

Ładowarka Opus BT-C3100

[Ładowarka jest teraz dostarczana z oprogramowaniem w wersji 2.1 i zrobiłem nową recenzję](#)

[Ładowarka jest teraz dostarczana z oprogramowaniem w wersji 2. Przeprowadziłem kilka dodatkowych testów z tym](#)



Ta ładowarka jest analizującą ładowarką LiIon i NiMH, co oznacza, że ładowarka może zarówno ładować, jak i rozładowywać podczas pomiaru. Całkowita liczba funkcji jest duża, co oznacza, że sekcja techniczna w tej recenzji jest bardzo duża.

Otrzymałem ładowarkę bez pudełka ani instrukcji.



Jedynym akcesorium, jakie dostałem, był zasilacz. Jest to wersja EU, z uniwersalnym napięciem 100-240VAC 50/60Hz i dostarcza 12V 3A.



Po włączeniu ładowarki wyświetla się test, w którym można zobaczyć cały tekst.

Po zakończeniu uruchamiania można wybrać tryb:

- ŁADOWANIE: Ładuj akumulator prądem o natężeniu od 200 do 1000 (2000) mA.
- ROZŁADOWANIE: Rozładuj akumulator prądem o natężeniu od 200 do 1000 mA.
- ODŚWIEŻANIE ROZŁADOWANIA: Rozładuj i naładuj akumulator 3 razy.
- TEST ŁADOWANIA: Ładowanie, rozładowywanie i ponowne ładowanie akumulatora, wyświetlanie ile prądu zostało rozładowane.
- SZYBKIE TEST: Zmierz rezystancję wewnętrzną akumulatora.

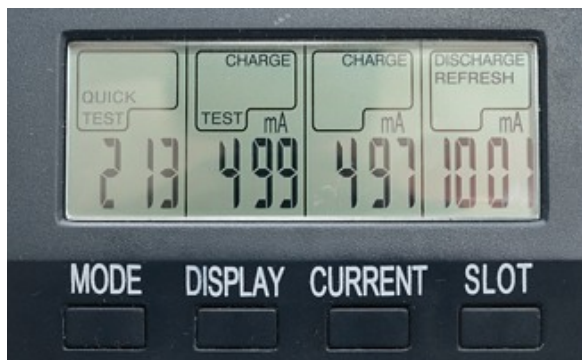
Gdy wyświetlacz miga, można wybrać tryb i prąd.

Za pomocą przycisku slot można ponownie wybrać slot i zmienić jego parametry, również gdy ładowarka pracuje.

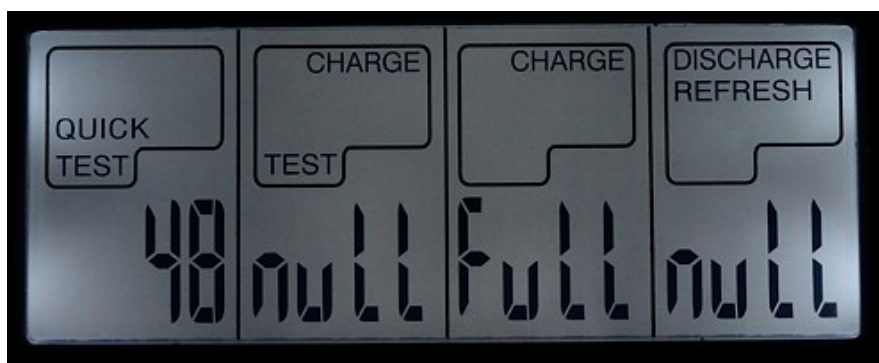
Gdy do ładowarki wkłada się jednocześnie wiele akumulatorów, można wybrać tryb i prąd jednocześnie dla wszystkich z nich (bardzo fajne).

Podczas ładowania lub rozładowywania można użyć przycisku DISPLAY, aby wybrać między V, mA i mAh.

Przycisku display można również użyć po zakończeniu ładowania/rozładowywania, ale ładowarka dość szybko powróci do wyświetlania „full”.



Oto przykład, w którym wybrałem różne funkcje dla każdego slotu.



Za każdym razem, gdy naciśnięty zostanie przycisk, światło włącza się na 20 sekund.

Można również zobaczyć komunikat FULL i NULL.



Ładowarka korzysta z zewnętrznego zasilacza 12 V o natężeniu 3 A (patrz dalej).

Ma wentylator, który jest niezbędny do obsługi wszystkich czterech kanałów z pełną mocą. Nawet gdy używany jest tylko jeden kanał, wentylator bardzo często się uruchamia i zatrzymuje. Wentylator nie jest zbyt głośny, ale ze względu na uruchamianie i zatrzymywanie jest bardzo irytujący.



Ładowarka wykorzystuje klasyczną konstrukcję suwaka do obsługi większości rozmiarów baterii. Suwak działa płynnie i może obsługiwać rozmiary od 32 mm do 72,5 mm.

Do pomiaru rezystancji wewnętrznej suwak nie jest zbyt dobry, często ma „wysoką” rezystancję połączenia.



Kilka różnych baterii NiMH w ładowarce.



I kilka baterii LiIon.

Używając **tylko** gniazda nr 1 i/lub nr 4, maksymalny prąd ładowania wynosi 2000 mA.
We wszystkich innych przypadkach maksymalny prąd ładowania wynosi 1000 mA.
Maksymalny prąd rozładowania wynosi zawsze 1000 mA.

Prądy ładowania: 200, 300, 500, 700, 1000, 1500, 2000
Prądy rozładowania: 200, 300, 500, 700, 1000

Supported battery types					
Type	Chemistry	Nominal Voltage	Charge voltage	Supported	Switch
ICR	LiCoO2	3.75 volt	4.35 volt	Maybe	4.35V
ICR	LiCoO2	3.6/3.7 volt	4.2 volt	Yes	4.20V
IMR	LiMn	3.6/3.7 volt	4.2 volt	Yes	4.20V
IFR	LiFePO4	3.2/3.3 volt	3.5/3.6 volt	Maybe	3.7V
NiMH	NiMH	1.2 volt		Yes	
NiCd	NiCd	1.2 volt		Yes	

Supported battery sizes		
Battery size	Requires spacer	Current
26650	No	2A
26500	No	2A
18650	No	1A
18500	No	1A
18350	No	0.7A
16340/CR123	No	0.3A
14650	No	0.7A
14500	No	0.5A
10440	No	0.2A
C	No	2A
AA	No	1A
AAA	No	0.5A



Ładowarka może z łatwością obsługiwać [baterie o długości 70 mm](#) , w tym [ogniwa z płaskim wierzchołkiem](#) .

Zaleca się ładowanie mniejszych baterii w dwóch środkowych gniazdach.

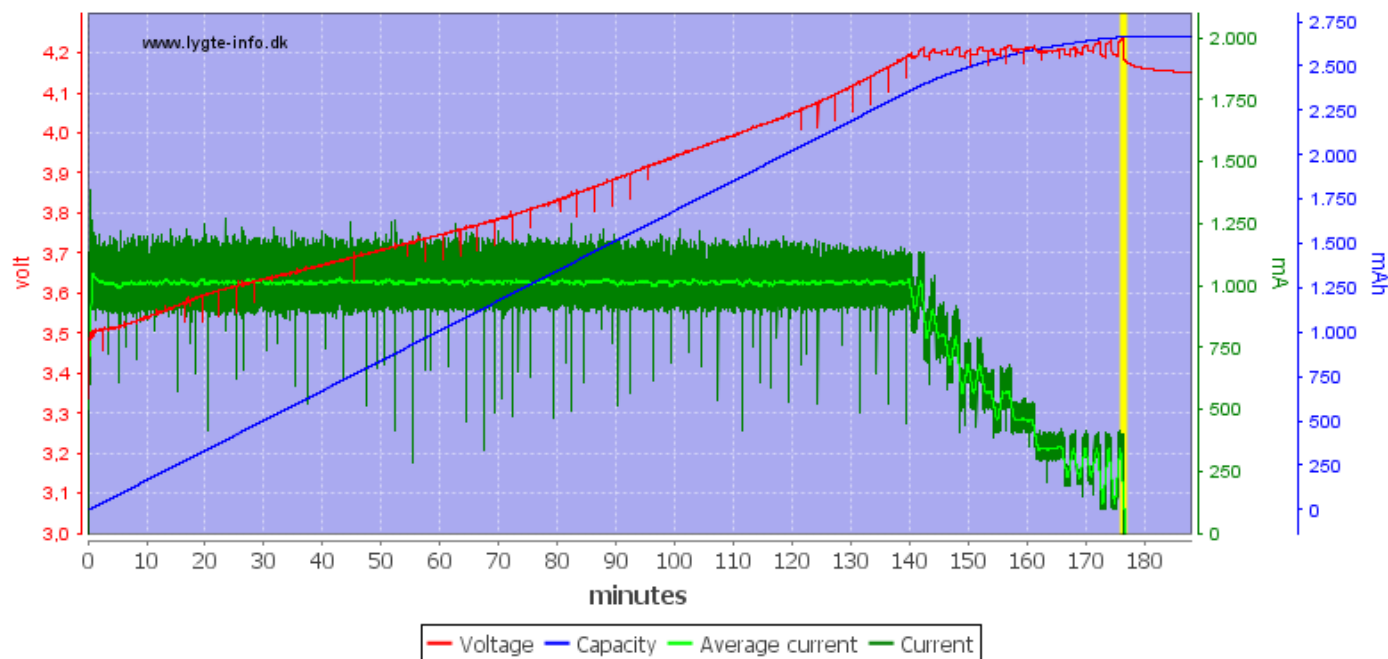
Ładowarka ma wewnętrzny przełącznik oznaczony 3,7 V, 4,20 V i 4,35 V. Nie testowałem tego przełącznika, ponieważ jest wewnętrzny, ale możliwe, że będzie można ładować inne chemikalia LiIon.

Pomiary

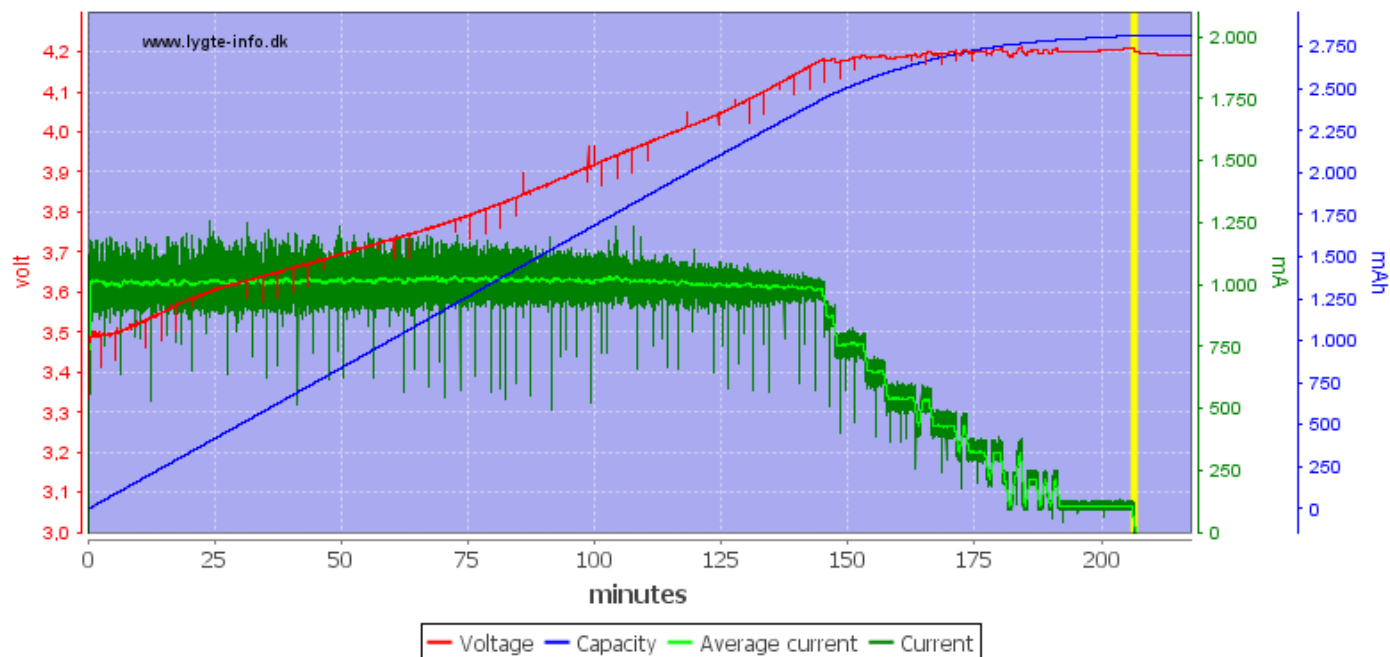
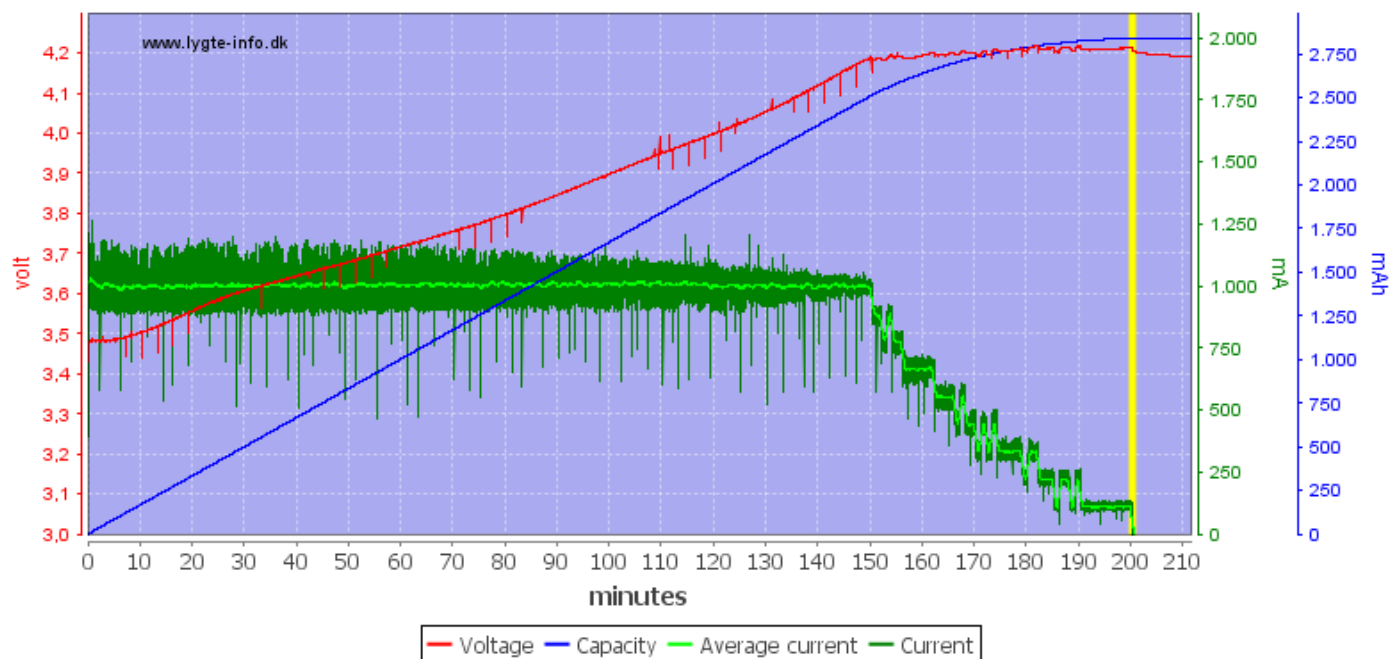
- Podświetlenie wyświetlacza LCD wyłącza się 20 sekund po ostatnim naciśnięciu klawisza.
- Ładowarka ma bardzo duże skoki napięcia w sieci.
- Podczas ładowania 1 akumulatora prądem 0,5 A wentylator cały czas włącza się i wyłącza. Jest to bardzo denerwujące, gdy siedzi się blisko ładowarki.
- Podczas ładowania 4 akumulatorów prądem 1A wentylator pracuje nieprzerwanie.
- Rozładowuje akumulatory NiMH prądem o natężeniu do 0,8 mA, gdy nie są ładowane.
- Rozładowuje akumulatory Li-Ion prądem o natężeniu do 2,1 mA, gdy nie jest ładowany.
- Ponowne włączenie zasilania i ponowne uruchomienie spowoduje ponowne ładowanie.
- Ponowne włożenie baterii spowoduje ponowne uruchomienie ostatnio wybranego trybu.
- Spadek napięcia nie spowoduje ponownego rozpoczęcia ładowania.
- Po włożeniu baterii i naciśnięciu żadnego przycisku rozpocznie się ładowanie prądem o natężeniu 0,5 A.
- Napięcie mierzone jest przy wyłączonym prądzie. Dokładność pomiaru mieści się w granicach 0,01 V.
- Wskaźnik napięcia jest aktualizowany raz na minutę.
- Po włączeniu ładowarka zawsze rozpoczyna ładowanie w trybie 0,5 A.
- Po włączeniu zasilania zapamiętuje ostatnio wybrany tryb, ale zawsze zaczyna od 0,5 A.

ŁADOWANIE baterii LiIon

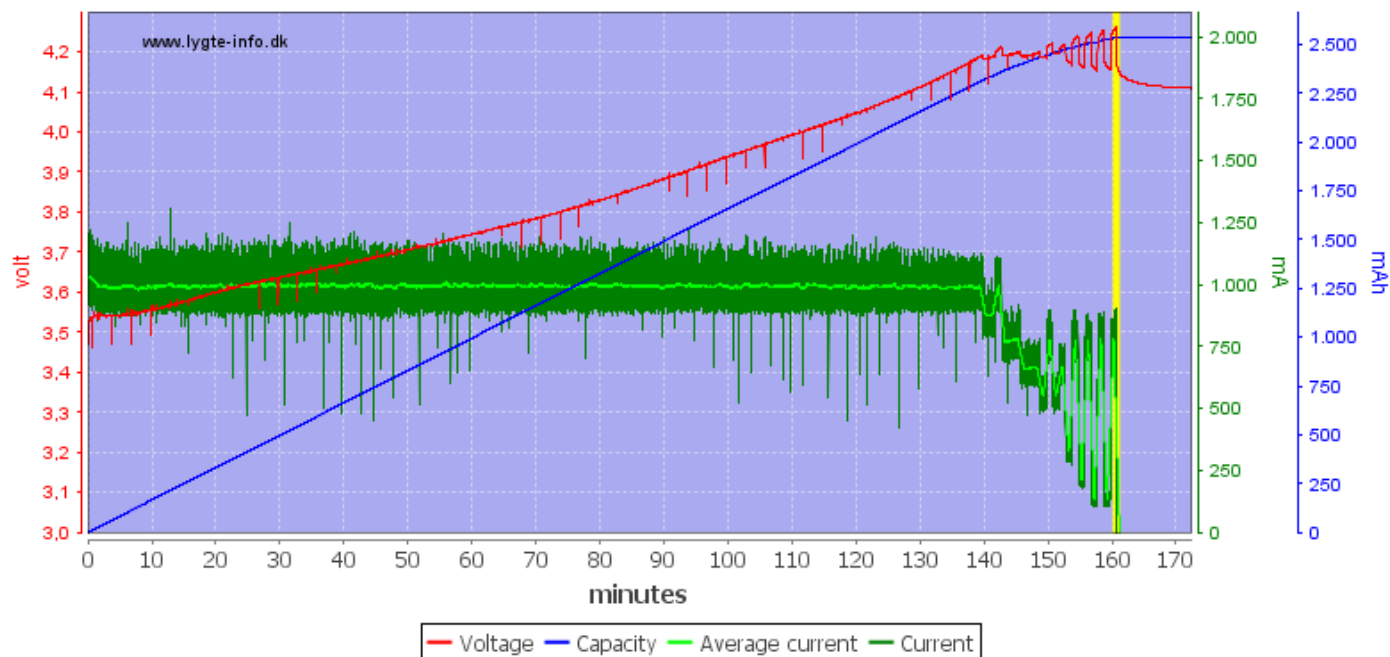
Opus BT-C3100 charge 1A (PA18650-31) #1



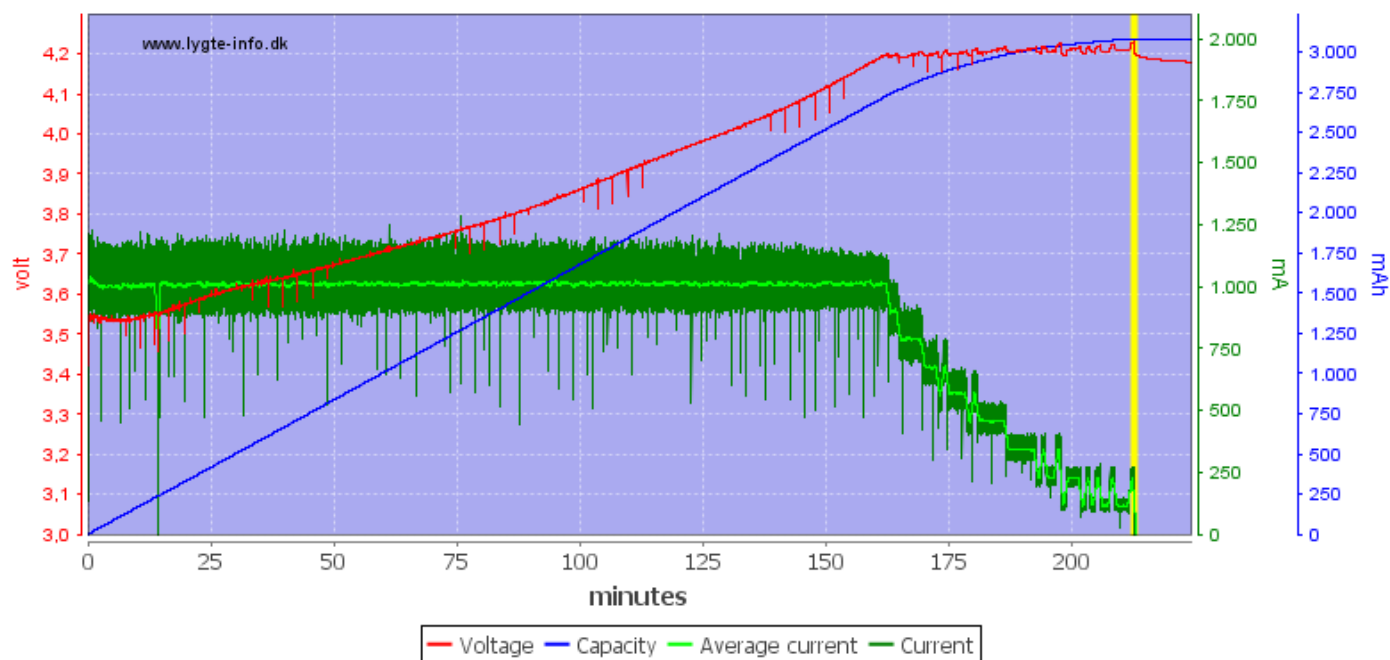
Ładowanie ogniwa 18650 przy 1A, spójrz na krzywe tuż przed żółtą linią. Ładowarka oscyluje i zatrzymuje ładowanie nieco przedwcześnie.

Opus BT-C3100 charge 1A (PA18650-31) #2**Opus BT-C3100 charge 1A (PA18650-31) #3**

Drugi i trzeci kanał działają idealnie.

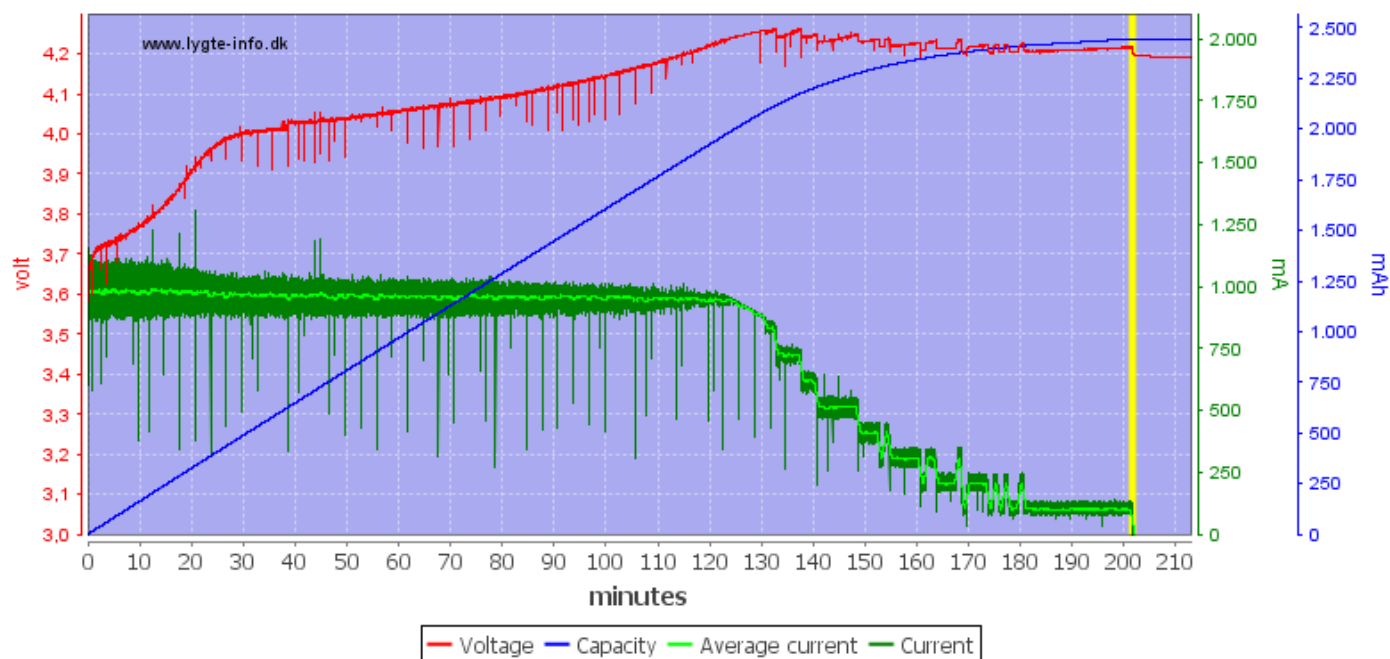
Opus BT-C3100 charge 1A (PA18650-31) #4

Tutaj oscylacja jest jeszcze gorsza i ładowarka ponownie zatrzymuje się przedwcześnie.
Zgodnie z wyświetlaczem naładowałem 2543mAh do akumulatora.

Opus BT-C3100 charge 1A (PA18650-34) #1

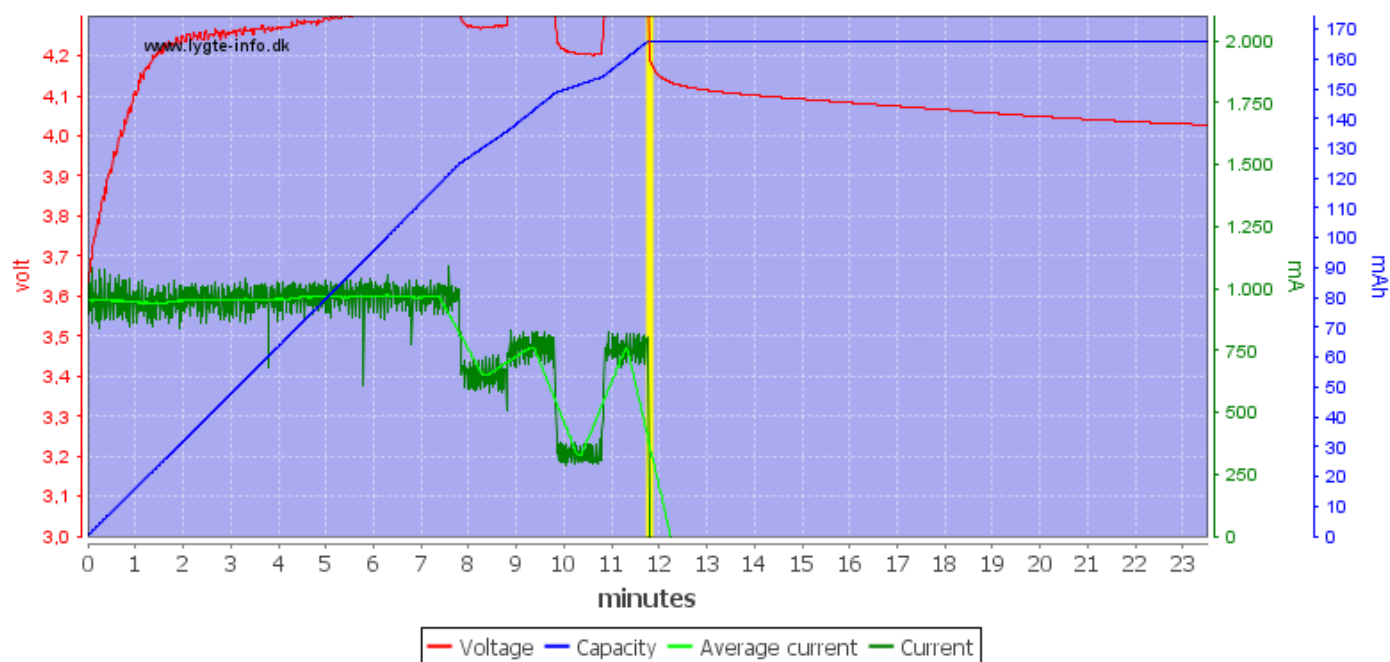
Ogniwo 3400mAh również miało pewne oscylacje, ale nie na tyle duże, aby wpłynąć na ładowanie.

Opus BT-C3100 charge 1A (BE18650-26) #2



Akumulator 2600mAh w gnieździe nr 2 działał lepiej, ale ładowarka była nieco powolna w zmianie z fazy CC na CV (to mieści się w dopuszczalnych tolerancjach).

Opus BT-C3100 charge 1A (AW16340-IMR) #1

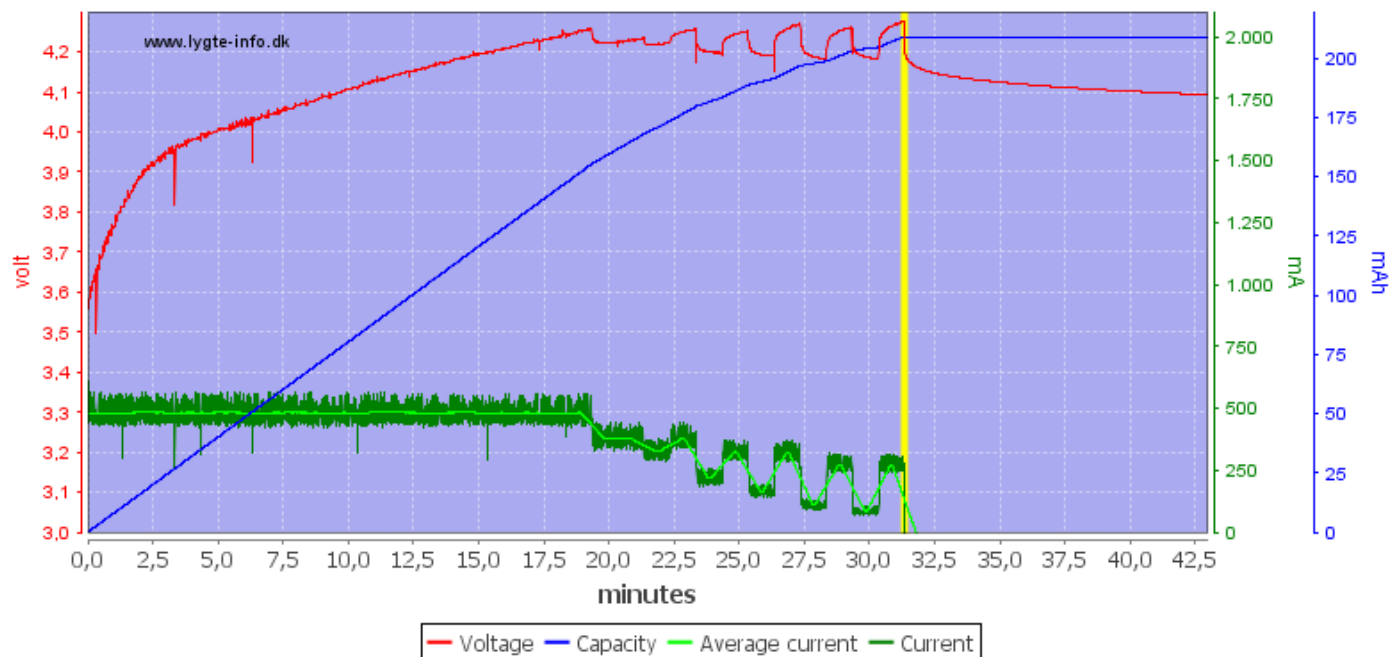


Co się dzieje ze starą, bardzo miękką baterią (High Ri)? Ładowarka zdecydowanie nie może sobie z tym poradzić, przynajmniej nie w gnieździe nr 1.

Tutaj również bardzo łatwo zobaczyć, że oscylacje są oparte na 1-minutowej częstotliwości pomiaru napięcia.

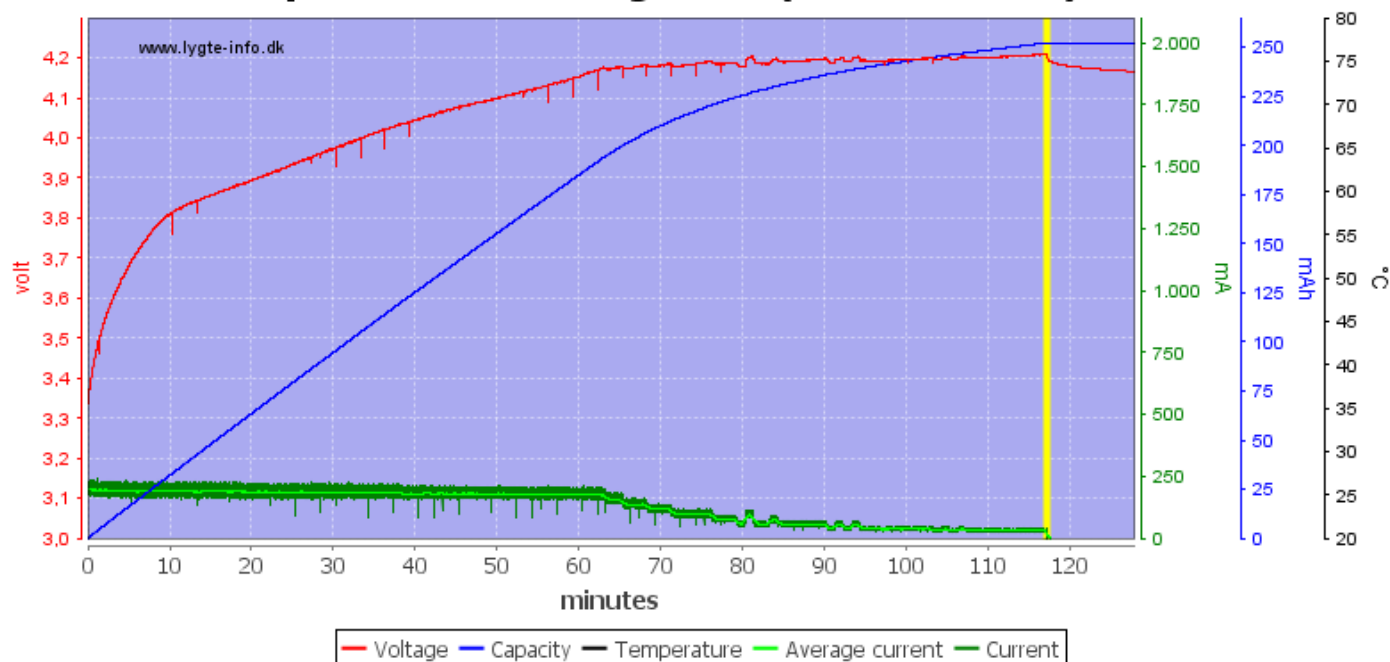
Moim zdaniem oscylacje są spowodowane „wysoką” impedancją wewnętrzną baterii, tj. aby ich uniknąć, należy używać niskiego prądu ładowania i środkowych gniazd, zwłaszcza w przypadku małych baterii i starych baterii.

Opus BT-C3100 charge 0.5A (AW16340-IMR) #1

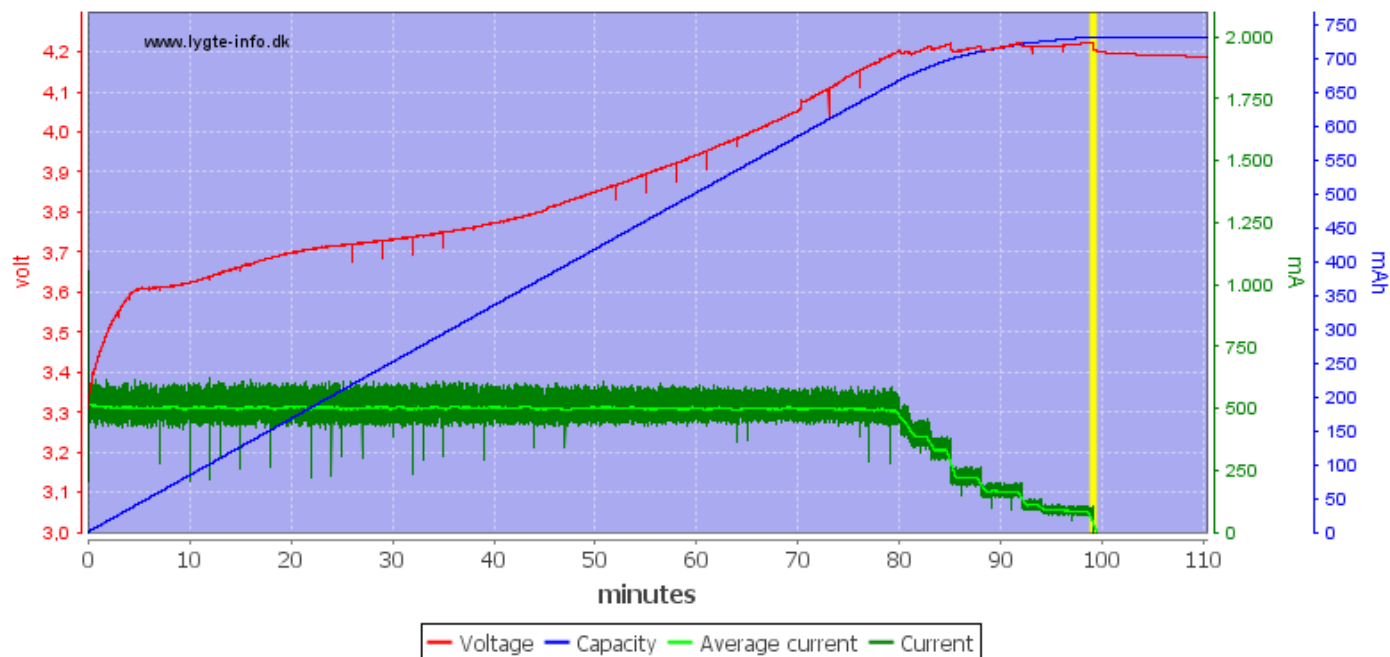


Zmniejszmy prąd ładowania. To znacznie poprawiło ładowanie.

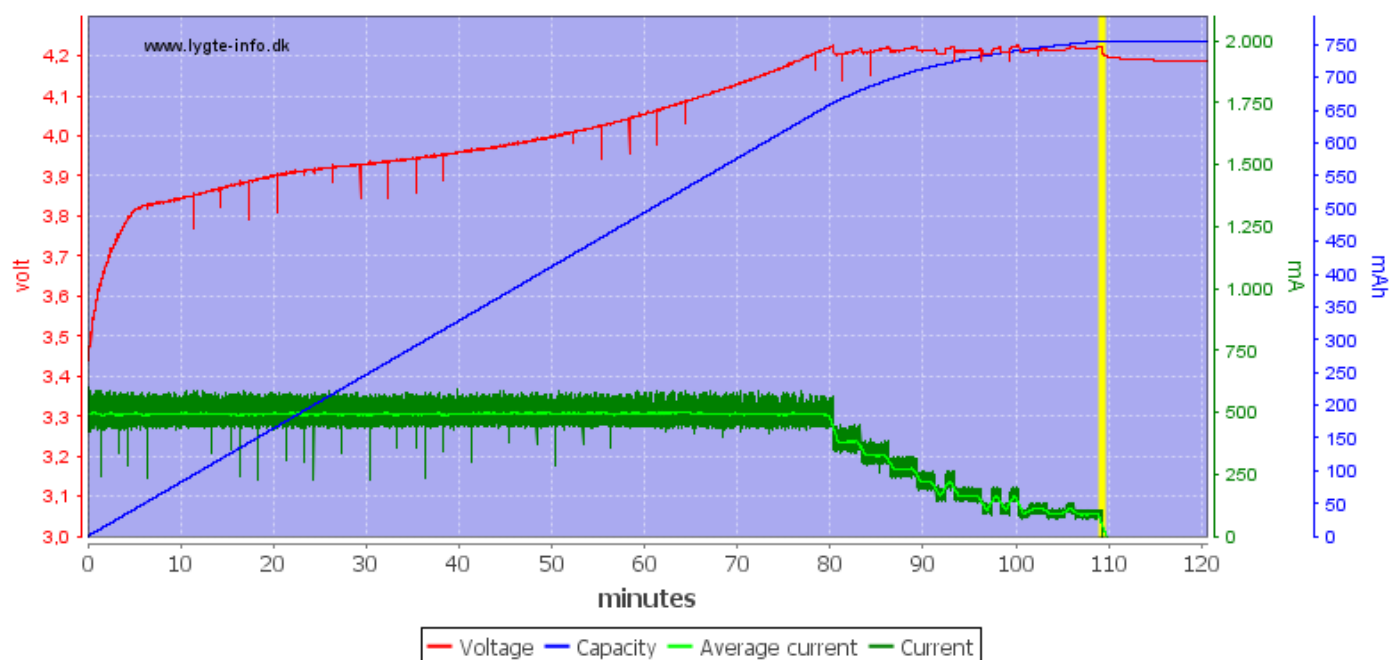
Opus BT-C3100 charge 0.2A (AW16340-IMR) #2



Jeszcze większe zmniejszenie prądu ładowania i użycie gniazda nr 2 naprawiło krzywą ładowania. To idealna krzywa CC/CV.

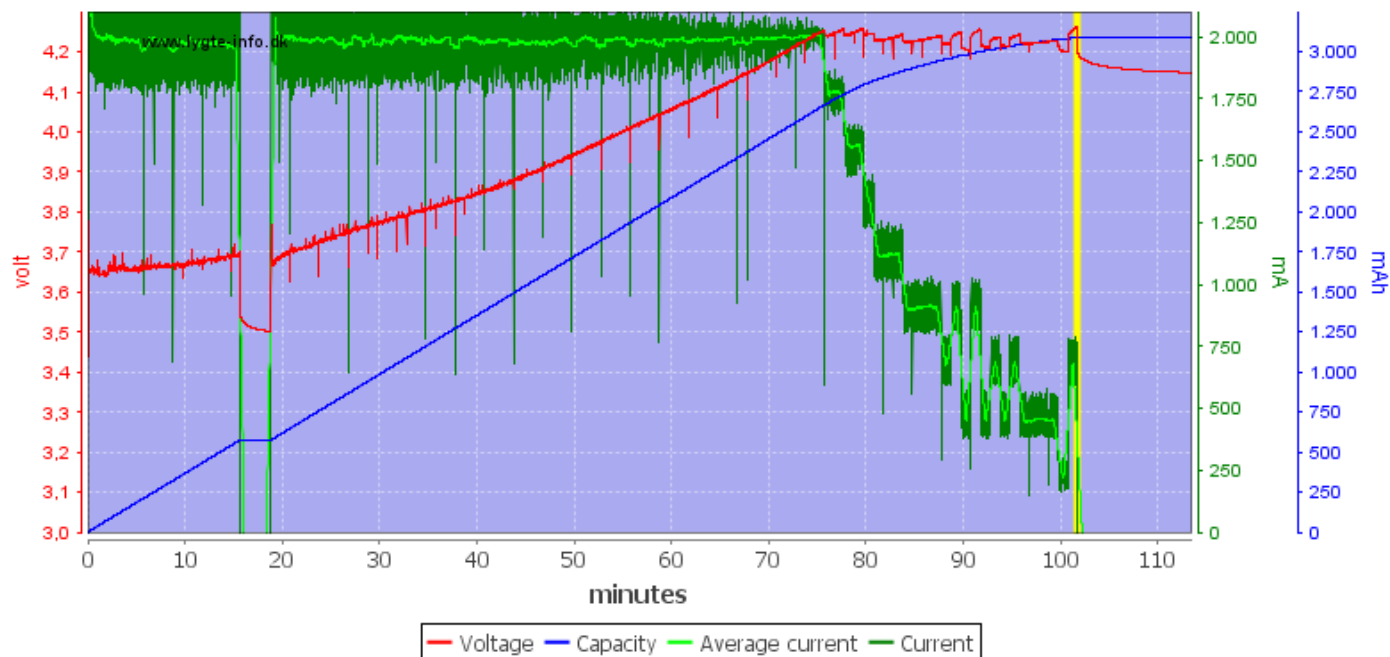
Opus BT-C3100 charge 0.5A (AW18350-IMR) #1

Użycie nowszej baterii w gnieździe nr 1 działa dobrze.

Opus BT-C3100 charge 0.5A (KP14500-08) #1

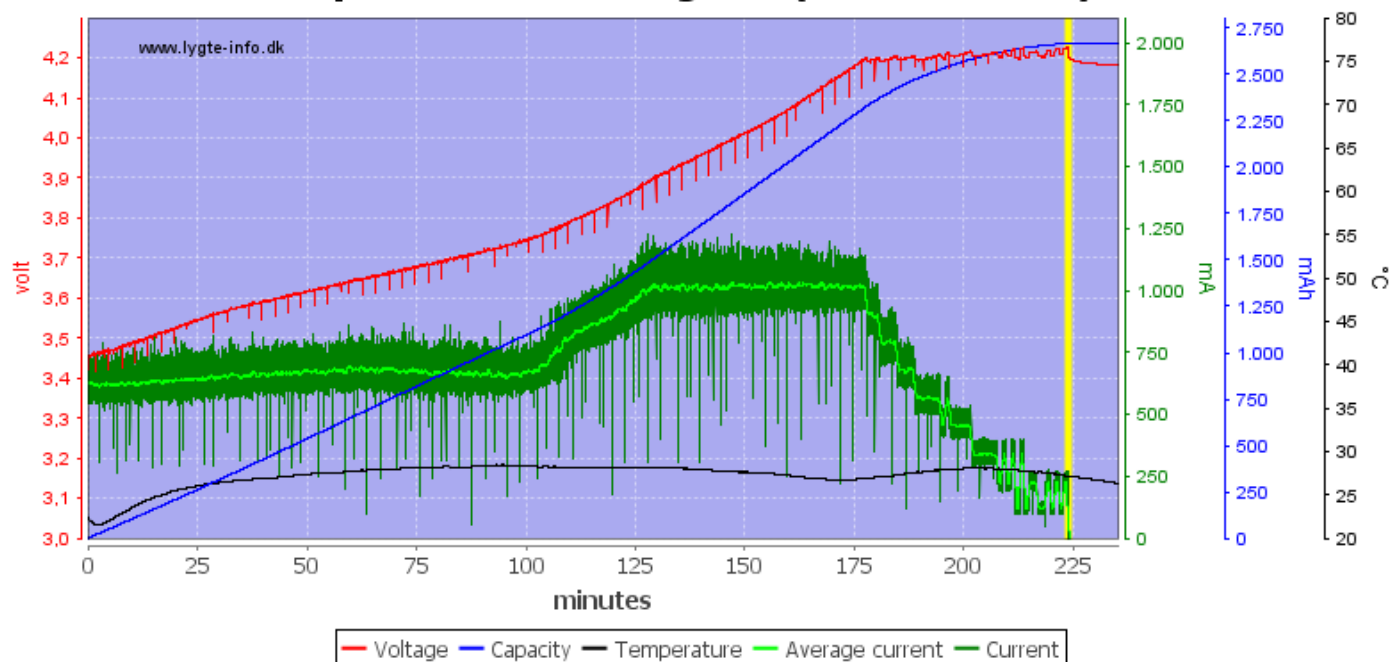
14500 również ładuje dobrze.

Opus BT-C3100 charge 2A (PA18650-34) #1



Przy 2A ładowarka potrzebowała odpoczynku podczas ładowania, a oscylacje są raczej słabe.

Opus BT-C3100 charge 1A (4xPA18650-31)



4 baterie jednocześnie przy pełnym prądzie. To wygląda dziwnie, ładowarka ładuje tylko 700mA przez pierwsze dwie godziny.

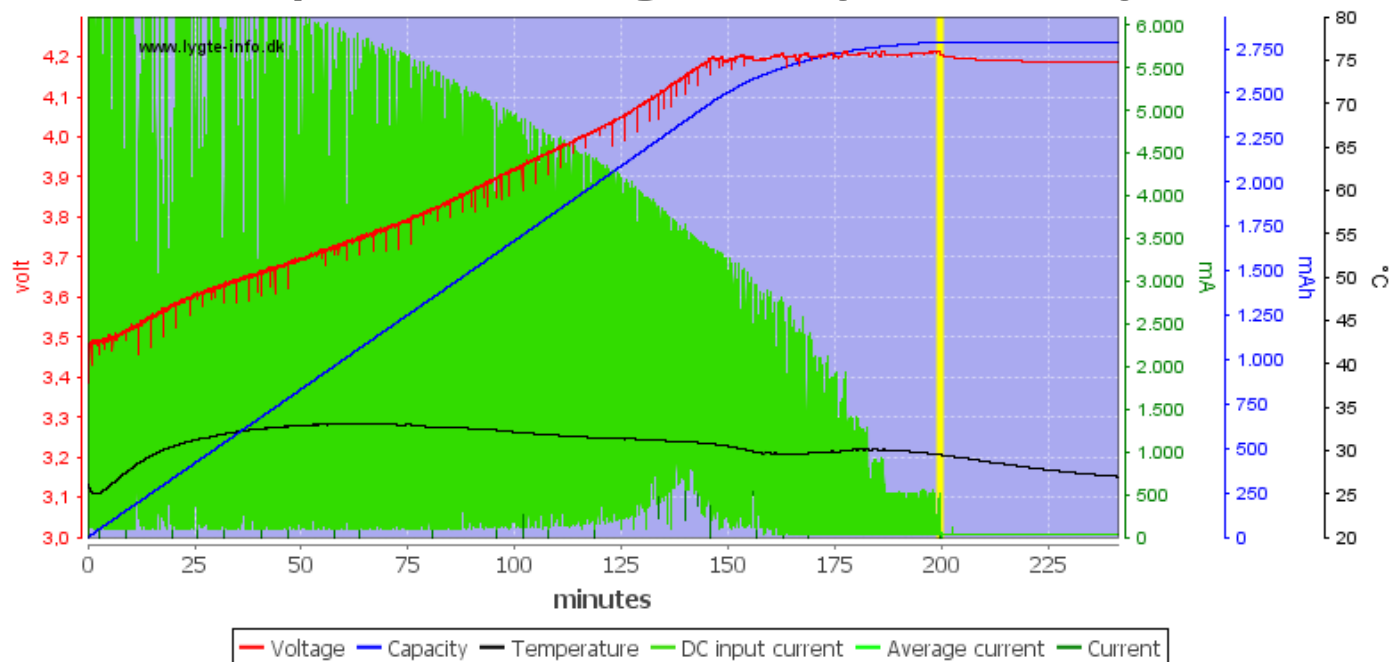
Wyświetlacz pokazywał prąd ładowania 1000mA!

Zgodnie z wyświetlaczem naładowałem do baterii 3297mAh, 2895mAh, 2914mAh, 3351mAh. Raczej imponujące z 3300mAh w baterii 3100mAh.

Mój sprzęt pomiarowy był na slotie nr 1 i wygląda na to, że bateria była prawie w pełni naładowana.

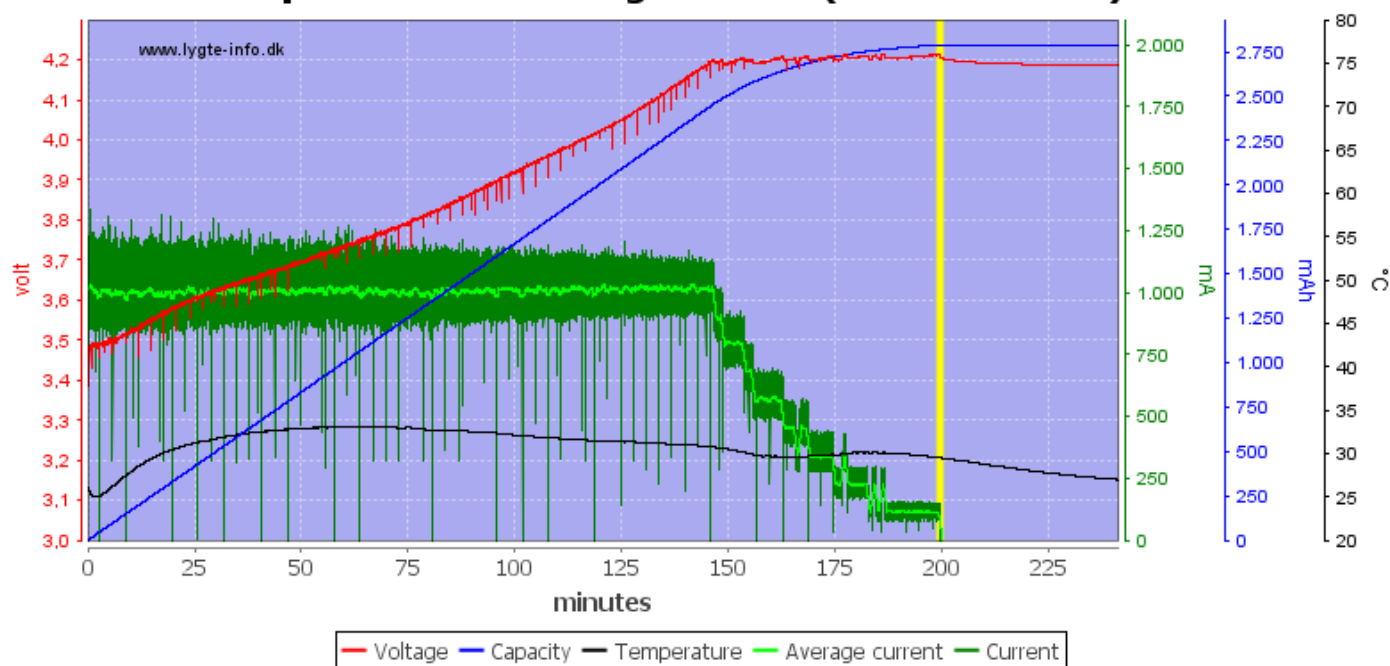
Na szczęście naładowana pojemność mAh nie jest aż tak ważna, ważna jest wartość rozładowania.

Opus BT-C3100 charge 1A 12V (4xPA18650-31)

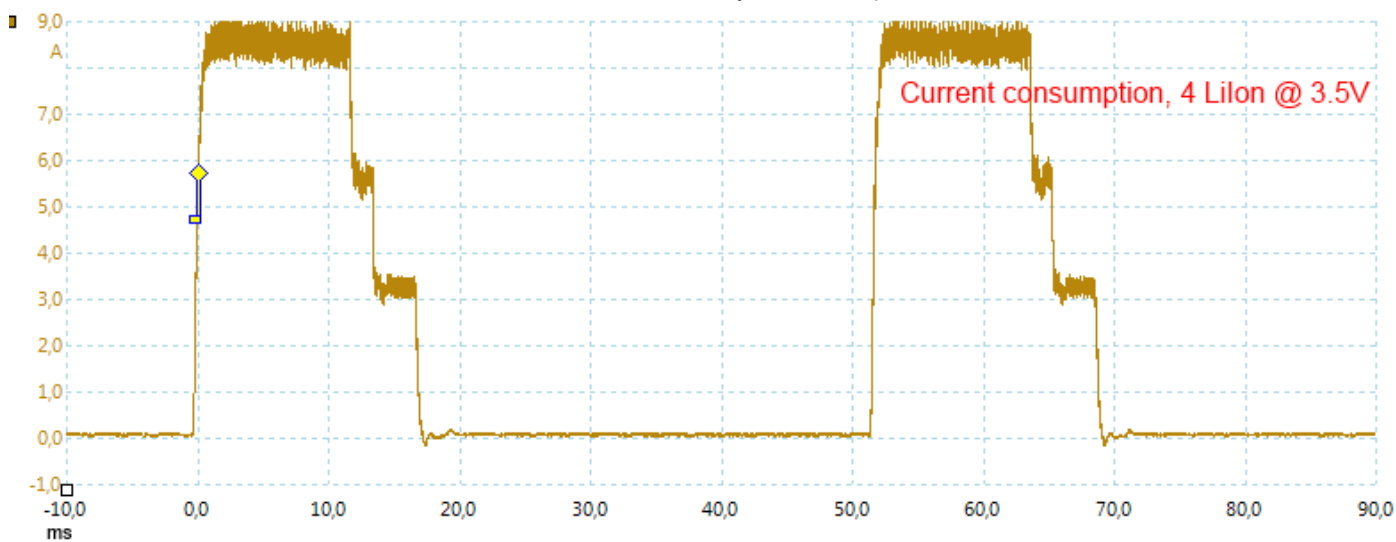


Tak samo jak powyżej, ale używam własnego zasilacza, zwróć uwagę na zieloną skalę prądu. Ładowarka pobiera znacznie więcej niż 3A z zasilacza (to również wyjaśnia migającą diodę LED na dostarczonym zasilaczu).

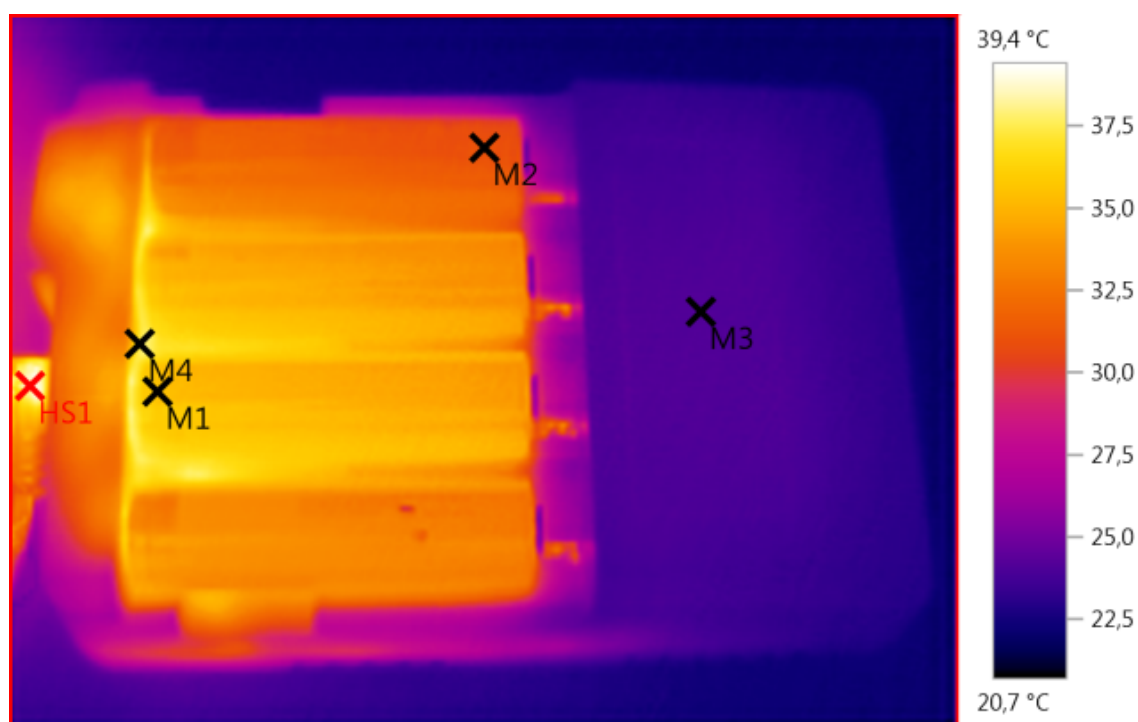
Opus BT-C3100 charge 1A 12V (4xPA18650-31)a



Taka sama krzywa jak powyżej, ale usunąłem „prąd wejściowy DC” z wykresu. Można zauważyć, że ładowarka ładuje idealnie przy 1A.

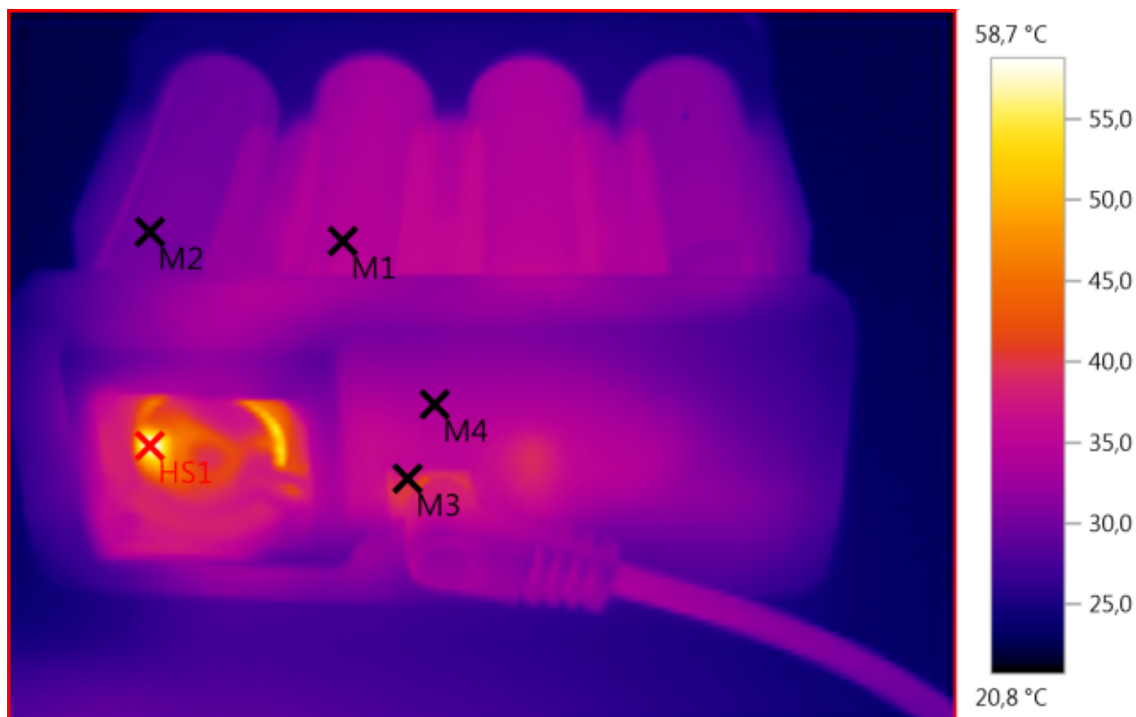


Wykres oscyloskopowy prądu wejściowego pokazuje, co się dzieje. Ładowarka pobiera bardzo wysokie impulsy prądu (około 9A), gdy pulsuje prąd ładowania. Impulsy te będą mniejsze, gdy napięcie akumulatora wzrośnie.



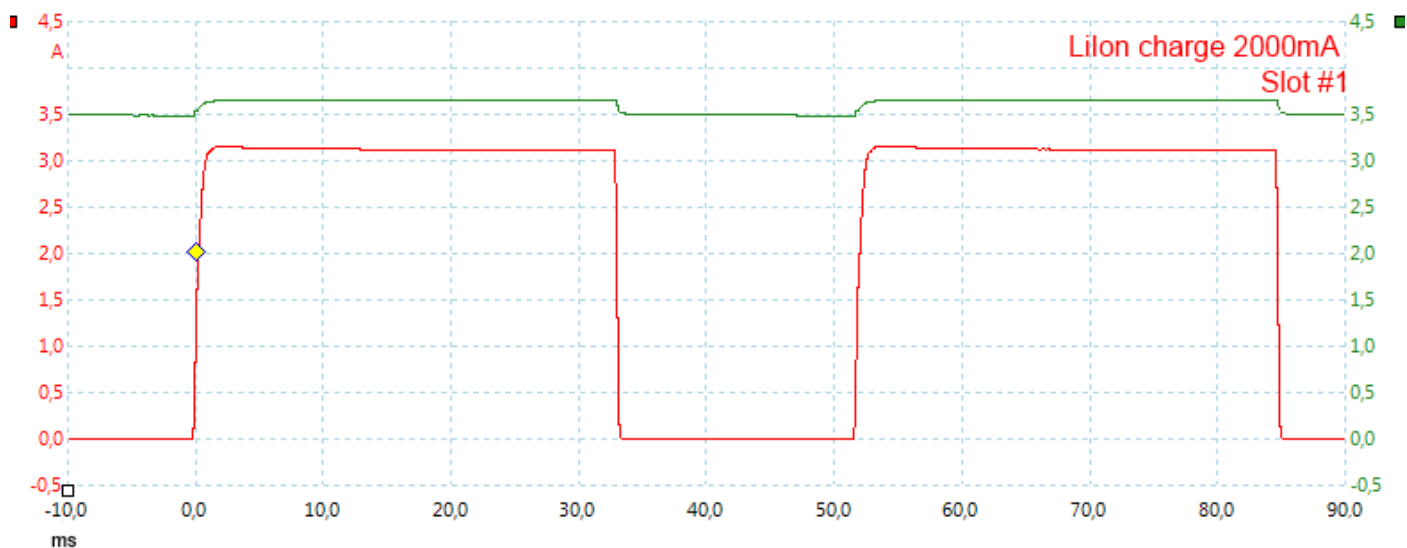
M1: 35,5°C, M2: 31,0°C, M3: 24,1°C, M4: 37,3°C, HS1: 39,4°C

Wentylator pomaga utrzymać niską temperaturę, baterie nie są aż tak gorące.

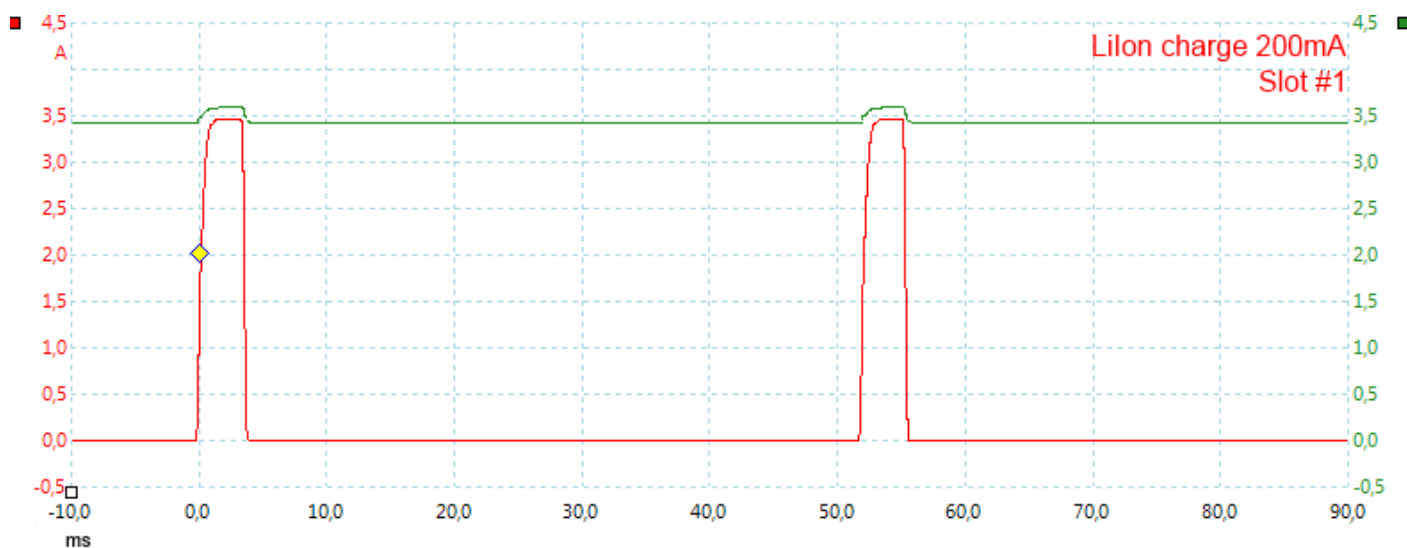


M1: 34,3°C, M2: 30,2°C, M3: 38,9°C, M4: 33,4°C, HS1: 58,7°C

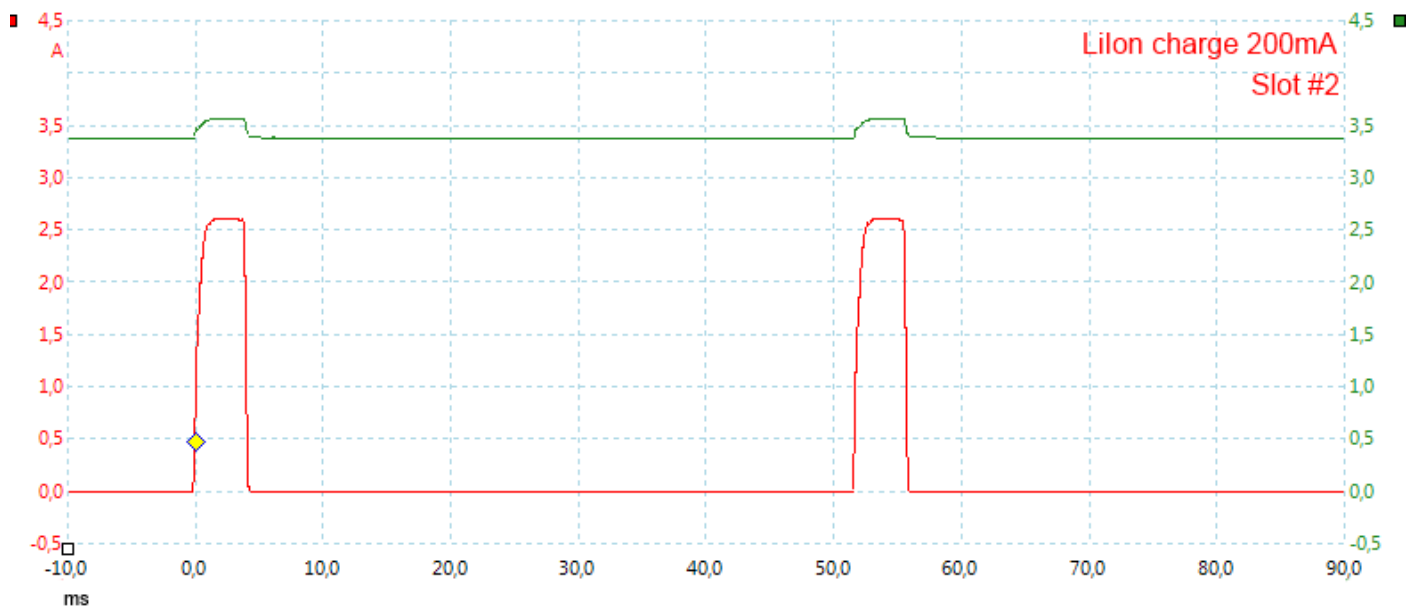
Ale coś w środku ładowarki robi się ciepło.



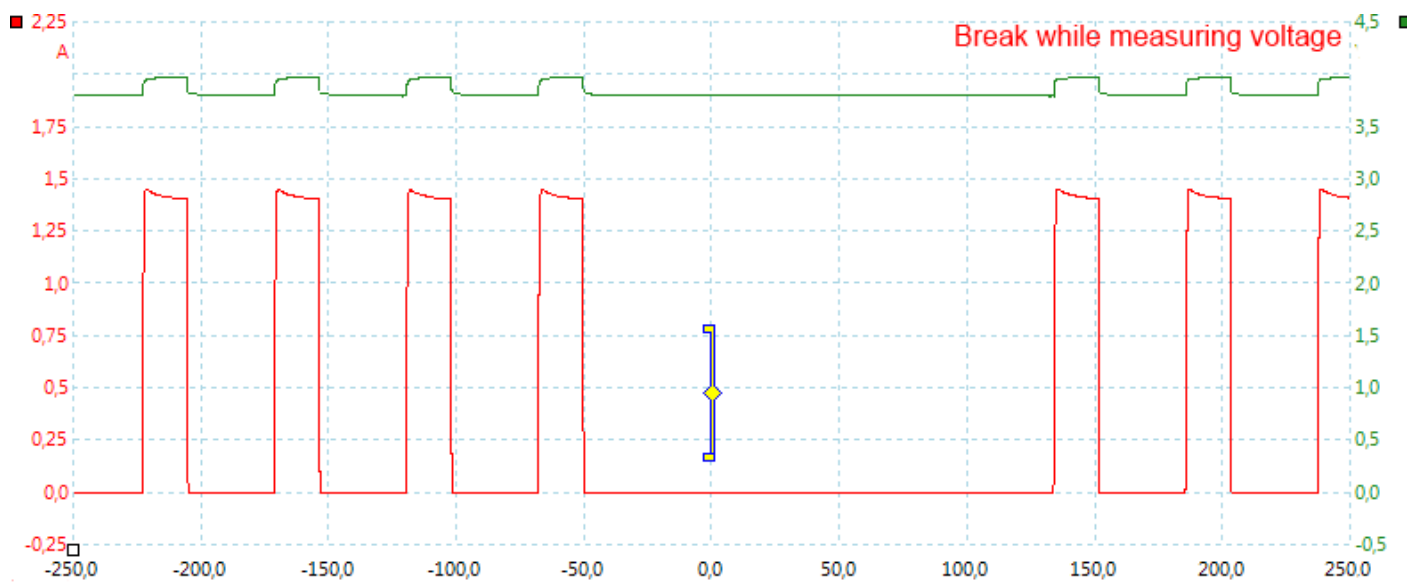
Przy pełnym naładowaniu 2000mA impulsy ładowania są dość długie i przy prądzie 3A. Prąd i szerokość impulsu będą się zmieniać wraz z rzeczywistym napięciem akumulatora.



Minimalny prąd ładowania, ten prąd jest jeszcze wyższy, a impuls jest krótki.



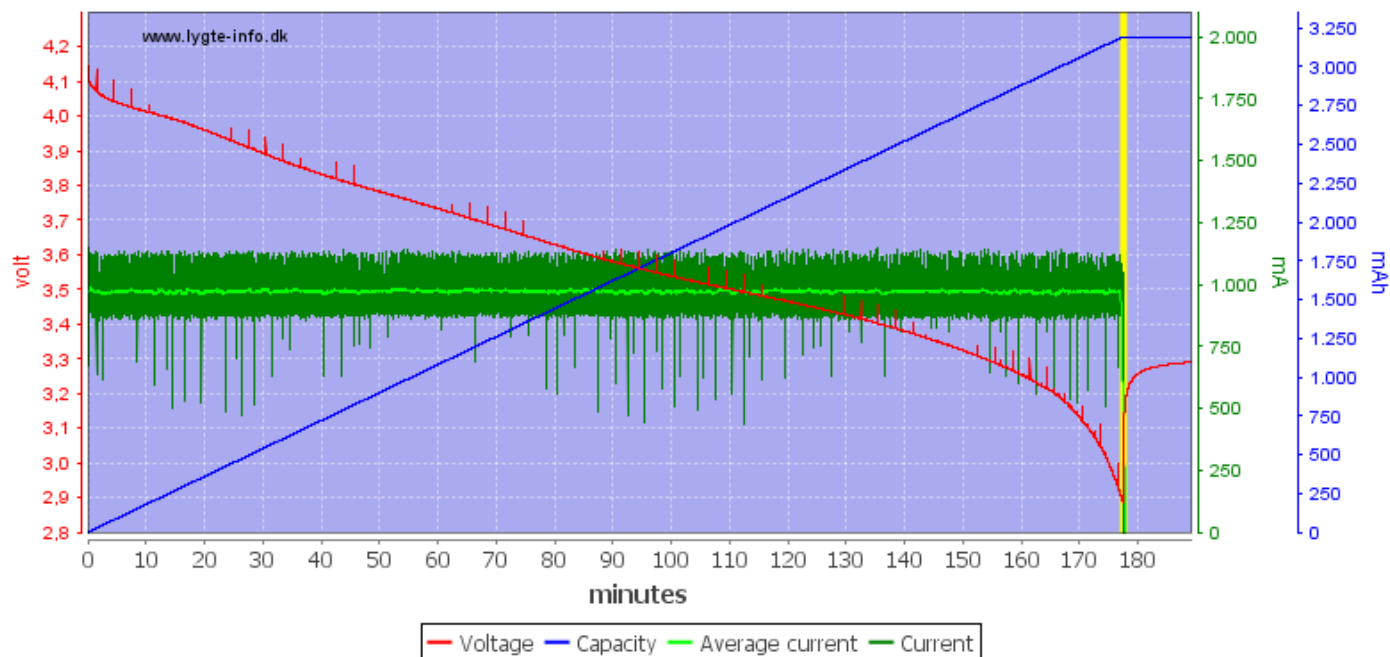
Dwa środkowe gniazda mają mniejsze impulsy prądu, ale działają w ten sam sposób.



Dlaczego jest 1 minuta między aktualizacjami napięcia, moim zdaniem musi tak być, ponieważ pomiar napięcia zajmuje trochę czasu, a ładowarka zatrzymuje ładowanie raz na minutę, aby dokonać pomiaru. Zacząłem szukać przerwy w prądzie ładowania i tak, jest tam. Należy również zauważyć, że szczytowy prąd jest niższy, ponieważ akumulator ma wyższe napięcie na tym wykresie.

ROZŁADOWANIE akumulatorów LiIon

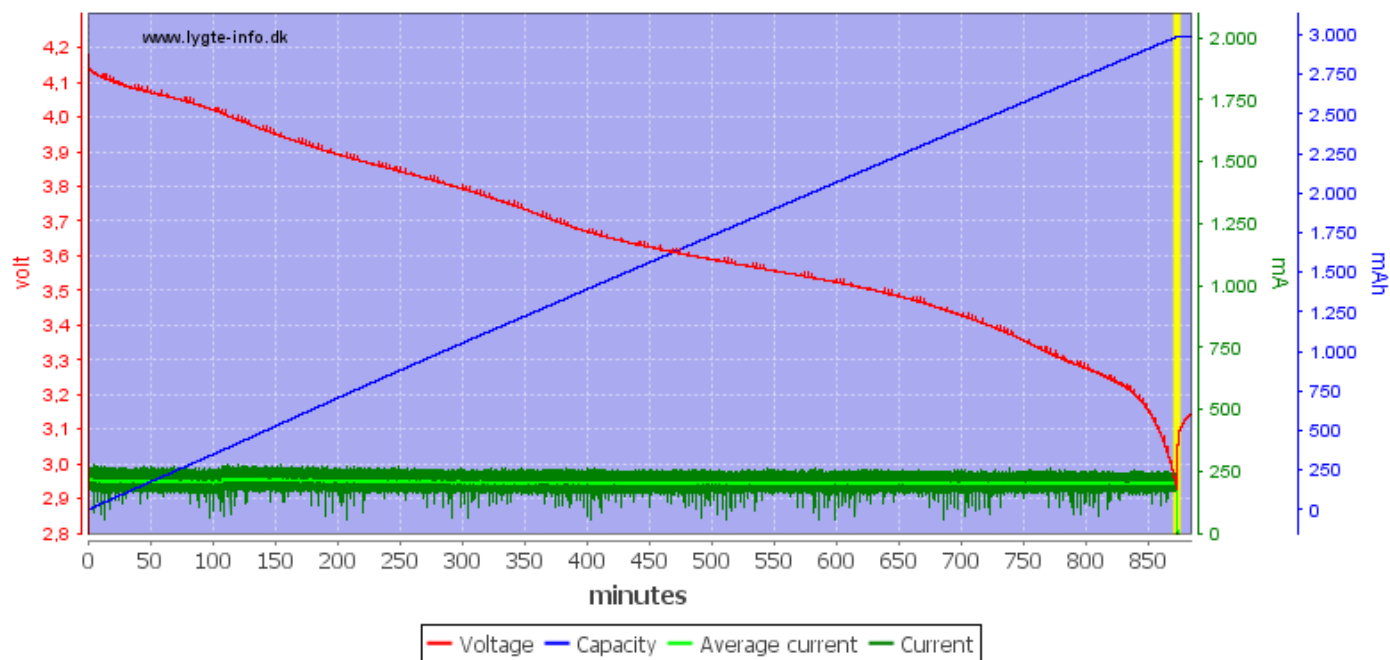
Opus BT-C3100 discharge 1A (PA3100-31) #1



Rozładowanie wygląda ładnie. Rozładowuje się do 2,9 V, to dobra wartość (w moim teście użyłem 2,8 V).

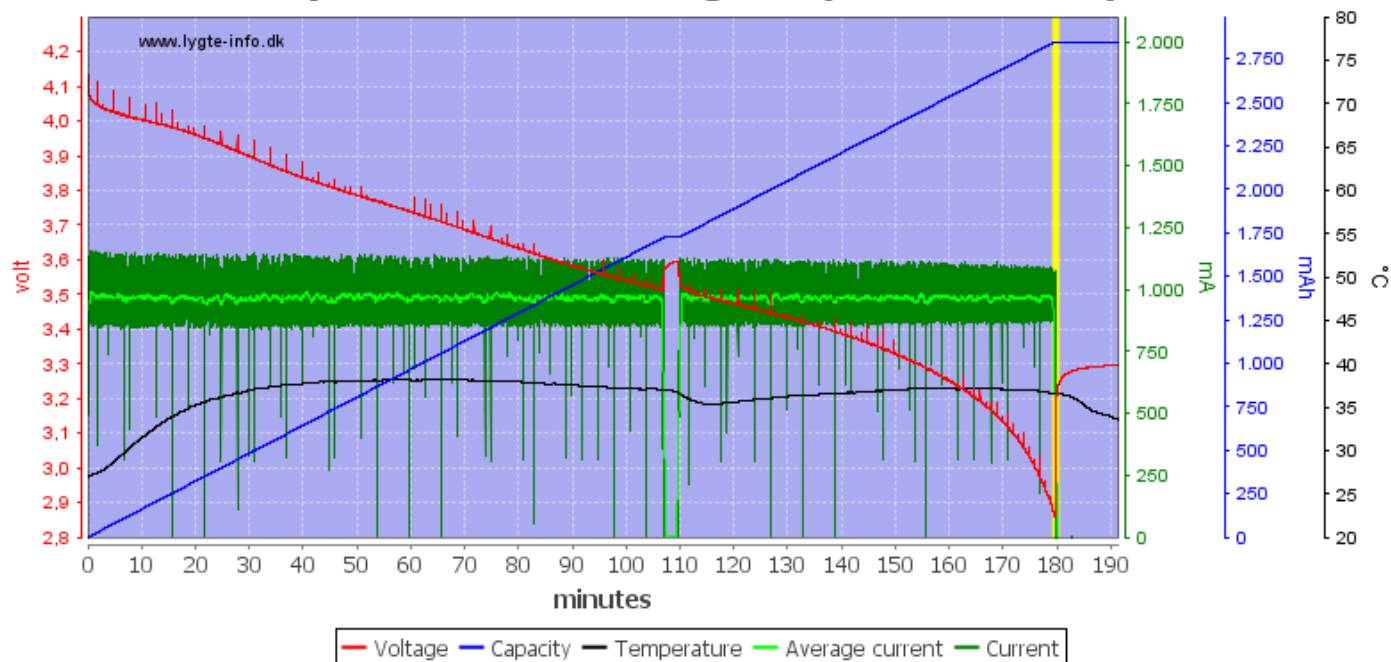
Akumulatory LiIon są zwykle oceniane na rozładowanie 2,5, 2,75 lub 3,0 V, typ 3,0 V może teoretycznie zostać uszkodzony, ale w moim teście nie widziałem żadnego do 2,8 V.

Opus BT-C3100 discharge 0.2A (PA18650-31) #1

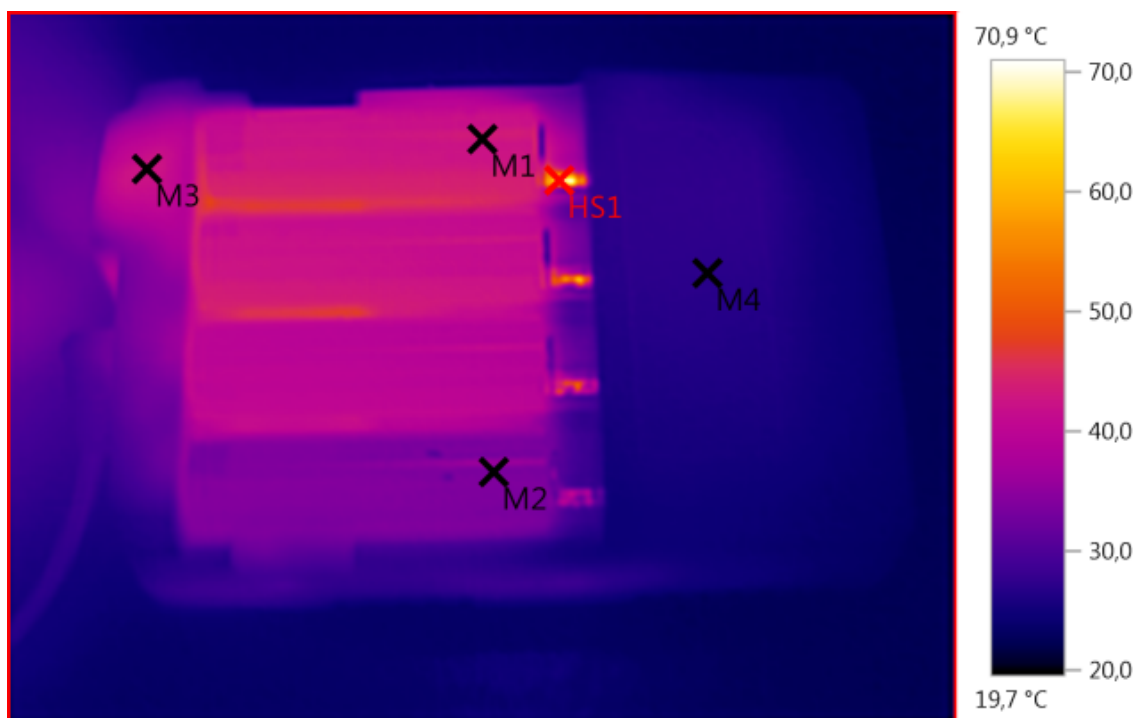


Rozładowanie 0,2 A również wygląda dobrze.

Opus BT-C3100 discharge 1A (4xPA18650-31)

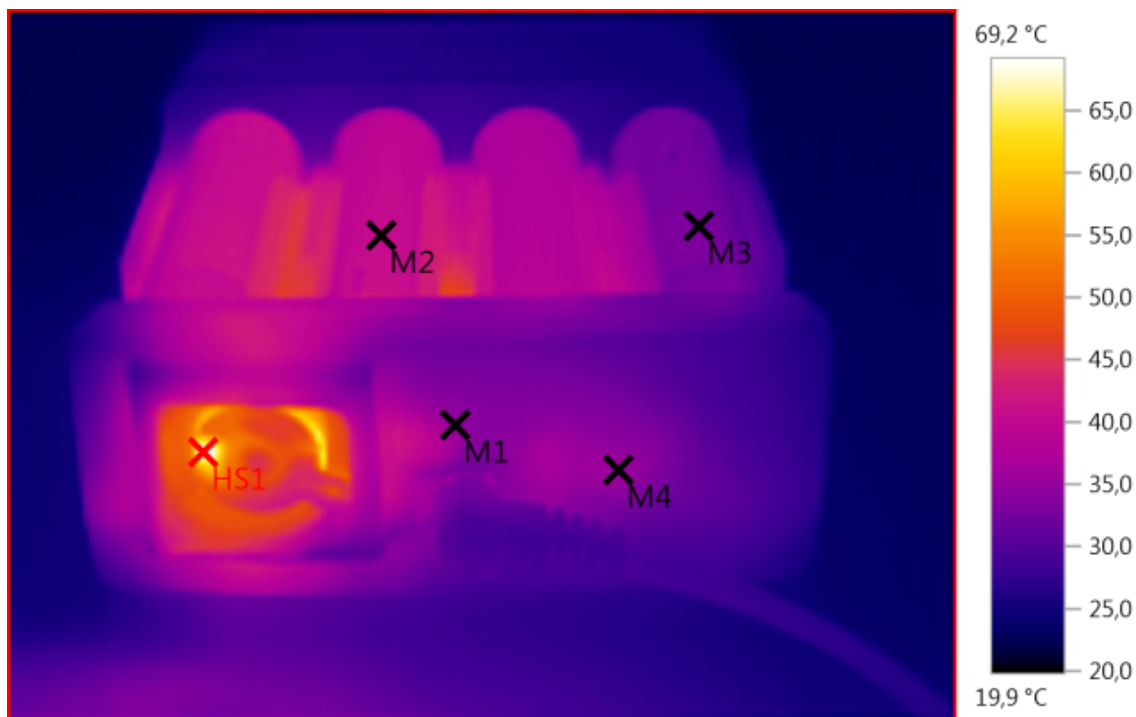


Przy 4 LiIon przy 1 A ładowarka musi pozbyć się dużej ilości ciepła, tzn. wentylator pracuje na pełnych obrotach. To nie wystarczyło, ładowarka zrobiła sobie przerwę podczas rozładowywania

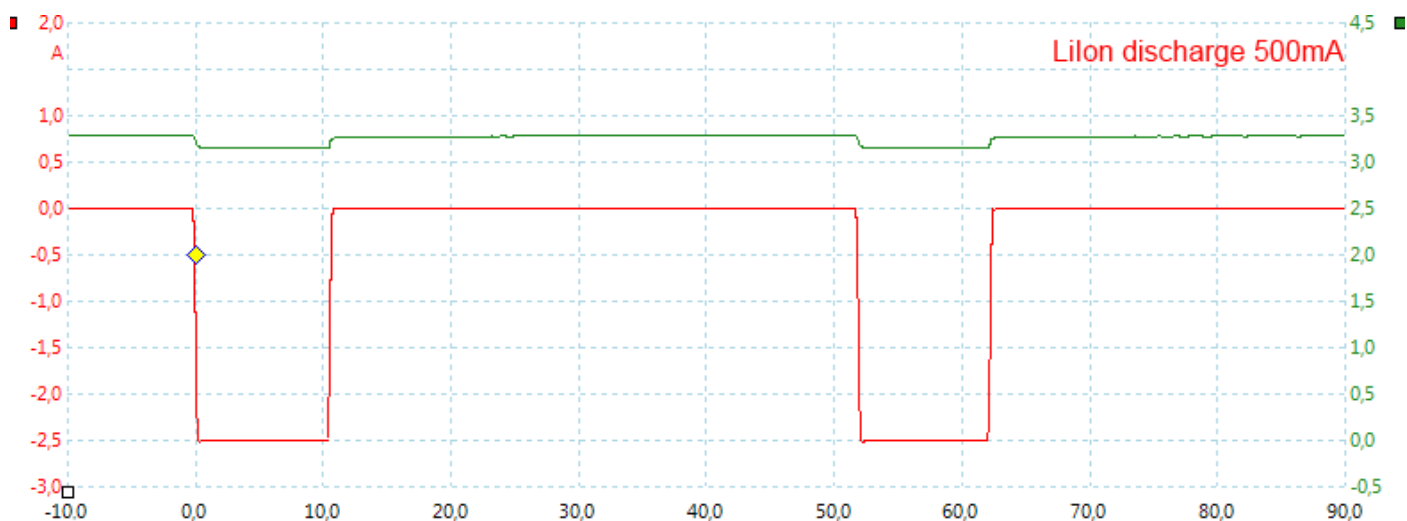


M1: 43,0°C, M2: 33,4°C, M3: 42,5°C, M4: 27,0°C, HS1: 70,9°C

Rezystory do rozładowywania są umieszczone pod 3 akumulatorami i robią się dość gorące, co również ogrzewa akumulatory.



M1: 35,2°C, M2: 40,7°C, M3: 33,1°C, M4: 35,4°C, HS1: 69,2°C



Rozładowanie również wykorzystuje impulsy, ale są one takie same na wszystkich kanałach. Wysoki prąd wynika z tego, że ładowarka używa tego samego banku rezystorów dla NiMH i LiIon.

ROZŁADOWANIE ODŚWIEŻANIE akumulatorów LiIon, cykle akumulatorów

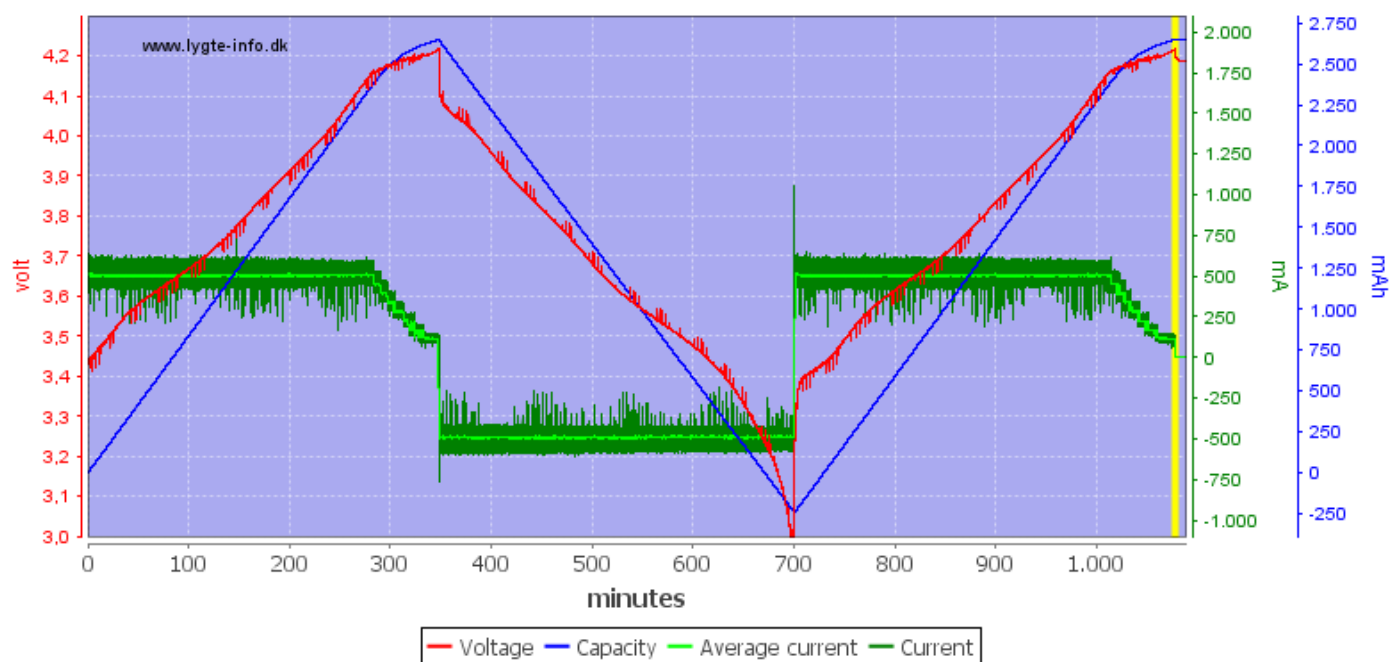
Opus BT-C3100 refresh 1A (PA18650-31) #1



Ten tryb rozładuje i naładuje 3 razy. Może być przydatny dla akumulatorów NiMH, ale nie ma zastosowania dla ogniw LiIon.

TEST ŁADOWANIA Akumulatory LiIon, pomiar pojemności

Opus BT-C3100 test 0.5A (PA18650-31) #1



Aby przetestować pojemność akumulatorów, bardziej przydatny jest tryb testowy, który ładuje akumulator, rozładowuje go i ładuje ponownie.

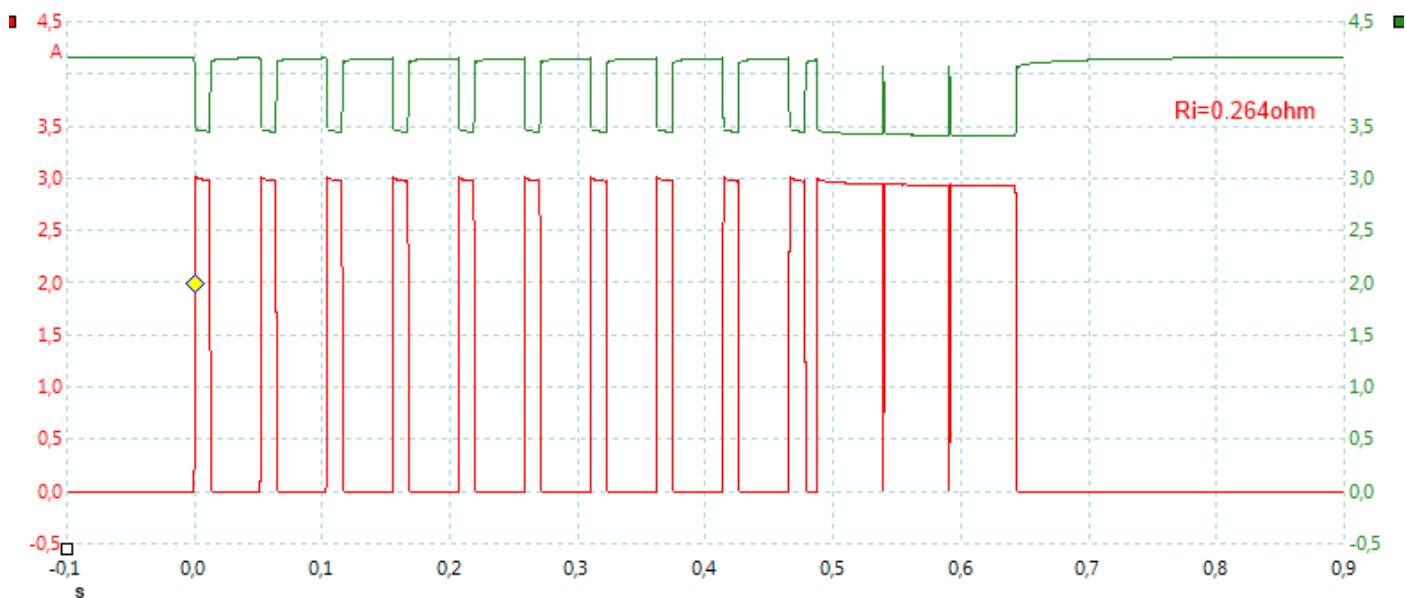
SZYBKI TEST Baterii LiIon, tj. pomiar rezystancji wewnętrznej

Próbowałem z tą samą celą LiIon we wszystkich gniazdach kilka razy (użyłem 18500, co umożliwiło mi włożenie kciuka za celę i zwiększenie nacisku):

Slot	Measurement					Extra pressure				Average	
	#1	#2	#3	#4	#5	#1	#2	#3	#4	#1	#2
#1	47	52	52	49	53	37	41	46	50	43	46
#2	48	50	53	48	55	36	42	46	52	46	48
#3	47	49	44	52	42	39	39	43	37	48	45
#4	47	47	44	44	42	38	40	41	37		

Istnieje pewna rozbieżność między wynikami, zastosowanie dodatkowego nacisku zmniejszyło rezystancję styku.

Mój tester impedancji AC zmierzył 17 mOhm +/- 1 mOhm podczas kilku prób (Uwaga: impedancja AC i DC nie powinna być taka sama).

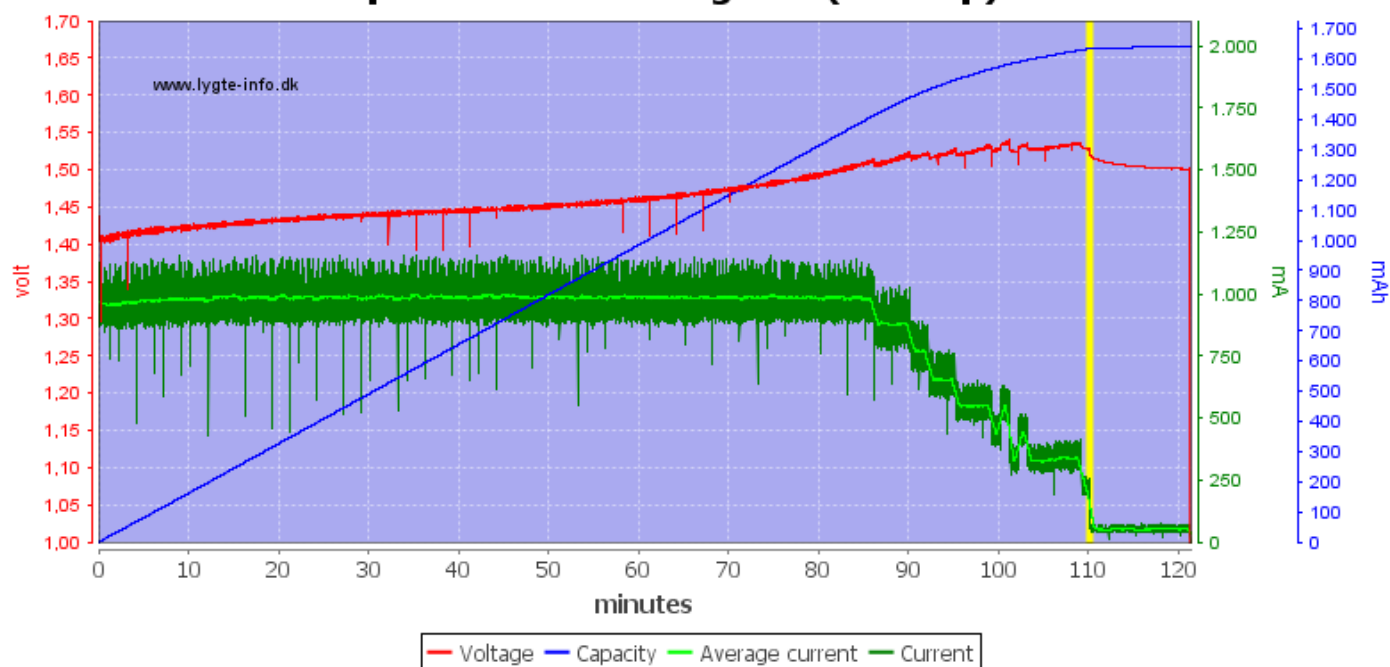


Pomiar odbywa się przy krótkim obciążeniu impulsowym. Używam rezystora 0,1 oma w szeregu z baterią, aby zmierzyć prąd, jest to oczywiście uwzględnione w wartości Ri mierzonej przez ładowarkę.

ŁADOWANIE akumulatorów NiMH

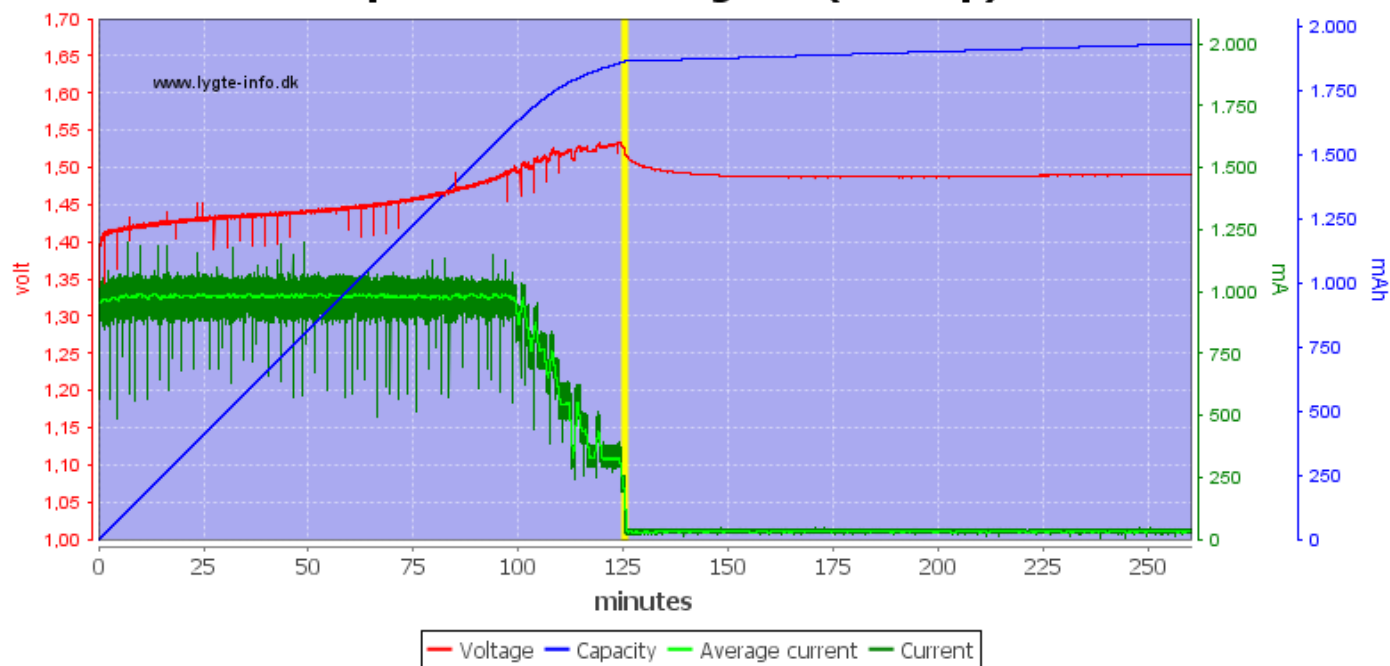
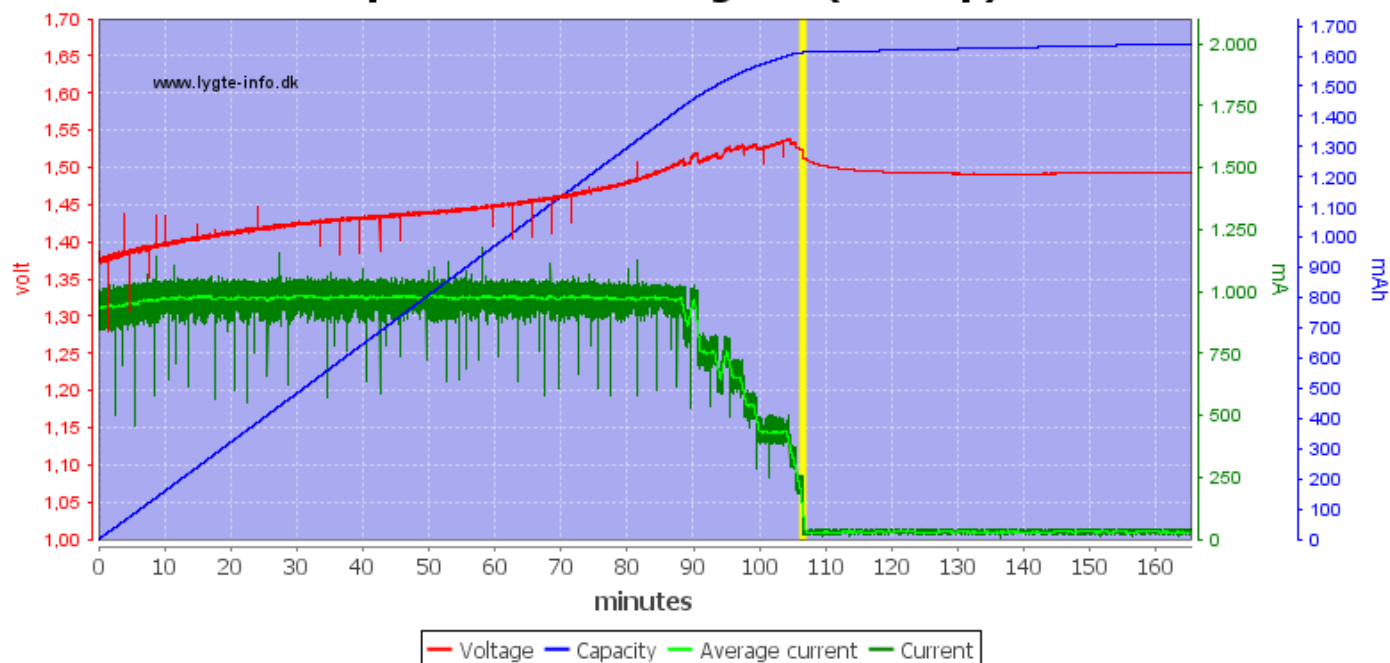
Uwaga: Niektóre używane eneloopy miały niską pojemność.

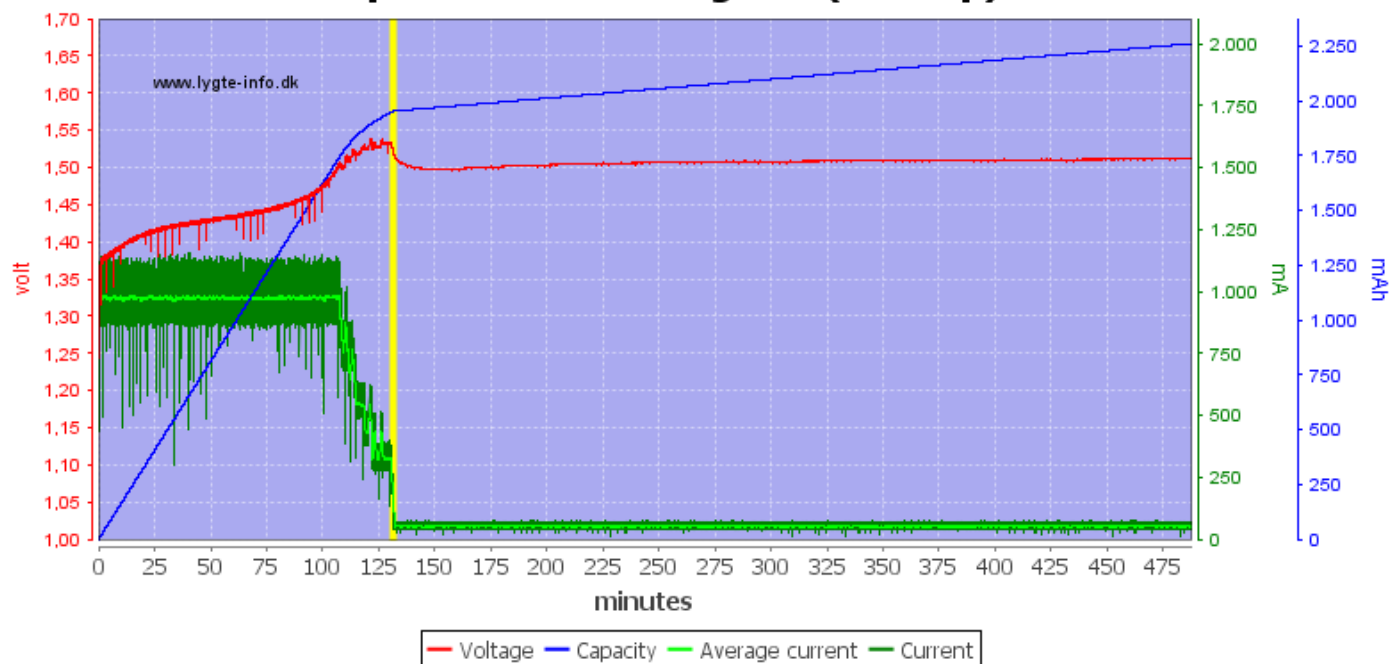
Opus BT-C3100 charge 1A (eneloop) #1



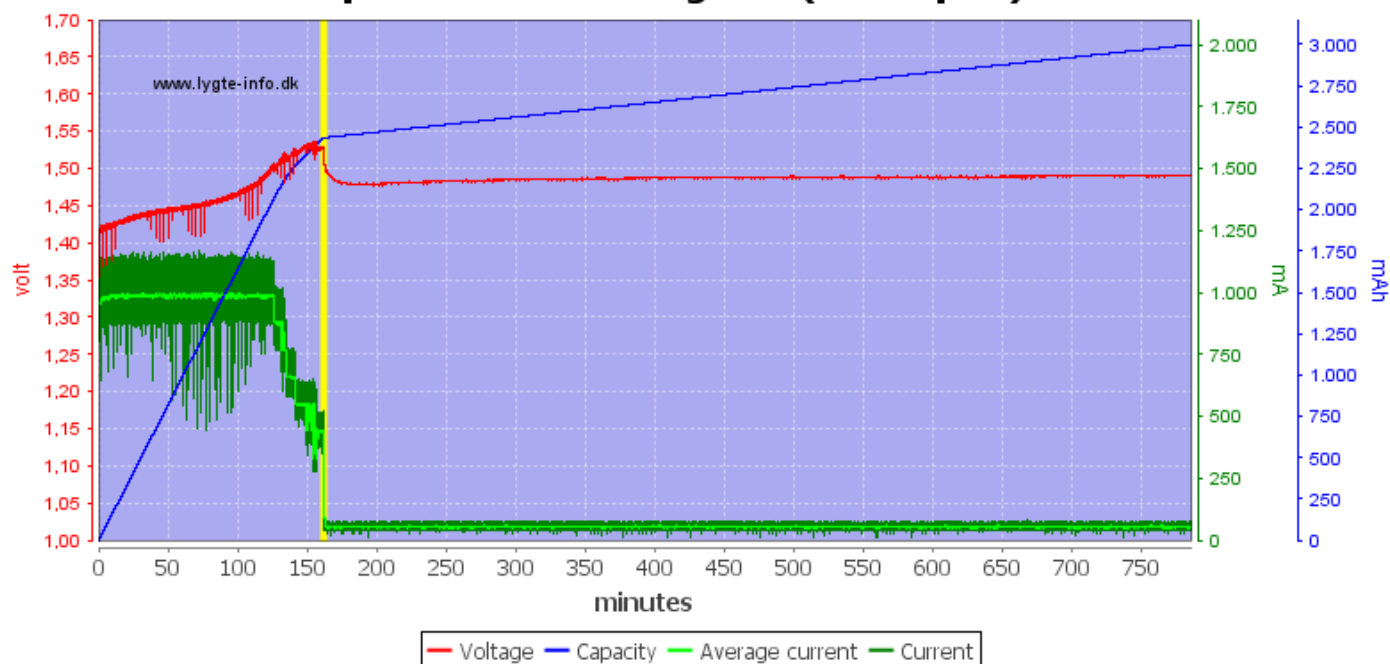
Interesująca krzywa ładowarki, wygląda na to, że ładowarka używa algorytmu CC/CV dla akumulatorów NiMH. Ładowarka dobrze radzi sobie z ładowaniem.

Należy również zauważyć, że ładowarka używa ładowania podtrzymującego po zakończeniu głównego ładowania, co nie jest dobrym pomysłem w przypadku ogniw LSD.

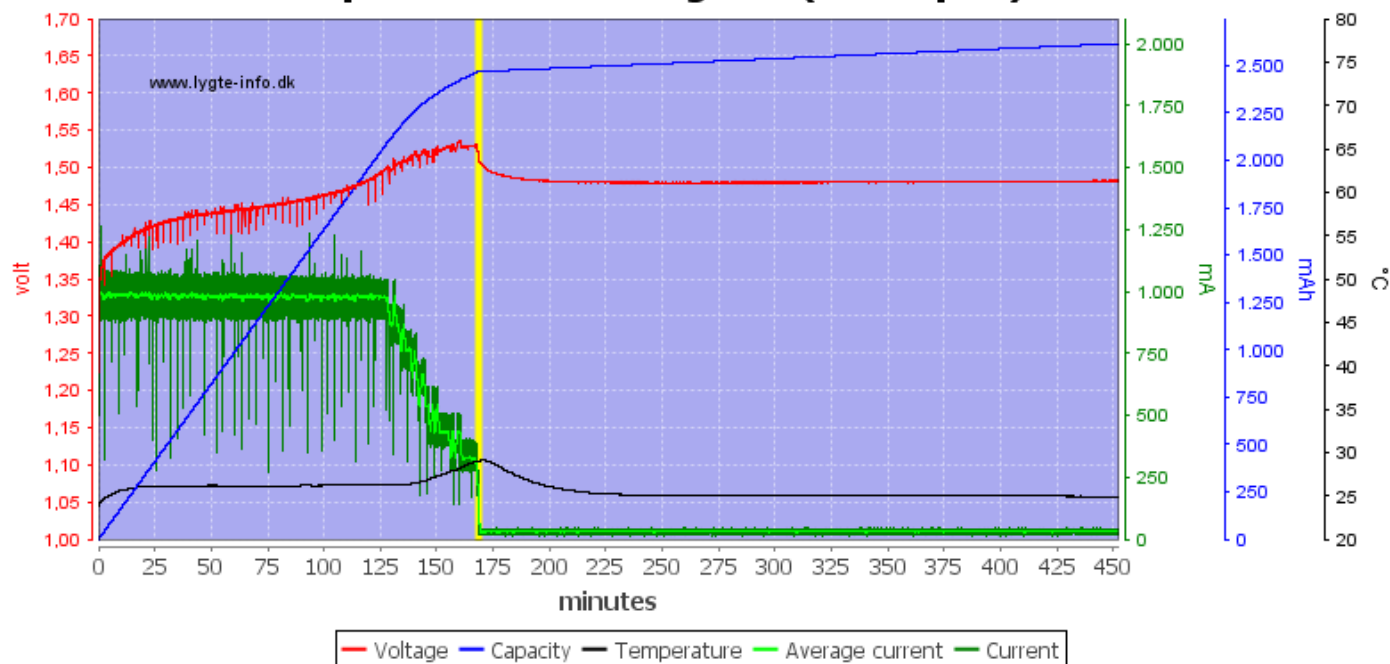
Opus BT-C3100 charge 1A (eneloop) #2**Opus BT-C3100 charge 1A (eneloop) #3**

Opus BT-C3100 charge 1A (eneloop) #4

Pozostałe gniazda również wyglądają dobrze.

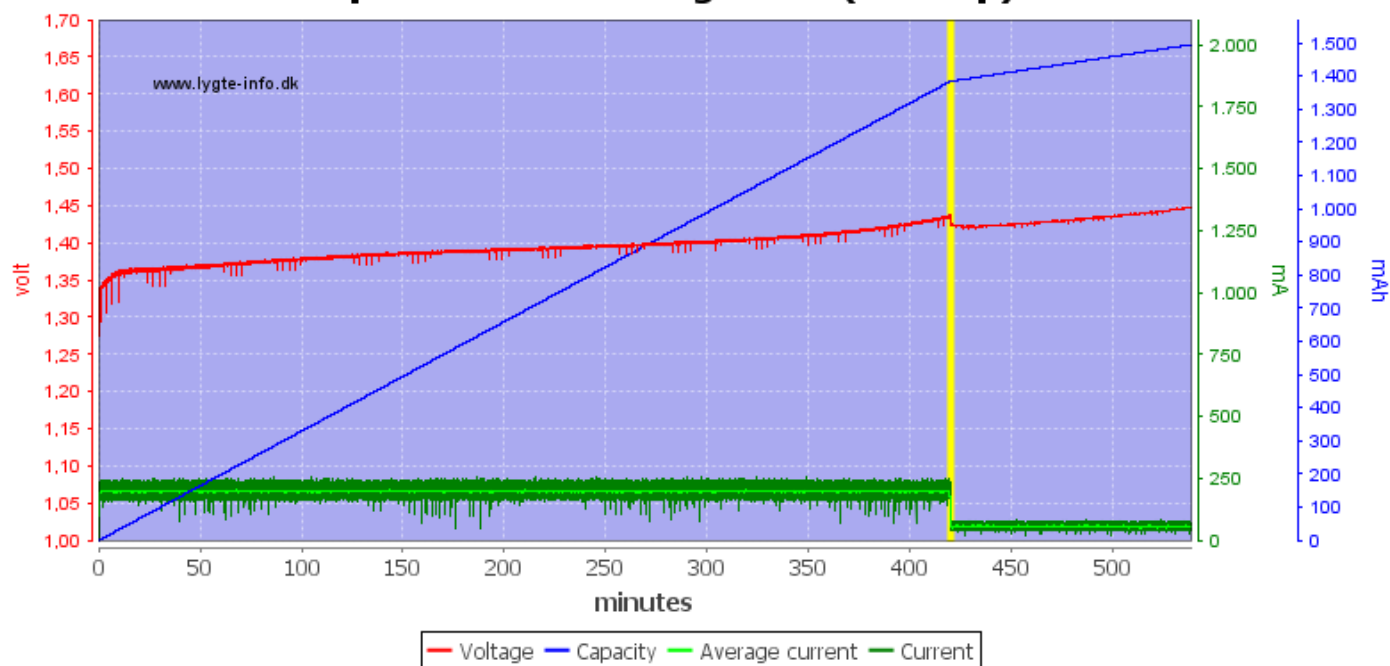
Opus BT-C3100 charge 1A (eneloopXX) #1

Opus BT-C3100 charge 1A (eneloopXX) #2



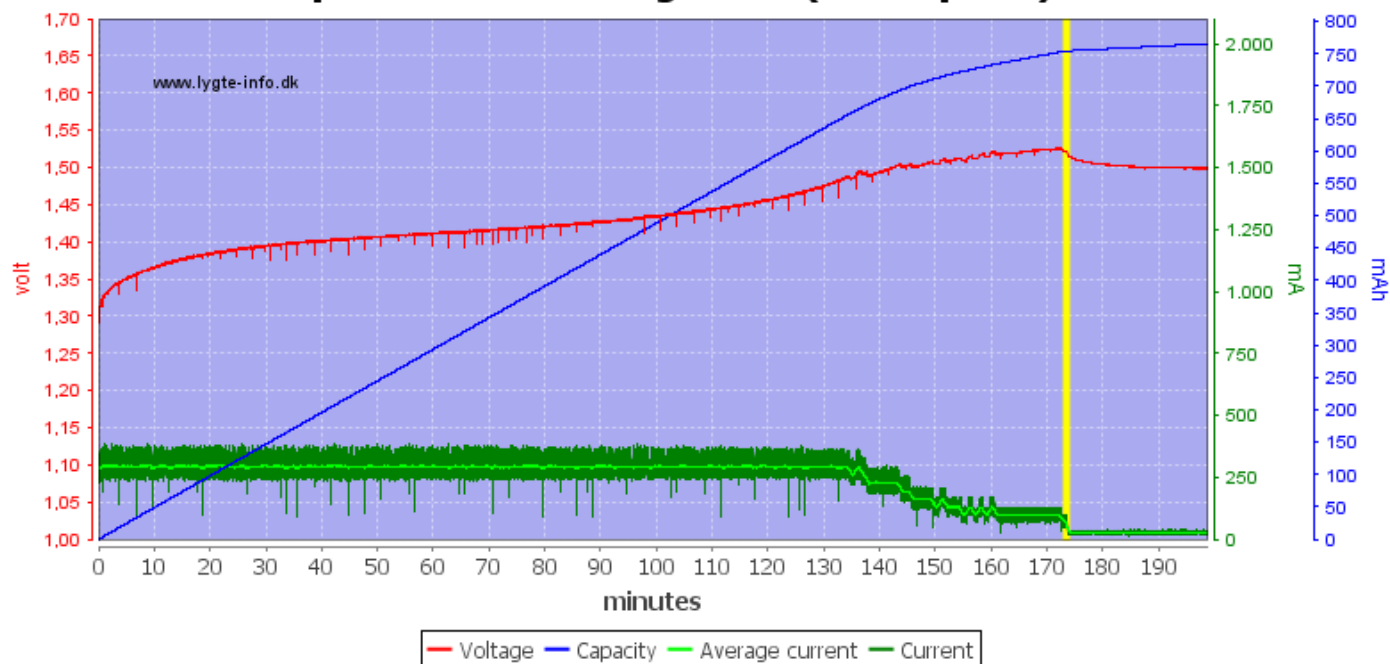
Wypróbowałem eneloop XX w obu typach gniazd i również działał dobrze. Zwróć uwagę na temperaturę na wykresie gniazda nr 2, gdy zaczyna wzrastać, akumulator jest pełny, a nieco później (około 30 minut) ładowanie się kończy.

Opus BT-C3100 charge 0.2A (eneloop) #1



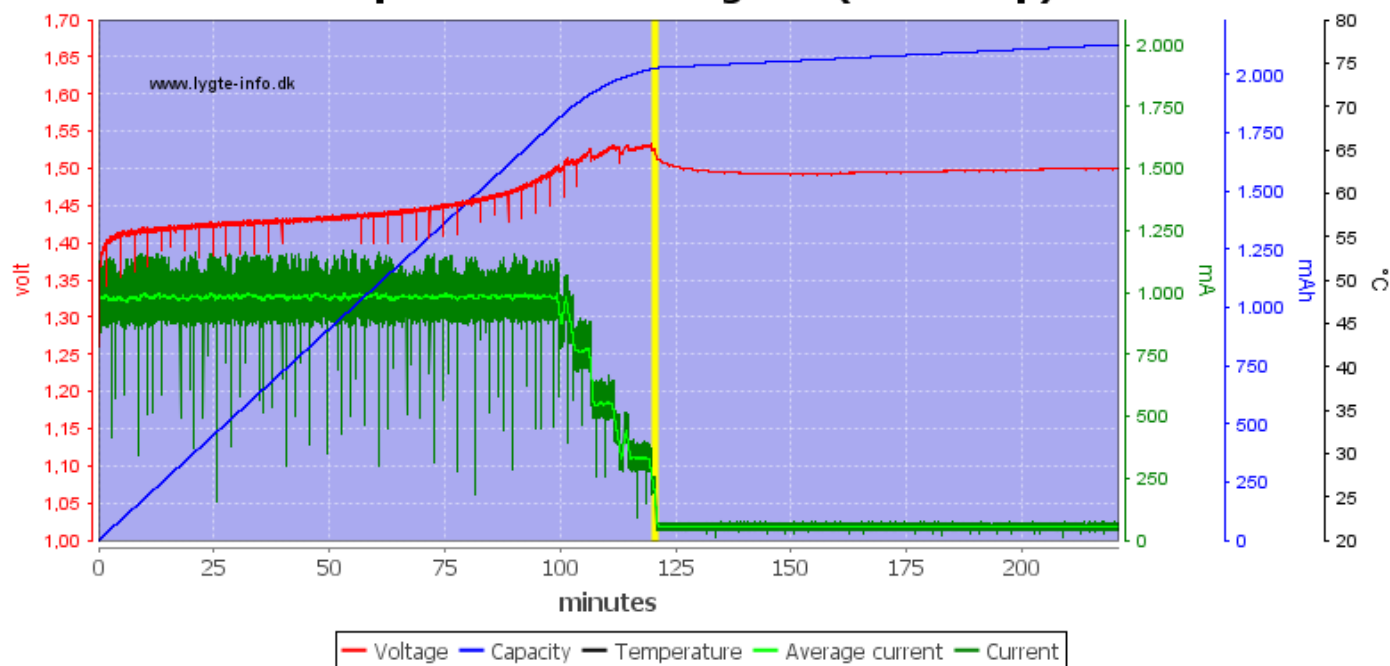
Nawet przy niskim prądzie ładowania ładowarka kończy się, ale prawdopodobnie jest to spowodowane 7-godzinnym limitem czasu w ładowarce, a nie tym, że wykryje pełne ogniwo (wyświetlacz pokazuje dokładnie 7:00 w czasie).

Opus BT-C3100 charge 0.3A (eneloopAAA) #2



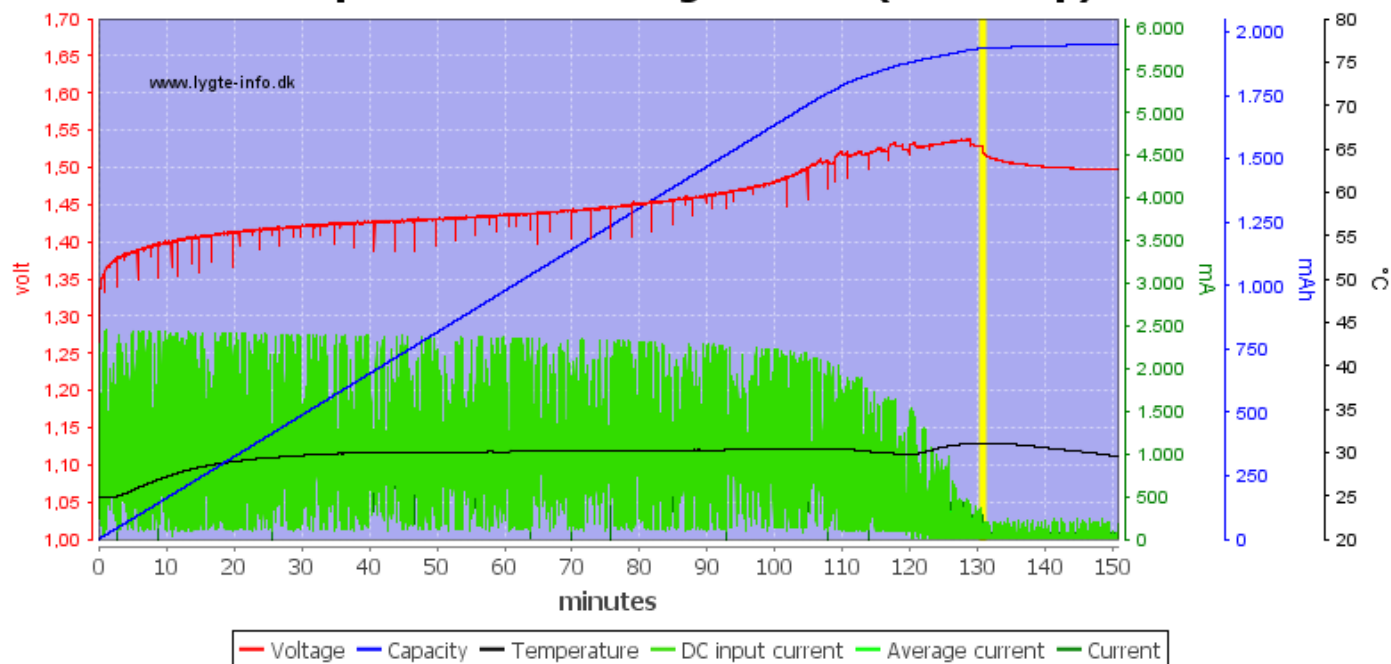
Akumulator AAA również wygląda dobrze.

Opus BT-C3100 Charge 1A (4xeneloop)



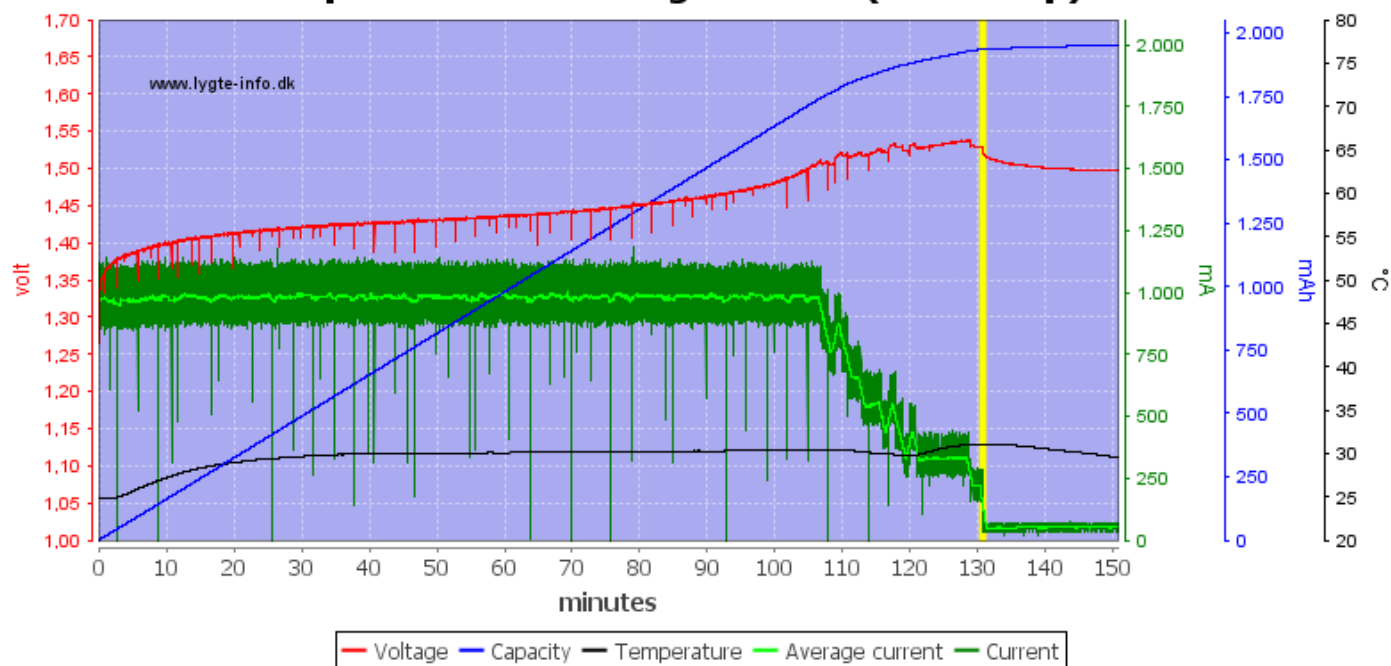
Ładowanie 4 eneloopów jednocześnie wygląda dobrze.

Opus BT-C3100 charge 1A 12V (4xeneloop)



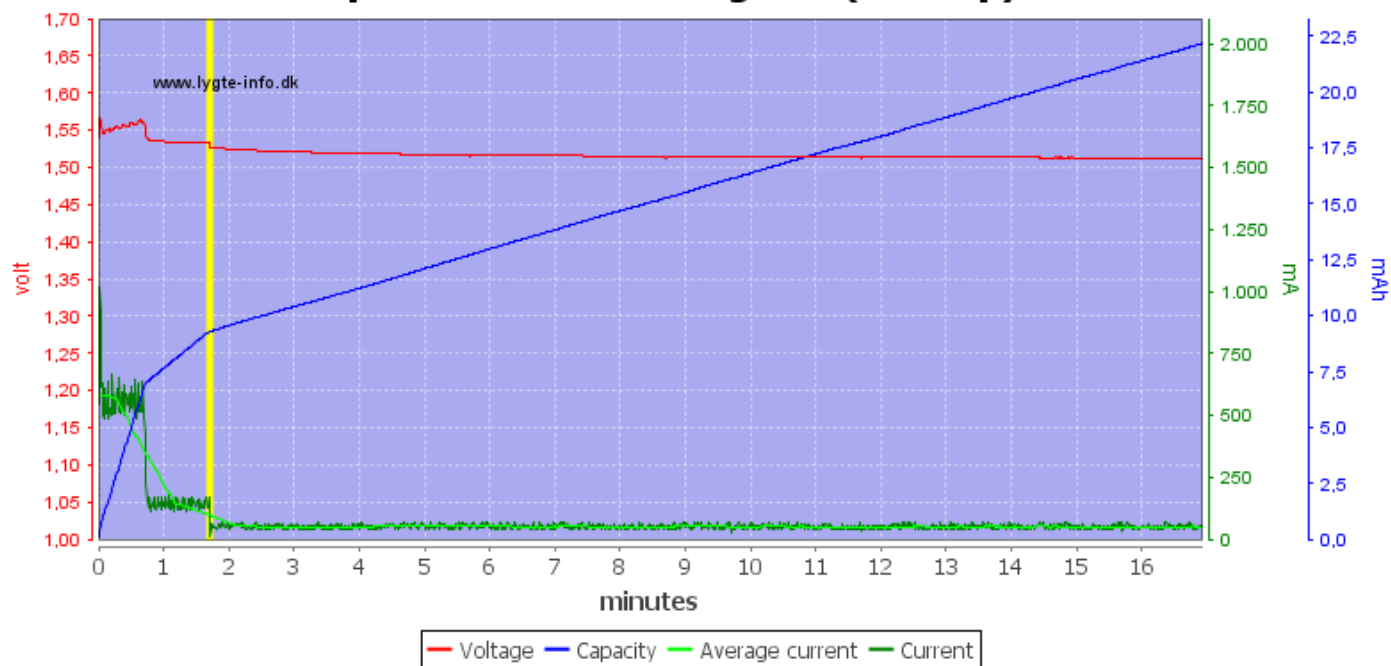
Gdy używam własnego zasilacza 12 V, nie widzę żadnego dużego poboru prądu.

Opus BT-C3100 charge 1A 12V (4xeneloop)a

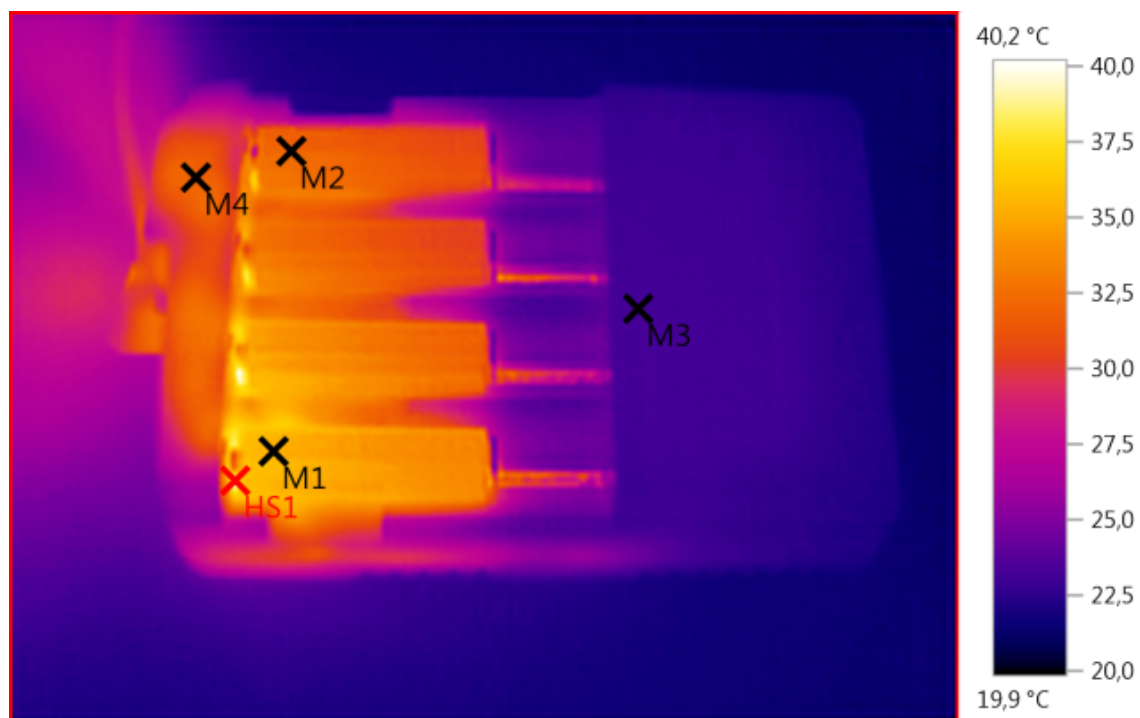


A krzywa ładowania wygląda dobrze (tak samo jak powyżej, po prostu usunąłem ślad prądu wejściowego DC).

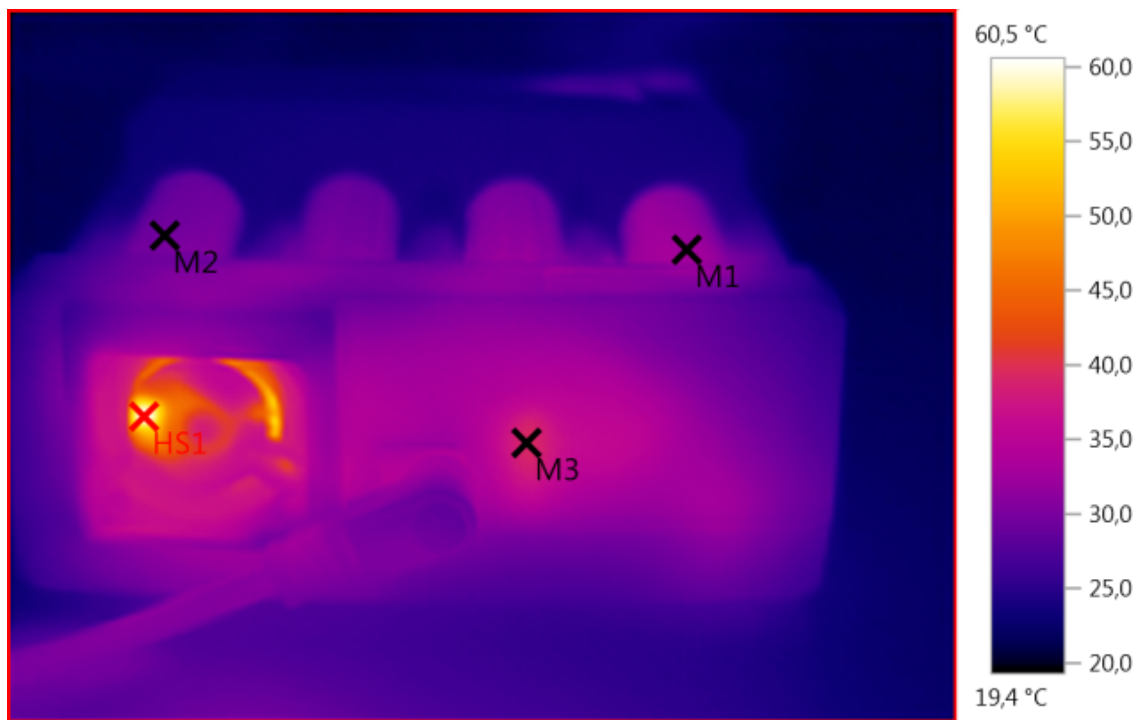
Opus BT-C3100 recharge 1A (eneloop) #1



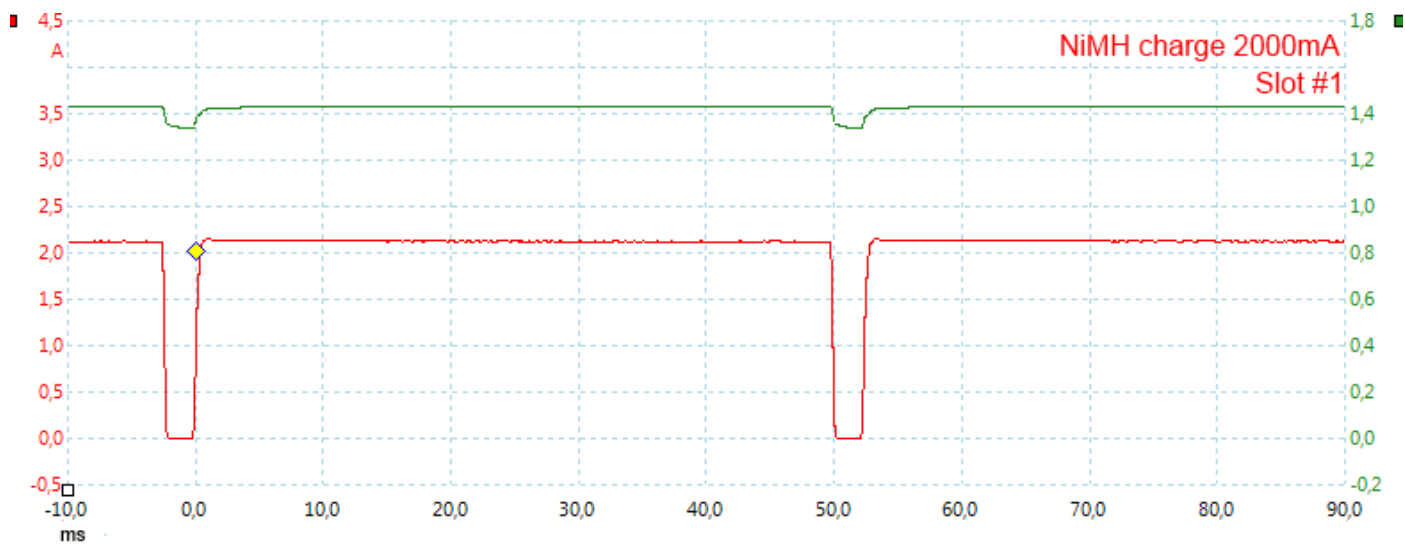
Pełny akumulator eneloop został wykryty w ciągu 2 minut.



M1: 35,5°C, M2: 32,2°C, M3: 23,2°C, M4: 32,0°C, HS1: 40,2°C



M1: 32,5°C, M2: 29,7°C, M3: 39,3°C, HS1: 60,5°C



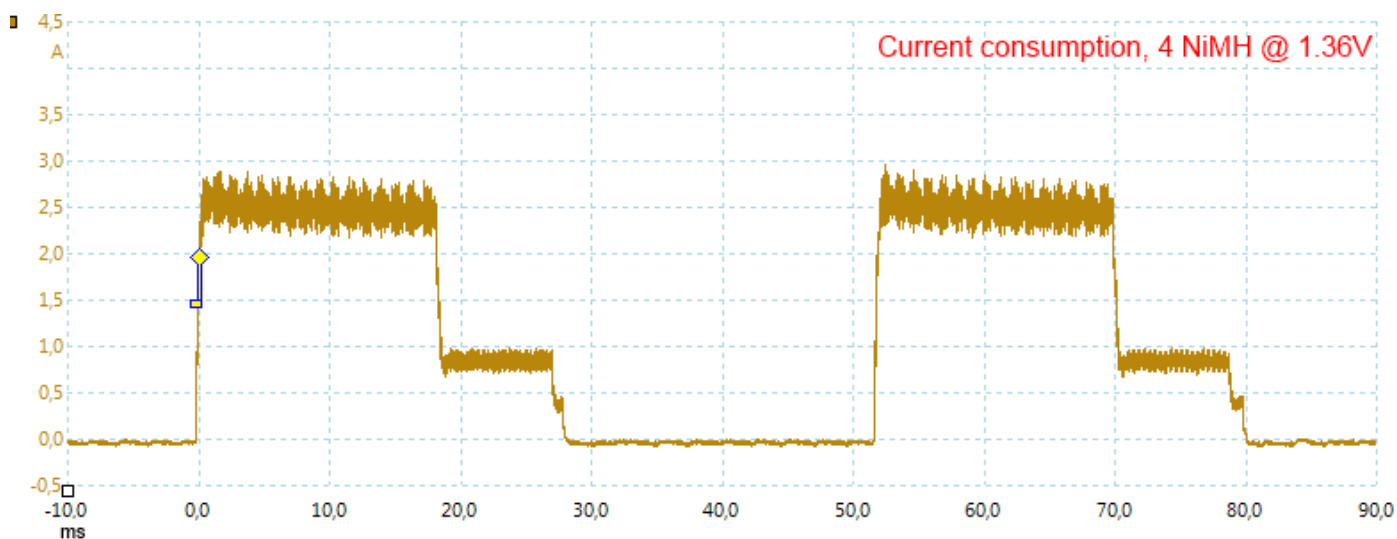
Ładowanie jest kontrolowane za pomocą pwm dla NiMH, ale maksymalny prąd jest mniejszy.



Niższy prąd ładowania dostosuje pwm do krótszego czasu.



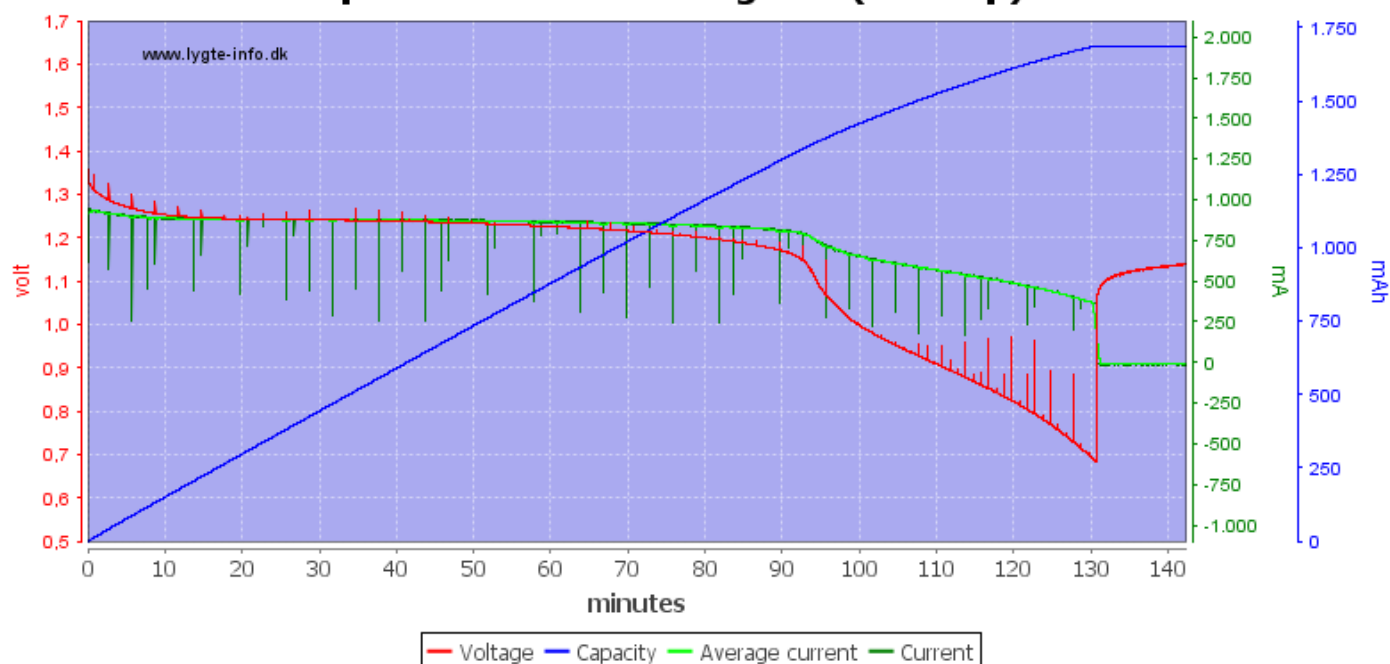
Na środkowych gniazdach prąd jest mniejszy.



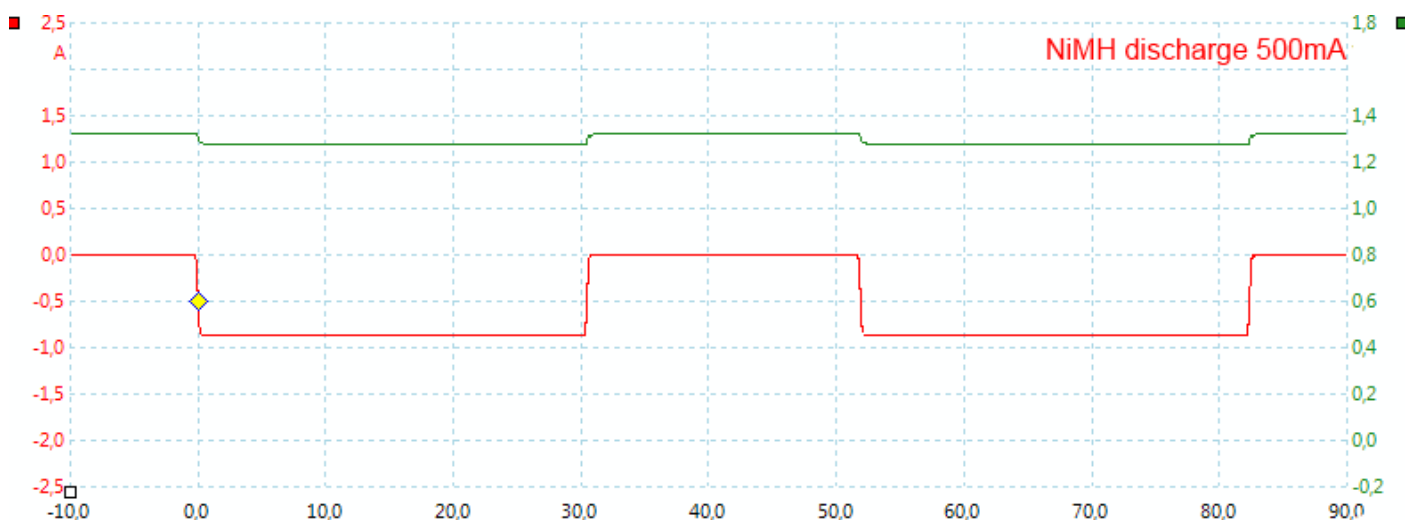
Sprawdziłem również pobór prądu dla NiMH, utrzymuje się poniżej 3A.

ROZŁADOWANIE akumulatorów NiMH

Opus BT-C3100 discharge 1A (eneloop) #1



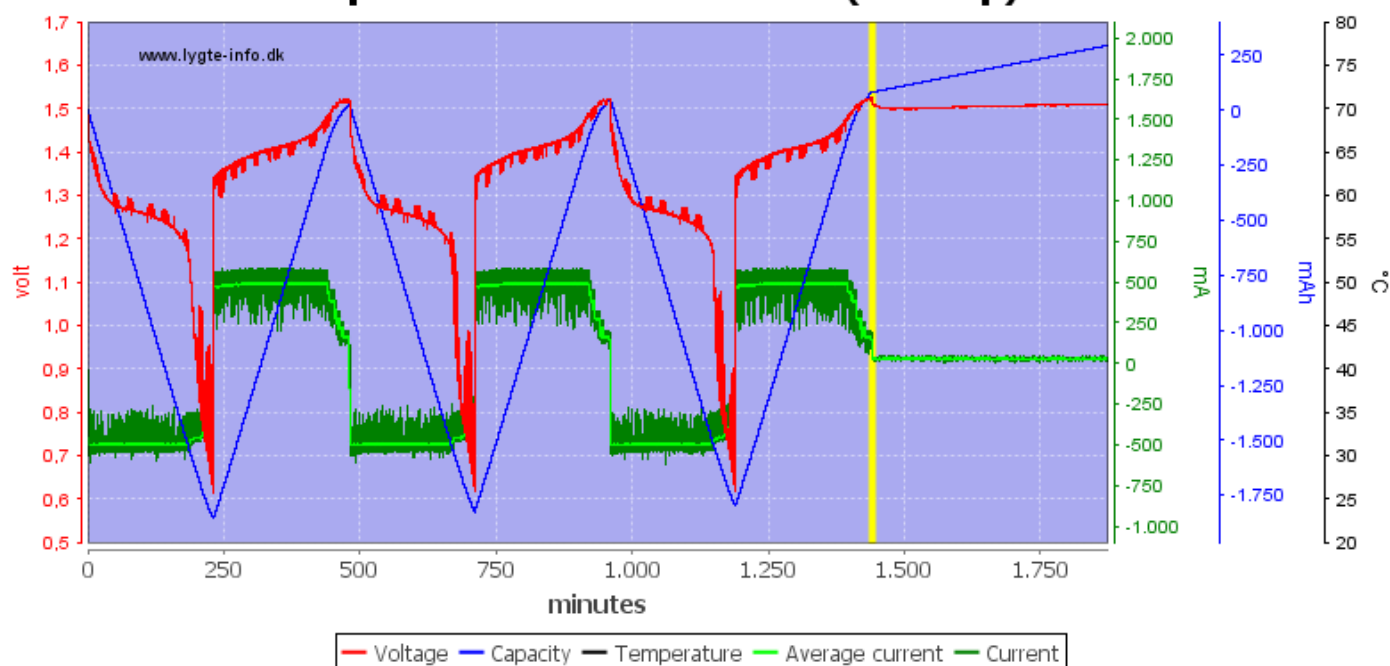
Krzywa rozładowania dla akumulatorów NiMH jest dość interesująca, wybrałem prąd 1A, ale rzeczywiste rozładowanie zaczyna się dopiero od 1A, większość czasu prąd jest poniżej 1A, na końcu nawet poniżej 0,5A. Wyświetlacz ładowarki to odzwierciedla. Dzieje się tak oczywiście dlatego, że akumulatory NiMH i LiIon mają ten sam rezystor rozładowczy o wartości około 1,3 oma i nie można uzyskać 1A z akumulatorów za pomocą tego rezystora.



Ponownie zastosowano pwm.

ROZŁADOWANIE ODŚWIEŻANIE akumulatorów NiMH LiIon, cykle akumulatorów

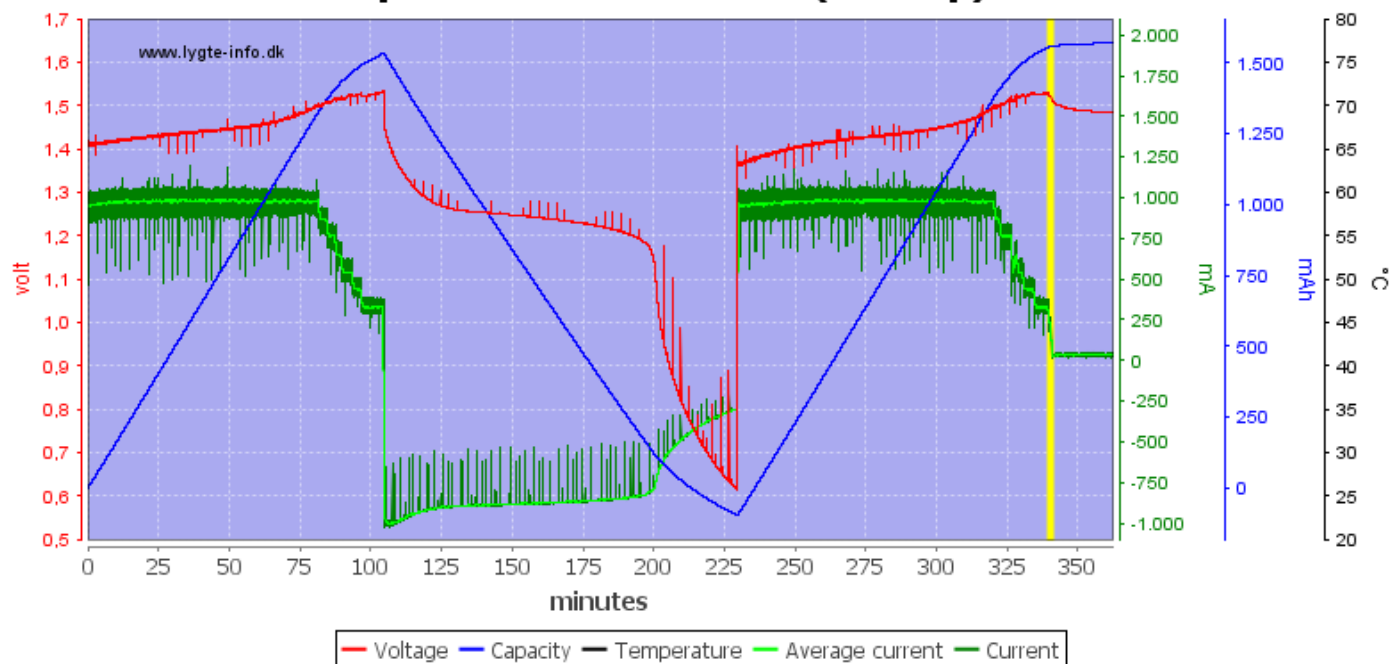
Opus BT-C3100 refresh 0.5A (eneloop) #2



Funkcja odświeżania wykonuje 3 cykle, można jej użyć do przywrócenia akumulatorów, które nie były używane przez jakiś czas. Ta funkcja trwa dzień, gdy jest uruchamiana przy 0,5A na akumulatorach 2000mAh.

TEST ŁADOWANIA akumulatorów NiMH, służy do pomiaru pojemności

Opus BT-C3100 test 0.5A (eneloop) #2



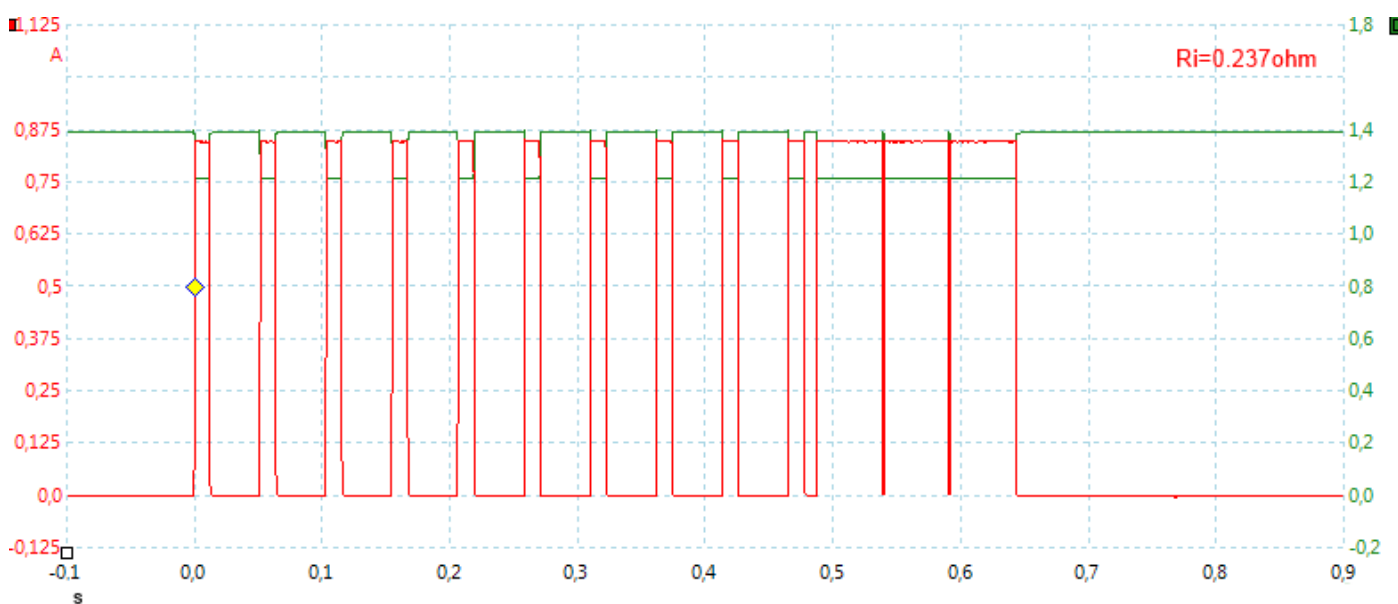
Ta funkcja ładowarki rozładowuje i ładuje ponownie i służy do pomiaru pojemności ogniw.

SZYBKI TEST akumulatorów NiMH, tj. pomiar rezystancji wewnętrznej.

Próbowałem kilkakrotnie z tym samym ogniwem NiMH we wszystkich gniazdach:

Slot	Measurement					Extra pressure				Average
#1	62	60	54	53	37	36	49	33	34	46
#2	104	49	72	57	47	45	45	43	38	56
#3	67	54	100	68	64	56	45	54	47	62
#4	61	79	47	61	58	38	33	43	42	51

Wynik jest bardzo różny. W drugiej tabeli dodałem dodatkowy nacisk na suwak i lekko obróciłem baterię, aby uzyskać jak najniższą rezystancję styku. Wynik się poprawił, ale nadal jest dużo rozbieżności. Mój tester impedancji AC zmierzył 23 mOhm +/- 1 mOhm podczas kilku prób (Uwaga: impedancja AC i DC nie powinna być taka sama).

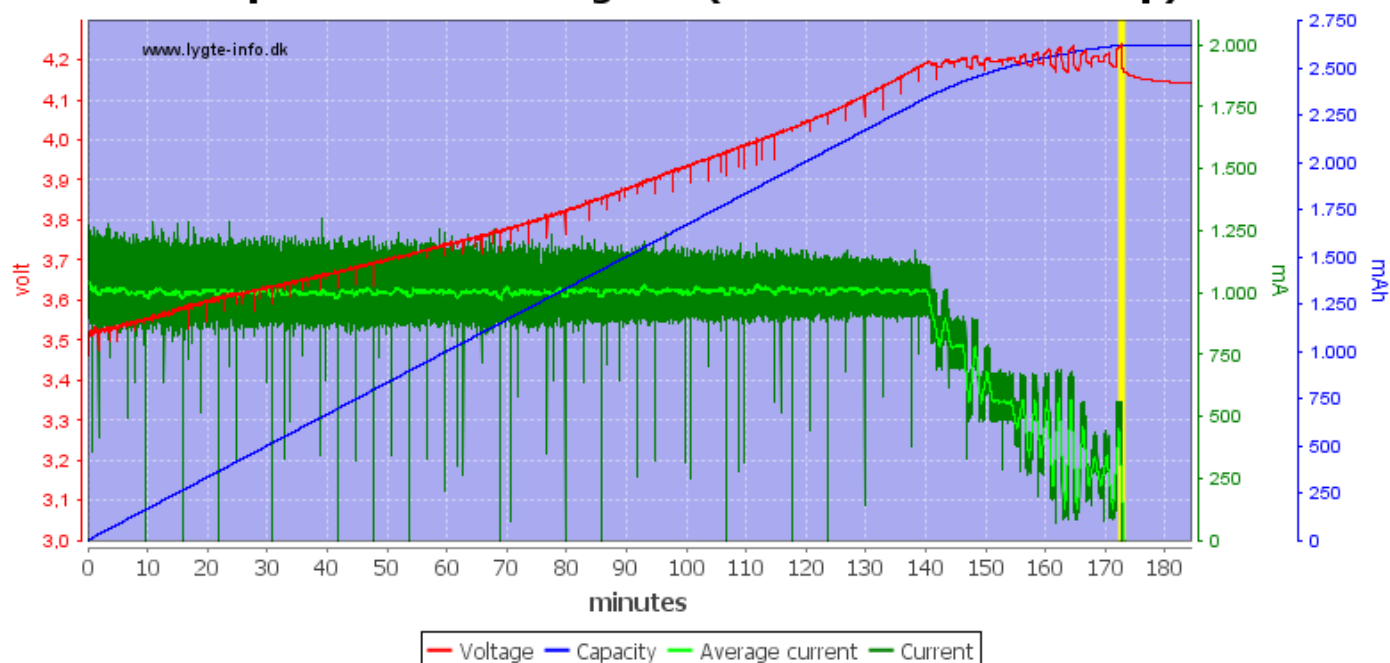


Pomiar jest wykonywany przy krótkim obciążeniu impulsowym.

ŁADOWANIE zarówno bateriami NiMH, jak i LiIon

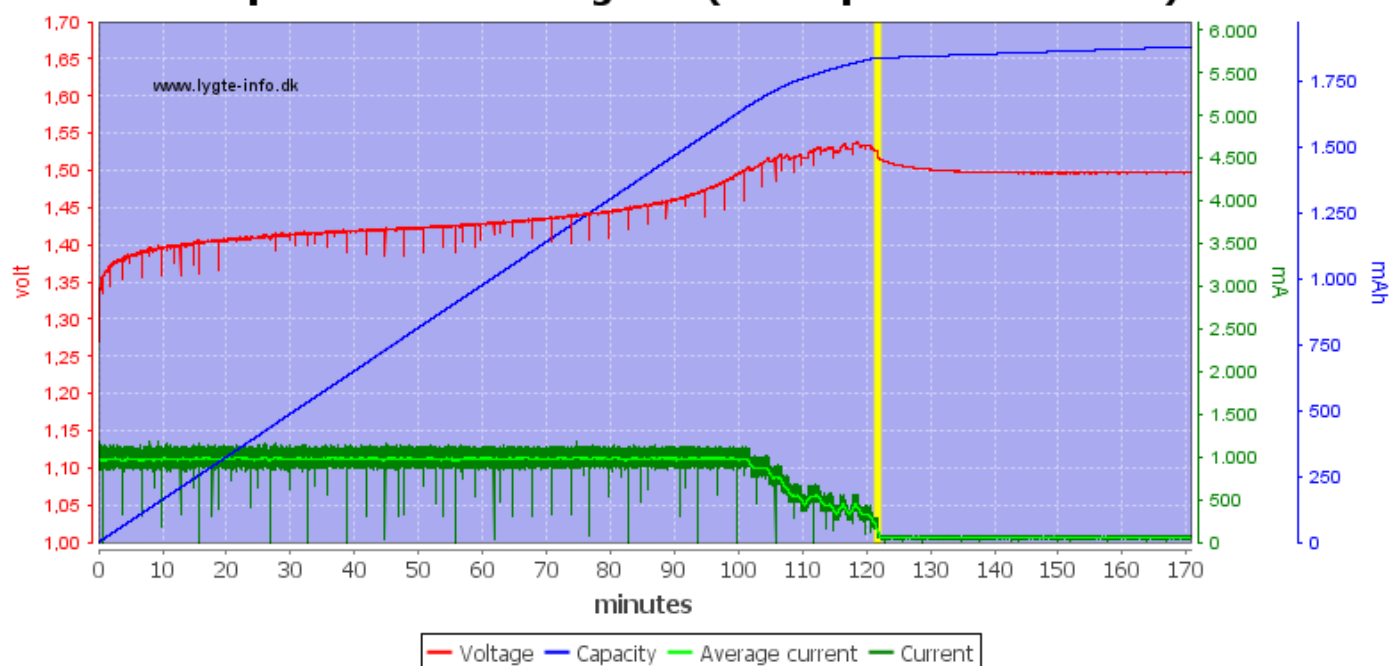
Za pomocą ładowarki, która może obsługiwać zarówno eneloop, jak i LiIon, ciekawe jest, czy będzie miała problem z wykonywaniem ich jednocześnie.

Opus BT-C3100 charge 1A (PA18650-31+3xeneloop)



Tutaj mierzę na LiIon i wygląda to bardzo podobnie do pojedynczego LiIon, tzn. baterie NiMH nie mają na to wpływu. Ale oscylacje nie wyglądają dobrze.

Opus BT-C3000 charge 1A (eneloop+3xPA18650-31)



Eneloop razem z 3 LiIon działa dobrze.

Testowanie przy 2500 V i 5000 V między siecią a stroną niskiego napięcia w zasilaczu nie wykazało żadnych problemów z bezpieczeństwem.

Wnioski

Ładowarka ma wiele funkcji, ale nie wszystko jest idealne:

Interfejs użytkownika jest dość łatwy w użyciu, ale może minąć trochę czasu, zanim nauczysz się, co robią różne tryby.

Wysoki szczyt prądu z zasilacza nie jest dobry dla zasilacza i powoduje, że ładowarka pokazuje błędne odczyty.

Oscylacje uniemożliwiają pełne naładowanie niektórych ogniw LiIon i mogą prowadzić do przepięcia w starych ogniwach.

Ogólnie szczytowy prąd ładowania i rozładowania dla LiIon jest trochę wysoki, szczególnie w zewnętrznych gniazdach.

Pomiar rezystancji ma ograniczone zastosowanie, głównie ze względu na rezystancję styku.

Wolałbym stały prąd zamiast pulsującego.

Jestem trochę podejrzliwy co do zakończenia NiMH, w moich testach działa idealnie, ale czy zrobi to ze wszystkimi typami baterii?

Czy ładowarka może być używana?

Zdecydowanie powiem, że tak, test rozładowania działa dobrze, a ładowanie LiIon w środkowych gniazdach również działa dobrze. NiMH działa idealnie we wszystkich gniazdach i we wszystkich trybach.

Uwagi

Podczas pomiaru prądu ładowania oscyloskopem mam rezystor 0,1 oma w szeregu z akumulatorem, co oznacza, że zmierzone prądy są niższe niż w rzeczywistości.

Ładowarkę dostarczyła firma Kreisl do recenzji.

Oto wyjaśnienie, jak wykonałem powyższe krzywe ładowania: [Jak przetestować ładowarkę](#)