

Nazwa kwalifikacji: **Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej**  
Symbol kwalifikacji: **BD.18**  
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

BD.18-01-26.01-SG

# EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE

## Rok 2026

### CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA  
2017**

#### 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
<b>INSTALACJE GRZEWCZE ZASILANE POMPĄ CIEPŁA</b>	
<b>Gruntowa pompa ciepła</b>	
Sprężarka	Sprężarka pracuje cicho i równomiernie.
Instalacja sprężarki z czynnikiem R407C	W obwodach sprężarki nie stwierdzono nieszczelności.
<b>Instalacja dolnego źródła ciepła</b>	
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"> <li>- na pętli nr 1: 8 l/min</li> <li>- na pętli nr 2: 8 l/min</li> <li>- na pętli nr 3: 8 l/min</li> <li>- na pętli nr 4: 4 l/min</li> <li>- na pętli nr 5: 4 l/min</li> <li>- na pętli nr 6: 4 l/min</li> </ul>
	Zmierzona temperatura krzepnięcia roztworu glikolu wynosi -15 °C.
<b>Instalacja ciepłej wody użytkowej</b>	
Zasobnik ciepłej wody użytkowej -model ZCWU 4, emaliowany, o pojemności 344 dm <sup>3</sup>	Odczyty wartości parametrów anody magnezowej odizolowanej: <ul style="list-style-type: none"> <li>- natężenie prądu: 0,1 mA</li> <li>- zmierzona średnica: 10 mm</li> </ul>
	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.
<b>Instalacja podłogowa centralnego ogrzewania</b>	
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.
<b>INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA ON-GRID</b>	
16 szt. modułów fotowoltaicznych podłączonych szeregowo do falownika przewodem o polu przekroju 2,5 mm <sup>2</sup> 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	
<b>Specyfikacja techniczna pompy ciepła</b>			
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	
<b>Wymagania technologiczne dla dolnego źródła</b>			
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	
<b>Wymagania technologiczne dla górnego źródła</b>			
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	
<b>Wymagane ciśnienie wstępne w naczyniach przeponowych</b>			
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 ( $\eta$ )	-----	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 <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>
Materiał żyły	miedź			
Przewodność właściwa przewodu ( $k$ )	55 $\frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$			

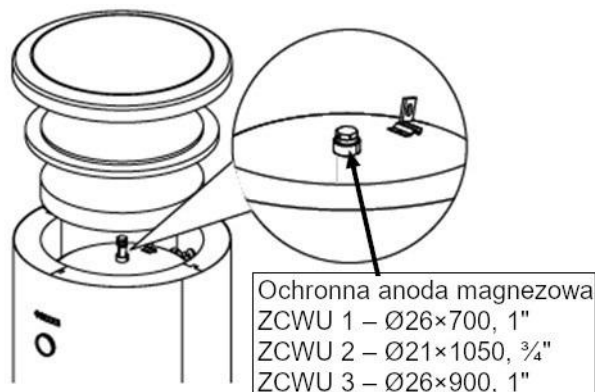
### 3. Konserwacja

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

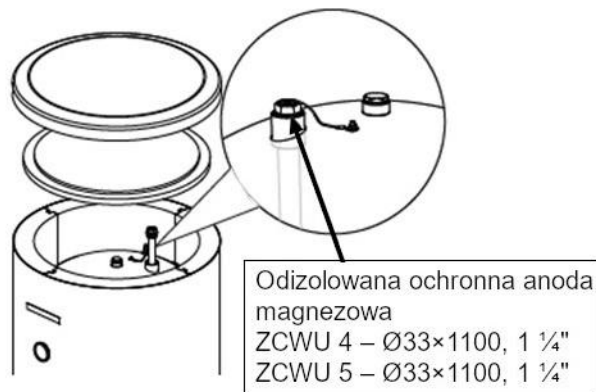
Do czynności konserwacyjnych należą:

- 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!

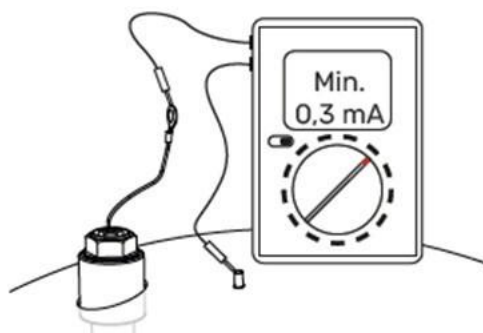
Zasobniki ZCWU 4, ZCWU 5 wyposażone są w odizolowaną anodę magnezową. Zastosowanie odizolowanej anody magnezowej pozwala na kontrolę stopnia zużycia anody poprzez pomiar natężenia stałego prądu ochronnego bez konieczności jej wykręcenia i opróżniania zbiornika (przerwywania pracy zasobnika). Rozwiązanie 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><b>Maksymalna moc łańcucha modułów fotowoltaicznych:</b></p> $P_{z\ max} = P_{max} \cdot n$ <p>gdzie:  <math>P_{z\ max}</math> – maksymalna moc łańcucha modułów fotowoltaicznych, W  <math>P_{max}</math> – moc maksymalna modułu, W  <math>n</math> – liczba modułów w łańcuchu</p> <p><b>UWAGA!</b> Dla prawidłowej pracy falownika wymaga się, aby <math>P_{z\ max} \leq P_{DC\ max}</math></p>
2.	<p><b>Maksymalny prąd wejścia łańcucha modułów fotowoltaicznych:</b></p> $I_{z\ max} = I_{sc} \cdot l_s$ <p>gdzie:  <math>I_{z\ max}</math> – maksymalny prąd łańcucha modułów fotowoltaicznych, A  <math>I_{sc}</math> – prąd zwarcia modułu, A  <math>l_s</math> – liczba łańcuchów</p> <p><b>UWAGA!</b> Dla prawidłowej pracy falownika wymaga się, aby <math>I_{z\ max} \leq I_{DC\ max}</math></p>
3.	<p><b>Maksymalne napięcie obwodu otwartego łańcucha modułów fotowoltaicznych:</b></p> $U_{z\ max} = U_{oc} \cdot n$ <p>gdzie:  <math>U_{z\ max}</math> – maksymalne napięcie obwodu otwartego łańcucha modułów fotowoltaicznych, V  <math>U_{oc}</math> – napięcie obwodu otwartego modułu, V</p> <p><b>UWAGA!</b> Dla prawidłowej pracy falownika wymaga się, aby <math>U_{z\ max} &gt; U_{DC\ min}</math> oraz <math>U_{z\ max} &lt; U_{DC\ max}</math></p>
4.	<p><b>Napięcie łańcucha modułów fotowoltaicznych przy mocy maksymalnej modułu:</b></p> $U = U_{MPP} \cdot n$ <p>gdzie:  <math>U</math> – napięcie łańcucha modułów fotowoltaicznych przy mocy maksymalnej modułu, V  <math>U_{MPP}</math> – napięcie modułu przy mocy maksymalnej, V</p>
5.	<p><b>Minimalne wymagane pole przekroju przewodu fotowoltaicznego:</b></p> $A = \frac{P_{z\ max} \cdot L}{0,01 \cdot k \cdot U^2}$ <p>gdzie:  <math>A</math> – minimalne wymagane pole przekroju przewodu fotowoltaicznego, mm<sup>2</sup>  <math>L</math> – suma długości przewodów w instalacji fotowoltaicznej, m  <math>k</math> – przewodność właściwa przewodu, <math>\frac{m}{\Omega \cdot mm^2}</math>  <math>P_{z\ max}</math> – maksymalna moc łańcucha modułów, W  <math>U</math> – napięcie łańcucha modułów przy mocy maksymalnej, V</p>
6.	<p><b>Rezerwa mocy falownika:</b></p> $P_R = P_{DC\ max} - P_{z\ max}$ <p>gdzie:  <math>P_R</math> – rezerwa mocy falownika, W  <math>P_{DC\ max}</math> – maksymalna moc generatora, W</p>
7.	<p><b>Maksymalna liczba dodatkowych modułów fotowoltaicznych:</b></p> $n_d = \frac{P_R}{P_{max}}$ <p>gdzie:  <math>n_d</math> – maksymalna liczba dodatkowych modułów fotowoltaicznych</p>

**Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.**

**Ocenie 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 pętlach 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
<b>Instalacja c.w.u.</b>					
<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		
<b>Instalacja c.o.</b>					
<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><b>Wniosek:</b>                  Łańcuch modułów fotowoltaicznych połączony jest z falownikiem przewodem o <b>odpowiednim / nieodpowiednim*</b> 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)**