

Baterie akumulatorów VRLA w nowych aplikacjach telekomunikacyjnych

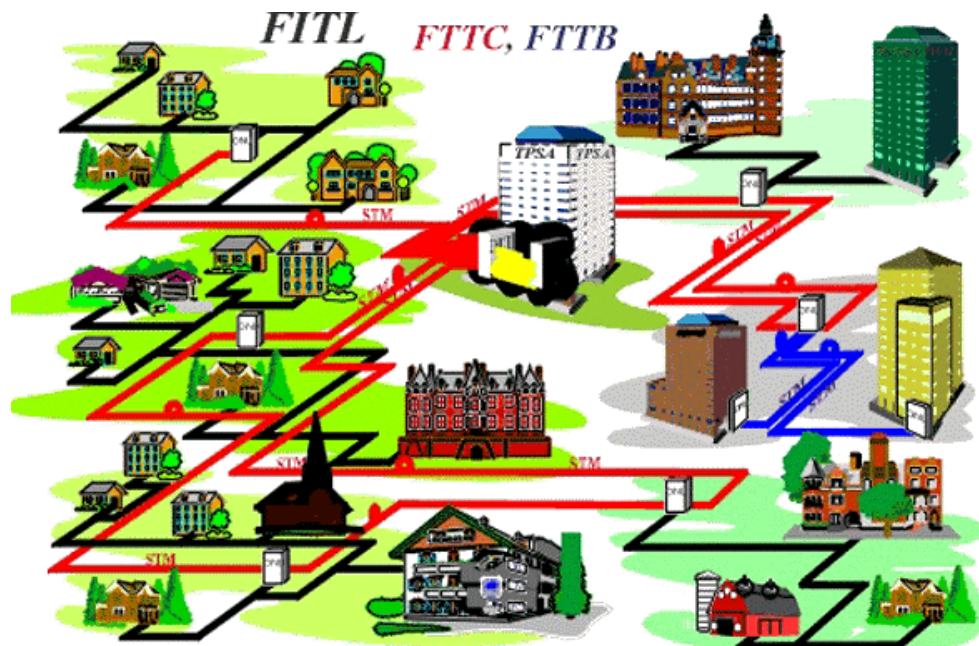


Mariusz Jurczuk
ETC Plus SA, Ostrowiec Świętokrzyski

I. Wprowadzenie

Systemy telekomunikacyjne nowej generacji zdecydowanie zmieniły wymagania środowiskowe stawiane urządzeniom zasilania rezerwowego:

- rozproszenie struktur systemu telekomunikacyjnego niesie ze sobą rozproszenie systemów zasilania,
- integracja funkcji komutacyjnych, transmisyjnych i monitorujących pociąga za sobą integrację funkcji zasilania rezerwowego
- koszty stałej infrastruktury budowlanej wymuszają stosowanie rozwiązań kontenerowych lub szaf zewnętrznych,
- presja inwestorów na koszty inwestycji wymusza stosowanie kompromisowych rozwiązań technicznych,
- uproszczone procedury inspekcyjne zmuszają służby eksploatacyjne operatorów do łączenia kompetencji (komutacja, transmisja, zasilanie).



II. Wymagania operatorów

Wprowadzanie do eksploatacji nowych rozwiązań technicznych, szczególnie systemów dostępu radiowego i szerokopasmowego wiąże się z nowymi pytaniami, które służby energetyczne powinny zadać dostawcom aplikacji:

- jakie są wymagania klimatyczne stosowanych w systemach dostępowych urządzeń zasilających ?
- jaki czas pracy autonomicznej gwarantuje urządzenie ?
- jakie procedury obsługi i inspekcji urządzeń zasilania rezerwowego przewiduje dostawca aplikacji?
- jaka jest założona żywotność zastosowanych baterii akumulatorów i jakie są warunki takiego założenia (końcowa pojemność, cykle, warunki gwarancji) ?
- jakie sygnały alarmowe związane z pracą urządzeń zasilania rezerwowego generuje system ?

W połowie 1998r. z inicjatywy członków Sekcji Systemów Zasilających SEP, jednocześnie pracowników Telekomunikacji Polskiej SA, podjęto dyskusję nad określeniem wymagań energetycznych dla telekomunikacyjnych systemów dostępu abonenckiego. Formalne wsparcie dyskusji ze strony Wydziału Głównego Energetyka Dyrekcji TP SA pozwoliło na określenie oficjalnego stanowiska operatora przedstawionego w pismach:

- TST-E630/13/GD/98 20.01.1999r. Zasilanie ONU (Optical Network Unit)
- TST-E/630/265/JM/98 29.09.1998r. Pismo Dyrektora TP SA d/s Eksploatacji i Rozwoju technicznego z dnia 27.09.98 w sprawie zasilania obiektów telekomunikacyjnych.

Trwają prace ekspertów TP S.A., koordynowane przez Biuro Rozwoju Systemów Telekomunikacyjnych nad spójnymi wymaganiami dla obiektów klasy ONU. Do dnia oddania materiału do druku nie były one oficjalnie opublikowane. Przedstawiamy więc najważniejsze tezy oficjalnych dokumentów:

- systemy światłowodowego dostępu abonenckiego zakwalifikowano do grupy D3 z 12h rezerwą pracy bateryjnej oraz możliwością podłączenia agregatu prądotwórczego,
- liczba modułów prostownikowych powinna być zgodna z zasadą n+1
- należy zagwarantować prąd ładowania baterii akumulatorów na poziomie 0,1 C₁₀.
- prostowniki powinny realizować funkcję kompensacji temperaturowej napięcia konserwującego oraz automatyczne ładowanie podwyższonym napięciem przy powrocie zasilania podstawowego.

III. Wymagania aplikacji stawiane akumulatorom

W dalszej części referatu zajmiemy się przedstawieniem nowej koncepcji systemu bateryjnego, który został dedykowany systemom dostępowym.

Bardzo ostra konkurencja na światowym rynku telekomunikacyjnych urządzeń dostępowych wymusiła na producentach akumulatorów opracowanie nowych konstrukcji spełniających następujące wymagania:

- kompatybilność mechaniczna ze standardami szaf aparaturowych 19"
- zgodność ze standardem szczelności IP44, IP55
- system centralnego odgazowania bloków dla standardu IP55
- podwyższona odporność na pracę w szerokim zakresie temperatur: -20°C / +50°C
- wydłużone okresy pomiędzy przeglądami
- zakres pojemności 25 do 100 Ah C₁₀
- niska cena.

Spróbujmy wyjaśnić przyczyny poszczególnych wymagań.

Kompatybilność mechaniczna ze standardami szaf aparaturowych 19": Wnętrze szaf dostępowych najczęściej, poza wydzielonym przedziałem dla przełącznicy, zawiera jedną lub dwie ramy 19" lub 500 mm standardu ETSI (European Telecommunications Standardization Institute). Aby wkomponować baterię akumulatorów 48V w półkę o szerokości 19" oraz zachować 6 mm odległości pomiędzy blokami, bloki 12V powinny mieć szerokość nie większą niż 108 mm. Obecnie spotkać można jeszcze wiele rozwiązań szaf dostępowych, które poza ruchomą ramą 19" dla elektroniki mogą pomieścić niestandardowe baterie i moduły prostownikowe. W przypadku systemów radiodostępowych spotykamy się z kompletnym brakiem standardów. Często moduły prostownikowe (raczej zasilacze wewnętrzne) zintegrowane są z panelami transmisyjnymi a akumulatory muszą znaleźć miejsce w oddzielnej, niestandardowej szafie.

Zgodność ze standardem szczelności IP55: Środowisko pracy systemów dostępowych stawia szczególne wymagania szafom instalacyjnym. Minimalne wymagania to standard IP44 - czyli szczelność na przedmioty o średnicy powyżej 1 cm oraz odporność na oblewanie obudowy wodą. Standard IP55 podnosi producentom poprzeczkę, wymaga odporności na przenikanie pyłu oraz pełną bryzgoszczelność. Naturalnym wymaganiem dla szaf dostępowych jest bardzo dobry system zamykania z pewnym zamkiem oraz podwyższona odporność na korozję. Większość konstrukcji zewnętrznych wykonana jest z blach aluminiowych często o podwójnej budowie przekładkowej. Standardem staje się wyposażenie szaf w system uszczelnień gwarantujących spełnienie norm kompatybilności elektromagnetycznej. Oznacza to, iż wszystkie elementy szafy, muszą być połączone ze sobą metalicznym kontaktem. Drzwi wyposażone są w metalizowane dodatkowe uszczelki, lub miedziane listwy. Wymagana jest tu zgodność z normą IEC 61587-3 dla szaf oraz EN 55022/B i GSM 11/20 dla akcesoriów.

System centralnego odgazowania: Najpoważniejsi dostawcy systemów dostępowych wymagają od szaf zewnętrznych szczelności IP55. Oznacza to, iż poza odpornością na pył obudowa powinna być odporna na dowolnie silne bryzgi wody. Ponieważ akumulatory VRLA nie powinny pracować w tak szczelnych obudowach, ze względu na wydzielanie się eksplozywnego wodoru, konstruktorzy musieli wyposażyć bloki we wspólne dla wszystkich ogniów komory gazowe oraz króćcie do przewodu powietrznego. Króćce wszystkich bloków łączy się przewodami do przewodu zbiorczego, który przez przepust odprowadza gazy na zewnątrz szafy. Nie określono specjalnych wymagań dla kontroli oraz eksploatacji obwodów centralnego odgazowania. Lekceważenie warunku właściwej wentylacji szafy dostępowej, przy wysokich temperaturach zewnętrznych może doprowadzić nawet do eksplozji bloków.

Podwyższona odporność na pracę w szerokim zakresie temperatur: -20°C / $+50^{\circ}\text{C}$: To wymaganie nie jest specjalnie oryginalne. Akumulatory kwasowo-ołowiowe mogą pracować w zakresie temperatur -30°C do $+55^{\circ}\text{C}$. Oczywiście praca w temperaturach powyżej 30°C zdecydowanie skraca trwałość eksploatacyjną akumulatora (nawet dwukrotnie). W temperaturach poniżej 20°C obniża się sprawność baterii o ok. 1% na każdy $^{\circ}\text{C}$ osiągając w temperaturze -30°C zaledwie 30% Cn przy rozładowaniach rzędu $1\text{x}C_{10}$. W temperaturach minusowych zachodzi również ryzyko zamarznięcia elektrolitu i uszkodzenia bloków. Remedium na kłopoty z niskimi temperaturami jest: ogrzewanie szafy i odłączanie baterii przy głębokich rozładowaniach. Podgrzewanie szafy jest też konieczne ze względu na konieczność usuwania nadmiaru wilgoci z powietrza. Podwyższoną odporność na pracę w wysokich temperaturach uzyskuje się w dwojaki sposób:

- poprzez zastosowanie technologii o zwiększonej ilości elektrolitu (większa pojemność cieplna systemów żelowych) oraz zastosowanie stopów ołowiu o wysokiej odporności na korozję,
- poprzez klimatyzowanie wnętrza szaf dostępowych.



Ryc.1 Skutki eksplozji akumulatorów w wyniku rozbicia termicznego ogniów w szafie dostępowej.

Podstawowym problemem przy projektowaniu szaf oraz wyborze metod ograniczania temperatury wewnętrznej szaf dostępowych jest precyzyjne określenie:

- maksymalnej temperatury powietrza zewnętrznego T_{pz} . Przeważnie T_{pz} nie przekracza w Polsce 30°C . Przyjmowanie do projektu większych wartości temperatur, obserwowanych lokalnie i w krótkich okresach czasu znacznie podwyższa koszty infrastruktury klimatycznej szafy.
- maksymalnej temperatury pracy urządzeń zainstalowanych w szafie T_{dw} . Najczęściej producenci aplikacji podają wartość T_{dw} na poziomie 40°C . W praktyce dostawcy aplikacji za graniczną temperaturę pracy modułów elektronicznych przyjmują 60°C . Poważnym problemem jest otrzymanie od dostawców aplikacji wielkości strat mocy P_t pracujących wewnątrz szafy urządzeń. Średnio, w systemach dostępu abonenckiego wartość P_t przyjmuje się poniżej 10% mocy zainstalowanej. W przypadku konstruowania szaf z materiałów o niskiej przenikalności cieplnej (tworzywa sztuczne) dochodzi do zjawiska przegrzewania wyposażenia szafy na skutek trudności z usunięciem energii rozpraszanej przez to wyposażenie.
- ilości mocy strat ciepła przez wyposażenie szafy.

- wpływu promieniowania słonecznego na bilans energetyczny szafy. Dla szaf z pojedynczą ścianką przyjmuje się wzrost temperatury wnętrza o ok. 10°C przy nasłonecznieniu 40%
- powierzchni szafy i mocy promieniowania ok. 1200W/m². Dla szaf o podwójnym płaszczu pasywnym przyjmuje się wzrost temperatury wnętrza o 5°C a dla szaf z płaszczem aktywnym i szybkością przepływu powietrza > 3m/s tylko o 2°C.

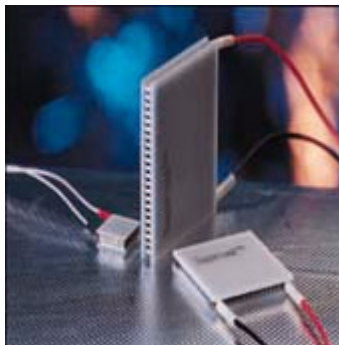
Obserwujemy kilka metod redukcji temperatury wnętrza szaf dostępowych:

- metodę naturalnej konwekcji i zastosowanie płaszczy aluminiowych
- płaszczowe wymienniki ciepła "powietrze-powietrze" o wydajności do 100W/K. Wydajność wymiennika zależy od szybkości przepływu powietrza po obu stronach wymiennika. Wielkość przepływu reguluje ilość wentylatorów, których ilość może dochodzić do 12, a moc konsumowana ze Źródła gwarantowanego zasilania sięga 200 W.
- akumulatory ciepłe zawierające stopy o wysokiej pojemności cieplnej PCM (Phase Change Material) pozwalające na wiązanie szczytowej energii cieplnej i oddawaniu jej do otoczenia, kiedy temperatura spada poniżej temperatury transformacji np. 25°C. Pojemność cieplna takiego akumulatora wynosi ok. 395 Wh/mb, waga ok. 10,5 kg/mb. Tego typu systemy chłodzenia, zabudowane w pakiety radiatorowe, nie wymagają zasilania energią elektryczną i nie posiadają części ruchomych. Wymianę ciepła przyspieszają wewnętrzne wentylatory szafy.



Ryc.2 Akumulatory ciepła ClimaSel firmy Climator w kontenerze GSM.

- pompy ciepłe oparte na zjawisku Peltiera pozwalają wyprowadzić na zewnątrz szafy do 200 W mocy cieplnej. Termoelektryczne moduły chłodzące (elementy Peltiera) są ciekawą i mało znaną klasą przyrządów półprzewodnikowych. Konstrukcyjnie stanowią one zespół słupków z tellurku bizmutu umieszczonych w regularnych odstępach pomiędzy metalizowanymi płytkami z cienkiej ceramiki alundowej (Al₂O₃). Moduły termoelektryczne stanowią rodzaj odwracalnej pompy cieplnej pozwalającej przy przepływie prądu pomiędzy okładkami elementu na przenoszenie ciepła w określonym kierunku. Efekt ten znalazł szereg praktycznych zastosowań od tak popularnych jak lodówki termoelektryczne, termostaty, aktywne radiatory po zastosowania specjalne, np. do schładzania elementów fotodetekcyjnych. Ta ostatnia grupa zastosowań przyniosła opracowanie kaskadowych modułów termoelektrycznych. W chwili obecnej otrzymuje się nawet 7 kaskadowe stopy umożliwiające schłodzenie detektorów do temperatur ciekłego azotu. Dla większości zastosowań wystarczającymi okazują się być 1 kaskadowe moduły termoelektryczne, tym bardziej, że moduły można ze sobą łączyć dla zwiększenia ich wydajności cieplnej. Odprowadzenie tak dużej ilości ciepła przy ograniczonej sprawności elementu wymaga oczywiście zastosowania radiatora. Element mocuje się przy użyciu pośredniej warstwy silikonowej pasty termoprzewodzącej. W chwili obecnej produkuje się moduły o wymiarach od 5mm x 5mm do 80 mm x 80 mm. Najczęściej używanym z opisywanego wyżej typoszeregu jest moduł o wymiarach 40x40x4[mm] o następujących parametrach: pobór prądu: I = 4-6A, napięcie zasilania U_{zas}=12-16V(DC), wydajność cieplna Q_{max} =50W, różnica temperatur T_{max} =65 °C
- klasyczne klimatyzatory drzwiane lub dachowe. Tu oczywiście jedynym ograniczeniem jest cena, koszty konserwacji oraz konieczność stosowania co najmniej 600mm głębokości szafy.



Ryc.3 Moduły Peltiera

Dobrym pomysłem wydaje się zabudowanie baterii w oddzielnych cokołach lub szafach bateryjnych. Ponieważ podczas pracy konserwacyjnej baterie praktycznie nie emitują ciepła, możliwe jest zminimalizowanie środków niezbędnych do ograniczenia temperatury wewnętrznej szafy bateryjnej. Do rozważenia pozostawiamy również pomysł, zabudowania baterii w podziemnych kasetach aluminiowych. Przy takim rozwiązaniu problem wysokich temperatur praktycznie nie istnieje.

Wydłużone okresy między przeglądami: Ze względu na utrudniony dostęp do bloków bateryjnych nie przewiduje się standardowych przeglądów inspekcyjnych. Dostawcy aplikacji przeważnie zalecają wymianę baterii po 5 latach. Aby zagwarantować taką trwałość eksploatacyjną w systemach polowych, wybiera się serie o żywotności nominalnej 10 lat. Rezygnując z inspekcji okresowych wybieramy baterie klasy High Performance lub High Integrity wg Eurobat gwarantujące wysokie bezpieczeństwo eksploatacji w założonych 5 latach pracy. W systemach radiodostępu często spotykamy się z jeszcze niższymi wymaganiami na trwałość eksploatacyjną baterii akumulatorów. Przy wymaganiach 2-3 letnich stosuje się akumulatory o żywotności nominalnej 5-6 lat. Doświadczenia operatora tajlandzkiego, który wymaga 8-godzinnego czasu autonomii bateryjnej dla systemów ONU (zbliżonego do wymagań TP SA), wskazują na jeszcze krótsze okresy eksploatacji baterii. Większość obiektów wymagała wymiany baterii już po 2 latach eksploatacji. Ze względu na ograniczenia powierzchni, dostawcy aplikacji instalują bloki pionowo, z płytami ułożonymi równoległe do podłoża. Szczególnie technologie AGM Źle znoszą pracę w takim położeniu. Miękki separator makroporowaty ulega sprasowaniu co skutkuje przedwczesną utratą pojemności.

Zakres pojemności: zakres pojemności wiąże się z dwoma parametrami aplikacji: mocą i czasem autonomii bateryjnej. Przeciętna moc odbiorów instalowanych w szafach dostępowych wynosi od 5W dla systemów radiodostępu do 1500 W dla dużych jednostek ONU. Dodatkowo w szafach montuje się grzałki lub klimatyzatory o szczytowej mocy ok. 2,0 kW zasilane bezpośrednio z sieci energetycznej. Często w bilansie energetycznym baterii akumulatorów nie uwzględnia się mocy wentylatorów, które zazwyczaj zasilane są z napięcia gwarantowanego 48V. Większość dostawców systemów telekomunikacyjnych przyjmuje następujące czasy pracy bateryjnej:

- sieci przewodowe od 3 do 8 godzin
- sieci komórkowe od 1 do 3 godzin
- sieci telewizji kablowej od 1 do 3 godzin.

Oczywiście przyjęte standardy w Europie Zachodniej nie uwzględniają specyfiki naszego kraju:

- stabilności sieci energetycznej
- jakości dróg i środków transportu
- dyspozycyjności służb serwisowych.

W określaniu czasu autonomii energetycznej systemów dostępu abonenckiego powyższe warunki należy wnikliwie przeanalizować.

Najczęściej w standardzie wyposażenia szafy dostępowej otrzymujemy jeden zestaw bateryjny z jednym bezpiecznikiem o pojemności od 30 do 50 Ah. Praktycznie czas pracy bateryjnej nie przekracza 2 do 4 godzin. Nie bez znaczenia dla bilansu energetycznego systemów dostępowych jest też natężenie ruchu telefonicznego obserwowane na łączach abonenckich. Przy zwiększeniu ruchu z 0,1 do 0,5 erlanga pobór prądu przez moduły abonenckie wzrasta nawet o 25%.

Niska cena: Bez komentarza. Często jednak przesadna oszczędność przy zakupach może drogo kosztować podczas eksploatacji. Wydaje się, iż dostawcy aplikacji świadomie zakładają krótką żywotność baterii. Małe jednostki ONU instaluje się w tanich szafach bez aktywnej wymiany ciepła z otoczeniem. Wewnątrz takich jednostek temperatura sięga latem 50-60°C. Najczęściej koszt wymiany baterii po 2 latach obciąża już wtedy

budżet remontowy operatora. Oczekiwanie w takich wypadkach od dostawcy baterii 10 -letniej gwarancji jest czystą hipokryzją.

IV. Optymalizacja monobloków akumulatorów VRLA dla aplikacji dostępowych na przykładzie serii A400 firmy Sonnenschein

Seria A400 firmy Sonnenschein została zaprojektowana dla zastosowań telekomunikacyjnych i wdrożona do produkcji w 1986 r. W 1996 r. przeprowadzono optymalizację konstrukcji akumulatorów



Ryc.5 Seria A400 19" reprezentowana przez trzy typy o pojemnościach C_{10} : 26, 37, 48 Ah.

A400 dostosowując ją do wzrastających wymagań nowych aplikacji telekomunikacyjnych: systemów dostępu abonenckiego i sieci komórkowej telefonii cyfrowej. Nie najlepsze doświadczenia eksploatacyjne z pierwszej połowy lat 90-tych z akumulatorami VRLA wskazywały na potrzebę rozwiązania następujących problemów:

- przedwczesna i nagła utrata pojemności akumulatorów,
- zagrożenie zjawiskiem "rozbiegania termicznego" i destrukcją obudów,
- korozja grzebieni płyt ujemnych.

Determinacja wielu środowisk naukowych i laboratoriów czołowych producentów akumulatorów doprowadziła do określenia podstawowych przyczyn awarii akumulatorów VRLA:

1. depolaryzacja płyty ujemnej w wyniku bardzo wysokiej rekombinacji gazów
2. niska odporność na korozję stopów wapniowo-ołowiowych
3. technologia zabezpieczeń przed korozją wewnętrznych łączników międzyogniwowych
4. samorozładowanie płyty ujemnej spowodowane zanieczyszczeniami z procesu recyklingu
5. niestabilna praca wentyli regulacyjnych
6. za niskie napięcie konserwacyjne ładowania
7. jakość technik ładowania (UPS).

Największym problemem dla większości producentów akumulatorów jest zwiększenie polaryzacji płyty ujemnej. W wyniku bardzo wysokiej rekombinacji gazów nie jest ona wystarczająco doładowywana jonami wodorowymi. Znalezione następujące metody korekcyjne:

- obniżenie stopnia rekombinacji (VRLA bliżej technologii klasycznych)
- zastosowanie wewnętrznych katalizatorów tlenu (np. Microkat firmy FS)
- zastosowanie podatnych na korozję stopów płyt dodatkich (wiązanie tlenu w produktach korozji).

W przypadku technologii żelowej, problem był dość prosty do rozwiązania. Poprzez obniżenie zawartości arosilu w elektrolicie zmniejszono ilość kanałków gazowych zmniejszając stopień rekombinacji poniżej 90%. Dużą rezerwa elektrolitu w systemach żelowych nie naruszyła spójności technologii. Jednocześnie, podniesiony poziom elektrolitu żelowego eliminuje zjawisko korozji mostków.

W technologii AGM nie można zastosować takich prostych rozwiązań, a pozostałe dwie metody korekcyjne są dopiero w fazie eksperymentów.

Na podstawie serii dryfit A400 firmy Sonnenschein przedstawimy szczegóły optymalizacji konstrukcji żelowych.

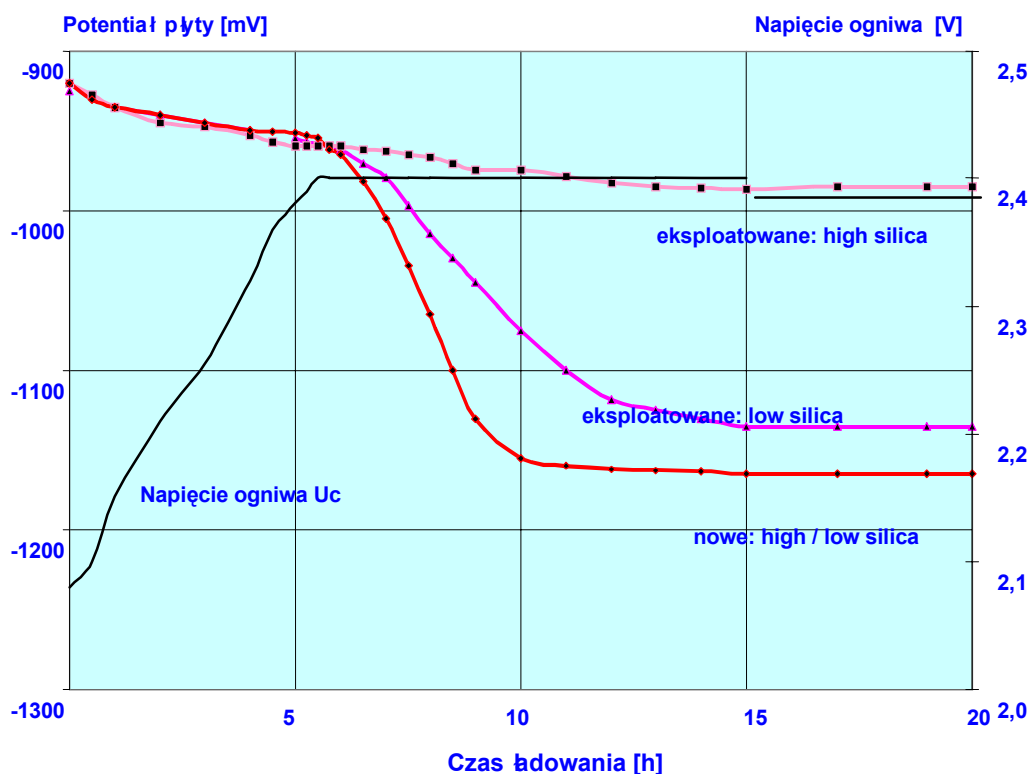
Stopy ołowiu: Do odlewów pozytywnej siatki Sonnenschein używa niskowapniowego stopu ołowiu o zawartości Ca poniżej 0,085% (skuteczne przeciwdziałanie powstawaniu Pb_3Ca) z dodatkiem czystych ziaren miedzi. Szybkość korozji takiego stopu jest zdecydowanie mniejsza niż standardowego stopu PbCaSn.

Korozja łączników wewnętrznych od strony płyt ujemnych: Odporność na korozję łączników wewnętrznych osiągnięto następującymi metodami:

- zastosowano specjalny stop ołowiowo-cynowy ze zredukowaną zawartością wapnia,
- podwyższono poziom elektrolitu tak, by łącznik był zawsze zwilżony,
- podczas produkcji grzebienie płyt są dodatkowo cynowane. Dzięki temu podczas procesu spawania mostków można zagwarantować wysoką powtarzalność temperatury procesu spawania z dokładnością do $7^{\circ}C$,
- podwyższono napięcie konserwacyjne dla temperatur pokojowych i wyższych tak aby płyty ujemne były zawsze spolaryzowane

Poprawienie parametrów wentyla: niskie ciśnienie otwarcia <150 mbar=2,1 psi, możliwie wysokie ciśnienie zamknięcia >50 mbar=0,7 psi. Sonnenschein testuje 100% wszystkich wentyli dwa razy; podczas procesu produkcji wentyli oraz po zamontowaniu wentyli w pokrywach.

Poprawienie polaryzacji płyty ujemnej: poprzez zmniejszenie dodatku Areosilu do 5% wagi obniżono rekombinację gazów do 90 %. Zwiększyło to polaryzację płyty ujemnej o ok. 170 mV. Ryc. Przedstawia zależność polaryzacji płyty ujemnej w ogniwie dryfit w zależności od wieku ogniwa oraz zawartości areosilu.

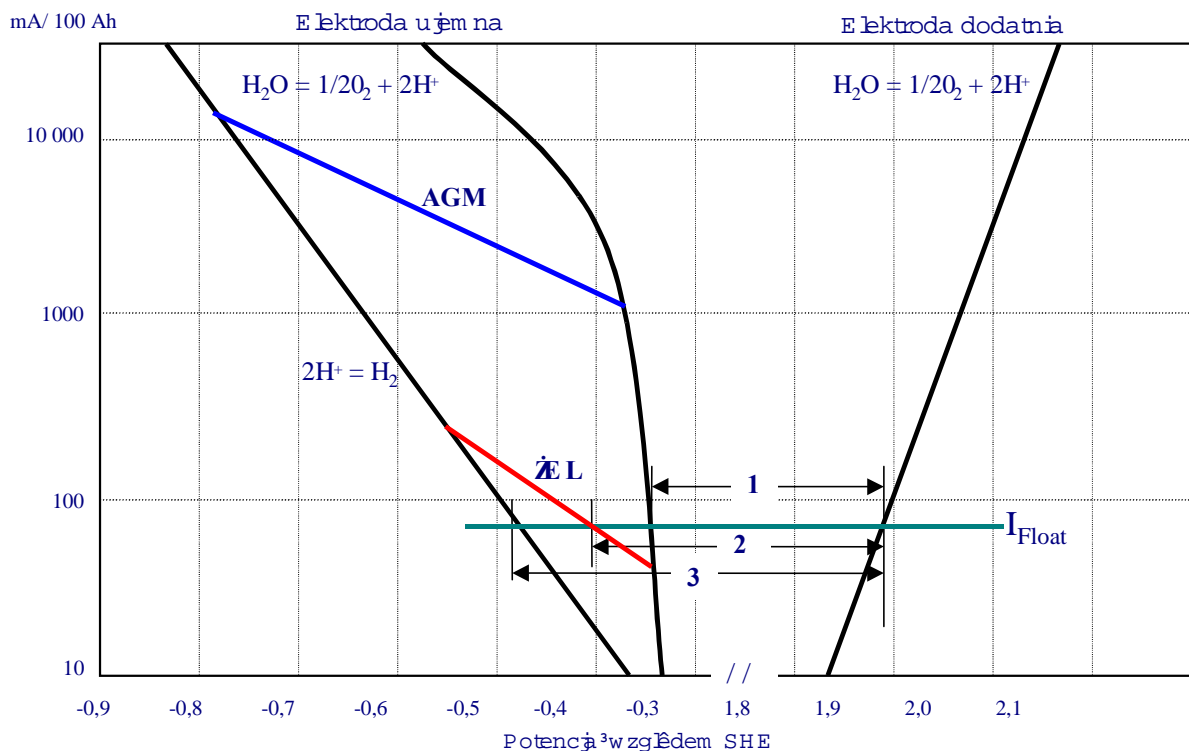


Ryc. 6 Stopień polaryzacji płyty ujemnej w zależności od wieku ogniwa oraz zawartości krzemionki (Areosilu)

Obserwując charakterystyki napięciowo-prądowe ogniw przedstawione na ryc. 7 możemy zaobserwować wyraźną poprawę polaryzacji płyty ujemnej dla ogniw żelowych w stosunku do ogniw AGM przy tym samym prądzie konserwującym.

V. Optymalizacja techniki ładowania akumulatorów VRLA

Konsekwencją wielu testów eksploatacyjnych w różnych temperaturach opisywanych na konferencjach INTELEC 96 i 97 jest wprowadzona w 1998 nowa zoptymalizowana technika ładowania akumulatorów dryfit A400.



Ryc. 7 Charakterystyki prądowo-napięciowe ogniw: 1 – AGM, 2 - dryfit, 3 – klasyczne.

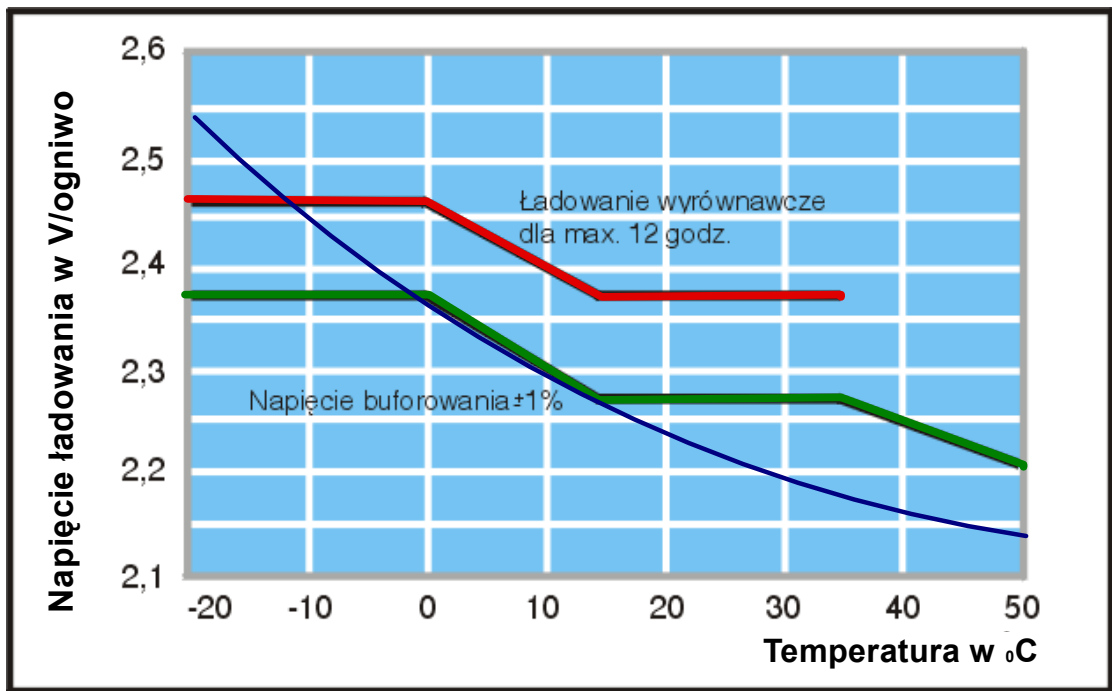
Ustalono nowy poziom napięcia konserwacyjnego przy 20°C: 2,27 V/ogniwo dla monobloków dryfit A400.

1. Wyróżniono cztery przedziały temperatur pracy:
 - od -20°C do 0°C: brak kompensacji temperaturowej napięcia konserwującego ponieważ zwiększanie napięcia w tym zakresie temperatur jedynie zwiększa gazowanie. Skuteczność ładowania jest limitowana dyfuzją i zredukowaną reaktywnością.
 - 0°C do 15°C: kompensacja 6,6 mV/°C * ilość ogniw
 - 15°C do 35°C: brak kompensacji temperaturowej. W aplikacjach, dla których temperatura otoczenia mieści się w powyższym zakresie kompensacja jest zbędna.
 - 35°C do 50°C: kompensacja 3,3 mV/°C * ilość ogniw.
2. Zaproponowane poziomy napięć są kompromisem pomiędzy:
 - stopniem polaryzacji płyty ujemnej zapobiegającym zasiarczeniu
 - niską wartością prądu konserwacyjnego bez podgrzewania ogniw zapobiegającą rozbieganiu termicznemu
 - wielkością prądu konserwującego oraz polaryzacją płyty dodatniej bez ryzyka wysychania elektrolitu i wzrostu szybkości korozji.
3. Dla ładowania wyrównawczego lub ładowania cyklicznego zaproponowano podwyższenie napięcia o 80mV/°C w odniesieniu do poziomu napięcia konserwacyjnego w zakresie temperatur 0°C do 35°C.
4. Dokładność regulacji napięcia powinna wynosić +/- 1%.

VI. Podsumowanie

Gwałtowny rozwój systemów telekomunikacyjnych w ostatnich latach pociągnął za sobą postęp w technologiach gwarantowanych systemów zasilania. Masowość zastosowań akumulatorów VRLA przyspieszyła dojrzewanie tych źródeł prądu. Nie udało się do końca uniknąć chorób wieku dziecięcego. Wydaje się jednak, iż szczególnie technologia żelowa gwarantuje spełnienie wymagań marketingowych sektora telekomunikacyjnego w zakresie:

- optymalizacji zajmowanego miejsca w szafach i stojakach
- bezpieczeństwa dzięki specjalnym tworzywom sztucznym oraz systemowi centralnego odgazowania,
- stabilności po zbliżeniu charakterystyk prądowo-napięciowych do technologii klasycznych



Ryc. 8 Seria A400 – nowa charakterystyka temperaturowa napięcia konserwującego.

Dwuletnie doświadczenia polowe zebrane przez pracowników ETCplus podczas prac nad szafą Batbox pozwala nam w pełni potwierdzać zgodność technologii dryfit z ostrymi wymaganiami Nowej, Konwergentnej Telekomunikacji i Informatyki.

Literatura:

Materiały z konferencji Inteltec '94 - '99, Telescon 2000
 Materiały firmy Accumulatorenfabrik Sonnenschein GmbH, ETCplus SA.
 Materiały firm: Siemens, Alcatel, Almatec, Knurr, Schroff, Climator.
 Migliaro M.: Stationary Batteries, The Battery Connector inc., 1995