

Nazwa kwalifikacji: **Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej**
Symbol kwalifikacji: **ELE.11**
Numer zadania: **01**
Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego*

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Numer stanowiska

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **180** minut

ELE.11-01-26.01-SG

EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2026

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2019**

Instrukcja dla zdającego

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL*, numer stanowiska i naklej naklejkę** z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 15 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
3. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
4. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
5. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
6. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami wykonania zadania na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
7. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

Powodzenia!

* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

** w przypadku otrzymania naklejki

Zadanie egzaminacyjne

W budynku jednorodzinym przeprowadzane są przeglądy techniczne instalacji grzewczych (instalacji ciepłej wody użytkowej i podłogowej instalacji centralnego ogrzewania) zasilanych gruntową pompą ciepła oraz instalacji fotowoltaicznej on-grid. Na podstawie wykonanych oględzin i pomiarów stwierdzono usterki i nieprawidłowości w działaniu tych instalacji. Wyniki przeglądów przedstawione są w tabeli 1. Wybrane dane techniczne instalacji zestawione są w tabelach 2, 3 i 4. Ponadto na zlecenie właściciela domu ma być wykonana analiza możliwości rozbudowy instalacji fotowoltaicznej bez konieczności wymiany falownika.

Dokonaj analizy przedstawionej sytuacji, a następnie:

- oceń stan techniczny elementów instalacji c.w.u. i c.o. oraz zaplanuj konieczne czynności serwisowe mające na celu przywrócenie prawidłowego działania tych instalacji,
- oceń zgodność natężenia przepływu roztworu glikolu w poszczególnych pętlach dolnego źródła pompy ciepła z wymaganiami technicznymi oraz określ zalecenia pokontrolne (wskaż dla których pętli konieczna jest regulacja przepływu),
- zweryfikuj podłączenie łańcucha modułów do falownika w instalacji fotowoltaicznej,
- zweryfikuj dobór pola przekroju przewodu łączącego falownik z łańcuchem modułów,
- wykonaj niezbędne obliczenia i oceń, czy można rozbudować instalację fotowoltaiczną bez konieczności wymiany falownika; jeśli tak, to określ liczbę dodatkowych modułów i sposób ich podłączenia.

Pozostałe dane potrzebne do rozwiązania zadania znajdują się w tabeli 5 i we fragmencie instrukcji instalacji i obsługi zasobników ZCWU. Wybrane wzory do obliczania parametrów instalacji fotowoltaicznych zawiera tabela 6. Rozwiązanie zadania zapisz w tabelach od A do E.

Tabela 1. Wyniki przeglądów technicznych instalacji grzewczych i fotowoltaicznej

| Urządzenie/ instalacja | Wynik przeglądu |
|--|---|
| INSTALACJE GRZEWCZE ZASILANE POMPĄ CIEPŁA | |
| Gruntowa pompa ciepła | |
| Sprężarka | Sprężarka pracuje cicho i równomiernie. |
| Instalacja sprężarki z czynnikiem R407C | W obwodach sprężarki nie stwierdzono nieszczelności. |
| Instalacja dolnego źródła ciepła | |
| 6 pętli - każda po 100 m z rur PE 32 × 2,9 | Na trzech pętlach przy kolektorze zbiorczym występuje mocne oszronienie. Pompa obiegowa pracuje prawidłowo. |
| | Natężenia przepływu roztworu glikolu odczytane na rotametrach: <ul style="list-style-type: none"> – na pętli nr 1: 8 l/min – na pętli nr 2: 8 l/min – na pętli nr 3: 8 l/min – na pętli nr 4: 4 l/min – na pętli nr 5: 4 l/min – na pętli nr 6: 4 l/min |
| | Zmierzona temperatura krzepnięcia roztworu glikolu wynosi -15 °C. |
| Instalacja ciepłej wody użytkowej | |
| Zasobnik ciepłej wody użytkowej -model ZCWU 4, emaliowany, o pojemności 344 dm ³ | Odczyty wartości parametrów anody magnezowej odizolowanej: <ul style="list-style-type: none"> – natężenie prądu: 0,1 mA – zmierzona średnica: 10 mm |
| | Stwierdzono wyciek wody z zaworu bezpieczeństwa przy temperaturze wody w zasobniku powyżej 35 °C. |
| | W naczyniu przeponowym ciśnienie poduszki gazowej wynosi 2,5 bar. Nie stwierdzono nieszczelności zaworu poduszki gazowej. |
| Instalacja podłogowa centralnego ogrzewania | |
| 10 pętli grzewczych | Podczas nagrzewania instalacji centralnego ogrzewania nadmiernie wzrasta ciśnienie i z zaworu bezpieczeństwa zaczyna wyciekać woda. |
| | Stwierdzono brak gazu w naczyniu przeponowym (ciśnienie gazu 0 bar) oraz wypływ wody z zaworu poduszki gazowej. |
| | Po odpowietrzeniu instalacji, przy prawidłowo pracującej pompie obiegowej, bez regulacji zaworów rozdzielacza, natężenie przepływu wody w każdej pętli grzewczej jest nadal za małe i wynosi 1,5 l/min. |
| INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA ON-GRID | |
| 16 szt. modułów fotowoltaicznych podłączonych szeregowo do falownika przewodem o polu przekroju 2,5 mm ² i łącznej długości tych przewodów 87,0 m | Stwierdzono zbyt duże straty mocy w przewodach łączących łańcuch modułów z falownikiem. |

Tabela 2. Dane techniczne systemu grzewczego z gruntową pompą ciepła

| Parametr | Jednostka miary | Wartość | |
|--|-----------------|---------------|------|
| Specyfikacja techniczna pompy ciepła | | | |
| Moc grzewcza | B0/W35 | kW | 10,3 |
| Moc sprężarki | | kW | 2,2 |
| Moc grzewcza | B0/W50 | kW | 8,5 |
| Moc sprężarki | | kW | 2,5 |
| Ilość czynnika chłodniczego R407C | kg | 2,4 | |
| Wymagania technologiczne dla dolnego źródła | | | |
| Natężenie przepływu roztworu glikolu w dolnym źródle (w parowniku) | l/min | 36 | |
| Natężenie przepływu roztworu glikolu w pojedynczej pętli dolnego źródła w przypadku instalacji składającej się z 4 pętli | l/min | 9 | |
| Natężenie przepływu roztworu glikolu w pojedynczej pętli dolnego źródła w przypadku instalacji składającej się z 6 pętli | l/min | 6 | |
| Temperatura krzepnięcia roztworu glikolu w instalacji dolnego źródła | °C | -15 °C | |
| Maksymalne ciśnienie robocze w obiegu dolnego źródła | bar | 3 | |
| Zakres temperatur roztworu glikolu w dolnym źródle | °C | od -10 do +20 | |
| Wymagania technologiczne dla górnego źródła | | | |
| Całkowite natężenie przepływu wody w instalacji podłogowej (w skraplaczu) | l/min | 28,20 | |
| Natężenie przepływu wody w pojedynczej pętli grzewczej instalacji podłogowej składającej się z 6 pętli | l/min | 4,70 | |
| Natężenie przepływu wody w pojedynczej pętli grzewczej instalacji podłogowej składającej się z 8 pętli | l/min | 3,53 | |
| Natężenie przepływu wody w pojedynczej pętli grzewczej instalacji podłogowej składającej się z 10 pętli | l/min | 2,82 | |
| Maksymalne ciśnienie robocze w obiegu górnego źródła | bar | 3 | |
| Maksymalna temperatura wody w górnym źródle | °C | 60 | |
| Wymagane ciśnienie wstępne w naczyniach przeponowych | | | |
| Naczynie przeponowe instalacji dolnego źródła | 1,5 bar | | |
| Naczynie przeponowe instalacji c.w.u. | 3,5 bar | | |
| Naczynie przeponowe instalacji c.o. | 1,5 bar | | |

Tabela 3. Specyfikacja techniczna modułu fotowoltaicznego

| Parametr | Jednostka miary | Wartość |
|---|-----------------|---------|
| Moc maksymalna (+3 %; -0 %) (P_{max}) | W | 320 |
| Napięcie obwodu otwartego (U_{oc}) | V | 40,60 |
| Napięcie przy mocy maksymalnej (U_{MPP}) | V | 32,20 |
| Prąd zwarcia (I_{sc}) | A | 10,20 |
| Natężenie prądu przy mocy maksymalnej (I_{MPP}) | A | 9,94 |
| Sprawność (η) | ----- | 19,1 % |
| Masa całkowita | kg | 19,0 |
| Liczba diod bypass | szt. | 3 |

Tabela 4. Specyfikacja techniczna falownika

| PARAMETRY WEJŚCIOWE | | |
|---|-----------------|-----------------|
| Parametr | Jednostka miary | Wartość |
| Liczba trackerów MPP | ----- | 1 |
| Maksymalny prąd wejściowy ($I_{DC max}$) | A | 16 |
| Maksymalny prąd zwarcia dla pola modułów | A | 24 |
| Zakres napięcia wejściowego ($U_{DC min} - U_{DC max}$) | V | 150 - 800 |
| Napięcie rozpoczęcia pracy ($U_{DC start}$) | V | 200 |
| Użyteczny zakres napięć MPP | V | 150 - 750 |
| Maksymalna moc generatora fotowoltaicznego ($P_{DC max}$) | W | 6000 |
| PARAMETRY WYJŚCIOWE | | |
| Parametr | Jednostka miary | Wartość |
| Moc znamionowa AC (P_{AC}) | W | 5000 |
| Maksymalna moc wyjściowa (S) | VA | 5000 |
| Maksymalny prąd na wyjściu ($I_{AC max}$) | A | 7,2 |
| Częstotliwość (zakres częstotliwości) (f) | Hz | 50 (45 - 55) |
| Współczynnik zawartości harmonicznych (h) | ----- | < 3 % |

Tabela 5. Wybrane parametry dostępnych przewodów fotowoltaicznych

| | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Pole przekroju przewodu | 2,5 mm ² | 4 mm ² | 6 mm ² | 10 mm ² |
| Materiał żyły | miedź | | | |
| Przewodność właściwa przewodu (k) | $55 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$ | | | |

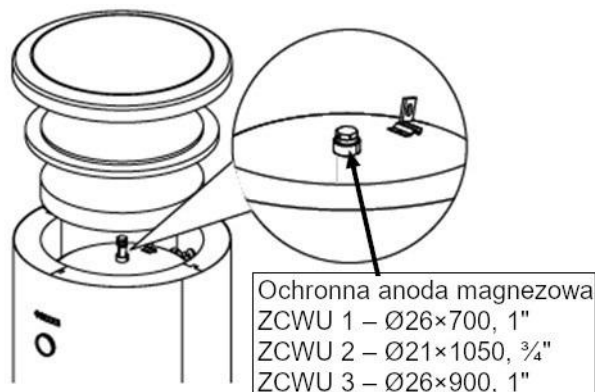
3. Konserwacja

Warunkiem ciągłej gotowości eksploatacyjnej, niezawodności i długiego okresu użytkowania jest przeprowadzanie okresowych przeglądów i konserwacji.

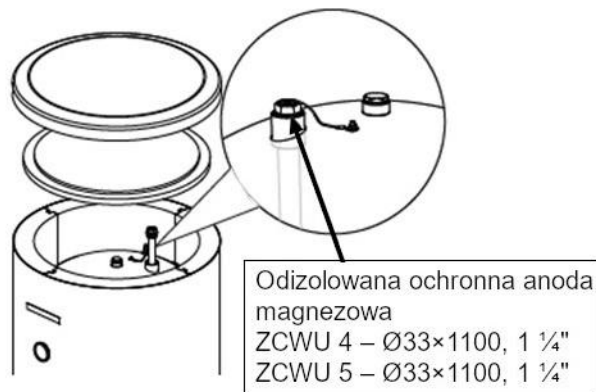
Do czynności konserwacyjnych należą:

- okresowa kontrola i wymiana magnezowej anody ochronnej,
- czyszczenie zbiornika.

UWAGA! Okresowo (min. co 14 dni) lub przed każdym uruchomieniem zasobnika po wyłączeniu eksploatacji należy sprawdzać działanie zaworu bezpieczeństwa w sposób podany przez producenta zaworu.



Rys. 13. Ochronna anoda magnezowa



Rys. 14. Odizolowana ochronna anoda magnezowa

Kontrola magnezowej anody ochronnej

Zasobniki ZCWU 1, ZCWU 2, ZCWU 3 oraz ZCWU 4, ZCWU 5 w celu ochrony przed korozją pokryte są wewnątrz emalią ceramiczną oraz dodatkowo zabezpieczone ochronną anodą magnezową. W procesie normalnej eksploatacji anoda koroduje jako pierwsza, chroniąc tym samym płaszcz zbiornika i dlatego należy jej stan okresowo kontrolować. Szybkość korozji anody ochronnej jest różna i zależy od jakości wody występującej na danym terenie. W celu maksymalnej ochrony przed korozją zaleca się coroczne kontrolowanie stopnia zużycia anody ochronnej.

PORADA!

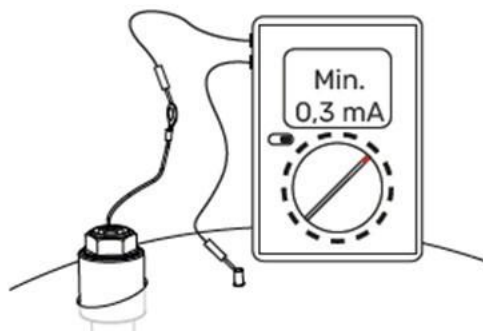
Zasobniki ZCWU 4, ZCWU 5 wyposażone są w odizolowaną anodę magnezową. Zastosowanie odizolowanej anody magnezowej pozwala na kontrolę stopnia zużycia anody poprzez pomiar natężenia stałego prądu ochronnego bez konieczności jej wykręcenia i opróżniania zbiornika (przerwywania pracy zasobnika). Rozwiązanie to znacznie ułatwia eksploatację urządzenia oraz dodatkowo wpływa na niezawodność i długi okres użytkowania.

Pomiar stopnia zużycia odizolowanej ochronnej anody magnezowej (ZCWU 4, ZCWU 5)

W celu sprawdzenia stanu zużycia anody, należy (patrz rys. 15):

1. zdjąć pokrywę obudowy wraz z izolacją termiczną,
2. odłączyć przewód łączący (masowy) od dennicy górnej zbiornika,
3. pomiędzy przewód masowy a gwintowany trzpień M5 włączyć szeregowo miernik elektryczny (zakres w mA) i zmierzyć natężenie stałego prądu ochronnego.

Natężenie stałego prądu ochronnego nie powinno być mniejsze niż 0,3 mA przy napełnionym zbiorniku. W przypadku zbyt małego natężenia prądu należy anodę wykręcić i wizualnie zweryfikować jej stan zużycia. Jeżeli anoda jest wyraźnie skorodowana (ponad 50 % ubytku), należy bezzwłocznie ją wymienić. Po wykonanym pomiarze należy ponownie podłączyć przewód masowy anody do zbiornika.



Rys. 15. Pomiar natężenia stałego prądu ochronnego

UWAGA! W przypadku gdy pomiar natężenia nie wykazuje zużycia anody, maksymalny czas pracy anody wynosi nie więcej niż 18 miesięcy. Po upływie tego czasu anodę należy wymienić.

Tabela 6. Wybrane wzory do obliczania parametrów instalacji fotowoltaicznych

| Lp. | Wzór z objaśnieniami |
|-----|---|
| 1. | <p>Maksymalna moc łańcucha modułów fotowoltaicznych:</p> $P_{z\ max} = P_{max} \cdot n$ <p>gdzie: $P_{z\ max}$ – maksymalna moc łańcucha modułów fotowoltaicznych, W P_{max} – moc maksymalna modułu, W n – liczba modułów w łańcuchu</p> <p>UWAGA! Dla prawidłowej pracy falownika wymaga się, aby $P_{z\ max} \leq P_{DC\ max}$</p> |
| 2. | <p>Maksymalny prąd wejścia łańcucha modułów fotowoltaicznych:</p> $I_{z\ max} = I_{sc} \cdot l_s$ <p>gdzie: $I_{z\ max}$ – maksymalny prąd łańcucha modułów fotowoltaicznych, A I_{sc} – prąd zwarcia modułu, A l_s – liczba łańcuchów</p> <p>UWAGA! Dla prawidłowej pracy falownika wymaga się, aby $I_{z\ max} \leq I_{DC\ max}$</p> |
| 3. | <p>Maksymalne napięcie obwodu otwartego łańcucha modułów fotowoltaicznych:</p> $U_{z\ max} = U_{oc} \cdot n$ <p>gdzie: $U_{z\ max}$ – maksymalne napięcie obwodu otwartego łańcucha modułów fotowoltaicznych, V U_{oc} – napięcie obwodu otwartego modułu, V</p> <p>UWAGA! Dla prawidłowej pracy falownika wymaga się, aby $U_{z\ max} > U_{DC\ min}$ oraz $U_{z\ max} < U_{DC\ max}$</p> |
| 4. | <p>Napięcie łańcucha modułów fotowoltaicznych przy mocy maksymalnej modułu:</p> $U = U_{MPP} \cdot n$ <p>gdzie: U – napięcie łańcucha modułów fotowoltaicznych przy mocy maksymalnej modułu, V U_{MPP} – napięcie modułu przy mocy maksymalnej, V</p> |
| 5. | <p>Minimalne wymagane pole przekroju przewodu fotowoltaicznego:</p> $A = \frac{P_{z\ max} \cdot L}{0,01 \cdot k \cdot U^2}$ <p>gdzie: A – minimalne wymagane pole przekroju przewodu fotowoltaicznego, mm² L – suma długości przewodów w instalacji fotowoltaicznej, m k – przewodność właściwa przewodu, $\frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$ $P_{z\ max}$ – maksymalna moc łańcucha modułów, W U – napięcie łańcucha modułów przy mocy maksymalnej, V</p> |
| 6. | <p>Rezerwa mocy falownika:</p> $P_R = P_{DC\ max} - P_{z\ max}$ <p>gdzie: P_R – rezerwa mocy falownika, W $P_{DC\ max}$ – maksymalna moc generatora, W</p> |
| 7. | <p>Maksymalna liczba dodatkowych modułów fotowoltaicznych:</p> $n_d = \frac{P_R}{P_{max}}$ <p>gdzie: n_d – maksymalna liczba dodatkowych modułów fotowoltaicznych</p> |

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenię będzie podlegać 5 rezultatów:

- ocena stanu technicznego elementów instalacji c.w.u. i c.o. oraz zaplanowane czynności serwisowe – tabela A,
- weryfikacja natężenia przepływu czynnika roboczego w pętłach dolnego źródła i zalecenia pokontrolne – tabela B,
- weryfikacja podłączenia łańcucha modułów do falownika w instalacji fotowoltaicznej – tabela C,
- weryfikacja doboru pola przekroju przewodu fotowoltaicznego łączącego falownik z łańcuchem modułów - tabela D
- analiza i ocena możliwości rozbudowy instalacji fotowoltaicznej bez wymiany falownika – tabela E.

**Tabela A. Ocena stanu technicznego elementów instalacji c.w.u. i c.o.
oraz zaplanowane czynności serwisowe**

| Lp. | Element instalacji | Stan techniczny/ parametr elementu w czasie przeglądu | Wymagana wartość dla elementu instalacji | Ocena stanu technicznego elementu (POPRAWNY/ NIEPOPRAWNY*) | Czynności serwisowe do wykonania |
|--|------------------------|--|---|---|-------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Instalacja c.w.u. | | | | | |
| <i>Uwaga. Wartości liczbowe należy zapisać wraz z jednostką miary.</i> | | | | | |
| 1 | anoda magnezowa | natężenie prądu: | natężenie prądu: min./max.** | | |
| | | średnica: | średnica: | | |
| 2 | naczynie przeponowe | ciśnienie poduszki gazowej: | ciśnienie poduszki gazowej: | | |
| | | szczelność zaworu poduszki gazowej: | XXXX | | |
| Instalacja c.o. | | | | | |
| <i>Uwaga. Wartości liczbowe należy zapisać wraz z jednostką miary.</i> | | | | | |
| 3 | naczynie przeponowe | ciśnienie poduszki gazowej: | ciśnienie poduszki gazowej: | | |
| | | zjawisko zauważone podczas wykonywania pomiaru ciśnienia poduszki gazowej: | XXXX | | |
| 4 | belka rozdzielcza | natężenie przepływu w pojedynczej pętli grzewczej po odpowietrzeniu: | natężenie przepływu według danych technicznych: | | |

* Należy wpisać właściwe.

** Niewłaściwe należy skreślić.

Tabela B. Weryfikacja natężenia przepływu czynnika roboczego w pętlach dolnego źródła ciepła i zalecenia pokontrolne

| Nr pętli instalacji dolnego źródła ciepła | Rzeczywiste natężenie przepływu roztworu glikolu (w czasie przeglądu) l/min | Wymagane natężenie przepływu roztworu glikolu l/min | Zalecenie pokontrolne (WYMAGANA REGULACJA/ BRAK ZALECEŃ*) |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

* Należy wpisać właściwe.

Tabela C. Weryfikacja podłączenia łańcucha modułów do falownika w instalacji fotowoltaicznej

Uwaga. Wartości liczbowe należy zapisać wraz z jednostką miary. Wyniki obliczeń należy zapisać z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.

Dane modułu fotowoltaicznego:

Moc maksymalna modułu: $P_{max} = \dots\dots\dots$

Napięcie obwodu otwartego: $U_{oc} = \dots\dots\dots$

Prąd zwarcia: $I_{sc} = \dots\dots\dots$

Dane falownika:

Maksymalna moc generatora fotowoltaicznego: $P_{DC\ max} = \dots\dots\dots$

Maksymalny prąd wejściowy: $I_{DC\ max} = \dots\dots\dots$

Minimalne napięcie wejściowe: $U_{DC\ min} = \dots\dots\dots$

Maksymalne napięcie wejściowe: $U_{DC\ max} = \dots\dots\dots$

Dane łańcucha modułów fotowoltaicznych:

Liczba łańcuchów: $l_s = \dots\dots\dots$

Liczba modułów w łańcuchu: $n = \dots\dots\dots$

Sprawdzenie warunków prawidłowego podłączenia łańcucha modułów fotowoltaicznych do falownika:

Warunek 1: $P_{z\ max} \leq P_{DC\ max}$

Obliczenie maksymalnej mocy łańcucha modułów fotowoltaicznych ($P_{z\ max}$):

.....
.....
.....

$P_{z\ max} =$

$P_{DC\ max} =$

Wniosek 1: Warunek 1 **jest / nie jest*** spełniony.

Warunek 2: $I_{z\ max} \leq I_{DC\ max}$

Obliczenie maksymalnego prądu łańcucha modułów fotowoltaicznych ($I_{z\ max}$):

.....
.....
.....

$I_{z\ max} =$

$I_{DC\ max} =$

Wniosek 2: Warunek 2 **jest / nie jest*** spełniony.

Warunek 3: $U_{z\ max} > U_{DC\ min}$ oraz $U_{z\ max} < U_{DC\ max}$

Obliczenie maksymalnego napięcia obwodu otwartego łańcucha modułów fotowoltaicznych ($U_{z\ max}$):

.....
.....
.....

$U_{z\ max} =$

$U_{DC\ min} =$

$U_{DC\ max} =$

Wniosek 3: Warunek 3 **jest / nie jest*** spełniony.

Wniosek dotyczący podłączenia łańcucha modułów fotowoltaicznych:

Moduły są **poprawnie / niepoprawnie*** podłączone do falownika.

* Niewłaściwe należy skreślić.

Tabela D. Weryfikacja doboru pola przekroju przewodu fotowoltaicznego łączącego falownik z łańcuchem modułów

| Lp. | Nazwa/obliczenie parametru | Jednostka miary | Wartość |
|--|---|-----------------|---------|
| 1. | Liczba modułów w łańcuchu (n) | | |
| 2. | Napięcie modułu przy mocy maksymalnej (U_{MPP}) | | |
| 3. | Moc łańcucha modułów ($P_{z\ max}$) | | |
| 4. | Łączna długość przewodów fotowoltaicznych (L) | | |
| 5. | Napięcie łańcucha modułów przy mocy maksymalnej modułu (U) Obliczenie: <i>Uwaga. Wynik obliczeń należy zapisać z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.</i> | | |
| 6. | Przewodność właściwa przewodu fotowoltaicznego (k) | | |
| 7. | Minimalne wymagane pole przekroju przewodu fotowoltaicznego (A) Obliczenie: <i>Uwaga. Wynik obliczeń należy zapisać z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.</i> | | |
| 8. | Dobre pole przekroju przewodu fotowoltaicznego | | |
| 9. | Pole przekroju przewodu fotowoltaicznego zamontowanego w instalacji fotowoltaicznej | | |
| <p>Wniosek: Łańcuch modułów fotowoltaicznych połączony jest z falownikiem przewodem o odpowiednim / nieodpowiednim* polu przekroju.</p> | | | |

* *Niewłaściwe należy skreślić.*

Tabela E. Analiza i ocena możliwości rozbudowy instalacji fotowoltaicznej bez wymiany falownika

Uwaga. Wartości liczbowe należy zapisać wraz z jednostką miary.

Dane modułu fotowoltaicznego:

Moc maksymalna modułu: $P_{max} = \dots\dots\dots$

Napięcie obwodu otwartego: $U_{oc} = \dots\dots\dots$

Prąd zwarcia: $I_{sc} = \dots\dots\dots$

Dane falownika:

Maksymalna moc generatora fotowoltaicznego: $P_{DC\ max} = \dots\dots\dots$

Maksymalny prąd wejściowy: $I_{DC\ max} = \dots\dots\dots$

Minimalne napięcie wejściowe: $U_{DC\ min} = \dots\dots\dots$

Maksymalne napięcie wejściowe: $U_{DC\ max} = \dots\dots\dots$

Obliczenie rezerwy mocy falownika P_R :

.....
.....
.....
.....

Rezerwa mocy falownika: $P_R = \dots\dots\dots$

Parametry łańcucha modułów po rozbudowie:

Liczba łańcuchów po rozbudowie: $l_s = \dots\dots\dots$

Obliczenie maksymalnej liczby dodatkowych modułów w łańcuchu (n_d):

.....
.....
.....
.....

Maksymalna liczba dodatkowych modułów w łańcuchu: $n_d = \dots\dots\dots$

Maksymalna liczba modułów w łańcuchu po rozbudowie: $n_m = \dots\dots\dots$

Sprawdzenie warunku prawidłowej pracy falownika po rozbudowie instalacji fotowoltaicznej

$$U_{z\ max} < U_{DC\ max}$$

Obliczenie maksymalnego napięcia obwodu otwartego łańcucha modułów po rozbudowie instalacji fotowoltaicznej ($U_{z\ max}$):

.....

.....

.....

.....

Maksymalne napięcie obwodu otwartego łańcucha modułów po rozbudowie instalacji fotowoltaicznej:

$$U_{z\ max} =$$

Maksymalne napięcie wejściowe falownika: $U_{DC\ max} =$

Wniosek: Warunek prawidłowej pracy falownika **jest / nie jest*** spełniony.

Wnioski dotyczące możliwości rozbudowy instalacji fotowoltaicznej:

1. **Istnieje / Nie istnieje*** możliwość podłączenia dodatkowych modułów fotowoltaicznych do instalacji bez wymiany falownika.
2. Maksymalna liczba dodatkowych modułów:
3. Sposób podłączenia dodatkowych modułów do istniejących: **szeregowo / równolegle***

* *Niewłaściwe należy skreślić.*

**MIEJSCE NA ZAPISY NIEPODLEGAJĄCE OCENIE
(BRUDNOPIS)**