



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Szkolenie 4

Zasady i protokół
bezpieczeństwa w branży
OZE

Kurs 3

Konserwacja obiektów
cywilnych i usuwanie
usterek w systemach PV

Spis treści

Wprowadzenie	Error! Bookmark not defined.
Operacje fotowoltaiczne	Error! Bookmark not defined.
Konserwacja PV	Error! Bookmark not defined.
BHP	Error! Bookmark not defined.
Lista kontrolna BHP	Error! Bookmark not defined.
Konserwacja instalacji solarnej :od sprawdzenia systemu do ponownego montażu i	
Zasilania	Error! Bookmark not defined.
Rutynowa Planowa Konserwacja Zapobiegawcza	Error! Bookmark not defined.
Ogólna coroczna inspekcja zakładu	Error! Bookmark not defined.
Szczegółowa inspekcja wizualna.....	13.....
Inspekcja falownika typowa dla producenta	15
Inspekcja trackera typowa dla producenta.....	Error! Bookmark not defined.6
Inspekcja systemu gromadzenia danych typowa dla producenta	17
Instalacja i konserwacja systemu PV	18
Typowe konfiguracje systemu fotowoltaicznego	18
Czym różnią się systemy fotowoltaiczne	20
Potencjalne problemy związane z systemami fotowoltaicznymi	21
Testowanie i rozwiązywanie problemów	22
Konserwacja paneli słonecznych	23
Czyszczenie paneli słonecznych	23
Aspekty do sprawdzenia	27

Wprowadzenie

Celem tego kursu jest obniżenie kosztów i poprawa efektywności eksploatacji i konserwacji (O&M) systemów fotowoltaicznych (PV) oraz systemów fotowoltaicznych i systemów magazynowania energii. Raportowane koszty O&M różnią się znacznie w zależności od wymagań systemu i charakteru umowy O&M, ale bardziej standardowe podejście do planowania i realizacji O&M może potencjalnie obniżyć koszty i sprawić, że będą one bardziej przewidywalne w czasie. Jednak większą korzyścią z usprawnienia obsługi technicznej jest zwiększenie wydajności. Dane aktuarialne wskazują, że kompleksowa O&M systemów fotowoltaicznych może poprawić średni współczynnik wydajności (PR, skorygowany o wiek i temperaturę) systemów z 91,7 do co najmniej 95%, co stanowi znaczący wzrost przychodów i korzyści środowiskowych systemu PV (oSPARC 2018). Czynniki wpływające na poprawę O&M są następujące: zwiększenie wydajności i dostarczanej energii (kWh/kW), zmniejszenie czasu przestojów (godziny/rok), wydłużenie okresu eksploatacji systemu (np. z 25 do 40 lat dla modułów PV), zmniejszenie kosztów O&M (\$/kW/rok), zapewnienie bezpieczeństwa i zmniejszenie ryzyka, poprawa wyglądu oraz spełnienie wymagań dotyczących finansowania i gwarancji.

Na potrzeby tego kursu poniżej zdefiniowano kluczowe terminy.

Zarządzanie aktywami to systematyczny proces planowania, eksploatacji, utrzymania, modernizacji i wymiany lub pozbywania się aktywów w sposób efektywny, przy minimalnym ryzyku i na oczekiwanym poziomie obsługi przez cały cykl życia aktywów. Obejmuje ono zatem wszystkie usługi, które wchodzą w zakres O&M, ale także operacje usług biznesowych, takie jak wystawianie rachunków i inkaso z tytułu umów o zakup energii (PPA) i systemów opartych na leasingu (DOT 1999). Zarządzanie aktywami obejmuje planowanie i budżetowanie O&M, administrację, fakturowanie, księgowość, przygotowywanie i wypełnianie deklaracji podatkowych, zatrudnianie podwykonawców, egzekwowanie gwarancji, zarządzanie budżetem i rezerwami, polisy ubezpieczeniowe, certyfikację i handel certyfikatami energii odnawialnej (REC), raportowanie

wyników, nadzór nad zakładem, kontrolę jakości, dokumentację powykonawczą zakładu, bieżącą zgodność z przepisami ochrony środowiska oraz zgodność z wszelkimi innymi wymogami prawnymi i użytkowymi.

Właściciel aktywów posiada tytuł prawny do systemu PV lub portfela systemów i może być osobą fizyczną, korporacją lub - najczęściej - spółką specjalnego przeznaczenia, np. spółką z ograniczoną odpowiedzialnością (LLC), utworzoną wyłącznie w celu realizacji i eksploatacji projektu PV.

Operacje fotowoltaiczne

Operacje fotowoltaiczne obejmują pięć następujących obszarów:

1. **Zarządzanie eksploatacją:** Zapewnienie skutecznego wdrożenia i kontroli usług O&M, w tym przechowywanie rysunków powykonawczych, inwentaryzacji sprzętu, instrukcji obsługi i gwarancji. Kuratela obejmuje nie tylko prowadzenie archiwum, ale także wybieranie tego, co należy zachować, poszukiwanie brakujących dokumentów, konserwację dokumentów, ich aktualizację i wreszcie archiwizację dokumentów. Administrowanie obejmuje prowadzenie rejestrów wyników i działań O&M, przygotowywanie zakresów prac i kryteriów wyboru dla dostawców usług, zawieranie umów z dostawcami i usługodawcami, płacenie faktur, przygotowywanie budżetu oraz zabezpieczanie finansowania i planów awaryjnych dla usług O&M. Administracja obejmuje również przestrzeganie przepisów wydanych przez rząd lub właściwe władze oraz obowiązkowych wytycznych wydanych przez przedsiębiorstwa użyteczności publicznej.

2. **Prowadzenie działalności operacyjnej:** Zapewnienie wydajnych, bezpiecznych i niezawodnych operacji procesowych, w tym podejmowanie decyzji o działaniach konserwacyjnych w oparciu o analizę kosztów i korzyści. Obejmuje to pełnienie funkcji punktu kontaktowego dla personelu w zakresie eksploatacji systemu PV, koordynację działań z innymi podmiotami w zakresie eksploatacji systemu, przygotowywanie prognoz mocy i energii, planowanie działań konserwacyjnych, sporządzanie wykazu zapasów części zamiennych (znajdujących się na miejscu lub w magazynach

konsygnacyjnych dostawców) oraz kontrolę prac i zatwierdzanie faktur. Jednocześnie eksploatacja obejmuje wszelkie codzienne działania w systemie mające na celu maksymalizację dostaw energii, ocenę wydajności i trendów, obsługę interfejsu sieciowego, zarządzanie ograniczeniami lub regulację ustawień, takich jak współczynnik mocy lub inne usługi pomocnicze. Działania operacyjne związane ze współpracą z przedsiębiorstwem energetycznym lub integracją/sterowaniem systemem dystrybucyjnym nabierają coraz większego znaczenia w miarę zwiększania się rozmiarów poszczególnych elektrowni i coraz większej koncentracji systemów fotowoltaicznych.

3. Instrukcje dotyczące wykonywania prac: Określa zasady i przepisy zapewniające bezpieczne i efektywne wykonywanie prac konserwacyjnych, w tym sformalizowanie i egzekwowanie zasad bezpieczeństwa (w tym szkolenia w zakresie bezpieczeństwa prądu stałego (DC) i zmiennego (AC)), bezpieczeństwa na dachach, minimalnych wymagań dotyczących personelu, błysku łuku elektrycznego oraz wyłączenia i oznaczania urządzeń (lock-out/tag-out), godzin pracy, dostępu do miejsca pracy, miejsc postoju i parkowania oraz wszelkich innych warunków wykonywania pracy. Obejmuje to potwierdzanie i egzekwowanie kwalifikacji usługodawców, a także przestrzeganie wszelkich zasad ochrony środowiska lub zasad obowiązujących w zakładzie, dotyczących obchodzenia się z materiałami kontrolowanymi (np. rozpuszczalnikami, środkami chwastobójczymi, owadobójczymi).

4. Monitorowanie: Utrzymanie systemu monitorowania i analiza uzyskanych danych w celu uzyskania informacji o stanie systemu, pomiarach przychodów, alarmach, diagnostyce i monitorowaniu bezpieczeństwa. Obejmuje porównywanie wyników monitorowania systemu z oczekiwanymi wzorcami i przekazywanie raportów zainteresowanym stronom w obiekcie. Obejmuje to okresowe przygotowywanie raportów zgodnie z wymaganiami umowy O&M lub wymaganiami właściciela systemu, w tym raportów dotyczących wydajności instalacji, kluczowych wskaźników wydajności, problemów i alarmów oraz wykonanych usług

konserwacyjnych. Ochrona obiektu jest realizowana zarówno lokalnie, jak i poprzez zdalny monitoring (np. kamery, alarmy włamaniowe) w celu zabezpieczenia przed kradzieżą i wandalizmem.

5. Wiedza operatorów, protokoły, dokumentacja: Zapewnienie, że wiedza, szkolenie i praca operatorów przyczynią się do bezpiecznej i niezawodnej pracy zakładu. Informacje, takie jak rysunki elektryczne, specyfikacje części, podręczniki, informacje o wydajności i zapisy muszą być utrzymywane w sposób przemyślany i odpowiednio archiwizowane/katalogowane.

Konserwacja PV

Konserwacja systemów fotowoltaicznych obejmuje następujące cztery rodzaje procedur konserwacyjnych:

1. Administrowanie utrzymaniem: Ten dział pokrywa się z działem "administrowanie eksploatacją" i zapewnia skuteczne wdrażanie, kontrolę oraz dokumentowanie usług i wyników konserwacji. Administrowanie obejmuje tworzenie budżetów i zabezpieczanie środków na konserwację zapobiegawczą, tworzenie rezerw lub linii kredytowych na konserwację naprawczą, planowanie usług w taki sposób, aby nie kolidowały one z eksploatacją systemu lub eksploatacją u klienta, korespondencję z klientami, wybór i zawieranie umów z dostawcami usług i producentami sprzętu, prowadzenie dokumentacji, egzekwowanie gwarancji, przekazywanie informacji zwrotnych projektantom nowych systemów oraz sporządzanie raportów dotyczących działania systemu i skuteczności programu konserwacji i utrzymania.

2. Konserwacja zapobiegawcza: Harmonogram i częstotliwość konserwacji zapobiegawczej jest ustalana przez dział operacyjny i zależy od wielu czynników, takich jak typ sprzętu, warunki środowiskowe w obiekcie (np. warunki morskie, śnieg, pyłki, wilgotność, kurz, dzikie zwierzęta) oraz warunki gwarancji. Planowa konserwacja jest często przeprowadzana w odstępach czasu zgodnych z zaleceniami producentów, zgodnie z gwarancjami na sprzęt.

3. Konserwacja korygująca: Wymagana w celu naprawy uszkodzeń lub wymiany uszkodzonych elementów. Niektóre prace konserwacyjne, takie jak resetowanie falownika lub resetowanie komunikacji, można wykonywać zdalnie. Mniej pilne zadania konserwacji korekcyjnej można również łączyć z zaplanowanymi zadaniami konserwacji zapobiegawczej.

4. Konserwacja oparta na stanie technicznym: Konserwacja oparta na stanie to praktyka polegająca na wykorzystywaniu informacji z rejestratorów danych w czasie rzeczywistym do planowania działań zapobiegawczych, takich jak czyszczenie, lub do zapobiegania problemom związanym z konserwacją korygującą poprzez przewidywanie awarii lub wczesne ich wykrywanie. Ponieważ środki uruchamiane w zależności od stanu są takie same jak środki zapobiegawcze i naprawcze, nie wymienia się ich osobno. Należy je raczej nazwać konserwacją opartą na stanie.

Zdrowie i bezpieczeństwo

Ostateczną odpowiedzialność za bezpieczeństwo związane z systemem fotowoltaicznym ponosi właściciel obiektu, który musi ją spełnić, stosując określone wymagania umów serwisowych O&M oraz ograniczając ryzyko poprzez ubezpieczenie od wypadków i odpowiedzialności cywilnej. Z konserwacją i utrzymaniem systemów akumulatorowych wiążą się ważne kwestie związane z wymaganiami środowiskowymi i bezpieczeństwa. Akumulatory często zawierają materiały, takie jak kwas i ołów występujące w akumulatorach kwasowo-ołowiowych, które stanowią nie tylko bezpośrednie zagrożenie dla personelu, ale także wymagają starannej opieki przez cały okres eksploatacji akumulatora, co kończy się pełnym recyklingiem zużytego akumulatora.

W Stanach Zjednoczonych OSHA (www.osha.gov) wydaje przepisy dotyczące bezpieczeństwa w miejscu pracy. Kwestie bezpieczeństwa i higieny pracy przy instalacjach fotowoltaicznych dotyczą osób zaangażowanych w prace budowlane lub konserwacyjne, kontrolę roślinności oraz systemy fotowoltaiczne. Ochrona przed upadkiem z dachu, porażenie prądem, ochrona przed łukiem elektrycznym,

blokada/wyłączenie, odwodnienie i stres cieplny mają szczególne znaczenie dla pracowników zajmujących się konserwacją systemów fotowoltaicznych. Ważne jest, aby pamiętać, że kwestie bezpieczeństwa i higieny pracy dotyczą wszystkich pracowników i miejsc pracy, nawet pracowników biurowych (np. ergonomia, bezpieczne środowisko pracy). Wszyscy pracownicy muszą przejść co najmniej podstawowe szkolenie w zakresie bezpieczeństwa i mieć przynajmniej orientację w zagrożeniach charakterystycznych dla każdego systemu.

Usługi O&M są zwykle świadczone przez małe zespoły pracowników, a zatrudnianie w każdym zespole specjalisty ds. bezpieczeństwa i higieny pracy na każdą wizytę na budowie jest nieopłacalne. W związku z tym wykonawcy usług O&M zależy na silnej kulturze bezpieczeństwa oraz dobrze wyszkolonych pracownikach. Bezpieczeństwo i higiena pracy są zwykle uważane za koszty pośrednie i należą do kategorii kosztów ogólnych. Składają się na nie głównie funkcje szkoleniowe, inspekcyjne i audytowe, a typowe usługi mogą obejmować:

- Okresowa kontrola środków ochrony indywidualnej,
- "Przejażdżki", podczas których pracownicy obserwują, jak wykonują swoją pracę, wykorzystując momenty, w których można się czegoś nauczyć,
- Kontrole na miejscu, aby upewnić się, że zastosowano takie środki, jak martwe punkty na panelach elektrycznych i inne zabezpieczenia.

Ponieważ systemy fotowoltaiczne wytwarzają energię tylko od wschodu do zachodu słońca, zespoły O&M co noc wyłączają elektrownię. Wielu wykonawców O&M wykonuje swoje prace w nocy, pracując tylko na systemach pozbawionych napięcia. Mimo że praca w nocy wiąże się z pewnym ryzykiem, jest ono niższe niż to, które występuje, gdy urządzenia są pod napięciem. Praca w nocy zakłada, że problemy zostały zidentyfikowane z całą pewnością, a wykonywane prace prawdopodobnie doprowadzą do ich rozwiązania (EUCI 2016).

Środki ochrony indywidualnej są wymagane na wszystkich stanowiskach pracy, w zależności od zagrożeń. Ważne jest, aby zrozumieć, że zapewnienie sprzętu nie wystarczy - użytkownik sprzętu musi być

przeszkolony i w większości przypadków certyfikowany w zakresie jego użytkowania, a stan sprzętu musi być stale oceniany i w razie potrzeby sprzęt musi być wymieniany. Środki ochrony indywidualnej często spotykane w konserwacji systemów fotowoltaicznych obejmują następujące elementy (które nie są wyczerpujące i zależą od konkretnych okoliczności):

- W większości miejsc pracy wymagane jest **noszenie kasku**, okularów ochronnych, kamizelki ochronnej i butów roboczych (preferowane są buty ze stalowymi palcami).

- **Blokada/oznakowanie:** Blokadki i znaczniki są dopasowane do typów wyłączników i wyłączników w systemie oraz do procedury blokowania obwodów, aby ktoś nieświadomy nie włączył pod napięcie obwodu, przy którym pracuje ktoś inny.

- **Ochrona przed upadkiem:** Praca na dużych wysokościach wymaga zabezpieczenia przed upadkiem z wysokości, które może obejmować indywidualne systemy powstrzymywania spadania oraz poręczę wokół otworów i krawędzi dachów.

- **Ochrona przed łukiem elektrycznym:** Osłona twarzy, kask, rękawice i fartuch dostosowane do ilości energii błysku łuku elektrycznego, obliczonej na podstawie szczegółów obwodu, przy którym prowadzone są prace.

Systemy magazynowania w instalacjach PV plus magazynowanie wymagają wielu nakładających się norm bezpieczeństwa i środków ostrożności, szczególnie tych, które dotyczą pracy na przewodach prądu stałego, a także wnoszą szereg nowych, specyficznych dla danej technologii zagadnień. Wiele systemów magazynowania będzie budowanych zgodnie z różnymi standardami bezpieczeństwa, ale utrzymanie ich w należytym stanie wymaga stałego nadzoru i konserwacji.

Lista kontrolna dotycząca zdrowia i bezpieczeństwa

W kwestii zdrowia i bezpieczeństwa należy wziąć pod uwagę następujące kwestie:

1. Spotkania z osobami udzielającymi pierwszej pomocy, takimi jak inspektor ochrony przeciwpożarowej, lokalna straż pożarna, osoby

udzielające pierwszej pomocy i policja, w celu zapoznania ich z dostępem i odcieczami oraz uświadomienia im celu i lokalizacji zakładu.

2.Kontrolowanie dostępu do zakładu oraz informowanie gości i pracowników o procedurach bezpieczeństwa.

Zidentyfikować zagrożenia charakterystyczne dla danego miejsca i systemu oraz zaplanować prace w taki sposób, aby ograniczyć ryzyko związane z tymi i wszystkimi zagrożeniami.

4.Stosowanie zakładowego podręcznika bezpieczeństwa i higieny pracy, w którym określono odpowiednie zasady i procedury dotyczące zgłaszania problemów związanych z bezpieczeństwem i higieną pracy, urazów, niebezpiecznych warunków, oceny ryzyka oraz udzielania pierwszej pomocy i reagowania w nagłych wypadkach.

5.Należy sprawdzić, czy spełnia on wszystkie przepisy i regulacje dotyczące bezpieczeństwa w miejscu pracy; podręcznik powinien zawierać pełną listę wymagań dotyczących szkoleń i certyfikatów dla personelu.

6.Wyznaczenie koordynatora ds. zdrowia i bezpieczeństwa lub punktu kontaktowego w przypadku pytań lub skarg.

7.Należy wyznaczyć jednostkę posiadającą uprawnienia do okresowych inspekcji i wstrzymywania prac w celu sprawdzenia, czy środki bezpieczeństwa są stosowane i przestrzegane.

8.Upewnić się, że wszyscy pracownicy budowy są wyposażeni w kompletny sprzęt ochrony osobistej odpowiedni do wykonywanych zadań, w tym w zabezpieczenia przed upadkiem z dachu i zabezpieczenia przed porażeniem łukiem elektrycznym podczas pracy przy obwodach pod napięciem.

9.Upewnić się, że cały personel spełnił wymagania NFPA 70E dotyczące szkoleń i certyfikacji dla pracowników wykwalifikowanych.

10.Upewnić się, że miejsca, w których występują zagrożenia, są wyraźnie oznakowane w sposób identyfikujący zagrożenie dla osób upoważnionych i nieupoważnionych oraz że osoby te są chronione przed zagrożeniami za pomocą obudów i barier.

11. Upewnienie się, że kierownik budowy (jeśli dotyczy) posiada minimum certyfikat OSHA 30, a wszyscy pracownicy budowy posiadają certyfikat OSHA 10.

12. Utrzymanie całkowitego wskaźnika wypadków wg OSHA na poziomie 5,00 lub niższym lub podobnego wskaźnika opartego na zasadniczo równoważnej, przyjętej miarze stosowanej do zgłaszania urazów w miejscu pracy.

Konserwacja instalacji solarnej: od sprawdzenia systemu do ponownego montażu i zasilania

Wydajność odgrywa ważną rolę w eksploatacji systemu solarnego. Samo zainstalowanie systemu fotowoltaicznego to jeszcze nie koniec: regularna konserwacja jest niezbędna, aby zapewnić optymalny uzysk z poszczególnych paneli słonecznych. Mimo że systemy fotowoltaiczne są z reguły bezobsługowe i mogą działać bezawaryjnie przez wiele lat, są one przecież systemem elektrycznym. Oznacza to, że istnieją wymagania prawne dotyczące regularnych przeglądów, których muszą przestrzegać operatorzy systemów.

W tym celu operatorzy instalacji solarnych mogą zlecić usługodawcy przeprowadzenie konserwacji w formie kontroli systemu, a w razie potrzeby - przebudowy lub wymiany instalacji. Zespół ekspertów z działu SENS Service specjalizuje się w optymalizacji, monitorowaniu i naprawach systemów PV.

Ogólnie rzecz biorąc, można rozróżnić trzy rodzaje konserwacji:

1. konserwacja korygująca
2. konserwacja zapobiegawcza
3. konserwacja predykcyjna

Konserwacja korekcyjna polega na naprawie systemu po otrzymaniu komunikatu o błędzie. Chociaż konserwacja predykcyjna nadal stanowi rozwiązanie przyszłościowe, ponieważ obejmuje interwencje oparte na danych historycznych i danych dotyczących konserwacji w czasie rzeczywistym, obecnie coraz częściej stosuje się konserwację zapobiegawczą. Ma to tę zaletę, że konserwacja nie jest przeprowadzana tylko w przypadku wystąpienia problemu, ale odbywa się regularnie, aby zapewnić optymalne działanie systemu. Zapobiega to awariom, a tym samym oszczędza koszty. W poniższym tekście omówiono konserwację zapobiegawczą.

Dla takich przypadków SENS oferuje swoim klientom konserwację blokową w oparciu o standardowe umowy. Gwarantują one przejrzystość i pozostawiają klientowi decyzję o tym, jakie działania zostaną podjęte podczas konserwacji. Oprócz usług naprawczych i zapobiegawczych, o których mowa powyżej, specyfikacja takiej umowy konserwacyjnej obejmuje również ekspertyzy, kontrole systemu i monitorowanie instalacji. Konserwację istniejącego systemu przeprowadza się w kilku etapach.

Krok 1: sprawdzenie systemu jako podstawa konserwacji systemu PV

Tak zwane "kontrole systemu" stanowią podstawę prewencyjnej konserwacji systemów solarnych, której celem jest zapewnienie bezstratnego uzysku. Jest to analiza aktualnej sytuacji. Kontrola systemu służy przede wszystkim do identyfikacji błędów i możliwości optymalizacji istniejącego systemu oraz do ich bezpośredniego usunięcia w perspektywie krótko- lub średnioterminowej. Rejestruje się m.in. materiał, z którego wykonane są kable, charakterystyki, nastawy regulatorów prądu, typ instalacji falownika oraz sposób ułożenia kabli na miejscu. Należy na przykład zidentyfikować uszkodzone moduły fotowoltaiczne lub inwertery. Dzięki takiej kontroli można określić aktualny stan systemu, a potencjał

poprawy staje się bezpośrednio widoczny.

Etap 2: planowanie działań w zakresie modernizacji, przebudowy, rekonwersji lub ponownego zasilania

Po pomyślnym zakończeniu kontroli systemu nasi eksperci mogą ocenić jej wyniki: wspólnie z klientem opracowywany jest plan działań w zakresie modernizacji, przebudowy, doposażenia lub ponownego zasilania. Na tym etapie należy zawsze brać pod uwagę specyfikacje producenta, przepisy operatora sieci, obowiązujące normy i przepisy oraz lokalne warunki pogodowe. Często wystarczy wymienić uszkodzone elementy, jeśli nie odpowiadają one najnowszym osiągnięciom technologicznym lub wykazują wady funkcjonalne.

Etap 3: oszczędność zasobów przy zakupie materiałów

Gdy tylko zakończy się planowanie uzgodnionych działań, można przystąpić do ich realizacji. Istotną rolę odgrywa tu zaopatrzenie w materiały. SENS dba o to, aby wymagania zostały określone jak najdokładniej, co pozwala na maksymalną oszczędność zasobów. Oznacza to również znaczne oszczędności dla klienta.

Etap 4: doposażenie i zasilanie systemu słonecznego

Po wyjaśnieniu wszystkich podstawowych warunków konserwacji można przystąpić do przebudowy lub ponownego zasilania systemu PV. Oba te terminy techniczne nie są chronione i zasadniczo opisują modernizację całego systemu lub przynajmniej jego poszczególnych elementów. Dla ekspertów z SENS modernizacja oznacza ulepszenie komponentów nieistotnych dla produkcji, takich jak system zdalnego monitorowania. W przeciwieństwie do repoweringu, w tym przypadku efekt jest często niedoceniany. Jednak zmiana dostawcy systemu monitorowania wraz z ewentualną wymianą sprzętu do rejestracji danych może również w znacznym stopniu przyczynić się do poprawy czasu reakcji w przypadku

awarii, a w konsekwencji do zwiększenia wydajności instalacji. Zwłaszcza ze względu na rozwój techniczny często zachodzi potrzeba modernizacji systemu.

RUTYNOWA PLANOWA KONSERWACJA ZAPOBIEGAWCZA

Jedną z najcenniejszych technik identyfikacji istniejących problemów i zapobiegania im w przyszłości jest spacer po obiekcie i przeprowadzenie dokładnej kontroli wizualnej i praktycznej komponentów systemu PV.

Kontrole te powinny być przeprowadzane w regularnych odstępach czasu, a personel powinien korzystać z list kontrolnych opracowanych dla tych okresowych czynności konserwacyjnych, aby zapewnić, że kontrole są dokładne i kompletne.

Ogólna roczna inspekcja zakładu

Przynajmniej raz w roku pracownicy O&M powinni przeprowadzić ogólną inspekcję miejsca instalacji PV. Podczas tej inspekcji technicy powinni:

- W razie potrzeby należy upewnić się, że przejścia dachowe są wodoszczelne;
- upewnić się, że system odwadniania dachu jest odpowiedni, wpusty dachowe nie są zatkane i nie ma śladów gromadzenia się wody w pobliżu urządzeń;
- sprawdzić, czy nie rośnie roślinność lub nie pojawiły się inne nowe elementy zacieniające, takie jak antena satelitarna;
- sprawdzić, czy nie występuje erozja gruntu w pobliżu stóp fundamentowych systemu montowanego na ziemi;
- sprawdzić, czy system jest właściwie oznakowany;
- upewnić się, że w długich przewodach zastosowano odpowiednie kompensatory, tam gdzie jest to konieczne;
- sprawdzić, czy dostęp do obudów elektrycznych ma tylko upoważniony personel, czy są one zabezpieczone kłódkami lub zamkami szyfrowymi oraz czy posiadają oznakowanie ograniczające dostęp;
- sprawdzić, czy na zewnątrz obudów i systemu regałów nie występuje korozja;

- sprawdzić, czy w całym obiekcie jest czysto - nie powinno być żadnych zanieczyszczeń w obszarze poduszki falownika ani w innych miejscach;
- Sprawdzić, czy w szafie nie ma luźno zwisających przewodów;
- sprawdzenie, czy pod urządzeniami nie ma śladów inwazji zwierząt.

Szczegółowe kontrole wizualne

Instalacja powinna być regularnie kontrolowana pod kątem problemów, które mają wpływ na fizyczną integralność lub wydajność systemu PV.

Kontrola wzrokowa powinna obejmować następujące czynności:

- Należy sprawdzić falownik/podkładkę elektryczną, aby upewnić się, że nie ma na niej nadmiernych pęknięć ani oznak zużycia. Falownik powinien być przykręcony do podkładki we wszystkich punktach montażowych zgodnie z wymaganiami instalacyjnymi producenta. W zależności od wielkości, lokalizacji i dostępności systemu dla niewykwalifikowanego personelu, falowniki, skrzynki sumatora i odłączniki powinny wymagać użycia narzędzi lub być wyposażone w blokady uniemożliwiające dostęp do urządzeń osobom nieupoważnionym.

- Należy zwracać uwagę na tabliczki ostrzegawcze zawierające informacje o błysku łuku elektrycznego lub wymaganiach dotyczących środków ochrony indywidualnej przy dostępie do sprzętu. Należy stosować się do wszystkich tabliczek ostrzegawczych. Jeśli tabliczek nie ma lub brakuje niektórych, należy to zanotować i zainstalować brakujące tabliczki podczas wizyty konserwacyjnej. Aby określić wymagania dotyczące oznakowania, należy zapoznać się z normami NEC i Underwriters Laboratories (UL) oraz z gospodarzem obiektu.

- Sprawdzać moduły PV pod kątem występowania wad, które mogą objawiać się w postaci śladów wypalenia, odbarwień, rozwarstwień lub pękniętego szkła. - Sprawdzić, czy moduły nie są nadmiernie zabrudzone przez nagromadzony brud lub odchody zwierząt. (Aby zapoznać się z właściwymi procedurami czyszczenia macierzy, patrz Procedura mycia macierzy).

- Upewnij się, że okablowanie modułu jest bezpieczne i nie spoczywa na dachu, nie zwisa luźno i nie jest narażone na potencjalne uszkodzenia, nie jest wygięte w niezatwierdzony promień ani rozciągnięte na ostrych lub ściernych powierzchniach.

- Sprawdzenie systemu regałów pod kątem występowania usterek, takich jak rdza, korozja, obwisłość oraz brakujące lub złamane klipsy lub śruby.

- Jeśli do zraszania urządzeń używa się zraszaczy, należy sprawdzić, czy woda jest wolna od minerałów (zdemineralizowana), ponieważ minerały te mogą powodować stopniowe pogorszenie wydajności.

- Sprawdzić, czy przewody są odpowiednio podparte, czy są tuleje i w razie potrzeby kompensatory.

- W systemach montowanych na dachu należy sprawdzić szczelność przepustów.

- W systemach montowanych na ziemi należy szukać śladów korozji w pobliżu wsporników.

- Otworzyć puszki rozgałęźne i sprawdzić, czy na połączeniach nie ma znaczników momentu obrotowego. Oznaczenia momentu obrotowego są wykonywane po dokręceniu końcówek do właściwej wartości momentu obrotowego. Najlepiej, jeśli są one nanoszone podczas pierwszej instalacji, ale jeśli nie, technik może oznaczyć końcówkę po dokręceniu podczas wizyty serwisowej. Właściwe oznaczenie momentu obrotowego wykonuje się za pomocą specjalistycznego pisaka do oznaczania momentu obrotowego. Oznaczenie to jest linią prostą przechodzącą przez końcówkę i obudowę. Z czasem, jeśli linia rozdzieli się między końcówką a obudową, oznacza to, że końcówka się przesunęła i należy ją ponownie dokręcić. Należy sprawdzić, czy wewnątrz puszek nie ma zanieczyszczeń i czy nie ma śladów zalania wodą. Poszukaj przebarwień na zaciskach, tablicach i podstawach bezpieczników.

- Otwórz drzwi do odłącznika (odłączników) i poszukaj śladów korozji lub uszkodzeń. Sprawdź, czy otwory w obudowie są prawidłowo

uszczelnione i czy nie ma śladów wnikania wody. Sprawdź, czy na zaciskach nie ma znaczników momentu obrotowego.

- Przeprowadzić kontrolę wzrokową wnętrza i zewnętrznej strony przetwornicy. Poszukaj śladów przedostania się wody, gryzoni lub kurzu do wnętrza przetwornicy. Sprawdź, czy na złączach polowych nie ma śladów momentu obrotowego.

- Jeśli na miejscu jest stacja meteorologiczna, należy upewnić się, że czujniki znajdują się w odpowiednim miejscu, są odpowiednio nachylone i ustawione na azymut. Globalny poziomy czujnik natężenia napromienienia powinien być płaski, a czujnik natężenia napromienienia w płaszczyźnie układu powinien być zainstalowany w tym samym nachyleniu i orientacji co układ. Czujniki natężenia napromienienia powinny być czyszczone w celu usunięcia zanieczyszczeń i ptasich odchodów.

Kontrola przetwornic w zależności od producenta

Każdy producent przetwornic ma określone wymagania dotyczące kontroli, testowania, serwisowania i dokumentacji, aby spełnić swoje zobowiązania gwarancyjne.

Typowe wymagania dotyczące kontroli przetwornic obejmują:

- Zarejestrować i zatwierdzić wszystkie napięcia i wartości produkcji z wyświetlacza interfejsu człowiek-maszyna (HMI).
- Zapisz ostatni zarejestrowany błąd systemu.
- Wyczyść filtry.
- Wyczyść wnętrze szafy.
- Przetestować wentylatory pod kątem prawidłowego działania.
- Sprawdzić bezpieczniki.
- Sprawdzić moment obrotowy na złączach.
- Sprawdzić szczelność uszczelek.
- Upewnić się, że etykiety ostrzegawcze są na swoim miejscu.
- Sprawdzić, czy nie ma przebarwień spowodowanych nadmiernym nagrzaniem.
- Sprawdzić integralność piorunochronów.
- Sprawdzić ciągłość uziemienia systemu i uziemienia urządzeń.
- Sprawdzić mechaniczne połączenie przetwornicy ze ścianą lub uziemieniem.
- Sprawdzić działanie wewnętrznego odłącznika.
- Sprawdzić, czy zainstalowane jest aktualne oprogramowanie.

- W przypadku stwierdzenia problemów należy skontaktować się z instalatorem i/lub producentem.
- Należy udokumentować wyniki wszystkich wykonanych prac.

Inspekcja torowiska specyficzna dla producenta

Producenci urządzeń przytorowych mają określone wymagania dotyczące kontroli, testowania, serwisowania i dokumentacji w celu wypełnienia zobowiązań gwarancyjnych.

Typowe wymagania dotyczące konserwacji lub uruchomienia systemów szynowych obejmują:

- Nasmaruj gąsienicę, wprowadzając smar za pomocą pistoletu smarowego do odpowiednich smarowniczek zgodnie z zaleceniami producenta dotyczącymi konserwacji.
- Sprawdź napięcia wewnątrz skrzynki sterownika.
- Za pomocą poziomicy cyfrowej sprawdź kalibrację i ustawienie inklinometrów.
- Sprawdzić układ pod kątem śladów uderzania lub ocierania się części o inne części.
- Usunięcie roślinności znajdującej się w pobliżu wału napędowego lub ruchomych elementów.
- Sprawdzić działanie układu wiatrowo-stopowego.

Należy użyć odpowiednich mierników (wolt, om, dc clamp-on), aby sprawdzić

- ciągłości uziemienia sprzętu przy falowniku, skrzynkach sumatora i odłącznikach;
- ciągłości wszystkich bezpieczników systemowych przy skrzynkach sumatorów, odłącznikach i wewnątrz falownika (falowników);
- napięcie obwodu otwartego (Voc) wszystkich ciągów przy wyłączonym falowniku; oraz
- maksymalny prąd zasilania (Imp) wszystkich przewodów przy włączonym falowniku i przy określonych lub zarejestrowanych poziomach mocy.

Dodatkowe testy (stosowane w przypadku wykrycia problemów lub wymagane przez warunki umowy) mogą obejmować:

- zdjęcia termiczne skrzynek sumatorów (otwartych i zamkniętych), odłączników, falowników (zewnętrznych i wewnętrznych w określonym punkcie pracy przez określony czas) oraz modułów;
- testy zwarcia (Isc) ciągów;
- badanie krzywej prądowo-napięciowej (IV) dla ciągów;

- testy rezystancji izolacji (znane również jako testy "megger") przewodów przy określonym napięciu; oraz
- porównanie skorygowanych o warunki pogodowe obliczeń spodziewanej mocy z rzeczywistą mocą systemu.

Kontrola systemu akwizycji danych specyficzna dla producenta

Producenci systemów akwizycji danych (DAS - Data Acquisition System) mają określone wymagania dotyczące kontroli, testowania, serwisowania i dokumentacji, aby spełnić swoje zobowiązania gwarancyjne.

Typowe wymagania dotyczące konserwacji lub uruchamiania systemów DAS obejmują:

- wykonywanie odczytów napięcia w zasilaczach,
- sprawdzanie poprawności odczytów z przetworników prądu przez porównanie z kalibrowanym sprzętem, oraz
- sprawdzanie poprawności odczytów z czujników przez porównanie z kalibrowanym sprzętem.

Aby potwierdzić prawidłowe działanie systemu DAS, wartości zmierzone przez system DAS muszą być zweryfikowane z wartościami uzyskanymi z urządzeń posiadających identyfikowalne zapisy kalibracji. Porównanie pomiarów natężenia napromienienia, temperatury i mocy rejestrowanych przez system DAS z wartościami uzyskanymi z kalibrowanych przyrządów pomoże zidentyfikować problemy z kalibracją czujników, które mogą powodować nieprawidłowe dane z systemu DAS.

Cała branża fotowoltaiczna coraz lepiej radzi sobie z instalacją i dokumentacją DAS, ale nadal typowym zjawiskiem jest pomijanie lub niedostateczne uszczegółowienie planów DAS. W wyniku takiego zaniedbania osoby sprawdzające plany często nie sprawdzają błędów w projekcie DAS, a inspektorzy nie mają z czym porównać powykonawczego projektu pod kątem zgodności z przepisami. Jeśli system DAS będzie połączony z systemem informatycznym budynku, personel O&M powinien być świadomy, że modernizacja sieci w budynku lub rutynowe prace konserwacyjne mogą spowodować problemy z łącznością.

Instalacja i konserwacja systemu PV

Inżynierowie powinni znać podstawy doboru, specyfikacji i testowania systemów fotowoltaicznych, aby zapewnić klientom najbezpieczniejszy produkt.

Typowe konfiguracje systemów PV

Typowe komercyjne ogniwo PV o powierzchni 25 cm² wytwarza około 2 W mocy w warunkach szczytowego nasłonecznienia. Jeśli natężenie światła słonecznego wynosi 40% wartości szczytowej, ogniwo wytwarza około 0,8 W. Aby ogniwa fotowoltaiczne stały się użyteczne jako źródło energii elektrycznej, muszą być łączone w konfiguracje obwodów szeregowych i/lub równoległych w celu uzyskania wyższych napięć i prądów. Łączenie modułów szeregowo w "ciągi" zwiększa napięcie; łączenie ciągów równolegle zwiększa natężenie prądu. Układ 30 modułów o mocy znamionowej 135 W może wytworzyć 4 kW.

Producenci łączą obwody ogniw PV w szczelne laminaty chroniące środowisko, tworząc moduły PV - podstawowe elementy składowe systemów generujących energię PV. Panele PV składają się z kilku modułów PV zmontowanych i wstępnie okablowanych w sposób umożliwiający ich instalację w terenie. Matryca PV to kompletna jednostka generująca energię, która może zawierać dowolną liczbę modułów i paneli PV.

Systemy fotowoltaiczne mogą stanowić dodatkowe źródło energii dla domów, firm, gmin, instalacji wojskowych i wszystkich, którzy są gotowi podjąć się tego zadania i zainwestować. PV może być podstawowym źródłem energii dla systemów zdalnych, na przykład w procesach przemysłowych typu rurociągowego, a także w tymczasowych pracach polowych. Chociaż większość informacji zawartych w tym artykule dotyczy zarówno domowych, jak i komercyjnych instalacji PV, główny nacisk położono na instalacje komercyjne. Zwykle systemy mieszkaniowe różnią

się tylko wielkością. Zasady działania i konfiguracje są bardzo podobne. Systemy komercyjne są zwykle bardziej złożone, ale nie zawsze tak jest.

Instalacje fotowoltaiczne mogą być umieszczone na dachu obiektu - jak w przypadku sklepu w Bakersfield - lub na terenie przyległym do obiektu. Zazwyczaj do instalacji paneli słonecznych potrzeba około 3-5 akrów/MW. Instalacje dachowe i montowane na budynkach maksymalizują całkowitą powierzchnię kolektorów słonecznych dostępną dla danego obiektu. Należy jednak rozważyć możliwość przejścia przez dach i obciążenia dachu oraz ich konsekwencje.

Podstawą koncepcyjną niemal każdej użytecznej instalacji wykorzystującej energię słoneczną jest zbieranie światła słonecznego przez panele fotowoltaiczne. Matryca PV dostarcza napięcie stałe do inwertera, który przekształca je w prąd przemienny o częstotliwości 60 Hz. Prąd przemienny z inwertera dostarcza energię do obiektu lub domu (patrz rys. 1).

Oczywiście brakuje kilku ważnych elementów, aby ten przykładowy system był użyteczny i bezpieczny. W zależności od wymagań obiektu, system może zawierać dowolną liczbę urządzeń przełączających i zabezpieczających, takich jak skrzynki sumatorowe prądu stałego, wyłączniki, odłączniki i styczniki. (Puszka rozgałęźna to pushka łączeniowa używana jako punkt równoległego połączenia dwóch lub więcej obwodów). Inwertery są dostępne w wielu konfiguracjach i zakresach mocy. W niektórych dużych instalacjach stosuje się kilka inwerterów. W skład "prawdziwego" systemu wchodzi również urządzenia przełączające i zabezpieczające prądu przemiennego, takie jak tablice i rozdzielnice prądu przemiennego, odłączniki, wyłączniki, rozdzielnice niskiego i średniego napięcia oraz transformatory niskiego i średniego napięcia. W niektórych instalacjach mogą znajdować się również akumulatory, automatyczne przełączniki, urządzenia monitorujące i pomiarowe oraz urządzenia umożliwiające zwrotne zasilanie sieci energetycznej.

Wymagania funkcjonalne i operacyjne, konfiguracje komponentów oraz sposób połączenia urządzeń z innymi źródłami energii i odbiornikami elektrycznymi określają klasyfikacje systemów PV. Dwie główne klasyfikacje to systemy podłączone do sieci (lub współpracujące z siecią energetyczną) oraz systemy autonomiczne. Systemy podłączone do sieci działają w połączeniu z siecią energetyczną. Oprócz samej macierzy fotowoltaicznej głównym elementem systemu podłączonego do sieci jest falownik. System PV, a konkretnie inwerter, łączy się dwukierunkowo z siecią elektryczną, zwykle w panelu dystrybucyjnym lub na wejściu do sieci.

Samodzielne systemy PV działają niezależnie od sieci energetycznej. Obiekty wykorzystujące autonomiczny system PV zazwyczaj używają akumulatorów do magazynowania energii. Akumulatory przechowują energię z instalacji fotowoltaicznej w ciągu dnia i dostarczają ją do odbiorników elektrycznych w nocy lub w pochmurne dni. Akumulatory pomagają również stabilizować napięcie w systemie i w razie potrzeby dostarczają prąd przepięciowy do odbiorników elektrycznych. Zazwyczaj regulatory ładowania akumulatorów chronią je przed przeładowaniem i nadmiernym rozładowaniem.

Czym różnią się systemy PV

Oczywistą różnicą między systemami fotowoltaicznymi a energią elektryczną dostarczaną z sieci jest to, że panele fotowoltaiczne wytwarzają prąd stały. Wytworzona energia elektryczna nie staje się prądem przemiennym, dopóki nie zostanie przetworzona przez falownik. Część instalacji fotowoltaicznej jest z konieczności prądem stałym, co wymaga zastosowania innych typów komponentów niż w przypadku instalacji prądu przemiennego. Do elementów systemów PV, które nie występują w systemach prądu przemiennego, należą skrzynki sumatorów i rozłączniki prądu stałego.

Solarne skrzynki sumatorowe zbierają prąd stały z macierzy fotowoltaicznej i zapewniają zabezpieczenie nadprądowe zgodnie z

wymaganiami kodeksu National Electrical Code (NEC). Poszczególne wejścia są podłączone do podstaw bezpiecznikowych. Poszczególne wejścia są połączone z oprawami bezpiecznikowymi, a po stronie obciążenia tworzą wspólną szynę, która jest połączona z końcówkami wyjściowymi. Skrzynki sumatorów są albo źródłowymi, albo matrycowymi. Kombinatory źródłowe znajdują się bliżej paneli fotowoltaicznych. Kombinatory matrycowe - lub rekombinatory - łączą wyjścia z kilku kombinatorów źródłowych w jeden obwód i są spotykane w dużych instalacjach. Sumatory macierzowe mają wyższe wartości bezpieczników wyjściowych i wyższy prąd wyjściowy.

Zazwyczaj systemy fotowoltaiczne generują napięcie w zakresie od 400 do 600 Vdc, co stanowi znacznie wyższe napięcie niż to występujące w większości systemów budynkowych. Połączenie tego wyższego napięcia z brakiem sinusoidy prądu z przejściami przez zero stwarza kilka problemów związanych z konstrukcją systemu, komponentami i okablowaniem - zwłaszcza w przypadku włączania i wyłączania obwodów prądu stałego. W porównaniu z systemami prądu przemiennego o sinusoidalnym przebiegu prądu z przejściem przez zero, przerwanie obwodów prądu stałego o wyższym napięciu wymaga zwiększenia szczeliny powietrznej, aby bezpiecznie i szybko przerwać i przełamać łuk elektryczny. Szeregowe podłączenie wielu biegunów jednego wyłącznika zapewnia zwiększoną szczelinę powietrzną dla bezpiecznego przerywania łuku.

Ponieważ obwody prądu stałego składają się z dwóch przewodów - dodatniego i ujemnego - w większości systemów PV jeden z nich musi służyć jako uziemienie, podobnie jak przewód neutralny w systemie prądu przemiennego. Producent paneli słonecznych określa, który z tych dwóch przewodów jest uziemiony. Najczęściej stosowaną konfiguracją jest uziemienie ujemne. Połączenie to jest zwykle wykonywane przy falowniku. Zgodnie z normą NEC tylko przewodzący prąd przewód nieuziemiony powinien być przełączany.

Potencjalne problemy z fotowoltaiką

Większość systemów PV, które są instalowane przez wykwalifikowanych i renomowanych specjalistów, jest instalowana bezpiecznie i niezawodnie. Jednak instalacja systemu fotowoltaicznego przez osoby nieprzeszkolone może prowadzić do kłopotów. Niektóre z typowych problemów związanych z projektowaniem, instalacją i eksploatacją systemów fotowoltaicznych obejmują:

- Duże zacienienie instalacji fotowoltaicznej
- Niepewne mocowanie konstrukcyjne do dachów i innych konstrukcji
- Nieodpowiednie uszczelnienie przed warunkami atmosferycznymi w przypadku przejść dachowych i innych
- Niebezpieczne okablowanie
- Nieprawidłowa instalacja akumulatorów, niewłaściwa ich konserwacja lub użytkowanie
- Niewystarczająca obciążalność prądowa przewodów i/lub typ izolacji
- Stosowanie urządzeń niewymienionych w wykazie
- Nieprawidłowe zastosowanie urządzeń z listy lub bez listy
- - Niewłaściwe rozmieszczenie zabezpieczeń nadprądowych i urządzeń odłączających
- Niewłaściwe uziemienie systemu
- Nieodpowiednie oznakowanie głównych elementów systemu i urządzeń odłączających
- Nieodpowiednia dokumentacja dotycząca projektu systemu oraz wymagań w zakresie eksploatacji i konserwacji
- Nieodpowiednia ochrona środowiskowa niektórych elementów systemu.

Testowanie i rozwiązywanie problemów

Każdy pakiet projektowy systemu PV musi zawierać dokumentację uzupełniającą, która powinna obejmować co najmniej specyfikację systemu, schematy elektryczne, rysunki mechaniczne, listy części, listy

materiałów i listy źródeł. Dokumentacja powinna również zawierać procedury instalacji i odbioru, szkolenia użytkowników i operatorów, wymagania konserwacyjne, przewodniki rozwiązywania problemów oraz listę konkretnych narzędzi i urządzeń wymaganych do wykonania tych zadań.

Wymagania dotyczące konserwacji instalacji fotowoltaicznych zależą od rodzaju projektu systemu i zastosowanych urządzeń. Niektóre instalacje wymagają bardzo niewiele uwagi, być może tylko corocznych przeglądów. Inne - zwłaszcza te wyposażone w akumulatory - mogą wymagać okresów międzykonserwacyjnych wynoszących od czterech do sześciu miesięcy, a nawet wymiany elementów (zwykle akumulatorów) przez cały okres eksploatacji systemu. Typowe czynności konserwacyjne, których mogą wymagać instalacje fotowoltaiczne, obejmują:

- Sprawdzanie połączeń i końcówek przewodów pod kątem poluzowania i korozji
- Sprawdzanie wiązek przewodów w celu upewnienia się, że są starannie zapakowane i zabezpieczone.
- Sprawdzanie matrycy fotowoltaicznej pod kątem czystości, braku uszkodzeń i integralności strukturalnej
- Sprawdzanie przepustów dachowych i uszczelnienia przed wpływem warunków atmosferycznych
- Konserwacja akumulatorów, która może obejmować czyszczenie, dodawanie elektrolitu, wyrównywanie poziomu naładowania i w razie potrzeby wymianę.

Niezależnie od tego, czy instalujesz, czy konserwujesz system PV, używaj narzędzi odpowiednich do danego zadania. Zazwyczaj większość zadań związanych z modułami PV i powiązanymi z nimi obwodami prądu stałego można wykonać za pomocą wysokiej jakości multimetru cyfrowego

(DMM - Digital Multimeter) z miernikiem amperometrycznym lub miernikiem cęgowym z możliwością pomiaru napięcia.

Świadomość potencjalnych problemów oraz testowanie i usuwanie usterek za pomocą narzędzi odpowiednich do danego zadania pomoże w bezpiecznym i niezawodnym działaniu systemu PV.

Konserwacja paneli słonecznych

Czyszczenie paneli słonecznych

Utrzymuj panele słoneczne w czystości, aby mogły pracować wydajnie i bezpiecznie.

Podczas czyszczenia paneli słonecznych należy postępować zgodnie z zaleceniami producenta. Kompetentna osoba (najlepiej licencjonowany elektryk lub osoba pod nadzorem licencjonowanego elektryka) powinna:

- przed przystąpieniem do czyszczenia paneli należy sprawdzić, czy nie są one uszkodzone
- używać wody, a nie środków czyszczących
- nie używać szorówek ani innych środków czyszczących o właściwościach ściernych
- unikać stosowania myjek wodnych pod wysokim ciśnieniem
- nie opierać wiader ani nie opierać się o panele.

Wszelkie uszkodzone panele lub inne uszkodzone części systemu fotowoltaicznego powinny zostać naprawione lub wymienione przez licencjonowanego elektryka przed przystąpieniem do czyszczenia.

Sprawy do sprawdzenia

Aby system działał bezpiecznie, można rutynowo sprawdzać (z bezpiecznej odległości) kilka podstawowych rzeczy, zwłaszcza po burzy. W

razie zauważenia jakichkolwiek problemów należy skontaktować się z elektrykiem lub instalatorem systemów solarnych.

- Należy sprawdzić wzrokowo, czy panele nie mają pęknięć lub wyszczerbień szkła, odbarwień lub innych widocznych wad.
- Sprawdzić wzrokowo, czy panele i ramy nośne nie poluzowały się i nie są wolne od zanieczyszczeń.
- Sprawdzić wzrokowo, czy mocowania i kable przy panelach i przetwornicy nie poluzowały się.
- Sprawdzić, czy na panelu wyświetlacza falownika nie ma zarejestrowanych usterek (informacje na ten temat można znaleźć w instrukcji producenta).
- Sprawdzić, czy procedury awaryjne dotyczące wyłączenia i izolacji są wyraźnie widoczne.
- Upewnić się, że otwory wentylacyjne falownika są wolne od zanieczyszczeń.
- Należy zapewnić łatwy dostęp do przełączników izolacyjnych systemu.