

DOKUMENTACJA TECHNICZNO-RUCHOWA

Bateria niklowo-kadmowa
86,4V-FNC 120 MR2
Nr mat. 4656301300
Projekt 27 EZT KM
Koleje Mazowieckie

Wykaz zmian				
Wersja	Podrozdział	Krótki opis zmiany	Strona	Data
1.0	Wszystkie	Pierwsze wydanie	Wszystkie	01-09-2014

AGV Battery Systems



Motive Power Systems



Telecom/IT Battery Systems



Railway Battery Systems



Power Supply



Standby





Spis treści

1	WIADOMOŚCI OGÓLNE	3
1.1	UWAGI WSTĘPNE	3
1.2	PRAWA AUTORSKIE	3
2	UWAGI DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA	4
2.1	INSTRUKCJE BEZPIECZEŃSTWA	4
2.2	TRANSPORT	5
2.2.1	Transport nie uszkodzonych baterii	5
2.2.2	Transport uszkodzonych baterii	5
3	WPROWADZENIE BATERII DO PRACY	6
3.1	DOSTAWA I PRZYGOTOWANIE BATERII	6
3.2	CZYNNOŚCI PRZED PIERWSZYM URUCHOMIENIEM	6
3.3	ŁADOWANIE BATERII PODCZAS PRACY	6
3.3.1	Charakterystyka ładowania IUOU	7
3.4	DANE TECHNICZNE	8
	PARAMETRY MECHANICZNE	8
	PARAMETRY ELEKTRYCZNE	8
	INNE PARAMETRY	9
4	CZYNNOŚCI UTRZYMANIOWE	10
4.1	CZYNNOŚCI ZAPOBIEGAWCZE	10
4.1.1	Utrzymanie czystości	10
4.1.2	Pomiar poziomu elektrolitu	11
4.1.3	Pomiar napięcia	11
4.1.4	Pomiar rezystancji izolacji	12
4.1.5	Test pojemności	12
4.1.6	Czyszczenie baterii zainstalowanej	12
4.2	CZYNNOŚCI KORYGUJĄCE	13
4.2.1	Uzupełnianie elektrolitu	13
4.2.2	Ładowanie początkowe	14
4.2.3	Renowacja baterii	14
4.2.4	Wymiana baterii	15
4.2.5	Czyszczenie wymontowanej baterii	15
5	DETEKCJA USZKODZEŃ	16
5.1	NADMIERNE ZUŻYCIE WODY	16
5.2	RÓŻNICE NAPIĘĆ OGNIW	16
5.3	ZBYT MAŁA POJEMNOŚĆ	17
5.4	PRĄDY UPŁYWU	17
5.5	BRAK NAPIĘCIA Z BATERII	17
6	NAPRAWA	17
6.1	WYJĘCIE SKRZYNI BATERYJNEJ	17
6.2	DEMONTAŻ OGNIW	18
6.3	MONTAŻ OGNIW W SKRZYNI	18
7	RYSUNKI I NARZĘDZIA	19
7.1	ELEMENTY BATERII	19
7.2	NARZĘDZIA	20
7.3	WYKAZ CZĘŚCI WCHODZĄCYCH W SKŁAD ZESTAWU (ZAMIENNYCH)	21



1 Wiadomości ogólne

Niniejsza dokumentacja zawiera informacje dla użytkowników i służb zajmujących się eksploatacją i serwisem baterii niklo-kadmowych niezbędne do uzyskania możliwie jak najdłuższej żywotności.

1.1 Uwagi wstępne

Przyjmuje się, że w pracach związanych z użytkowaniem, eksploatacją, utrzymaniem, wynajdywaniem usterek i naprawą baterii uczestniczyć będzie wyłącznie wykwalifikowany personel.

Personel wykwalifikowany stanowią osoby, które na mocy szkoleń, doświadczeń i instrukcji oraz wiedzy na temat odpowiednich standardów, norm, zabezpieczeń, przepisów bezpieczeństwa i warunków pracy zostały upoważnione do przeprowadzania odpowiednich, niezbędnych czynności, z możliwością rozpoznawania i zapobiegania możliwym zagrożeniom (zob. także norma DIN VDE 0105 lub IEC 364 - definicja personelu wykwalifikowanego).

Ponadto niezbędna jest wiedza na temat udzielania pierwszej pomocy i lokalnego sprzętu ratowniczego.

Zakaz pracy przy instalacjach elektrycznych personelu niewykwalifikowanego jest określony m.in. w normie DIN VDE 0105 i IEC 364.



Nie przestrzeganie instrukcji, naprawa przy użyciu części innych niż oryginalne, nieautoryzowany dostęp, czy używanie dodatków do elektrolitu powoduje utratę gwarancji.

1.2 Prawa autorskie

Przekazywanie i kopiowanie niniejszego dokumentu lub wykorzystywanie i powoływanie się na jego zawartość bez wyraźnej zgody jest zabronione. Jakiegokolwiek naruszenie praw autorskich powoduje odpowiedzialność karną wiążącą się z odszkodowaniem.

Wszystkie prawa zastrzeżone.



2 Uwagi dotyczące bezpieczeństwa

2.1 Instrukcje bezpieczeństwa

Poniżej przedstawione środki bezpieczeństwa odnoszą się do obchodzenia się z bateriami i muszą być przestrzegane w połączeniu ze wszystkimi instrukcjami obsługi niniejszej dokumentacji.



Przestrzegaj instrukcji obsługi. umieść ją w widocznym miejscu w punkcie ładowania. Prace związane z baterią mogą być wykonywane tylko przez wykwalifikowany personel.

Instrukcja obsługi, jako część niniejszej dokumentacji, musi być zawsze dostępna dla osób odpowiedzialnych za obsługę baterii



Przy obsłudze baterii zawsze noś okulary i odzież ochronną. Przestrzegaj norm bezpieczeństwa.



Zakaz palenia i używania otwartego ognia, żaru lub isker w pobliżu baterii, w celu uniknięcia zagrożenia wybuchem i pożaru.



Niebezpieczeństwo wybuchu i pożaru. Unikaj zwarc! Uwaga: części metalowe baterii znajdują się zawsze pod napięciem. Nie kładź na ogniwach części nie należących do baterii.



Bryzgi elektrolitu, które dostały się do oka albo na skórę należy przemyć dużą ilością czystej wody. Niezwłocznie udaj się do lekarza! Odzież zanieczyszczoną elektrolitem należy całkowicie wyprać w wodzie!



Elektrolit posiada działanie silnie żrące!



Nie przechylaj baterii!

Używaj tylko odpowiednich urządzeń do podnoszenia i przenoszenia baterii. Urządzenie to nie może powodować uszkodzeń ogniw, łączy i połączeń baterii.



Niebezpieczne napięcie elektryczne!



2.2 Transport



Nie wolno przechylać baterii – niebezpieczeństwo wylania elektrolitu!

Używaj tylko odpowiednich urządzeń do podnoszenia i przenoszenia baterii. Urządzenie to nie może powodować uszkodzeń ogniów, łączników i połączeń baterii.

2.2.1 Transport nie uszkodzonych baterii

Baterie dobrze umocowana na palecie, nie uszkodzone, uszczelnione, zabezpieczone przed upadkiem, osunięciem, zwarcie, bez śladów elektrolitu na powierzchni opakowania nie stanowią towaru niebezpiecznego. Transport baterii musi odbywać się zgodnie z obowiązującymi przepisami.

2.2.2 Transport uszkodzonych baterii

Baterie ciekące, uszkodzone lub zanieczyszczone elektrolitem muszą być traktowane jako towar niebezpieczny. Transport uszkodzonych baterii musi odbywać się zgodnie z obowiązującymi przepisami.



3 Wprowadzenie baterii do pracy

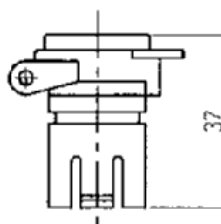
Należy przestrzegać instrukcje zawarte w części 2 („Uwagi dotyczące bezpieczeństwa”) dokumentacji.

Baterie są dostarczane w stanie zapelnionym i naładowanym. Jeśli baterie zostaną wprowadzone do eksploatacji bezpośrednio po dostarczeniu nie ma potrzeby ich doładowywania. Jeśli data umieszczona na pokrywie ogniwa wskazuje, że baterie zostały wyprodukowane wcześniej niż przed 6 tygodniami - zaleca się wykonanie ładowania.

3.1 Dostawa i przygotowanie baterii

Dostarczone ogniwa są gotowe do użycia (napelnione i naładowane). Wszystkie elementy wchodzące w skład baterii (ogniwa, łączniki, końcówki, naklejki itp.) są dostarczane razem z ogniwami. Baterię należy zainstalować w skrzyniach bateryjnych, które **nie** wchodzą w skład kompletu.

Bateria FNC jest baterią alkaliczną, tzn. elektrolit stanowi substancja zawierająca kaustyczny potas. Gęstość elektrolitu wynosi 1,19 kg/l. W przeciwieństwie do baterii kwasowo-ołowiowych, gęstość elektrolitu nie odzwierciedla stanu naładowania baterii.



Ogniwa są zwykle dostarczane z białymi korkami zawiasowymi (jak na rysunku obok). Jeśli jednak ogniwa posiadają żółte korki transportowe należy je wymienić na korki zawiasowe dostarczone wraz z ogniwami. Ładowanie baterii wyposażonej w żółte korki transportowe może spowodować uszkodzenie ogni, gdyż uniemożliwiają one wentylację.

Rysunek 1: Korek zawiasowy
ogniwa FNC

3.2 Czynności przed pierwszym uruchomieniem

Podczas wprowadzania pociągu do pracy baterie są ładowane z pokładowego urządzenia ładującego. Bateria jest wtedy wykorzystywana tylko podczas przygotowania tramwaju, hamowania lub testowania. Jednak doświadczenie pokazuje, iż może wystąpić niekontrolowane rozładowanie oraz samorozładowanie.

Dlatego zaleca się odświeżenie baterii (przeczyszczenie i doładowanie) przed pierwszym użyciem.

Podstawową czynnością jest kontrola poziomu elektrolitu. Jeśli poziom elektrolitu w którymkolwiek ogniwie spadnie poniżej 20 mm od linii określającej poziom maksymalny należy dolać wody destylowanej.

3.3 Ładowanie baterii podczas pracy

Przy ładowaniu baterii dozwolone są wszystkie metody ładowania baterii (wg charakterystyk IU, I, W). W celu uzyskania optymalnych warunków pracy zalecane jest automatyczne ładowanie dwustopniowe z kompensacją temperaturą (opisane poniżej i przedstawione na rysunku 2). Ładowanie takie zapewnia minimalny czas ładowania baterii do 100% pojemności i minimalne zużycie elektrolitu. Metody ładowania stałym napięciem jednostopniowe mogą nie naładować baterii do 100% pojemności lub powodować zwiększone zużycie wody.



Bateria akumulatorów ładowana jest zgodnie z charakterystyką IU. W pierwszym zakresie ładowania (stopień I) ładowanie odbywa się prądem o stałej wartości. Wysokość tego prądu o stałej wartości decyduje o czasie ładowania potrzebnym do osiągnięcia poziomu naładowania ok. 85%. Po uzyskaniu zadanej stałej wartości napięcia ładowania jest ono utrzymywane na tym poziomie a prąd ładowania opada w postaci hiperbolicznej do tak zwanej wartości bezwzględnej, określanej przez samą baterię akumulatorów.

3.3.1 Charakterystyka ładowania IUOU

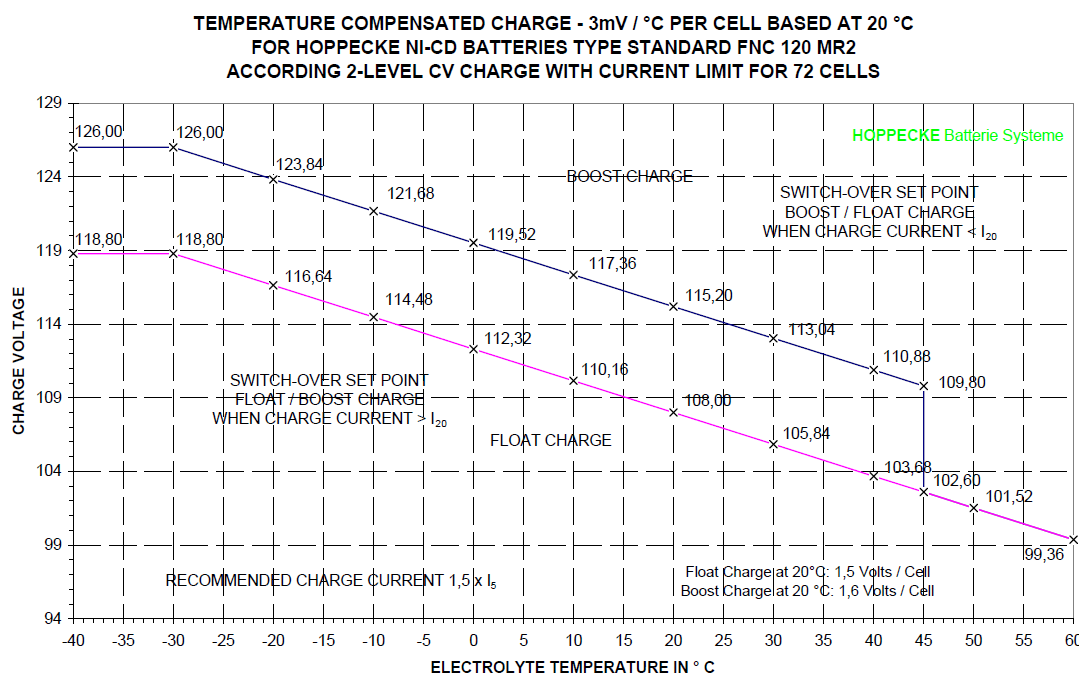
W celu szybszego uzyskania wysokiego stanu naładowania można zastosować charakterystykę IUOU, np. przy użyciu zewnętrznego urządzenia do ładowania. W charakterystyce IUOU wykorzystywane są dwa stopnie ładowania ze stałą wartością napięcia. Pierwszy stopień napięcia (boost) daje wyższy stan naładowania w krótszym czasie. Drugi stopień ładowania (float) dzięki niższemu napięciu ładowania zmniejsza zużycie wody. Przełączanie z 1 stopnia ładowania na 2 następuje z reguły wtedy, gdy prąd ładowania zejdzie do wartości $I_{20} = 6 \text{ A}$. Przełączanie z 2 stopnia ładowania na 1 następuje wtedy, gdy po rozładowaniu prąd ładowania wzrośnie do wartości $I_{20} = 6 \text{ A}$.

W przypadku charakterystyki IUOU okno napięcia (zgodnie z IEC 77, napięcie znamionowe + 25 % / - 30 %), zostaje w całości wyczerpane, przy czym tylko ok. 10 % napięcia znamionowego zarezerwowane jest przy rozładowywaniu na spadki napięcia na przewodach.

Okno napięcia przy 110 V napięcia znamionowego według IEC 77:

$110 \text{ V} + 25\% / - 30\% = 77 \text{ V}$ do $137,5 \text{ V}$ jako napięcie odbiorcze.

Application Engineering



Charge FNC 120 MR2 (72 Cells).xls
2-LEVEL CV CHARGE

05.03.2014

Railway Department
NTA / Ba

Rysunek 2: Charakterystyka ładowania



3.4 Dane techniczne

Bateria akumulatorów

Oznaczenie	Wartość
Oznaczenie baterii akumulatorów	Bateria 86,4V 120Ah NiCd (72 FNC 120MR2)
Pojemność	120 Ah według PN-EN 60623

Parametry mechaniczne

Skrzynia bateria akumulatorów (z ogniwami)

Oznaczenie	Skr.	Wartość
Rodzaj konstrukcji		Nie obejmuje dostawy
Materiał		Nie obejmuje dostawy
Długość		Nie obejmuje dostawy
Szerokość		Nie obejmuje dostawy
Wysokość		Nie obejmuje dostawy
Śruby mocujące skrzynię do pojazdu		Nie obejmuje dostawy
Ciężar		Nie obejmuje dostawy

Ogniwo baterii

Oznaczenie	Skr.	Wartość
Oznaczenie typu		FNC 120 MR2
Rodzaj konstrukcji		Ogniwo zamknięte
Materiał obudowy		Polipropylen (PP)
Długość	L	92 mm
Szerokość	W	122 mm
Wysokość (całkowita)	H	309 mm
Ciężar		5,35 kg

Parametry elektryczne

Bateria akumulatorów

Oznaczenie	Skr.	Wartość
Napięcie systemowe (sieci pokładowej)	UBS	DC 110 V
Napięcie nominalne (baterii akumulatorów)	UBB	DC 86,4 V
Pojemność		120 Ah według PN-EN 60623
Prąd wyładowania (5 h do 1,00 V)		24 A
Prąd wyładowania (3 h do 1,00 V)		39 A
Prąd wyładowania (2 h do 1,00 V)		57 A
Prąd wyładowania (90 min do 1,00 V)		73 A
Prąd wyładowania (60 min do 1,00 V)		102 A



Inne parametry

Bateria akumulatorów

Oznaczenie	Skr.	Wartość
Rodzaj konstrukcji		Zamknięta
Elektrolit		Ług potasowy KOH 1,19 g/l
Trwałość użytkowa		12 - 15 lat Pojemność resztkowa $\geq 80\%$ przy 20 °C
Moment obrotowy dla połączeń śrubowych		25 Nm (śruby biegunowe)
Rezystancja izolacji: nowe baterie używane baterie		$> 1 \text{ M}\Omega$ 8,64 k Ω (VDE 0510 część 2)

Zakres temperatur

Oznaczenie	Skr.	Wartość
Temperatura znamionowa		20 °C
Zalecana temperatura robocza		- 20 °C do 45 °C
Należy unikać		$< - 25 \text{ °C}$ (w przeciwnym wypadku specjalny elektrolit)
Maksymalna		+ 45 °C
Różnica temperatur między ogniwami		Maks. 5 °C

Magazynowanie

Oznaczenie	Skr.	Wartość
Zakres temperatur składowania		5 - 25 °C
Czas składowania (bez doładowania)		Maks. 6 miesięcy (w przeciwnym wypadku potrzebne uruchomienie)

Ładowanie

Oznaczenie	Skr.	Wartość
Metoda ładowania		IU wg DIN 41773
Prąd ładowania (wartość orientacyjna)		$1,25 \times I_5 = 30 \text{ A}$
Napięcie ciągłego doładowania		1,50 V na ogniwo = 108 V
Napięcie silnego ładowania (20 °C)		1,60 V na ogniwo = 115,2 V
Udział prądu przemiennego przy ponownym ładowaniu		maks. 20 A na 100 Ah = 24 A
Udział prądu przemiennego przy ładowaniu konserwacyjnym		maks. 20 A na 100 Ah = 24 A



4 Czynności utrzymaniowe

W celu zapewnienia właściwej żywotności baterii niezbędna jest właściwe wykonywanie czynności utrzymaniowych. Czynności te dzieli się na zapobiegawcze i korygujące. Defekt wykryty podczas wykonywania rutynowych czynności jest usuwany poprzez wykonanie czynności korygujących. Plany czynności utrzymaniowych są oparte na średnim czasie użytkowania baterii kolejowych.

4.1 Czynności zapobiegawcze

W celu utrzymania optymalnych warunków pracy baterii zalecane jest wykonywanie rutynowych czynności utrzymaniowych zgodnie z poniżej przedstawionym programem.

Zalecane jest także sporządzanie i przechowywanie notatek zawierających informacje o temperaturze w pojemniku na baterię lub pomieszczeniu magazynowania.

Tabela czynności:

Czynność	Częstotliwość		Narzędzia / Materiały (odniesienie)
	Przebieg	Czas	
Wizualna inspekcja baterii i pojemnika		co 160 - 180 dni	(zob. p. 4.1.1 „Utrzymanie czystości”)
Sprawdzenie poziomu elektrolitu		co 160 - 180 dni	(zob. p. 4.1.2 „Pomiar poziomu elektrolitu”)
Pomiar napięcia baterii		co 160 - 180 dni	Narzędzie: G02 Woltomierz (zob. p. 4.1.3 „Pomiar napięcia”)
Czyszczenie baterii, skrzyni i pojemnika		co 320 - 360 dni	(zob. p. 4.1.6 „Czyszczenie zainstalowanej baterii”)
Pomiar rezystancji izolacji		co 320 - 360 dni	Narzędzie: G03 Miernik rezystancji izolacji (zob. p. 4.1.4 „Pomiar rezystancji izolacji”)
Pomiar gęstości elektrolitu	co 500.000 km	co 5 lat	Narzędzie: G01 Miernik gęstości elektrolitu (areometr)
Pomiar napięcia każdego ogniwa baterii	co 500.000 km	co 5 lat	Narzędzia: G02 Woltomierz, G07 Termometr (zob. p. 4.1.3 „Pomiar napięcia”)
Test pojemności	co 500.000 km	co 5 lat	Narzędzia: G02 Woltomierz, G04 zewnętrzne urządzenie ładujące i rozładowujące (opornica), G07 Termometr (zob. p. 4.1.4 „Test pojemności”)

Tabela 1: Czynności utrzymaniowe zapobiegawcze

4.1.1 Utrzymanie czystości

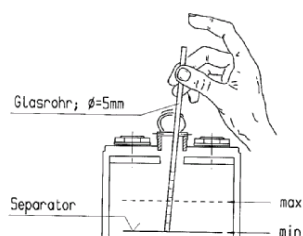
Ogniwa muszą być utrzymywane w stanie czystym i suchym. Kurz i wilgoć mogą doprowadzić do upływu prądu. Podobnie wszelkie śruby, łączniki, końcówki zaciskowe muszą być czyste, a bryzgi jakiegokolwiek cieczy powstałe podczas wykonywania czynności utrzymaniowych muszą być dokładnie usunięte suchą szmatką. Baterie mogą być myte wodą, natomiast nie wolno używać rozpuszczalników ani szczotki drucianej. W razie potrzeby korki można przepłukać wodą. Należy przy tym zwrócić uwagę, aby po płukaniu nie zostały na nich żadne krople oraz były domknięte. Śruby i nakrętki końcówek zaciskowych muszą być dokręcone. W celu zabezpieczenia przed korozją na elementy połączeń i końcówki zaciskowe można nałożyć neutralną wazelinę lub antykorozyjną oliwę.



Podczas wizualnej inspekcji baterii należy także sprawdzić otwory wentylacyjne i stan farby na powierzchni pojemnika na baterię. W razie potrzeby usunąć wszelkie zanieczyszczenia wentylacji. Dla zapobieżenia korozji ubytki farby należy niezwłocznie uzupełnić. Przy wysuniętej skrzyni bateryjnej należy sprawdzić stan prowadnic (szyn) teleskopowych i w razie potrzeby je wyczyścić.

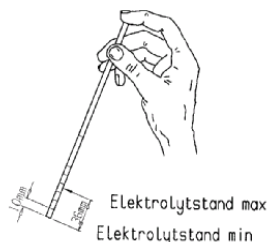
4.1.2 Pomiar poziomu elektrolitu

Podczas ładowania występuje zjawisko elektrolizy powodujące rozkład wody elektrolitu na wodór i tlen (gazowanie). Prowadzi to do zmniejszania się poziomu elektrolitu w ogniwie. Wielkość gazowania zależy od napięcia ładowania, czasu ładowania i temperatury. Po wprowadzaniu baterii do eksploatacji poziom elektrolitu powinien być mierzony i rejestrowany co około 3 miesiące (90 dni). Pomiary zebrane w ciągu pierwszych 12 miesięcy (360 dni) są wystarczające do określenia dalszych przedziałów czasowych pomiędzy kolejnymi pomiarami.



Bateria posiada półprzezroczyste naczynia typu Radel z widocznym poziomem elektrolitu. Ponieważ nie wszystkie ogniwa baterii są widoczne z zewnątrz zaleca się korzystanie ze szklanej pipety wchodzącej w skład wyposażenia baterii.

W celu określenia poziomu elektrolitu należy otworzyć korek i włożyć pipetę (jak na rysunku obok) aż do odczucia oporu. Górny otwór pipety musi w tym czasie pozostawać otwarty.



Następnie należy zamknąć górny otwór palcem wskazującym i wyjąć pipetę z ogniwa.

Poziom elektrolitu w ogniwie można określić poprzez poziom elektrolitu w pipecie.

Rysunek 3: Pomiar poziomu elektrolitu

4.1.3 Pomiar napięcia

Pomiar napięcia jest różny dla poszczególnych ogniw i całej baterii, a także podczas ładowania i w stanie jałowym (przy otwartym obwodzie). Pomiar napięcia poszczególnych ogniw jest opisany poniżej. Napięcie ładowania należy mierzyć odpowiednim woltomierzem (G02, zob. p. 7.2).

- Odłączyć baterię od systemu tramwaju i wysunąć skrzynię bateryjną na zewnątrz pojemnika.
- Przyłożyć końcówki pomiarowe miernika do kontaktów pomiarowych śrub łączników.
- Zmierzyć i zanotować po kolei napięcia poszczególnych ogniw.
- Oznaczyć ogniwa, których napięcie różni się od średniego napięcia wszystkich ogniw więcej niż ± 20 mV.
- Wsuń z powrotem baterię do pojemnika i podłącz do systemu tramwaju.

Napięcie w pełni naładowanej baterii przy otwartym obwodzie powinno wynosić 1,30 - 1,35 V/ogniwo. Zatem napięcie baterii składającej się z 72 ogniw powinno wynosić $72 \times 1,30 - 1,35 \text{ V} = 93,6 - 97,2 \text{ V}$.



Podane wartości odnoszą się do temperatury otoczenia wynoszącej 20 °C; w przypadku ekstremalnych zmian temperatury konsultuj się z HOPPECKE. Odchyłki temperatury od 20 °C wpływają na wartości mierzonych napięć.

Napięcie ładowania powinno być sprawdzane nie rzadziej niż co 6 miesięcy (180 dni). W przypadku zwiększonego zużycia wody (gazowania) w pierwszej kolejności należy sprawdzić napięcie ładowania.

4.1.4 Pomiar rezystancji izolacji

Norma DIN VDE 0510 część 2 określa, aby minimalna wartość rezystancji izolacji baterii wynosiła 100 Ω na 1 volt napięcia znamionowego. Rezystancja izolacji nowej baterii wynosi ponad 1 M Ω . ze względu na gazy wydostające się z baterii, kurz i wilgoć rezystancja izolacji zmniejsza się wraz z upływem czasu eksploatacji. Dla baterii składającej się z 72 ogniw minimalna wartość rezystancji izolacji wyniesie zatem 8,64 k Ω . Jeśli baterie łączone są równolegle pomiar rezystancji izolacji należy dokonać dla każdej baterii oddzielnie. Do pomiaru należy użyć miernika rezystancji izolacji (G03, p. 8.4) o napięciu probierczym 1500 V. Pomiar wykonuje się dla każdego z biegunów baterii oddzielnie. Rezystancja izolacji baterii przed wprowadzeniem do eksploatacji powinna wynosić minimum 1 M Ω .

- Zakres powinien być dobrany doświadczalnie. Jeśli test izolacji wykaze nieprawidłowości należy odłączyć baterię i zmierzyć rezystancję izolacji instalacji elektrycznej tramwaju.
- Jeśli dla innych odbiorników elektrycznych nakazane są wyższe napięcia probiercze należy przed pomiarem odłączyć baterię od systemu.

4.1.5 Test pojemności

Test pojemności powinien być wykonywany co 5 lat (lub co 500.000 km). Jest on potrzebny do określenia końca żywotności baterii. Test pojemności powinien być przeprowadzony parametrami zgodnie z normą PN-EN 60623. Jeśli podczas pracy, dłuższych postojów na stacji lub wykonywania czynności utrzymaniowych w zajezdni zostanie wykryta przedwczesna utrata pojemności baterii należy podjąć następujące kroki:

- Zmierzyć napięcia baterii i poszczególnych ogniw
- Zmierzyć prąd rozładowania (rozładowywać prądem I_5 do średniego napięcia końcowego 1 V/ogniwo)
- Przeprowadzić renowację baterii

Test pojemności jest częścią procedury renowacji baterii (zob. p. 4.2.3). Jeżeli po wykonaniu kilku prób renowacji bateria nie osiąga satysfakcjonującej pojemności oznacza to, iż żywotność baterii dobiegła końca (zob. p. 5.3.4 „Wymiana baterii”).

4.1.6 Czyszczenie baterii zainstalowanej

Utrzymanie czystości baterii jest absolutnie niezbędne dla zapobiegania wypadkom i zniszczeniom materiału oraz dla uzyskania maksymalnej żywotności i wartości parametrów.

W celu utrzymania właściwej izolacji pomiędzy ogniwami, między ogniwami a ziemią oraz między ogniwami a innymi zewnętrznymi częściami przewodzącymi należy utrzymywać w stanie suchym i czystym ogniwa, skrzynie, pojemniki na baterie, izolatory, itp.

Czyszczenie zapobiega korozji i występowaniu prądów upływu.

Norma DIN VDE 0510 część 2 określa, aby minimalna wartość rezystancji izolacji baterii wynosiła 100 Ω na 1 volt napięcia baterii.

Ze względu na miejsce i czas użytkowania często nie jest możliwe zapobieżenie osiadania się kurzu. Małe cząsteczki elektrolitu wydostające się podczas ładowania powyżej napięcia ładowania tworzą mniej lub



bardziej przewodzącą warstwę na ogniwach. Warstwą tą płyną tzw. prądy upływu. Powoduje to wzrost i zmienność samowyladowania poszczególnych ogniw. Odpowiednio duży prąd upływu wywołuje przeskok isker, które mogą spowodować zapłon zgromadzonego gazu ulatniającego się z ogniw.

Dlatego konsekwentne utrzymywanie baterii w czystości zapewnia nie tylko lepszą wydajność baterii, ale jest także podstawowym warunkiem bezpieczeństwa.

Uwagi dotyczące czyszczenia baterii:

- Zdejmowanie korków jest zabronione. Ogniwa muszą pozostawać zamknięte.
- Plastikowe części baterii, w szczególności naczynia ogniw, mogą być czyszczone wyłącznie wodą lub szmatką nasączoną wodą (bez żadnych dodatków).
- Po czyszczeniu powierzchnię baterii należy wysuszyć odpowiednimi środkami, np. sprężonym powietrzem lub suchą szmatką.
- Jakiegokolwiek substancje, które dostaną się do wnętrza skrzyni baterijnej muszą zostać odesane i zagospodarowane zgodnie z przepisami dotyczącymi odpadów chemicznych.

4.2 Czynności korygujące

Po wykonaniu wszelkich czynności korygujących baterie należy wyczyścić przed włożeniem / wsunięciem do pojazdu (zob. p. 5.2.7 „Czyszczenie”).

Tabela czynności:

Czynność	Częstotliwość		Narzędzia / Materiały (odniesienie)
	Przebieg	Czas	
Dolewanie wody destylowanej		co 160 – 180 dni	Narzędzie: G06 Lejek Materiał: Woda destylowana (zob. p. 4.2.1 „Uzupełnianie elektrolitu”)
Czyszczenie baterii, skrzyni i pojemnika na baterię	co 500.000 km	co 5 lat	(zob. p. 4.2.5 „Czyszczenie baterii wymontowanej”)
Ładowanie renowacyjne	co 500.000 km	co 5 lat	Narzędzie: G02 Woltomierz, G04 Zewnętrzne urządzenie ładujące i rozładowujące, G07 Termometr (zob. p. 4.1.4 „Test pojemności”, p. 4.2.3 „Renowacja baterii”)
Wymiana baterii	co 1.500.000 km	co 18 lat	(zob. p. 6 „Naprawa”)

Tabela 2: Czynności utrzymaniowe korygujące

4.2.1 Uzupełnianie elektrolitu

Baterie niklowo-kadmowe są wypełnione żrącym ługiem potasowym zawierającym wodorotlenek potasu (KOH) z dodatkiem wodorotlenku litu (LiOH) wg normy DIN 43530. Podczas pracy z bateriami należy nosić odzież ochronną taką jak gumowe rękawice i okulary ochronne. W przypadku dostania się elektrolitu na skórę lub do oczu należy natychmiast przepłukać miejsce pod bieżącą wodą, a następnie niezwłocznie udać się do lekarza.



Jeżeli poziom elektrolitu baterii jest poniżej punktu środkowego pomiędzy „min.” i „max.” należy dolać wody destylowanej do poziomu „max.”.

Sposób precyzyjnego określania poziomu elektrolitu jest opisany w p. 4.1.2.

Wszelkie bryzgi elektrolitu bądź wody muszą być natychmiast usunięte za pomocą suchej szmatki.

Technologia włóknistej struktury płyt umożliwia użycie czystych materiałów aktywnych. Nie potrzebne są domieszki zwiększające przewodność elektrody dodatniej (np. w postaci grafitu). Nie występuje zatem zanieczyszczenie elektrolitu grafitem.



Nie ma potrzeby wymiany elektrolitu przez cały okres żywotności baterii

4.2.2 Ładowanie początkowe

W czasie dłuższych okresów magazynowania baterii ulega samorozładowaniu. Jeżeli nie zostanie przeprowadzone ładowanie początkowe to po zainstalowaniu na tramwaju bateria nie będzie posiadała 100% pojemności.

Ładowanie początkowe wykonuje się stałym prądem o wartości znamionowej ($C_n / 5h$) przez 7,5 h (gdzie C_n jest pojemnością 5-godziną wynoszącą 120 Ah dla baterii FNC 120MR2). Podczas ładowania do baterii wprowadzana jest energia $1,5 \times C_n$.

Podobnie jak przy renowacji lub ładowaniu wyrównawczym, napięcie może wzrosnąć do 1,9 V/ogniwo. Z tego względu przed wykonaniem ładowania początkowego bateria musi zostać odłączona od systemu tramwaju. Ponadto większa będzie wydzielana ilość gazu, dlatego należy zapewnić właściwą wentylację (zgodnie z normą DIN VDE 0510 lub PN EN 50272-2).

Zaleca się wykonanie następujących czynności:

- rozładowanie baterii prądem $I_5 = 24 \text{ A}$ do średniego napięcia 1 V/ogniwo.
- przerwa na 8 godzin (najlepiej na noc).
- ładowanie baterii stałym prądem $I_5 = 24 \text{ A}$ przez 7,5 h. Wartość napięcia ładowania powinna być ograniczona do 1,90 V/ogniwo,

Przy wykonywaniu testu pojemności należy postępować zgodnie w wytycznych z p. 4.1.5.

4.2.3 Renowacja baterii

Utracona w trakcie pracy pojemność baterii może zostać przywrócona przez ładowanie stałą wartością prądu, nazywane renowacją baterii. Przeprowadzenie renowacji wymaga ładowania i rozładowania baterii w odpowiedni sposób. Przed przystąpieniem do renowacji należy baterię odłączyć od systemu elektrycznego tramwaju, ze względu na wysokie napięcie dochodzące do 1,9 V/ogniwo. Ponadto większa będzie wydzielana ilość gazu, dlatego należy zapewnić właściwą wentylację (zgodnie z normą DIN VDE 0510 lub PN EN 50272-2).



Zaleca się następującą procedurę:

1. Rozładowanie baterii prądem $I_5 = 24 \text{ A}$ do średniego napięcia 1 V/ogniwo
2. Pozostawieniem baterii przez 8 lub więcej godzin (najlepiej na noc)
3. Ładowanie baterii stałym prądem $I_5 = 24 \text{ A}$ przez 7,5 h
4. Przerwa na 2 h
5. Rozładowanie prądem $I_5 = 24 \text{ A}$ do średniego napięcia 1 V/ogniwo (test pojemności)
6. Przerwa na 8 lub więcej godzin (najlepiej na noc)
7. Ładowanie baterii stałym prądem $I_5 = 24 \text{ A}$ przez 7,5 h

Jeśli uzyskana w teście pojemność baterii jest niewystarczająca należy powtarzać czynności 1 do 5 do momentu, aż pojemność przestanie wzrastać.

4.2.4 Wymiana baterii

Jeśli pojemności baterii spadnie poniżej 60 % pojemności znamionowej baterię należy wymienić. Usunięcie starej i montaż nowej baterii jest opisany w części 6 („Naprawa”).

4.2.5 Czyszczenie wymontowanej baterii

Na czas transportu ogniwa są wyposażane w żółte korki transportowe., które są zamieniane na białe korki zawiasowe przed wprowadzeniem baterii do użytku. Zaleca się zachowanie korków transportowych i ponowne użycie przy czyszczeniu baterii.

Bateria wyposażona w korki transportowe może być płukana pod ciśnieniem. Ciśnienie musi być tak dobrane aby nie powodowało niszczenia plastikowych elementów baterii. Nie wolno przy tym używać żadnych dodatków w postaci rozpuszczalników.

Procedura postępowania:

- Wymontuj baterię z tramwaju.
- Miejsce czyszczenia musi posiadać kratkę ściekową aby woda po płukaniu, zawierająca elektrolit, spływała we właściwe miejsce składowania. Sposób dysponowania użytym elektrolitem musi być zgodny z odpowiednimi regulacjami.
- Załóż okulary i ubranie ochronne.
- Odpowiednim kluczem dokręć śruby łączników. Wszystkie korki muszą być zamknięte.
- Plastikowe części baterii mogą być czyszczone tylko przy pomocy czystej wody lub szmatki nasączonej wodą (bez żadnych dodatków). Ogniwa FNC, wykonane są zgodnie z normą DIN 43595, mogą być czyszczone z użyciem urządzeń wysokociśnieniowych. W takim przypadku należy przestrzegać odpowiednich zasad.



- Maksymalna dozwolona temperatura czyszczenia ustawiana na maszynie czyszczącej wynosi 140 °C. Takie ustawienie zapewni w odległości 30 cm od wylotu dyszy temperaturę nie wyższą niż 60°C.
- Odległość pomiędzy końcem dyszy a powierzchnią baterii **nie może być mniejsza niż 30 cm**.
- Maksymalne ciśnienie wynosi 50 bar.
- Strumień powinien być rozprowadzany na dużym obszarze w celu uniknięcia miejscowego przegrzania.
- Nie należy trzymać strumienia w jednym miejscu dłużej niż przez 3 s.
- Po umyciu wysusz powierzchnię baterii sprężonym powietrzem lub suchą szmatką.
- Nie wolno używać maszyn suszących z otwartym ogniem lub żarnikami.
- Nie wolno nagrzewać powierzchni baterii powyżej temperatury 60 °C.

Jakiegolwiek substancje, które dostaną się do wnętrza skrzyni bateryjnej muszą zostać odesane i zagospodarowane zgodnie z przepisami dotyczącymi odpadów chemicznych. Na zakończenie prac należy korki transportowe zamienić na białe korki zawiasowe.

5 Detekcja uszkodzeń

5.1 Nadmierne zużycie wody

Zużycie wody w ogniwach wywołują dwa zjawiska: parowanie i rozkład podczas ładowania. Pierwszą czynnością po zauważeniu nadmiernego zużycia wody jest sprawdzenie napięcia ładowania urządzenia ładującego tramwaju. Jeśli nie stwierdzi się nieprawidłowości, należy:

- Zmierzyć napięcia poszczególnych ogniw podczas ładowania.
Jeżeli napięcia na ogniwach różnią się od średniej o więcej niż +/- 50 mV należy baterię wymontować, pozostawić baterię na 2 dni, a następnie:
- Zmierzyć napięcie baterii w stanie jałowym (przy otwartym obwodzie).
Jeżeli napięcia na ogniwach różnią się od średniej o więcej niż +/- 20 mV zaleca się pozostawienie baterii na 5 lub więcej dni. Jeżeli różnice wzrosną należy przeprowadzić renowację baterię.
- Wyniki renowacji.
Jeśli po 3,5 godzinach testu pojemności, gdy napięcia są jednakowe, zaczną wzrastać wariacje napięcia na ogniwach, należy powtórzyć renowację (kroki 1 - 7). Jeżeli zaobserwuje się poprawę, należy powtarzać czynności 1 - 4 do momentu, gdy pojemność przestanie wzrastać. Jeśli jednak z każdym cyklem pojemność będzie spadać należy skontaktować się z HOPPECKE.

5.2 Różnice napięć ogniw

Zbyt duże różnice napięć na poszczególnych ogniwach mogą być wykryte podczas wykonywania czynności utrzymaniowych zapobiegawczych poprzez pomiary na dwóch ogniwach pilotażowych lub pomiary napięć wszystkich ogniw. Przyczynami różnic napięć są:



- Różnice temperatur poszczególnych ogniw,
- Różnice gęstości elektrolitu w ogniwach,
- Zmienny poziom elektrolitu,
- Zwarcia,
- Zmienny stan naładowania.

5.3 Zbyt mała pojemność

Nawet przy właściwych poziomach elektrolitu w ogniwach, jego gęstość może się nieco różnić. Może to powodować mniejszą pojemność niektórych ogniw.

Zbyt mała pojemność baterii może mieć następujące przyczyny:

- Za krótki czas ładowania,
- Za niski poziom elektrolitu,
- Luzy oraz utlenianie się końcówek.

5.4 Prądy upływu

Prądy upływu, będące wynikiem niewłaściwej izolacji, mogą powodować spadek pojemności, a także wariacje napięć na ogniwach. Regularne czyszczenie może zapobiec temu zjawisku.

5.5 Brak napięcia z baterii

W tym przypadku nie ma zasilania awaryjnego urządzeń pokładowych. Przyczyny braku napięcia to:

- Przepalenie się bezpiecznika,
- Przerwa w instalacji lub kablu,
- Luzy na końcówkach zaciskowych.

Jeśli przyczyną braku napięcia jest przepalenie się bezpiecznika należy upewnić się, czy żaden z kabli łączących bezpieczniki z biegunami baterii nie jest uszkodzony.

6 Naprawa

Przyjmuje się, że w pracach związanych z naprawą baterii uczestniczyć będzie wyłącznie wykwalifikowany personel. Bezwzględnie należy przestrzegać zasad bezpieczeństwa opisanych w 2.1.

6.1 Wyjęcie skrzyni bateryjnej

W celu wymiany lub usunięcia skrzyni bateryjnej należy postępować zgodnie z poniższymi instrukcjami:

Odłączenie

- Odłącz baterię od instalacji tramwaju
- Otwórz pojemnik baterii
- Odłącz najpierw biegun ujemny, a następnie dodatni
- Odłącz kabel czujnika temperatury



Instalację skrzyni w pojemniku bateryjnym przeprowadza się a odwrotnej kolejności.

6.2 Demontaż ogniw

Demontażu baterii lub pojedynczych ogniw dokonuje się po wyjęciu skrzyni bateryjnej (zob. p. 6.1). Należy przy tym przestrzegać przepisów bezpieczeństwa przy obchodzeniu się z ogniwami nikielowo-kadmowymi.

Wyjęcie ogniw:

- Odkręć śruby łączników
- Wyjmij ogniwa przy użyciu odpowiedniego narzędzia („screwed-in cell lifter” – narzędzie G05).
- Wyjmij przekładki ogniw
- Wyczyść skrzynię

6.3 Montaż ogniw w skrzyni

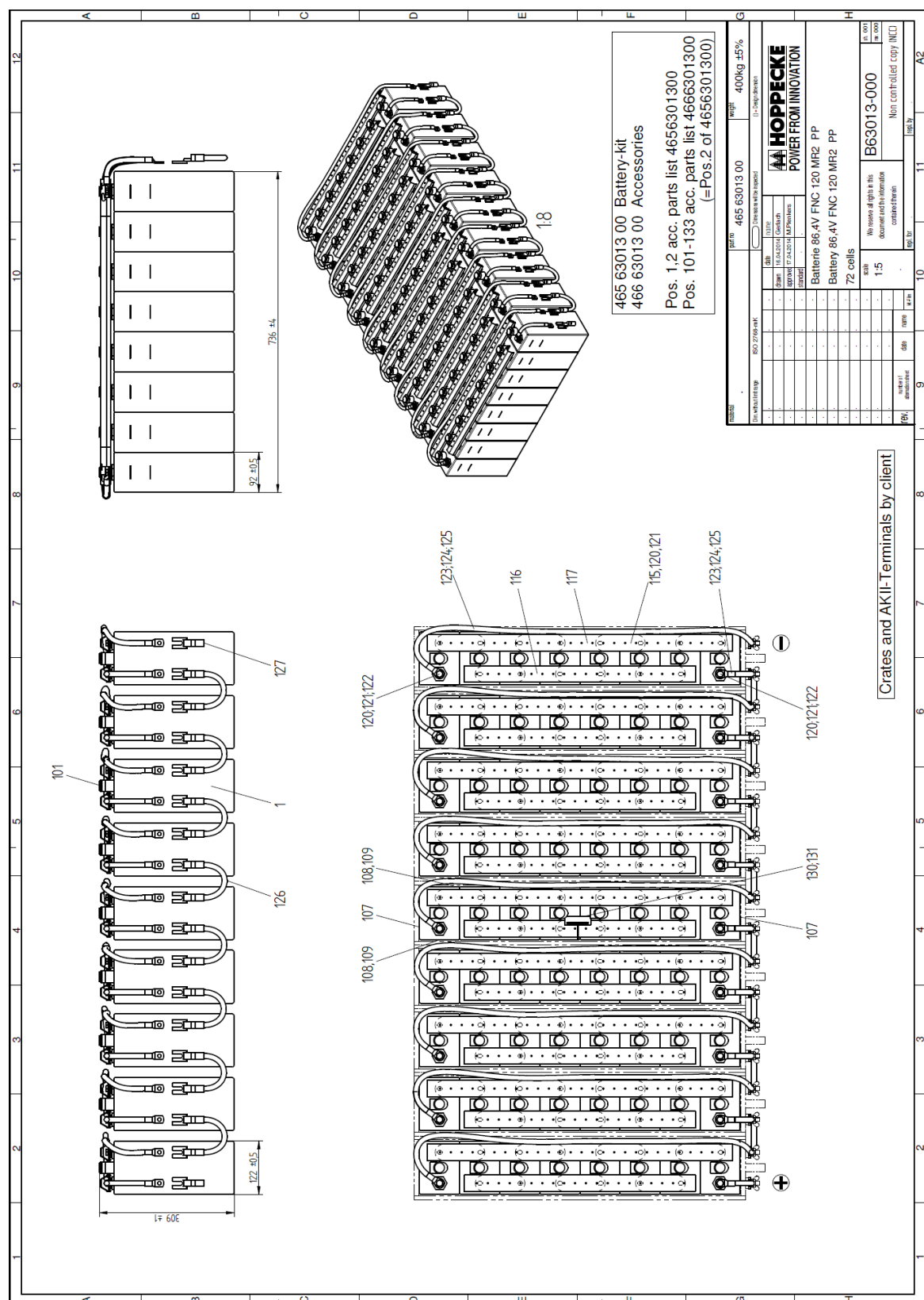
Ogniwa mogą być zamontowane z powrotem tylko po uprzednim dokładnym przeczyszczeniu skrzyni. Należy przy tym przestrzegać przepisów bezpieczeństwa przy obchodzeniu się z ogniwami nikielowo-kadmowymi.

- Włóż pojedynczo ogniwa do skrzyni
- Wbij ostatnią przekładkę przy pomocy młotka i kawałka drewna
- Przykręć łączniki międzyogniowe, zgodnie z rysunkiem połączeń, momentem $25 \text{ Nm} \pm 1 \text{ Nm}$.



7 Rysunki i narzędzia

7.1 Elementy Baterii





7.2 Narzędzia

Wszystkie potrzebne do utrzymania i napraw narzędzia można zamówić w HOPPECKE. Pod numerem 7140200020 HOPPECKE oferuje kompletny zestaw narzędzi do utrzymania baterii niklowo-kadmowych.



Narzędzia pomiarowe i inne:

- G01: Areometr
- G02: Woltomierz
- G03: Miernik rezystancji izolacji
- G04: Zewnętrzne urządzenie ładujące i rozładowujące
- G05: Nosidło
- G06: Lejek
- G07: Termometr



Rysunek 5: Zestaw narzędzi



Rysunek 6: Wózek do uzupełniania wody

Na rysunku obok przedstawione jest wózek do uzupełniania poziomu elektrolitu ogniwo niklowo-kadmowych FNC wodą zasadową (typ HO27-02-1012).

Urządzenie jest zasilane baterią i posiada zbiornik 25 lub 60 litrowy.

Po użyciu wózek należy podłączyć do sieci zasilającej, aby przy następnym użyciu bateria była w pełni naładowana.



7.3 Wykaz części wchodzących w skład zestawu (zamiennych)

Nr	Nr materiału	Oznaczenie	Ilość w zestawie	jm	Numer na rys.
1	4112063206	Ogniwo FNC 120 MR2	72	szt	
2	4144000110	Korek Standard S21	72	szt	101
3	4142000963	Etykieta ostrzegawcza do aplikacji kolejowych	9	szt	102
4	4140100940	Naklejka „Hoppecke FNC” 120x34,5	9	szt	103
6	7143160605	Oznaczenie bieguna , "+". 25 MM	9	szt	104
7	7143160606	Oznaczenie bieguna , "-". 25 MM	9	szt	105
8	734200921	Etykieta numeracyjna 1-12	1	szt	106
9	7143170502	Płyta dystansowa szara 120x175x2	18	szt	107
10	7143170501	Płyta dystansowa szara 735x175x1	18	szt	108
11	4141000620	Płyta falista FNC F2/3 175x200x3	72	szt	109
12	4144242005	Łącznik F1/2 L-L93x35x6 niklowany	63	szt	115
13	4144160711	Izolacja do łączników 35X3/6 zielona; dł. 530 mm	9	szt	116
14	4144160711	Izolacja do łączników 35X3/6 zielona; dł. 700 mm	9	szt	117
15	4064001208	podkładka sprężynująca ;B8 ;DIN 137;stalowa	144	szt	120
16	4201818014	Śruba sześciokątna ISO 4017 M8x14 A2-70 1.4301	144	szt	121
17	7245012220	Ostony na wyjścia +/- baterii	18	szt	122
18	4144110035	Końcówka Kablowa niklowana 8x8,5 mm 35 mm ²	36	szt	123
19	7241102035	Kabel elastyczny H01N2 35 mm ² czarny	12 mb	mb	124
20	7242003011	Koszulka termokurczliwa 3/4`` czarna	3 mb	mb	125
21	4157500014	Łącznik elastyczny z końcówkami AK II 35mm ² (300mm)	8	szt	126
22	4141105016	Końcówka Kablowa AK II	2	szt	127
23	4142000972	Etykieta ostrzegawcza do aplikacji kolejowych 85x140	1	szt	130