

**Arkusze zawiera informacje prawnie  
chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu**

Układ graficzny © CKE 2018



Nazwa kwalifikacji: **Eksploatacja urządzeń i systemów energetyki odnawialnej**  
Oznaczenie kwalifikacji: **B.22**  
Numer zadania: **01**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego\*

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

Miejsce na naklejkę z numerem  
PESEL i z kodem ośrodka

**B.22-01-18.06**

Czas trwania egzaminu: **180 minut**

**EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE**  
**Rok 2018**  
**CZĘŚĆ PRAKTYCZNA**

**Instrukcja dla zdającego**

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL i naklej naklejkę z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Na KARCIE OCENY w oznaczonym miejscu przyklej naklejkę z numerem PESEL oraz wpisz:
  - swój numer PESEL\*,
  - oznaczenie kwalifikacji,
  - numer zadania,
  - numer stanowiska.
3. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 10 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
4. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
5. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
6. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
7. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami oraz KARTĘ OCENY na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
8. 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

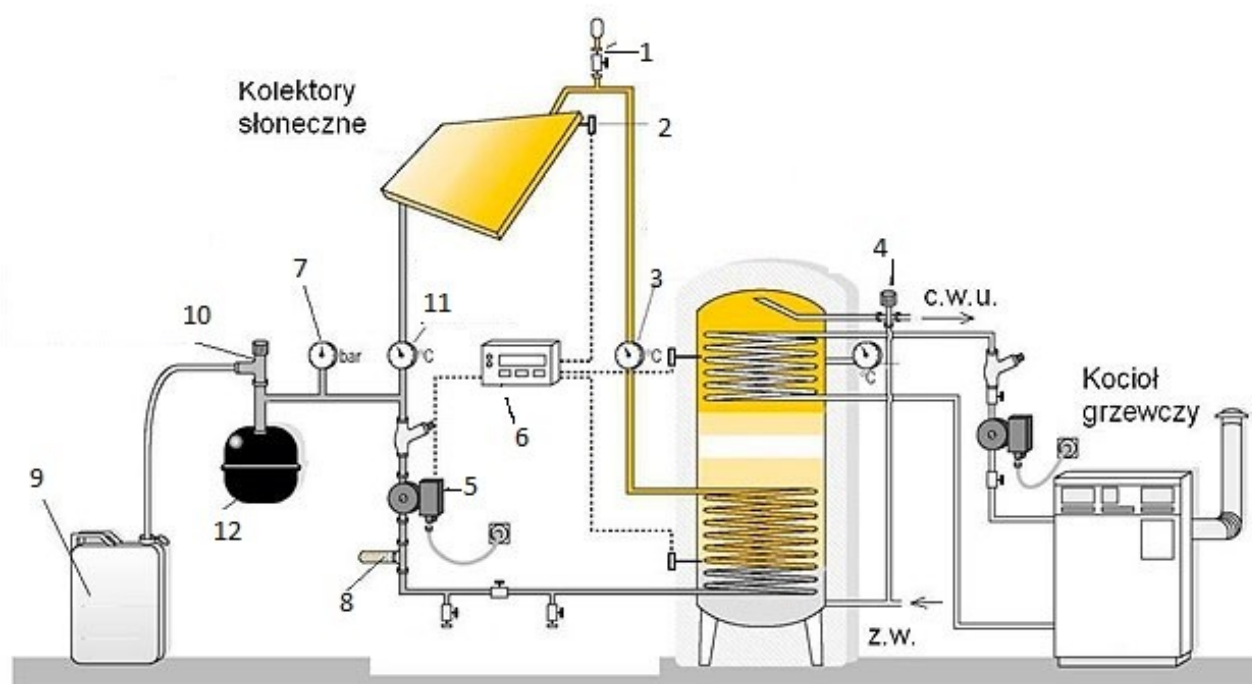
## Zadanie egzaminacyjne

Do firmy zajmującej się montażem słonecznych instalacji grzewczych dotarło pismo użytkownika instalacji, która pracuje według schematu przedstawionego na Rysunku 1. W czasie eksploatacji instalacji użytkownik stwierdził nieprawidłowości, które są umieszczone w Tabeli A. Prosi o pomoc polegającą na wskazaniu przyczyn i sposobów usunięcia usterki. W tym celu uzupełnij Tabelę A, wskazując przyczyny i sposoby usunięcia usterek.

Dodatkowo klient prosi o uzupełnienie instrukcji eksploatacji o nazwy niektórych elementów znajdujących się na schemacie (Rysunek 1.) W tym celu uzupełnij Tabelę B, przyporządkowując numerom ze schematu na Rysunku 1. odpowiednie nazwy podzespołów instalacji.

Klient pragnie również wykonać instalację słoneczną na budynku gospodarczym na cele ciepłej wody użytkowej dla pracowników. W tym celu prosi o dokonanie obliczeń sprawności kolektorów, liczby kolektorów, pojemności zasobnika ciepłej wody, pojemności naczynia wzbiórczego. Do instalacji chce użyć kolektorów, których dane są zawarte w Tabeli 2. Kolektory muszą być ułożone w dwóch rzędach. Wzory do obliczeń znajdują się w Tabeli 1. Dokonaj obliczeń, a następnie uzupełnij Tabelę C, uwzględniając dostępne pojemności zasobników c.w.u. oraz naczyń wzbiórczych dostępnych w Tabeli 3.

Użytkownik posiada także instalację fotowoltaiczną, która według niego nie pracuje optymalnie. Dlatego też zlecił wykonanie pomiarów instalacji. Wyniki pomiarów firma zamieściła w Tabeli D. Uzupełnij Tabelę D, obliczając moc modułu ( $P=U \cdot I$ ). Narysuj także wykres  $I=f(U)$ . Na podstawie wykresu i obliczeń uzupełnij Tabelę E. Podaj także nazwy przyrządów użytych do pomiarów, wybierając je z Tabeli 4.



Rysunek 1. Schemat słonecznej instalacji grzewczej

**Tabela 1. Wzory i dane do obliczeń**

| Wzory do obliczeń                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Dane do obliczeń*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\eta = \eta_o - \frac{a_1 \cdot \Delta T}{E_g} - \frac{a_2 \cdot \Delta T^2}{E_g}$ <p>gdzie:<br/> <math>\eta</math> – sprawność kolektora<br/> <math>\eta_o</math> – sprawność optyczna kolektora<br/> <math>a_1, a_2</math> – współczynniki strat<br/> <math>\Delta T</math> – różnica pomiędzy temperaturą absorbera, a temperaturą otoczenia<br/> <math>E_g</math> – natężenie promieniowania słonecznego</p> $F_{kol} = \frac{n \cdot z \cdot \Delta t \cdot C_w}{3600 \cdot \eta \cdot E_{kol}}$ <p>gdzie:<br/> <math>F_{kol}</math> – powierzchnia kolektorów<br/> <math>n</math> – liczba mieszkańców<br/> <math>z</math> – średnie dobowe zużycie ciepłej wody<br/> <math>\Delta t</math> – różnica temperatur między zimną a ciepłą wodą<br/> <math>E_{kol}</math> – średnia dobowa jednostkowa energia promieniowania słonecznego</p> $L_k = \frac{F_{kol}}{F_{ap}}$ <p>gdzie:<br/> <math>L_k</math> – liczba kolektorów<br/> <math>F_{ap}</math> – powierzchnia apertury kolektora</p> $V_z = \frac{2 \cdot V_p \cdot n \cdot (t_w - t_k)}{t_z - t_k}$ <p>gdzie:<br/> <math>V_z</math> – pojemność zasobnika na ciepłą wodę<br/> <math>V_p</math> – zapotrzebowanie na wodę przez 1 osobę<br/> <math>n</math> – ilość osób w gospodarstwie<br/> <math>t_w</math> – temperatura c.w.u. w punkcie poboru<br/> <math>t_k</math> – temperatura zimnej wody<br/> <math>t_z</math> – temperatura wody w zasobniku</p> $V_u = \left( \frac{L_k \cdot V_k}{1000} \right) \cdot \rho \cdot \Delta V$ <p>gdzie:<br/> <math>V_u</math> – pojemność użytkowa naczynia wzbiornego<br/> <math>\Delta V</math> – przyrost objętości spowodowany wzrostem temperatury<br/> <math>\rho</math> – ciężar właściwy wody<br/> <math>L_k</math> – liczba kolektorów<br/> <math>V_k</math> – pojemność rurociągów kolektora</p> $V_n = V_u \cdot \frac{(p_e + 1)}{p_e - p_{st}}$ <p>gdzie:<br/> <math>V_n</math> – pojemność naczynia wzbiornego<br/> <math>p_e</math> – dopuszczalne ciśnienie końcowe<br/> <math>p_{st}</math> – ciśnienie wstępne poduszki gazowej</p> | <p><math>\Delta T = 33^\circ\text{C}</math><br/> <math>E_g = 655 \text{ W/m}^2</math></p> <p><math>n = 10</math> osób<br/> <math>z = 45 \text{ dm}^3/\text{os}</math><br/> <math>\Delta t = 40^\circ\text{C}</math><br/> <math>E_{kol} = 2,87 \text{ kWh/m}^2</math><br/> <math>C_w = 4,19 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K}</math></p> <p><math>V_p = 45 \text{ dm}^3</math><br/> <math>n = 10</math> osób<br/> <math>t_w = 55^\circ\text{C}</math><br/> <math>t_k = 20^\circ\text{C}</math><br/> <math>t_z = 60^\circ\text{C}</math></p> <p><math>\rho = 999 \text{ kg/dm}^3</math><br/> <math>\Delta V = 0,0266 \text{ dm}^3/\text{kg}</math></p> <p><math>p_e = 5,5 \text{ bar}</math><br/> <math>p_{st} = 2,5 \text{ bar}</math></p> |

\*Uwaga: niektóre dane do obliczeń znajdują się w Tabeli 2.

**Tabela 2. Parametry kolektora słonecznego EP 2.0**

| Parametr                         | Wartość i jednostka                      |
|----------------------------------|------------------------------------------|
| Wysokość                         | 2007 mm                                  |
| Szerokość                        | 1006 mm                                  |
| Głębokość                        | 85 mm                                    |
| Powierzchnia brutto              | 2,02 m <sup>2</sup>                      |
| Powierzchnia absorbera           | 1,97 m <sup>2</sup>                      |
| Powierzchnia apertury            | 1,86 m <sup>2</sup>                      |
| Zawartość płynu solarnego        | 1,8 dm <sup>3</sup>                      |
| Sprawność optyczna               | 76 %                                     |
| Współczynnik strat $a_1$         | 4,03 W/(m <sup>2</sup> *K)               |
| Współczynnik strat $a_2$         | 0,01 W/(m <sup>2</sup> *K <sup>2</sup> ) |
| Średnica króćcy przyłączeniowych | 22 mm                                    |
| Materiał izolacji                | wełna mineralna                          |
| Grubość izolacji                 | 40 mm                                    |
| Współczynnik przewodzenia        | 0,035 W/(m*K)                            |

**Tabela 3. Dostępne pojemności zasobników c.w.u. i naczyń przeponowych**

|                                          |                                                                                                                                |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dostępne pojemności zasobników c.w.u.    | 100dm <sup>3</sup> , 200dm <sup>3</sup> , 300dm <sup>3</sup> , 500dm <sup>3</sup> , 800 dm <sup>3</sup> , 1000 dm <sup>3</sup> |
| Dostępne pojemności naczyń wzbiorniczych | 5 dm <sup>3</sup> , 10 dm <sup>3</sup> , 15 dm <sup>3</sup> , 20 dm <sup>3</sup> , 30 dm <sup>3</sup> , 50 dm <sup>3</sup>     |

**Tabela 4. Przyrządy użyte do pomiarów**

| Nazwa przyrządu   |
|-------------------|
| woltomierz        |
| pirometr          |
| luksomierz        |
| amperomierz       |
| pyranometr        |
| spektrofotometr   |
| watomierz         |
| heliograf Stokesa |
| higrometr         |
| częstościomierz   |
| mostek Thomsona   |

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

**Ocenie będzie podlegać 5 rezultatów:**

- przyczyny niewłaściwej pracy słonecznych instalacji grzewczych i sposoby ich usunięcia – Tabela A,
- fragment instrukcji słonecznej instalacji grzewczej – Tabela B,
- parametry słonecznej instalacji grzewczej – Tabela C,
- zestawienie pomiarów panelu fotowoltaicznego – Tabela D. oraz narysowany wykres  $I=f(U)$ ,
- parametry modułu fotowoltaicznego – Tabela E.

**Tabela A. Przyczyny niewłaściwej pracy słonecznych instalacji grzewczych**

| Przyporządkuj przyczynę niewłaściwej pracy instalacji solarnych do opisu sytuacji oraz dobierz sposób postępowania zmierzającego do usunięcia awarii. Przyczyny i sposoby postępowania umieszczone są w dolnej części tabeli. Należy do każdego opisu sytuacji podać tylko jedną przyczynę i jeden sposób postępowania                                                                                                                                                                    |                                                                                                       |            |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------|
| L.p.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Opis sytuacji                                                                                         | Przyczyna* | Sposób postępowania** |
| 1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Niskie ciśnienie płynu solarnego w instalacji                                                         |            |                       |
| 2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Wypływ czynnika z zaworu bezpieczeństwa                                                               |            |                       |
| 3.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Kolektory są rano zaparowane na zewnątrz, lecz później para znika                                     |            |                       |
| 4.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Pompa załącza się późno, gdy na kolektorach jest temperatura ponad 40 stopni większa niż w zasobniku. |            |                       |
| 5.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Zasobnik za szybko się wychładza                                                                      |            |                       |
| <p>Możliwe przyczyny:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. za mała objętość naczynia przeponowego</li> <li>2. uszkodzona pompa solarna</li> <li>3. rozładowywanie ciepła przez kolektor w nocy</li> <li>4. naturalne zjawisko</li> <li>5. przegrzany płyn solarny</li> <li>6. zbyt niski poziom płynu solarnego</li> <li>7. zbyt wysoka różnica temperatury załączania pompy na regulatorze</li> <li>8. za duża wartość ciśnienia otwarcia zaworu bezpieczeństwa</li> </ol>      |                                                                                                       |            |                       |
| <p>Możliwe sposoby postępowania:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. zmniejszyć ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa</li> <li>2. nie robić nic</li> <li>3. dokonywać systematycznych rozbiorów wody</li> <li>4. dobrać naczynie przeponowe o większej pojemności</li> <li>5. ustawić prawidłową wartość załączania pompy na regulatorze</li> <li>6. zastosować zawór antygrawitacyjny</li> <li>7. wymienić kolektor</li> <li>8. uzupełnić poziom płynu solarnego</li> </ol> |                                                                                                       |            |                       |
| *Należy wpisać cyfrę przyczyny                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                       |            |                       |
| **Należy wpisać cyfrę sposobu postępowania odpowiadającą wpisanej przyczynie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                       |            |                       |

**Tabela B. Fragment instrukcji słonecznej instalacji grzewczej**

| L.p.                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Numer elementu na Rysunku 1. | Nazwa elementu* |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|
| 1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.                           |                 |
| 2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2.                           |                 |
| 3.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3.                           |                 |
| 4.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4.                           |                 |
| 5.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5.                           |                 |
| 6.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6.                           |                 |
| 7.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 10.                          |                 |
| 8.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 12.                          |                 |
| <b>Nazwy elementów:</b><br>termostatyczny zawór mieszający<br>otwarte naczynie wzbiorcze<br>naczynie przeponowe<br>manometr<br>sterownik solarny<br>zawór bezpieczeństwa<br>zawór zwrotny<br>rotametr<br>termometr zasilania<br>termometr powrotu<br>czujnik temperatury<br>odpowietrznik<br>pompa solarna |                              |                 |
| *Uwaga: Należy podać nazwę elementu spośród nazw podanych w tabeli.                                                                                                                                                                                                                                        |                              |                 |

**Tabela C. Parametry słonecznej instalacji grzewczej**

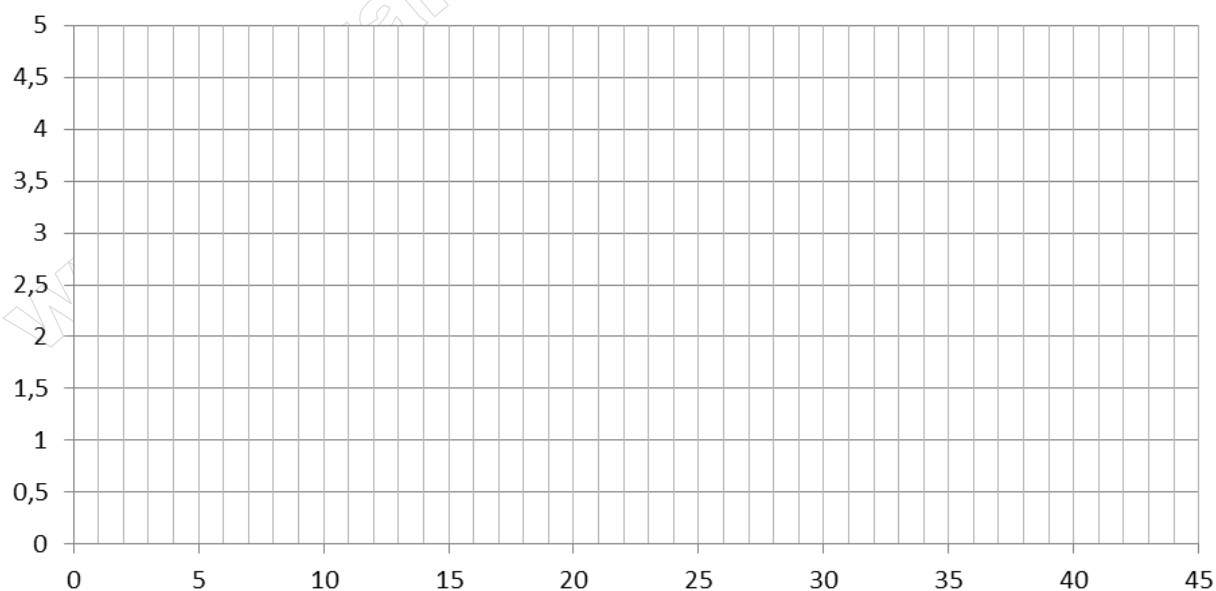
| Parametr                                                                                                                                                                             | Wzór/obliczenia          | Wynik              | Jednostka |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------|-----------|
| <b>Sprawność kolektora</b><br><br>(zapisz odpowiedni wzór, dokonaj podstawień i oblicz z dokładnością do 1%)                                                                         | Wzór:<br><br>Obliczenia: |                    |           |
| <b>Powierzchnia kolektorów</b><br><br>(zapisz odpowiedni wzór, dokonaj podstawień i oblicz z dokładnością do 0,01)                                                                   | Wzór:<br><br>Obliczenia: |                    |           |
| <b>Liczba kolektorów</b>                                                                                                                                                             | Wzór:<br><br>Obliczenia: |                    |           |
| <b>Liczba kolektorów w jednym rzędzie</b>                                                                                                                                            | Obliczenia:              |                    |           |
| <b>Pojemność zasobnika ciepłej wody</b><br><br>(zapisz odpowiedni wzór, dokonaj podstawień i oblicz z dokładnością do pełnej wartości wymaganej jednostki miary zaokrąglając w górę) | Wzór:<br><br>Obliczenia: | Wynik:             |           |
|                                                                                                                                                                                      |                          | Dobrana pojemność: |           |
| <b>Pojemność użytkowa naczynia zbiorczego</b><br><br>(zapisz odpowiedni wzór, dokonaj podstawień i oblicz z dokładnością do 0,01 zaokrąglając w górę)                                | Wzór:<br><br>Obliczenia: |                    |           |
| <b>Pojemność naczynia zbiorczego</b><br><br>(zapisz odpowiedni wzór, dokonaj podstawień i oblicz z dokładnością do 0,1 zaokrąglając w górę)                                          | Wzór:<br><br>Obliczenia: | Wynik:             |           |
|                                                                                                                                                                                      |                          | Dobrana pojemność: |           |

**Tabela D. Zestawienie pomiarów panelu fotowoltaicznego**

| L.p. | Napięcie modułu [V] | Prąd modułu [A] | Moc modułu [W] * | Temperatura modułu [°C] | Natężenie promieniowania słonecznego [W/m <sup>2</sup> ] | Rezystancja obciążenia [Ω] |
|------|---------------------|-----------------|------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1.   | 0                   | 4,85            |                  | 73,3                    | 800                                                      | 0                          |
| 2.   | 6,1                 | 4,73            |                  | 73,2                    | 800                                                      | 1,3                        |
| 3.   | 10,1                | 4,71            |                  | 73,0                    | 800                                                      | 2,1                        |
| 4.   | 16,6                | 4,67            |                  | 72,6                    | 800                                                      | 3,6                        |
| 5.   | 23,0                | 4,65            |                  | 72,8                    | 800                                                      | 4,9                        |
| 6.   | 29                  | 4,60            |                  | 73,2                    | 800                                                      | 6,3                        |
| 7.   | 35,1                | 3,60            |                  | 74,0                    | 800                                                      | 9,8                        |
| 8.   | 36,7                | 3,00            |                  | 75,2                    | 800                                                      | 12,2                       |
| 9.   | 38,9                | 1,7             |                  | 80,8                    | 800                                                      | 22,9                       |
| 10.  | 39,6                | 1,20            |                  | 80,2                    | 800                                                      | 33                         |
| 11.  | 41                  | 0               |                  | 77,0                    | 800                                                      | ∞                          |

\*Uwaga: wartość należy wpisać z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku

**Wykres I=f(U)**





**Tabela E. Parametry panelu fotowoltaicznego**

| Lp. | Parametr                                                 | Wartość | Jednostka |
|-----|----------------------------------------------------------|---------|-----------|
| 1.  | Napięcie w punkcie mocy max., $U_{MPP}$                  |         |           |
| 2.  | Prąd w punkcie mocy max., $I_{MPP}$                      |         |           |
| 3.  | Moc maksymalna, $P_{MAX}$                                |         |           |
| 4.  | Współczynnik wypełnienia, FF                             |         |           |
| 5.  | Przyrząd do pomiaru natężenia prądu                      |         |           |
| 6.  | Przyrząd do pomiaru napięcia                             |         |           |
| 7.  | Przyrząd do pomiaru temperatury modułu                   |         |           |
| 8.  | Przyrząd do pomiaru natężenia promieniowania słonecznego |         |           |

**Wzór do obliczenia współczynnika wypełnienia**  $FF = \frac{U_{MPP} * I_{MPP}}{U_{OC} * I_{SC}}$

Gdzie:

$U_{OC}$  – napięcie otwartego obwodu [V]

$I_{SC}$  – prąd zwarcia [A]

**Obliczenia:**

**Miejsce na obliczenia niepodlegające ocenie**

[www.EgzaminZawodowy.info](https://www.EgzaminZawodowy.info)