorkowe (NiMH), zwane są potocznie wodorkami. Ich ważnymi zaletami są: brak substancji szkodliwych dla zdrowia oraz przy poprawnej eksploatacji brak efektu pamięciowego. Pojemność jest większa, niż akumulatorów NiCd o tych samych wymiarach. Możliwości oddawania przez Ni-MH dużych prądów jest nieco mniejsze od Ni-Cd (ponieważ ich rezystancja wewnętrzna jest 1,2...2 razy większa niż analogicznych akumulatorów NiCd). Napięcie ładowania akumulatorów zasadowych (NiCd i NiMH) nie świadczy o stanie ich naładowania. Zarówno ogniwa NiCd, jak i NiMH można ładować w trybie przyspieszonym, prądem 0,2C do 0,35C, ale trzeba przy tym kontrolować czas ładowania. Niekiedy na obudowie baterii podany jest zalecany prąd i czas ładowania w trybie standardowym oraz przyspieszonym.

Charakterystyki wyładowania akumulatorów Ni-MH:

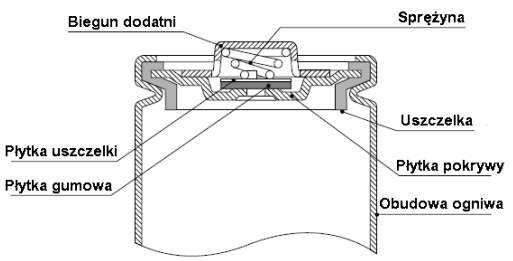


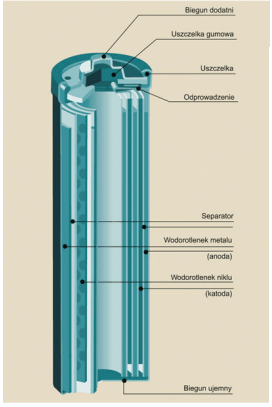
Charakterystyki ładowania akumulatorów Ni-MH:

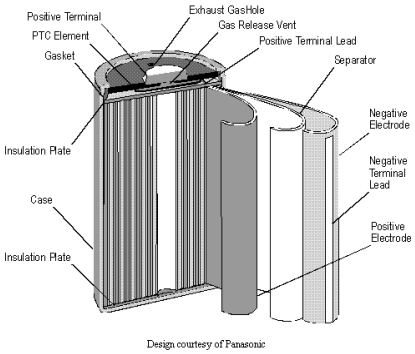


Zalecenia

- akumulatorów nie należy nadmiernie ładować,
powoduje to ich nieodwracalne uszkodzenie przy "gazowaniu"; wydzielające się gazy mogą go rozsadzić, aby temu zapobiec dodano wentyl bezpieczeństwa, który wypuszcza nadmiar gazów, a nie wypuszcza elektrolitu; (akumulator Ni-MH ma nadmiar wodoru, więc wodór przepływa do elektrody niklowej i tam utlenia się zamiast niklu, dzięki czemu nie wydziela się tam tlen); te mechanizmy ochrony akumulatora przed skutkami nadmiernego ładowania mają ograniczoną skuteczność - jeśli prąd ładowania będzie większy, niż szybkość rekombinacji, to nastąpi gazowanie, prowadząc do ubytku elektrolitu, i to będzie nieodwracalne uszkodzenie; niektóre firmy produkujące akumulatory podają, jakim prądem można ładować akumulator w sposób ciągły (poniżej), i dla akumulatorków o rozmiarach baterii R6 są to prądy od pojedynczych mA do dziesiątek mA.

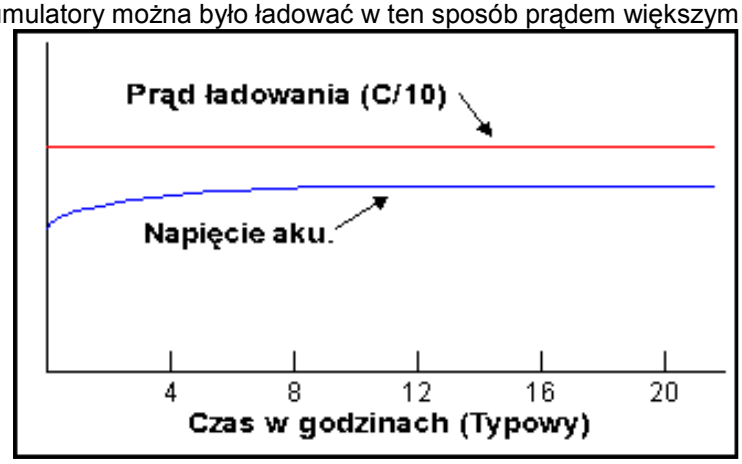




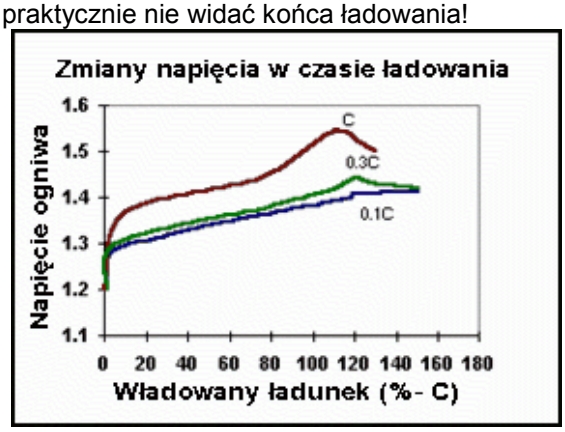


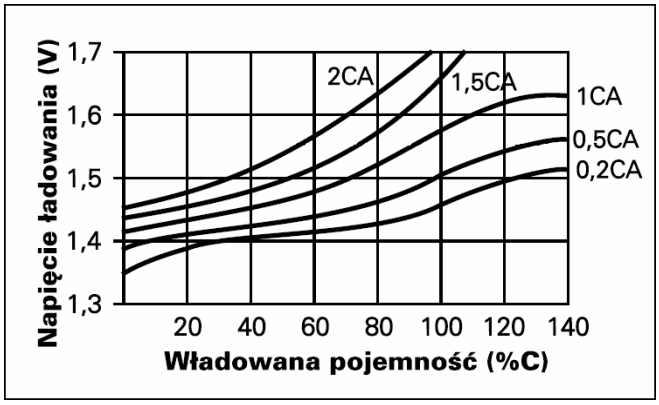
- akumulatorków Ni-MH **nie należy ładować prądem stałym** - może to je uszkodzić, nawet jeśli ten prąd ma małe natężenie - należy je ładować impulsami prądu; można ładować impulsami prądu o większym natężeniu ale w dużych odstępach czasu;

Akumulatorki "zamknięte" **Ni-Cd** i **Ni-MH** mogą być ładowane z prostownika jednopołówkowego (impulsami, nigdy nie prądem stałym) bez ograniczania naładowania (ale nie czasu - ten nie powinien przekroczyć 2 dni), prąd ładowania nie może być duży; niektórzy producenci dopuszczają prąd ładowania do **C/10** (pojemność akumulatora / 10 godzin - jeśli akumulator ma 2000mAh, to jest to 200mA), inni znacznie mniejszy - żadna z renomowanych firm produkujących takie akumulatory nie zaleca, żeby ich akumulatory można było ładować w ten sposób prądem większym niż **C/20**.

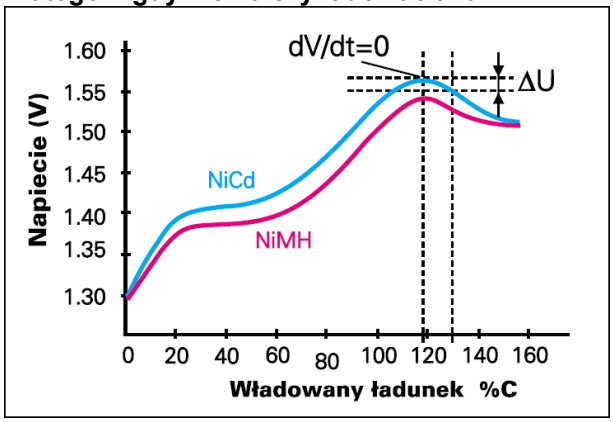


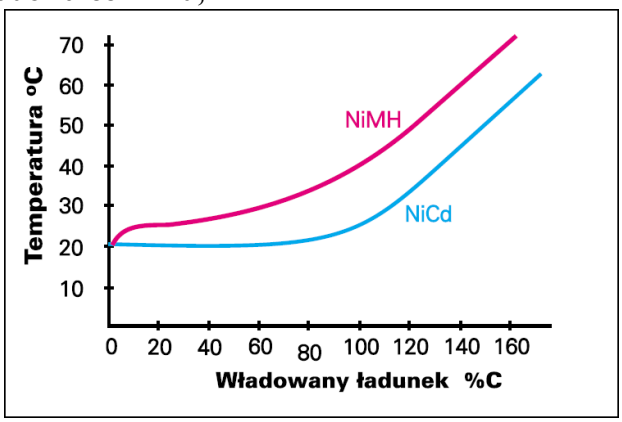
- **Ni-MH** mają niższe napięcie końcowe przy ładowaniu - przy małym prądzie poniżej 0,1 do 0,3C - praktycznie nie widać końca ładowania!





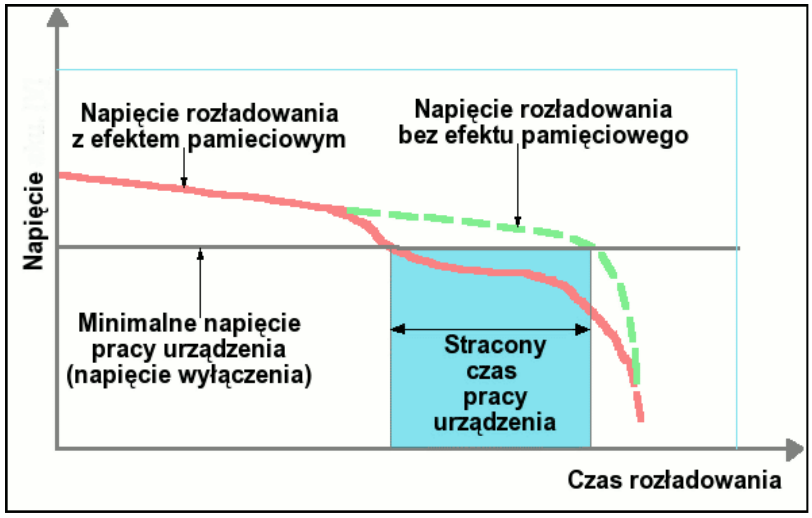
Dlatego nigdy nie należy ładować aku Ni-MH w ładowarce Ni-Cd,





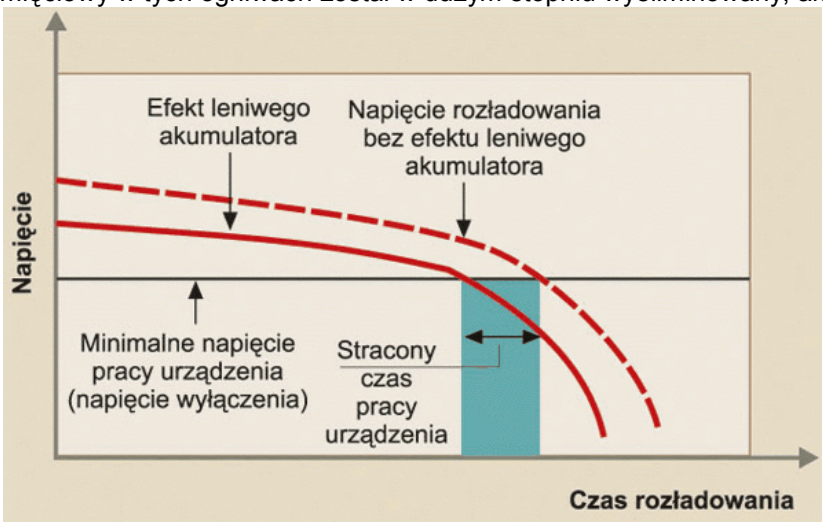
ponieważ może dojść do jego przegrzania i uszkodzenia. Abydwa typy aku mają podobny kształt krzywej ładowania (wykres), ale „wykrycie wierzchołka (gdy dV/dt=0) jest u Ni-MH trudniejsze" jest on mniej wyraźny niż u Ni-Cd. Dlatego wielu producentów ładowarek, wyposażyło je w przełacznik typu. ***Uwaga! Zależność z rysunku jest prawdziwa tylko przy ładowaniu prądem rzędu 1C. Przy małych prądach ładowania zmiany napięcia i temperatury są inne i nie mogą służyć do wyznaczenia końca procesu ładowania.***

- **"Efekt pamięci"** w akumulatorach powoduje, że ich napięcie jest o kilka lub kilkanaście procent niższe, niż normalnie przy takim samym naładowaniu; spowodowane jest to wytworzeniem większych kryształów materiałów elektrod, które są mniej aktywne; jednorazowe głębokie rozładowanie akumulatora znacznie zmniejsza ten efekt, kilkakrotne usuwa go prawie całkowicie.
  Efekt pamięci odkryto w **Ni-Cd**, inne powszechnie uważa się za wolne od niego, lub znacznie mniej wrażliwe (Ni-MH); jest to efekt reklamy, która dąży do zwiększenia popytu na nowe typy akumulatorów;

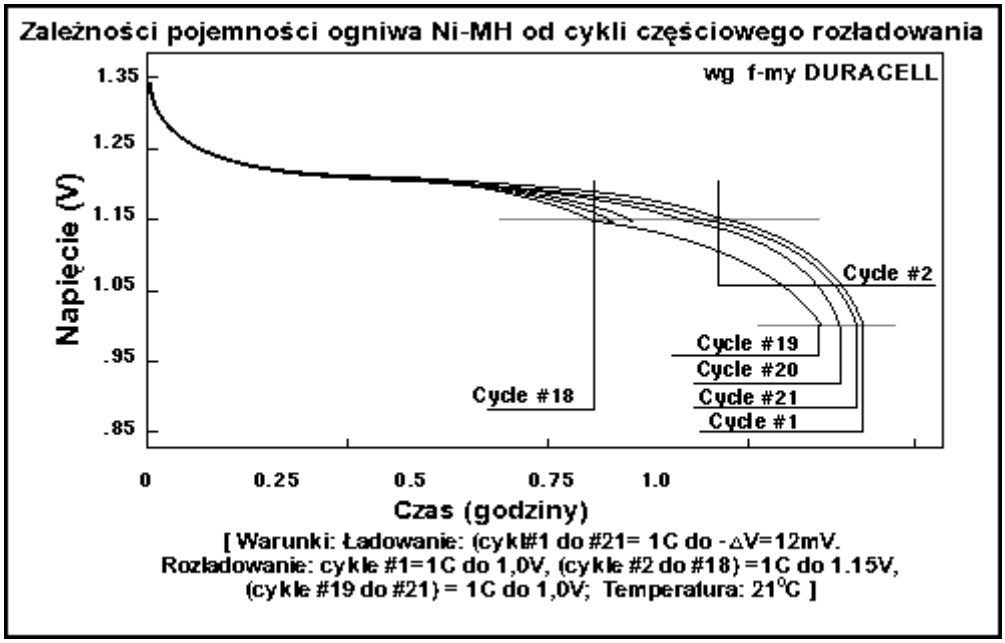


Bateria Ni-Cd zapamiętuje do jakiego poziomu została ostatnio rozładowana i potem działa nie dłużej niż do rozładowania się w tym samym stopniu - należy je często (***przynajmniej raz na miesiąc***) rozładowywać "do końca" (np. do 0.9V/ogniwo – przed ładowaniem); następnie ładować I = 0,5 lub 1C, ("efekt pamięci" można też uzyskać pozostawiając akumulator na długi czas w ładowarce doładowującej go małym prądem (tak małym, by go nie uszkodzić) - zmienia się wtedy struktura krystaliczna elektrody).
Testy wykonane przez US Army wykazały pozytywny wpływ „rekondycjonowania" na odtworzenie pełnej pojemności, czyli rozładowania tych ogniw do 0,4V ***co najmniej*** raz na 3 miesiące, wykonanie tego co 6 do 12 miesięcy jest nieefektywne.

Ni-MH – efekt pamięciowy w tych ogniwach został w dużym stopniu wyeliminowany, ale nie do końca.



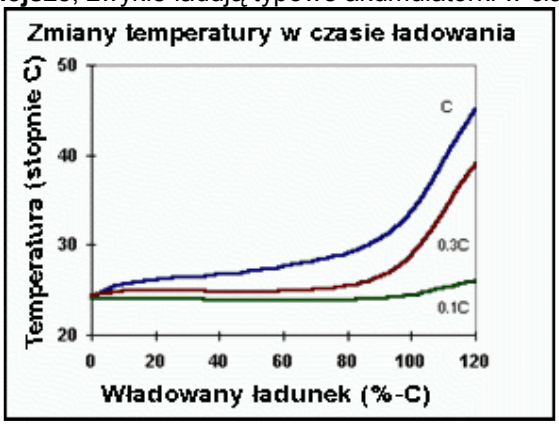
Wadą NiMH jest efekt leniwego akumulatora („*lazy battery effect" lub* „voltage depression") - podobny do efektu pamięciowego akumulatorów niklowo-kadmowych.
Odwracalny efekt leniwego akumulatora jest porównywalny z efektem pamięciowym akumulatorów niklowo-kadmowych. Powstaje w wyniku niecałkowitego rozładowania akumulatora w trakcie pracy lub długotrwałego ładowania prądem o ***bardzo małym*** natężeniu (< 0,1C niezgodnie ze specyfikacją), albo przechowujemy długotrwale w pełni naładowany akumulator. Wtedy podobnie jak w przypadku efektu pamięciowego, na dodatniej elektrodzie wykonanej z wodorotlenku niklu tworzą się kryształy. Jednak napięcie obniża się nieznacznie w całym okresie rozładowania, a nie dopiero po częściowym rozładowaniu akumulatora (jak w Ni-Cd).
Skutki efektu leniwego akumulatora są **dużo mniejsze** niż efektu pamięciowego. Napięcie jest wprawdzie nieco niższe od znamionowego, ale czas pracy urządzenia skraca się nieznacznie. Aby usunąć efekt, należy kolejno dwu- lub trzykrotnie całkowicie rozładować akumulator.
Efekt leniwej baterii jest jednym z wielu powodów zmniejszenia pojemności. Dochodzi tu, tak jak przy efekcie pamięciowym, do krótszego czasu rozładowania, spowodowanego obniżeniem napięcia ładującego. Ale napięcie to obniża się tylko o 20 do 80 mV.
Zakres efektu leniwego akumulatora lub napięcia depresji i utraty pojemności zależy od głębokości rozładowywania baterii.



Napięcie depresji jest najbardziej zauważalne kiedy rozładowanie jest kończone w przy wyższych napięciach odcięcia, takich jak 1.2 woltów na ogniwo. Mniejsza depresja napięcia i straty pojemności występują jeśli rozładowanie jest odcinane między 1.15 woltów do 1.10 woltów na ogniwo. Rozładowywanie ogniwa do 1.0 V minimalizuje możliwość wystąpienia depresji napięcia lub straty pojemności podczas dalszych rozładowań.
Można zmniejszać stratę pojemności baterii przez powtórne jej uformowanie co ok.5 do 10 cykli, ale nie należy zbyt często rozładowywać poniżej 1V, ponieważ zmniejsza to ich trwałość (rozładowywanie za każdym razem do 0.9V - takie, jak jest zalecane dla Ni-Cd - zmniejsza kilkakrotnie trwałość Ni-MH).
Odwrócenie polaryzacji Ni-*

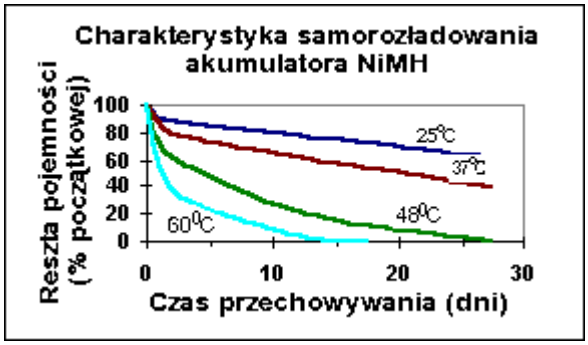
Akumulatorów Ni-*: nie należy rozładowywać poniżej zera (a może się to zdarzyć, jeśli kilka akumulatorów jest połączonych szeregowo i jeden był mniej naładowany), bo od tego może zrobić się w nich zwarcie!

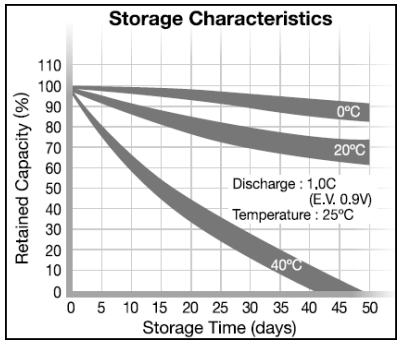
- **Nagrzewanie akumulatorów**, w końcowej fazie ładowania akumulatorki nagrzewają się (na skutek rekombinacji wodoru i tlenu), co powoduje spadek napięcia - ładowarki procesorowe wykrywają ten moment, gdy napięcie osiąga maksimum i wtedy się wyłączają (wykrywanie końca ładowania - metoda "-delta V" – niewielkie różnice, bo zaledwie jest to kilkanaście miliwoltów, (zwłaszcza dla Ni-MH); inną metodą wykrywania jest "delta T" - ładowarka wykrywa wzrost temperatury akumulatora, i wtedy wyłącza ładowanie; ładowarka może mieć skomasowane te metody kończenia ładowania; **tego typu ładowarki są najbezpieczniejsze**, zwykle ładują typowe akumulatorki w ciągu 3-4 godzin;



http://www.basytec.de/Literatur/temperature/DE_2002.htm

- **Czas przechowywania**, długie przechowywanie akumulatorków bez używania pogarsza ich parametry, potrzeba kilku cykli ładowania-rozładowania, by je poprawić. **NiMH** mają wyższe prądy samorozładowania, ok 1,5% dziennie, w stosunku do 1,0% dla **NiCd**. Stąd czas przechowywania w pełni naładowanego akumulatora NiMH jest krótszy niż odpowiednika typu NiCd.



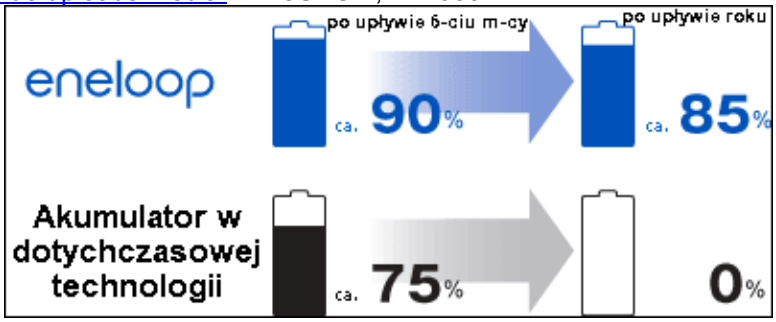


Przykładowe oraz wg. katalogu ogniw „**GP**”

NiMH należy przechowywać nienaładowane, w niskiej temperaturze, ponieważ długotrwały proces samo rozładowywania powoduje w nich krystalizację, a tym samym zmniejszenie nominalnej pojemności.

- **NiMH** dość dobrze znoszą temperatury przechowywania od –20^{0}C do + 60^{0}C ich wadą jest zmniejszona wydajność (50-70%) w temperaturze poniżej zera.
  Jeżeli musimy akumulatorki długo przechowywać i równocześnie poddać regeneracji, należy je rozładować (optymalny poziom naładowania to 40% - zapewnia to opóźnienie procesów starzenia baterii jak i samoistnego rozładowania), następnie owijamy je kilkoma warstwami papieru toaletowego lub chusteczkami jednorazowymi (będą pochłaniaczem wilgoci). Teraz wkładamy je do plastikowego najlepiej hermetycznego woreczka i zamykamy tak, aby w nim było jak najmniej powietrza. Ten pakunek wkładamy do chłodnego miejsca np. chłodziarki (skraplającą się wodę pochłonie papier). Przed rozpoczęciem ładowania rozpakowujemy i doprowadzamy je do temperatury pokojowej i odparowania skroplonej wilgoci (przez np. dwa dni w temp. 20 do 25^{0}C) i dopiero rozpoczynamy max ładowanie i rozładowanie przez kolejne np. 5 cykli.
  Niedługo nie będziemy musieli przejmować się częścią powyższych problemów, ponieważ już pojawiają się akumulatory produkowane wdług nowych technologii:

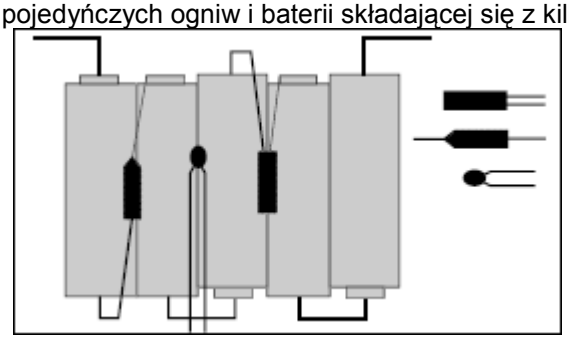
Nowe baterie eneloop Sanyo wykorzystują udoskonalony proces NiMH, dzięki temu, jak zapewnia producent, **mogą być sprzedawane jako naładowane**. Co więcej, przedstawiciele firmy twierdzą, iż ogniwa ENELOOP są stanie wytrzymać tysiąckrotny cykl ładowanie-rozładowanie bez widocznej utraty pojemności.
http://www.eneloop.de/uploads/media/ HR-3UTG 1,2V 2000mAh.



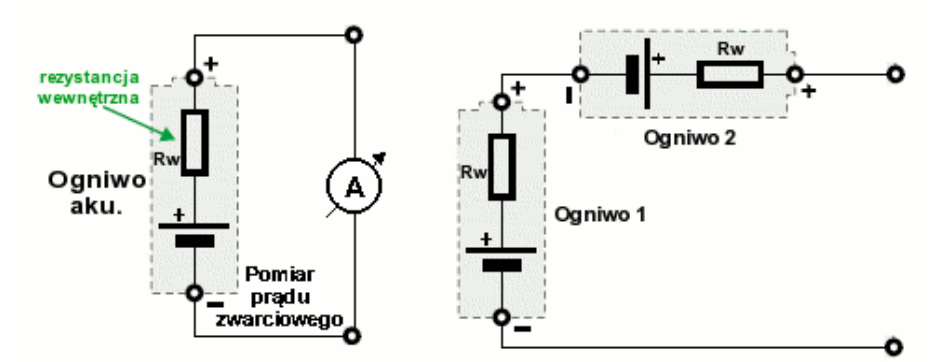
Wyniki pomiarów testowych:
Akum 1: Pojemność: 1907 mAh, po 1 m-cu: 1721 mAh = 90,2%
Akum 2: Pojemność: 2005 mAh, po 1 m-cu: 1788 mAh = 89,2%
Akum 3: Pojemność: 1945 mAh, po 1 m-cu: 1776 mAh = 91,3%
Akum 4: Pojemność: 1991 mAh, po 1 m-cu: 1732 mAh = 86,9%
Dla przeciętnego użytkownika jest to najistotniejsza cecha. Zgodnie z opublikowanymi przez korporację testami przeciętny użytkownik aparatu cyfrowego jest w stanie zrobić z ich wykorzystaniem ponad cztery razy więcej zdjęć niż przy użyciu innych akumulatorków.

Z kolei Panasonic wprowadza od stycznia 2007r. nowe akumulatory w rozmiarach AA (P6) i AAA (P03). **Sprzedawane będą one w stanie naładowanym** wraz z ładowarkami Panasonic: BQ-326 i BQ 392. Przeprowadzone przez firmę Matsushita Battery Industrial testy wykazały, że akumulatory **Infinium** mają niezmienną pojemność przy przechowywaniu w temp. pokojowej przez 6 m-cy. Przez następne 6 m-cy mogą stracić jedynie 20% zmagazynowanej energii. Ogniwo Infinium nawet po 100 cyklach ładowania/rozładowania zachowuje niezmienną pojemność, a po 1000 cykli powinny mieć nie mniej niż 90 proc. pojemności nowego aku. Nowe akumulatory Panasonic przy odpowiedniej eksploatacji, służyć zatem mają nawet przez 3 lata (cena 4 szt AA 2600 mAh ~ 65zł).

- **Rezystancja lub oporność wewnętrzna** akumulatorków (należy rozróżniać podawaną w danych katalogowych - rezystancję pojedyńczych ogniw i baterii składającej się z kilku ogniw),

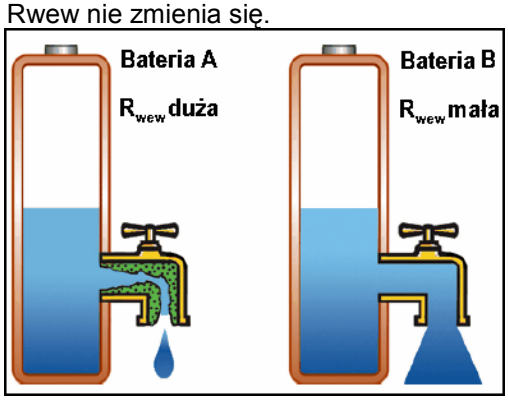


przykład montażu elementów zabezpieczających baterii ogniw [elementy: Termistor (o dodatnim współ. temp. PTC), bezpiecznik termiczny oraz ewent. czujnik pomiaru temperatury]



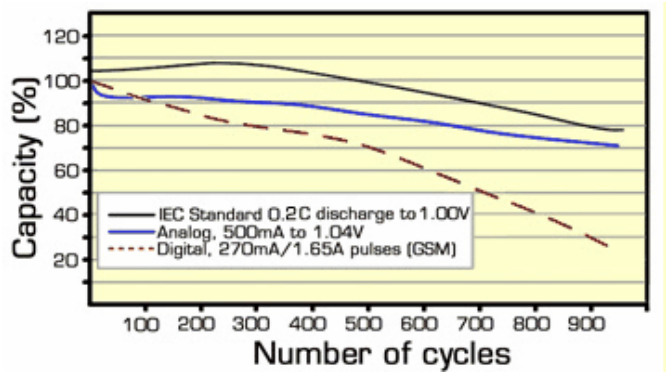
Rezystancja wewnętrzna akumulatora zależy od:
- pojemności ogniwa (elementu)
- ilości połączonych w szereg ogniw w akumulatorze
- wykorzystanego wariantu zabezpieczenia (układy zabezpieczeń w aku Li-Ion i Li-Polymer wnoszą dodatkowo ok. 100 mΩ)

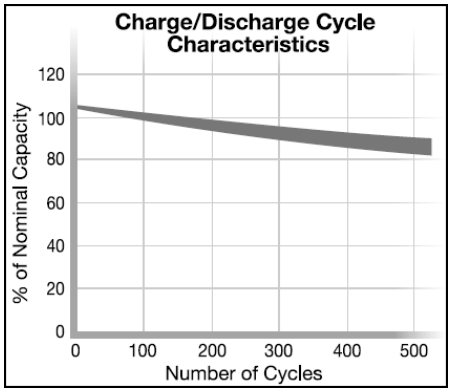
Czym mniejsza rezystancja wew, tym później „siądzie" napięcie przy dużych prądach, a aku się mniej nagrzewa.
W Ni-MH rezystancja wew zwiększa się tym więcej, czym częściej jest ładowany. W tym przypadku lepsze są aku Ni-Cd w których Rwew nie zmienia się.



Rysunek pokazuje obrazowo, że czym mniejsza Rwew ogniwa, tym lepiej przepływa prąd. O ile zwiększy się rezystancja wew aku (u litowych na skutek starzenia, a niklowych na skutek niesprawnego ładowania), zasilane nim urządzenie wyłączy się już po kilku minutach pracy.
Pojedyńcze ogniwa wykazują rezystancję Rwew:
Ni-Cd => 20 do 40 mΩ (mohm),
Ni-MH => 40 do 60 mΩ (mohm) np.: SANYO Twicell typ **HR-3U** po rozładowaniu do E=1V ~ 25mohm przy 1000 Hz; (rezystancja może wzrosnąć w wyniku niepoprawnej obsługi aku).
następne są typy
Li-Ion => kobalt:100 do 150 mΩ/ogniwo; magnezowe: 25 do 75/ogniwo; fosforanowe: 25 do 50/ogniwo
Li-Pol => 30 do 40 mΩ

- **Trwałość**: realna liczba cykli w normalnych warunkach eksploatacji wynosi ok. 500 do 1000. (Szczególnie jeśli do ładowania akumulatora NiMH zastosujemy ładowarkę mikroprocesorową, która co kilka cykli sama rozładuje akumulator przed ładowaniem, nie uświadczymy efektu pamięciowego, a akumulator w takiej eksploatacji będzie żył – dłużej.)





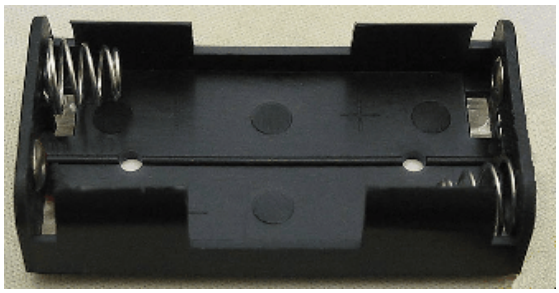
ogniwa „**GP**”

Praktyka

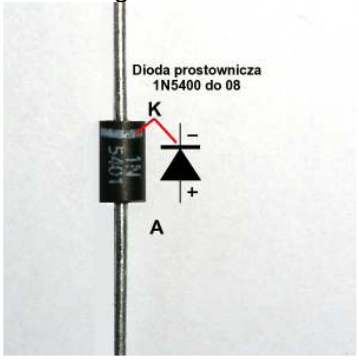
W literaturze można znaleźć liczne schematy ładowarek NiCd i NiMH. Łatwo dostępne są też karty katalogowe oraz opisane w nich specjalizowane układy scalone, przy pomocy których cykl ładowania jest bardzo złożony, czego nie opisano w artykule.
Ładowarka − samoróbka może radykalnie zmniejszyć trwałość ogniw, a nawet doprowadzić do ich wybuchu – bo jak pokazano, ze wzrostem temperatury silnie wzrasta wewnętrzne ciśnienie gazów.
W trakcie ładowania i rozładowania akumulatorów można wykorzystać zalecenia producentów i wskazówki z artykułu.
Trzeba znać rzeczywistą pojemność ładowanych akumulatorów i koniecznie rozładowywać je wstępnie przed ładowaniem.

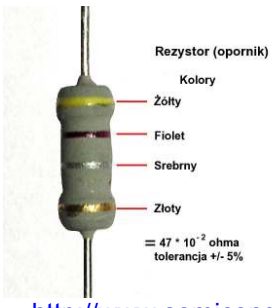
Ostrzeżenia:
Podłączenie przy ładowaniu odwrotnie biegunowości zasilacza gwarantuje wybuch!
Zwarcie zacisków akumulatora – gwarantuje wybuch!
Przekroczenie maksymalnego prądu lub napięcia ładowania –grozi wybuchem!
Nie przechowywać lub transportować aku razem z metalowymi przedmiotami, grozi zwarciem styków!

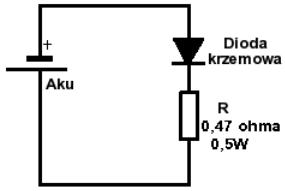
Uwaga:
Gdy nie stosujemy ładowarki mikroprocesorowej z funkcją ładowania i rozładowywania ogniw Ni-MH, okazuje się, że na skutek wzrostu oporności wewnętrznej np. jednego z 4 akumulatorków w zestawie, maleje napięcie pod obciążeniem (bez obciążenia 1.15V/ogniwo) i wcześniejsze wyłączanie aparatu. Pomiar prądu zwarciowego wszystkich ogniw, przy pomocy amperomierza, wykazuje mniejszą wydajność prądową takiego ogniwa w porównaniu do pozostałych ogniw (rysunki poniżej), a po naładowaniu całego zestawu efekt w tym akumulatorze pozostaje. Jak usunąć ten efekt – leniwego ogniwa, a nie dysponujemy ładowarką sterowaną mikroprocesorowo?. Możemy wykonać sobie prosty model przyrządu do rozładowania ogniwa.

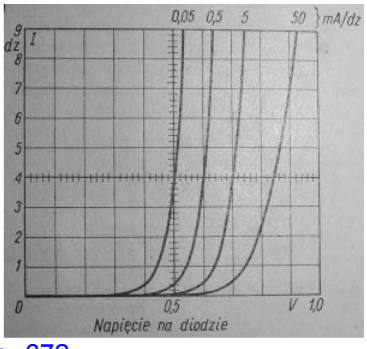


Wg schematu:

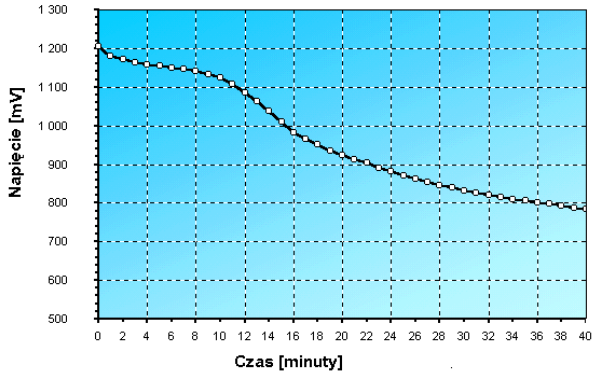








http://www.semiconductors.com.pl/typy.asp?idg=672



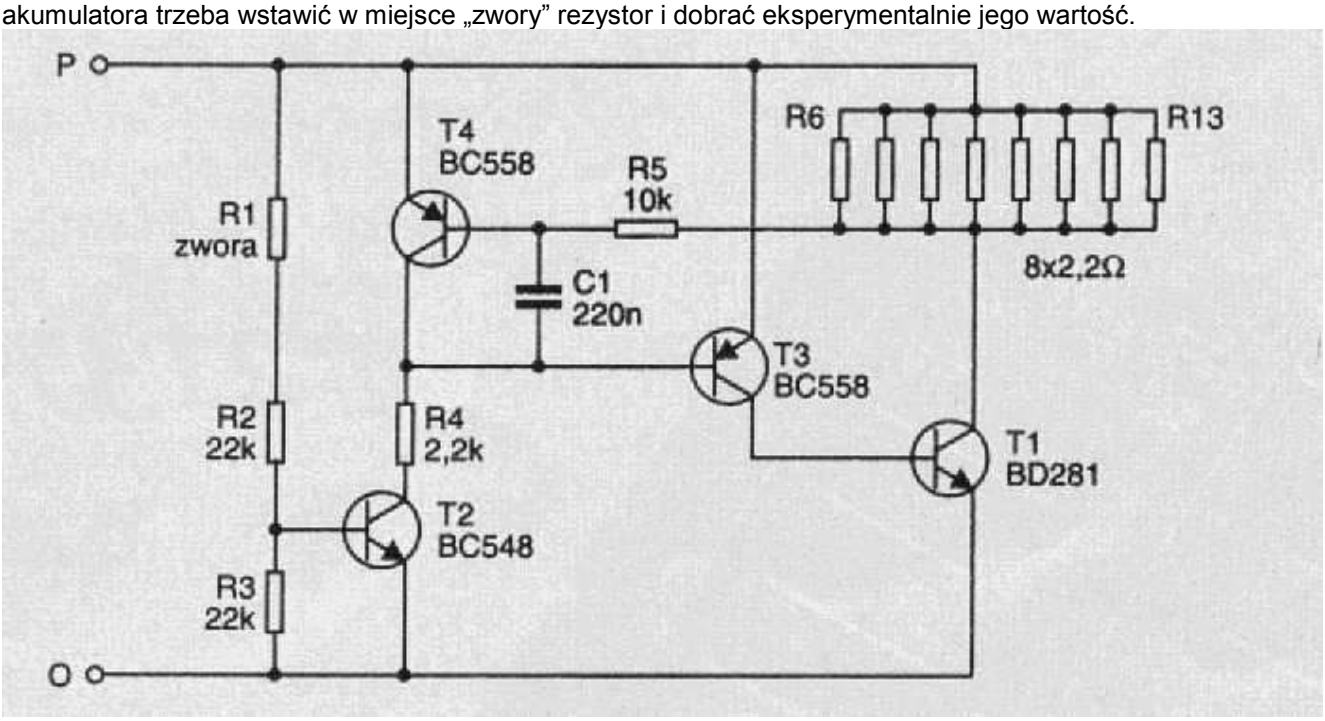
Charakyrystyka rozładowania ogniwa

Teoretycznie sprawa jest jasna. Pomiędzy stykami dotyczącymi pojedyńczego ogniwa w koszyczku włączamy rezystor połączony szeregowo z diodą (polaryzacja pokazana na rysunku). Rozładowanie możemy (charakterystyka rozładowania) doprowadzić do granicy max. 0,7 – 0,8V. Spadek napięcia na diodzie 1N5402 jest dobrą granicą do tego celu, szeregowy rezystor R = 0,47 ohma, ogranicza wartość przepływającego prądu rozładowania. s minimálním dovoleným výkonovým zatížením 2W.
Dla ogniwa z napięciem Uo = 1,15V i spadku napięcia na diodzie Ud = ~ 0,7V otrzymamy średnią wartość prądu równą **~ 1A** z wzoru :

I = Uo – Ud/ R = 1,15 – 0,7/0,47 = ~ 1A [V, Ω,A]

Przy świeżo naładowanym ogniwie prąd będzie większy, ale płynie on w obwodzie tylko na początku, potem jak widać z charakterystyki jego wartość maleje. Prąd przestanie płynąć przy wartości ~0,7V/ogniwo. Jeśli zapomnimy układ rozłączyć nic się nie stanie, prąd będzie malał do zera. Napięcie po kilku godzinach nie spadnie poniżej 0,65V. Przy R = 1ohm będzie płynął prąd **500mA**. Wszystkie elementy w procesie są gorące!
Rozładowane ogniwo aku, po naładowaniu I > 0,5 do 1C odzyskuje swoje pierwotne parametry pojemnościowe. Uzyskujemy dłuższy czas pracy aparatu bo 4 ogniwa rozładują się równo - nie ma sytuacji, że jedno ogniwo wysiada po kwadransie, gdy pozostałe trzy mogły by pracować jeszcze godzinę.

Oczywiście można sobie wykonać bardziej skomplikowaną rozładowarkę, urządzenie wg. schematu podanego poniżej pozwala na automatyczne rozładowanie akumulatorka do wartości 0,9V.
Wartość ta ustalana jest przez R1, R2, R3.
Po zmniejszeniu napięcia akumulatora do 0,9V urządzenie przestaje działać. Rezystory R6-R13 wyznaczają wartość prądu rozładowania. R1 to w przypadku akumulatora 1,2V jest zworą. W przypadku większych napięć akumulatora trzeba wstawić w miejsce „zwory” rezystor i dobrać eksperymentalnie jego wartość.



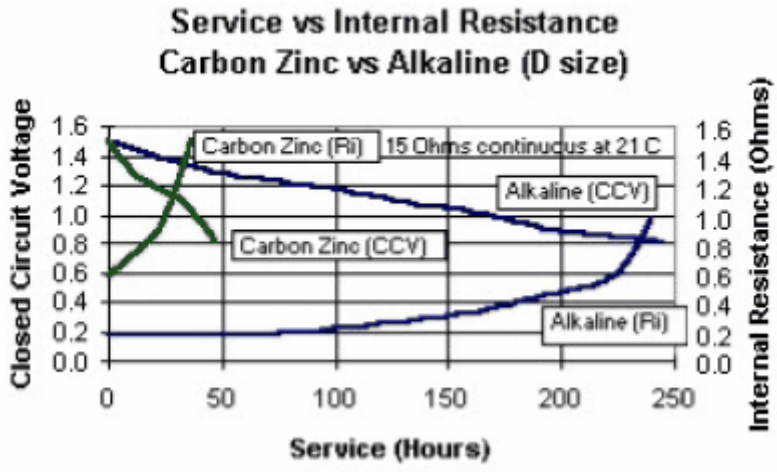
W trakcie bieżącej eksploatacji aparatu cyfrowego mamy często w terenie dylemat co zastosować:
Bateria alkaliczna czy Akumulator NiMH: http://data.energizer.com
Aby spróbować go rozwiązać musimy przyjąć pewne założenia do porównania:
Aparat zasilany z kompletu 4 ogniw, rozładowuje je do ok. 1.0V/celę i przy 4V automatyka go wyłącza.

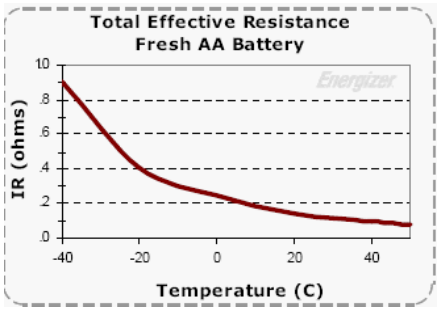
Wyłączony	2,75mA
Włączenie:	
Przeglądanie zdjęć	0,31 – 0,32A
Przeglądanie wideo	0,39A
Włączenie:	
W trakcie foto	0,5A
Praca Zoom	1A
Praca zoom cyfr.	1,19A (nie całkiem jasne)
FULLTIME AF	0,5 do 0,75A zależy od potrzeby ostrzenia
Zapis na kartę (TIFF 2288x1712	0,55A
Wł. Noise Reduction(TIFF 2288x1712 po zdjęciu	0,85A – 0,55A
Otwarta przysłona (długi czas)	0,5A
Pomiar ostrości (auto lub manual)	0,7A
Połowiczne wciśnięcie wyzwalacza:	
do chwili ustalenia ostrości	0,75A
po ustaleniu	0,5A
Ładowanie lampy błyskowej	1,3 do 1,5A
Ekran	0,5/0,48A
Sleep	2,2mA
Video (ustalanie kadru pracuje autofokus)	0,5 do 0,7A
Video filmowanie	0,6 do 0,8A
Praca z USB:	
Czas od włączenia aparatu do włącz Ekranu	0,21A
Włączył się Ekran (wybór warunków)	0,32A
Po połączeniu z Komputerem (Ekran gaśnie)	0,21A
Praca z pamięcią Flash	0,21-0,22A

Tabela: pomiary poboru prądu wykonane dla **Oly C770UZ**

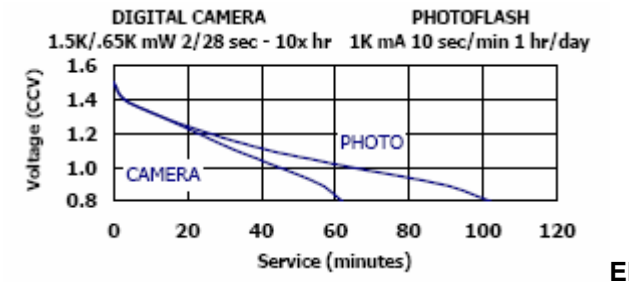
Z tabeli widać aparat cyfrowy ma tą „wadę", że pobiera niewiele prądu i nagle przy np. pracy zooma, ostrzeniu, ładowaniu lampy błyskowej żąda dużej mocy z baterii akumulatorów.
Posiłkując się tabelą, zakładamy, że aparat pobiera średnio ok. 1A, a w szczycie potrafi pobrać do 2A.

Baterie alkaliczne: (ok. 2.5Ah)
http://data.energizer.com/PDFs/e91.pdf
Świeża bateria np. **AA Energizer E91** ma w temp. 21°C, 2850mAh i Rwe = 150 mOhm do 300mOhm.





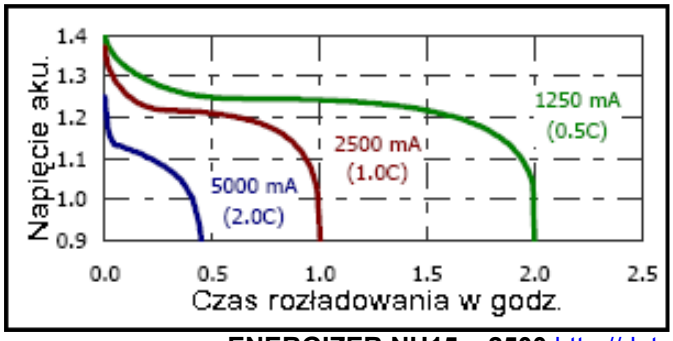
Jeśli upraszczając załóżmy, że przy rozładowywaniu R_{we} nie wzrasta (wzrasta i to dwukrotnie!), to 150 mOhm przy szczytowym poborze 2A (ładowanie lampy błyskowej) wywołuje spadek napięcia 300mV. Ponieważ aparat nam się wyłączy, gdy napięcie spadnie do 1.0V na zaciskach ogniwa, to bez obciążenia napięcie baterii nie może spaść poniżej 1.3V.

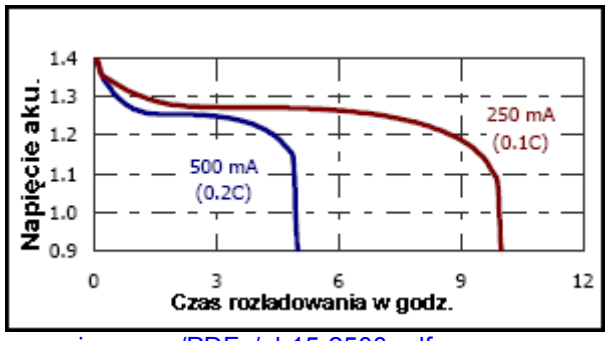


ENERGIZER E91

Z charakterystyki w karcie katalogowej wynika, że 1.3V ogniwo osiągnie po 10 minutach pracy z obciążeniem 1W (jeśli pobieramy średnio 1A, pobieramy więcej niż 1W z pojedynczego ogniwa), dla oszczędniejszego aparatu 1,3V osiągniemy po np. kwadransie pracy.
1A * 10 minut = 166mAh; (1h = 60min; 10/60 = 0, 166)
1A * 15 minut = 250mAh; (15min = 0,25h)
Wynika, z tego, że z nominalnej pojemności baterii E91 równej 2850mAh możemy wykorzystać ok.10% do 20%.

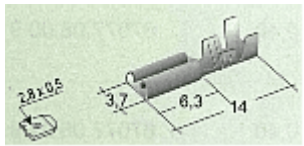
Akumulator NiMH: AA Energizer NH15 - 2500 Dane: 2500mAh; U=1,2V 21^{0}C max niezawodności przy temp ładowania od 0^{0}C do 40^{0}C i rozładowania od 0^{0}C do 50^{0}C. Naładowany Rwe = 30 mOhm (rozładowany w 50% - 40mOhm), przy poborze 2A z akumulatorka dU = 60mV. Dla Aku obciążonego średnio 1A osiągniemy napięcie 1.06V przy praktycznie całkowitym rozładowaniu, czyli po ponad 2h.
Zakres nominalnych rozładowań: 250 - 5000mA
przy 250mA: średnie napięcie ogniwa: 1.25V

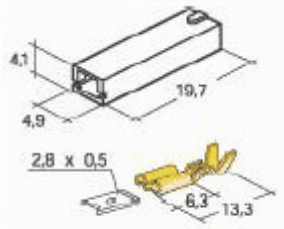


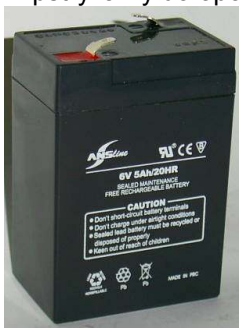


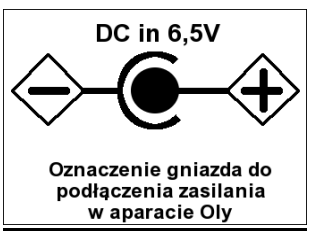
ENERGIZER NH15 – 2500 http://data.energizer.com/PDFs/nh15-2500.pdf
Jak widać z akumulatora wykorzystamy, niemal 100% nominalnej pojemności.

Na dłuższą wyprawę w teren zabieramy ze sobą zapasowe akumulatory. Ale pojawia się problem ponieważ mają one pojemność, która nie starczy na długie wykorzystanie bez ładowania.
Problem rozwiążemy kupując akumulator żelowy np. **6Ah**, oraz kabelek z wtyczką 1,5m (~2zł) oraz Konektor-gniazdo 2,8/F-1 na przewód Φ0.3-1mm szt 2, osłony konektora-gniazda 2,8/F-1 szt 2 (kolor niebieski i czerwony) oraz torba (30zł).
Wtyczek w sklepie z podzespołami elektronicznymi jest mnóstwo, ale najlepiej wziąść aparat ze sobą i na miejscu odpowiednią wtyczkę sobie dobrać. Do kabelka podłączamy konektorki samochodowe zaciskając je i dodatkowo lutując, wkładamy aku do torby, podłączamy do aparatu z pamięcią 1GB i pstrykamy do oporu.









Przewód oznaczony kolorem białym połączony do „ – ‘’

Zamawiamy: http://gestor5.webpark.pl/akumulatory6v.html
AN - akumulator firmy ANSline **AN 6V 5Ah** wymiary **70dł / 47szer / 101wys** 1,02kg **cena 29zł**
Tam również ładowarka do niego LZ 6/400 **koszt 61zł**

Tak na marginesie:
Spotkałem na jakimś forum, żale użytkownika aparatu, że po podłączeniu zasilacza, nie ładuje on baterii akumulatorów?.
Pytanie, który z producentów sprzętu dopuścił by do tego, aby można aku ładować w aparacie, dlaczego – powyżej!

Literatura uzupełniająca:

http://www.batteryuniversity.com/partone.htm
http://www.basytec.de/ladung/ladung.html
http://www.technick.net/public/code/cp_dpage.php?aiocp_dp=guide_bpw2_00_toc
http://klaudius.free.fr/lipo.htm
http://www.ni-mh.cn/Ni-MH_batteries/Charging_Methods.htm
http://www.electronics-lab.com/articles/Li_Ion_reconstruct/index.html
http://www.de.varta-microbattery.com/de/oempages/index.htm
http://www.panasonic.com/industrial/battery/oem/images/pdf/Panasonic_NiMH_Overview.pdf
http://www.panasonic.com/industrial/battery/oem/images/pdf/Panasonic_NIMH_Precautions.pdf
http://www.panasonic.com/industrial/battery/oem/images/pdf/Panasonic_NiMH_ChargeMethods.pdf
http://www.gpbatteries.com.hk/pic/GP230AAHC_DS.PDF
http://www.powerbank.pl/pb.php?section=faq#10
http://www.hurt.com.pl/doc/ladowarka_ic8800_wprowadzenie.pdf
http://candlepowerforums.com/vb/showthread.php?t=119003
http://pl.wikipedia.org/wiki/Akumulator_elektryczny
http://de.wikipedia.org/wiki/Nickel-Metallhydrid-Akku
http://www.digicamfotos.de/index3.htm?http://forum.penum.de/showthread.php?id=17111 Ładowarka processor
http://www.radioplus.cz/clanky/vlastbat.php

Opracował:
Zbyma72age