

porównanie kosztów eksploatacyjnych zasilania oświetlenia stadionu dla dwóch koncepcji zasilania bezprzerwowego

na bazie istniejących rozwiązań w Polsce

Jacek Katarzyński – Delta Power Sp. z o.o.

Większość obecnie budowanych nowoczesnych stadionów bazuje jednej z dwóch koncepcji zasilania bezprzerwowego dla oświetlenia płyty boiska. W artykule porównane zostaną koszty eksploatacyjne w odniesieniu do kosztów inwestycyjnych w przypadku tych koncepcji.

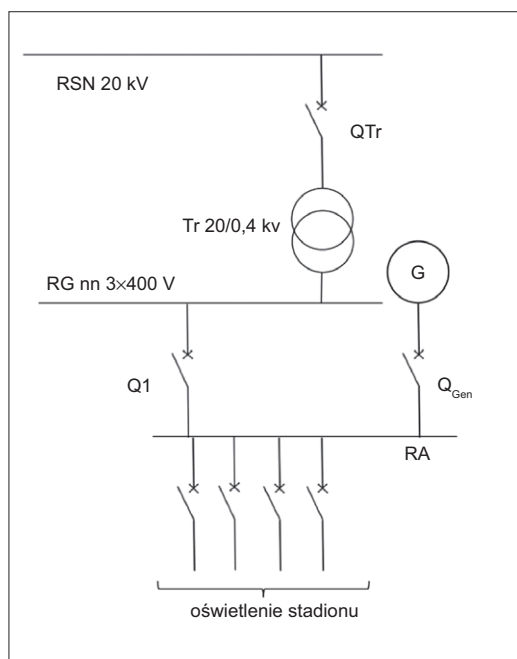
Wymogiem UEFA, a także standardem nowoczesnych stadionów, jest ciągłość zasilania oświetlenia płyty boiska w trakcie trwania imprezy. LAMPY zainstalowane na stadionach to lampy typu wyladowczego, które są czułe nawet na drobne zakłócenia napięcia zasilającego. Krótki zapad lub zanik napięcia powoduje wygaszenie lamp i brak możliwości ich uruchomienia w krótkim czasie. Na ogół potrzeba kilku mi-

nut, aby źródło światła rozświeciło się ponownie. Stosuje się również droższe źródła światła z zapłonem „na gorąco”, a więc takie, które po krótkim zaniku napięcia zapalają się od razu. Jednak nie zmienia to faktu, że zanik napięcia powoduje przerwę w przebiegu imprezy, dłuższą lub krótszą. Dla pewnej części imprez nie dopuszcza się zaniku napięcia pod rygorem kar i dlatego obecnie budowane stadiony posiadają systemy

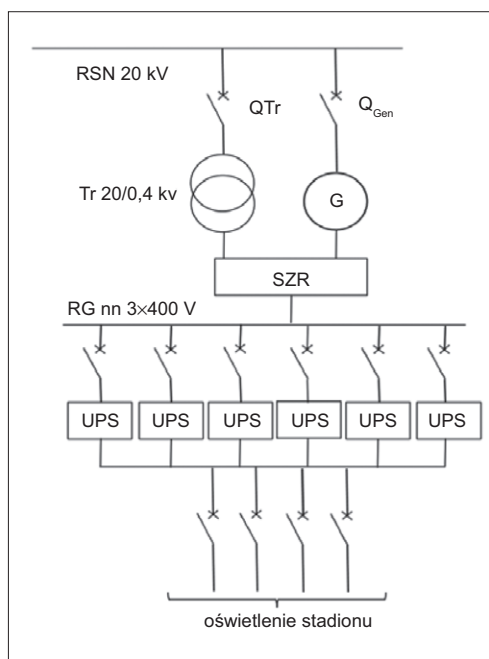
zasilania bezprzerwowego oparte albo na zespołach prądowców pracujących synchronicznie z siecią elektroenergetyczną, albo zasilaczach UPS z autonomiczną baterią gwarantującą zasilanie opraw oświetleniowych w przypadku zaniku napięcia w sieci. Na **rysunku 1.** przedstawiono schemat zasilania oświetlenia płyty boiska z zespołu prądowców pracującego synchronicznie z siecią elektroenergetyczną.

Przed imprezą następuje rozruch zespołów prądowców, synchronizacja z siecią i rozplływ mocy między pracujące zespoły a sieć. Na ogół jest to rozplływ proporcjonalny (połowa mocy z zespołu, a druga połowa z sieci), choć są też rozwiązania sztywnej wartości zadanej mocy oddawanej przez zespoły w pracy synchronicznej z siecią. W czasie trwania imprezy w przypadku zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej zespoły prądowców „przechodzą” na pracę wyspowa i przejmują całe obciążenie bezprzerwowo. Po powrocie napięcia sieci następuje ponowna synchronizacja i rozkład obciążeń, choć nie jest to reguła. Bywa i tak, że zanik napięcia sieci powoduje pracę wyspowa zespołu do końca trwania imprezy bez względu na powrót napięcia w sieci elektroenergetycznej. Druga koncepcja zasilania wykorzystuje zasilacze bezprzerwowo UPS, co przedstawiono na **rysunku 2.**

Zastosowanie zasilaczy UPS nie eliminuje konieczności wykorzystania zespołu prądowców. Bateria akumulatorów zapewnia podtrzymanie zasilania dla oświetlenia płyty boiska jedynie przez 10 do 15 minut. W tym czasie zespół prądowców pracujący w trybie „stand-by” (oczekiwania) musi wystar-



Rys. 1. Oświetlenie płyty boiska przez zespół prądowców pracujący synchronicznie z siecią elektroenergetyczną



Rys. 2. Oświetlenie płyty boiska przez zasilacze UPS + zespół prądowców w trybie STAND-BY

towa, a układ SZR przełączyć zasilanie UPS z sieci na zasilanie z zespołu prądowłórczego. Oczywiście zespół prądowłórczy powinien wystartować natychmiast, ale bateria musi zapewnić podtrzymanie przy ewentualnych problemach z rozruchem oraz przy wielokrotnych zanikach napięcia sieci elektroenergetycznej w czasie trwania imprezy, co wydłuża czas korzystania z baterii przy kolejnych przełączeniach.

Koncepcja z użyciem zasilaczy UPS jest z pewnością droższa, ponieważ zasilacze UPS są dodatkowym kosztem. Przy porównaniu kosztów inwestycyjnych oraz eksploatacyjnych przyjęto następujące założenia:

- moc zainstalowanych oprawoświetlających płytę boiska – 1 MW,
- moc zainstalowanych zespołów prądowłórczych – $2 \times 1,5$ MVA,
- moc zainstalowanych zasilaczy UPS – 1,2 MW (np. 6×200 kW w układzie 5+1),
- sprawność zasilaczy UPS w trybie podwójnej konwersji – 95%,
- żywotność baterii – 10 lat,
- pojemność baterii umożliwiająca podtrzymanie 1 MW przez 10 minut – 42 szt. \times 200 Ah na każdy zasilacz o mocy 200 kW, łącznie 252 szt. \times 200 Ah,
- liczba imprez w miesiącu – 2,
- czas świecenia się źródeł światła w czasie trwania imprezy – 5 h,

- czas pracy zespołów i zasilaczy UPS w czasie trwania imprezy – 5 h,
- zużycie paliwa przy obciążeniu zespołu mocą 0,5 MW – 150 l,
- koszt 1 kWh z sieci – 0,40 zł,
- koszt paliwa – 5,60 zł/l,
- konieczność przeglądu zespołu prądowłórczego (olej, filtry) – 1 raz/rok,
- konieczność wymiany glikolu w układzie chłodzenia – 1 raz na 3 lata,
- konieczność przeglądu generalnego zespołu prądowłórczego (regulacja luzów zaworowych, wymiana pasów klinowych, inne zgodnie z książką obsługi silnika) – 1 raz na 5 lat,
- konieczność przeglądów zasilaczy UPS – 1 raz na rok,
- konieczność wymiany kondensatorów dc i wentylatorów – 1 raz na 5 lat,
- konieczność wymiany baterii – 1 raz na 8 lat dla baterii o żywotności 10 lat.

Koszt zakupu zespołów prądowłórczych o mocy $2 \times 1,5$ MVA wynosi od 2 do 3 milionów złotych, w zależności od stopnia złożoności instalacji, konieczności wyniesienia chłodnic poza strefę agregatorni, wielkości zbiorników zewnętrznych paliwa, itp. Można założyć, że koszt ten jest bar-

dzo zbliżony dla systemu zasilania bez użycia zasilaczy UPS i z ich użyciem (wg **rysunków 1. i 2.**). W przypadku pracy synchronicznej zespołów prądowłórczych z siecią elektroenergetyczną koszt inwestycyjny jest wyższy o kilka procent, z uwagi na droższą automatykę sterującą i skomplikowane próby uruchomieniowe. Stosując zasilacze UPS koszt zakupu wzrasta dodatkowo o ok. 1 milion złotych, a baterie umożliwiające podtrzymanie 1 MW przez 10 min to koszt na poziomie 300–400 zł, w zależności od jakości baterii i dostawy.

W porównaniu z koncepcją zasilania oświetlenia boiska z zespołów prądowłórczych do pracy synchronicznej z siecią elektroenergetyczną, koszt zasilaczy UPS powinien się zwrócić w trakcie eksploatacji. Przewagą techniczną zastosowania zasilaczy UPS do zasilania opraw oświetleniowych stadionu jest całkowite ograniczenie wpływu zakłóceń sieci na pracę źródeł światła. W poprzednim artykule („elektro.info” nr 9/2012) omówiono problemy eksploatacyjne zespołów prądowłórczych pracujących synchronicznie z siecią elektroenergetyczną i zagrożenia dla odbiorców zasilanych przez taki układ. Zakładając jednak oba rozwiązania jako równoważne, czyli takie, które zapewniają bezprzerwowe zasilanie obiektu, pozostaje analiza kosztów inwestycyjnych

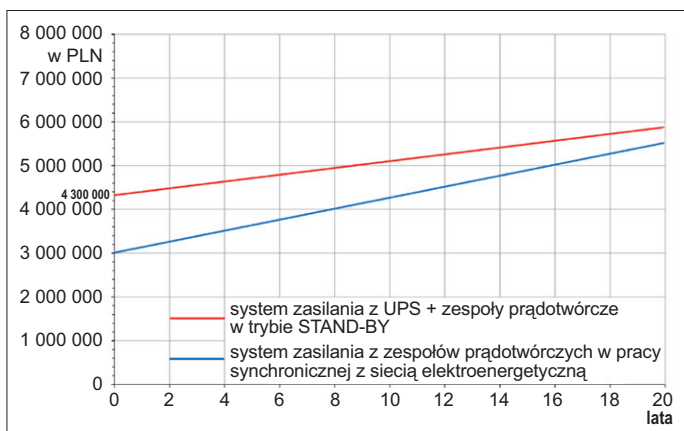
i eksploatacyjnych. W dalszej części przedstawiono roczne koszty eksploatacji stadionu wg koncepcji nr 1 (praca synchroniczna zespołów prądowłórczych z siecią elektroenergetyczną):

- 1) koszt paliwa: $150 \text{ l/h} \times 5 \text{ h} \times 2 \text{ imprezy w miesiącu} \times 12 \text{ miesięcy} \times 5,60 \text{ zł/l} = 100\,800 \text{ zł}$,
- 2) koszt przeglądów rocznych zespołów prądowłórczych (2 szt.) – ok. 20 000 zł,
- 3) wymiana płynu chłodzącego (1/3 kosztu w rozliczeniu na 3 lata) – 500 zł,
- 4) koszt dodatkowy przeglądu głównego (1 raz na 5 lat) w przeliczeniu na 1 rok – 1000 zł.

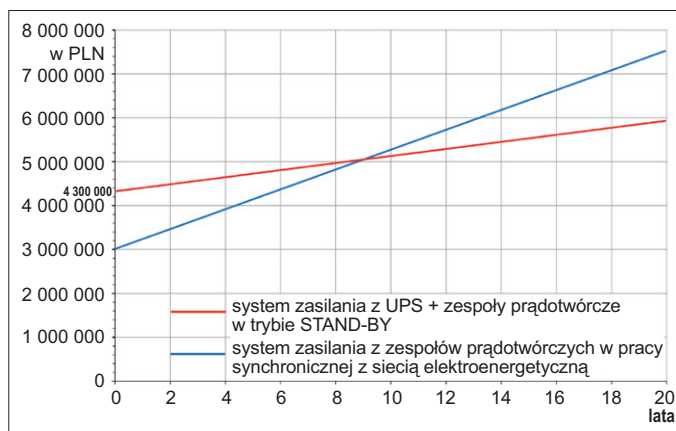
Łącznie: 122 300 zł/rok.

Koszty roczne eksploatacji stadionu według koncepcji nr 2 (z zastosowaniem UPS-ów) są następujące:

- 1) koszt strat energii wynikający ze sprawności zasilaczy UPS 95%: $1000 \text{ kW} \times 5\% \text{ strat} \times 5 \text{ h} \times 2 \text{ imprezy w miesiącu} \times 12 \text{ miesięcy} \times 0,40 \text{ zł/kWh} = 2400 \text{ zł}$,
- 2) koszt wymiany baterii po okresie eksploatacji 8 lat w rozliczeniu na 1 rok – 43 500 zł,
- 3) koszt wymiany kondensatorów dc i wentylatorów po okresie eksploatacji 5 lat w rozliczeniu na 1 rok: $3500 \text{ zł} \times 6 \text{ szt. zasilaczy UPS} = 21\,000 \text{ zł}$,
- 4) koszt przeglądu rocznego dla całego systemu UPS – 10 000 zł.



Rys. 3. Wykres kosztów eksploatacyjnych dla dwóch koncepcji zasilania bezprzerwowego przeznaczonych do zasilania oświetlenia stadionu przy założeniu dwóch imprez miesięcznie



Rys. 4. Wykres kosztów eksploatacyjnych dla dwóch koncepcji zasilania bezprzerwowego przeznaczonych do zasilania oświetlenia stadionu przy założeniu czterech imprez miesięcznie

Łącznie: 76 900 zł/rok.

Na wykresie (**rys. 3.**) przedstawiono koszty inwestycyjne i eksploatacyjne dla dwóch koncepcji zasilania oświetlenia stadionowego dla założenia jak wyżej.

Zakładając cztery imprezy w miesiącu na tych samych warunkach koszt eksploatacyjny zmieni się w następujący sposób (dla koncepcji nr 1):

- 1) koszt paliwa: $150\text{l/h} \times 5\text{h} \times \text{cztery imprezy w miesiącu} \times 12\text{miesiący} \times 5,60\text{zł/l} = 201\,600\text{zł}$,
- 2) koszt przeglądów rocznych zespołów prądowczych (2 szt.) – ok. 20 000 zł,
- 3) wymiana płynu chłodzącego (1/3 kosztu w rozliczeniu na 3 lata) – 500 zł,
- 4) koszt dodatkowy przeglądu głównego (1 raz na 5 lat) w przeliczeniu na 1 rok – 1000 zł.

Łącznie: 223 100 zł/rok.

Koszty roczne eksploatacji stadionu według koncepcji nr 2, z zastosowaniem UPS-ów przedstawiono poniżej:

- 1) koszt strat energii wynikający ze sprawności zasilaczy UPS 95%: $1000\text{kW} \times 5\% \text{ strat} \times 5\text{h} \times \text{cztery imprezy w miesiącu} \times 12\text{miesiący} \times 0,40\text{zł/kWh} = 4800\text{zł}$,
- 2) koszt wymiany baterii po okresie eksploatacji 8 lat w rozliczeniu na 1 rok – 43 500 zł,
- 3) koszt wymiany kondensatorów dc i wentylatorów po okresie eksploatacji 5 lat w rozliczeniu na 1 rok: $3500\text{zł} \times 6\text{ szt. UPS-ów} = 21\,000\text{zł}$,

4) koszt przeglądu rocznego dla całego systemu UPS – 10 000 zł.

Łącznie: 79 300 zł/rok.

Na wykresie (**rys. 4.**) przedstawiono koszty inwestycyjne i eksploatacyjne dla dwóch koncepcji zasilania oświetlenia stadionowego dla przyjętych wcześniej założeń.

Porównując koszty eksploatacyjne dwóch systemów zasilania bezprzerwowego przeznaczonych do zasilania oświetlenia stadionu można zauważyć, że częstość imprez w skali miesiąca lub roku w sposób znaczący wpływa na opłacalność danej koncepcji zasilania. Przy czterech imprezach w skali miesiąca koszty inwestycyjne systemu wyposażonego dodatkowo w zasilacze UPS zwracają się po 9 latach, co wynika z niższych kosztów eksploatacyjnych tego systemu. Głównym czynnikiem wpływającym na zwiększone koszty eksploatacyjne systemu zasilania z wykorzystaniem zespołów prądowczych pracujących synchronicznie z siecią elektroenergetyczną jest paliwo. Wartości kosztów i zakupu urządzeń, które przyjęto do obliczeń, mogą być inne w przypadku różnych dostawców zasilaczy UPS, baterii, zespołów prądowczych, itp. Koszty eksploatacyjne mogą się różnić i to znacząco, ponieważ producenci zasilaczy UPS mają różne ceny kondensatorów i wentylatorów, dostawcy baterii proponują często ceny akumulatorów o 20% niższe od średnich cen rynkowych, a paliwo na prze-

strzeni 20 lat może zmienić swoją cenę w sposób nieprzewidywalny. Ceny usług i obsługi serwisowej również nie są takie same i różnią się w zależności od firmy świadczącej usługi. Jednak nie ulega wątpliwości, że zakup zasilaczy UPS jest dodatkowym kosztem inwestycyjnym, który zwraca się tylko w przypadku częstych imprez. Założenie czterech imprez w miesiącu jest założeniem bardzo optymistycznym, ponieważ średnia na stadionach jest z reguły niższa, co więcej, założenie, że zespoły prądowcze pracują synchronicznie z siecią elektroenergetyczną w czasie imprezy też może być błędne, gdyż stadiony stosują sposób podwyższonego standardu zasilania oświetlenia płyty boiska tylko w przypadku szczególnych imprez, takich jak np. mecze w ramach rozgrywek UEFA. W powyższej analizie nie uwzględniono kosztu związanego z zakupem dodatkowego systemu UPS. Założono czas życia UPS-a na poziomie 20 lat, co jest wartością optymistyczną, jednak jest to założenie zasadne wtedy, gdy zasilacze UPS są włączane tylko na czas imprezy i tak naprawdę pracują zaledwie ok. 3 do 6% swojego czasu pracy w trybie ciągłym.

wnioski

1. Dwa systemy zasilania bezprzerwowego omówione w artykule zostały porównane jako syste-

my równoważne, jednak system zasilania z użyciem zasilaczy UPS stanowi jakościowo wyższy standard zasilania, ponieważ ogranicza w 100% wpływ zakłóceń sieci na bezprzerwową pracę źródeł światła oświetlających płytę boiska.

2. Większa liczba imprez na stadionie w skali roku powoduje szybszy zwrot kosztów inwestycyjnych systemu z użyciem zasilaczy UPS. Zbyt mała liczba imprez (np. 2 miesięcznie) nie powoduje zwrotu nakładów na zasilacze UPS nawet na przestrzeni 20 lat eksploatacji.
3. Opłacalność zastosowania zasilaczy UPS występuje przy założeniu, że mamy co najmniej trzy imprezy w miesiącu oraz zakładając, że równoważny system zasilania z użyciem zespołów prądowczych pracuje synchronicznie z siecią za każdym razem, kiedy odbywa się impreza.

reklama



Delta Power Sp. z o.o.
02-849 Warszawa
ul. Krasnowolska 82R
tel. 22 379 1700
faks 22 379 1701
biuro.warszawa@deltapower.pl
www.deltapower.pl