



Erasmus+



Project Erasmus+: Training and certification model  
for photovoltaic trainers with the use of ECVET system  
(EU-PV-Trainer). No 2016-1-PL01-KA202-026279

# Od identyfikacji wymagań kompetencyjnych do oferty edukacyjnej – dobre praktyki i rezultaty projektu EU-PV-Trainer

RESEARCH NETWORK  
ŁUKASIEWICZ

INSTITUTE  
FOR SUSTAINABLE  
TECHNOLOGIES



FUNDACIÓN *equipo humano*



EDIT.C

EDUCATION & INFORMATION TECHNOLOGY CENTRE

---

# Od identyfikacji wymagań kompetencyjnych do oferty edukacyjnej – dobre praktyki i rezultaty projektu EU-PV-Trainer

---

Redakcja:  
Katarzyna Sławińska, Mirosław Żurek



## **Od identyfikacji wymagań kompetencyjnych do oferty edukacyjnej – dobre praktyki i rezultaty projektu EU-PV-Trainer**

Redakcja: **Katarzyna Sławińska, Mirosław Żurek**

Zespół autorski: **Alfonso Cadenas Cañamás, Adina Cocu, Luminita Dumitriu, Radosław Figura, Radosław Gutowski, Maria Knais, Kamil Kulma, Jose Enrique Val Montros, Emilia Pechenau, Stanisław Pietruszko, Katarzyna Sławińska, Ioan Susnea, Mirosław Żurek**

Recenzenci: **dr hab. Daniel Kukła, Tomasz Magnowski**

Ten projekt oraz publikacja zostały zrealizowane przy wsparciu finansowym Komisji Europejskiej. Projekt lub publikacja odzwierciedlają jedynie stanowisko ich autora i Komisja Europejska nie ponosi odpowiedzialności za umieszczoną w nich zawartość merytoryczną. Rozpowszechnienie, druku i oprawa w Unii Europejskiej.

Projekt Erasmus+: Training and certification model for photovoltaic trainers with the use of ECVET system (EU-PV-Trainer). No 2016-1-PL01-KA202-026279

W publikacji przedstawiono metody i procedury opracowywania rezultatów projektu “Training and certification model for photovoltaic trainers with the use of ECVET system (EU-PV-Trainer)” finansowanego ze środków UE w ramach programu Erasmus+.

ISBN 978-83-7789-604-4

© Copyright by Sieć Badawcza ŁUKASIEWICZ – Instytut Technologii Eksploatacji

Wszystkie prawa zastrzeżone. Żadna część tej pracy nie może być powielana w jakikolwiek sposób bez pisemnej zgody, z wyjątkiem krótkich cytatów zawartych w artykułach i recenzjach. Aby uzyskać informacje, należy skontaktować się z autorami lub partnerami projektu EU-PV-Trainer.

Seria Wydawnicza: Biblioteka Pedagogiki Pracy  
Published since 1987

Projekt okładki: Marta Pobereszko  
Opracowanie wydawnicze: Bożena Mazur

## CONTENTS

<b>WPROWADZENIE.....</b>	<b>4</b>
<b>OD IDENTYFIKACJI WYMAGAŃ KOMPETENCYJNYCH DO OFERTY EDUKACYJNEJ NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU „TRAINING AND CERTIFICATION MODEL FOR PHOTOVOLTAIC TRAINERS WITH THE USE OF ECVET SYSTEM” .....</b>	<b>9</b>
<b>BUDOWANIE STANDARDÓW KOMPETENCJI ZAWODOWYCH W RAMACH SZKOLENIA ZAWODOWEGO .....</b>	<b>60</b>
<b>SYSTEMY INTERNETOWE SŁUŻĄCE DO EWALUACJI KOMPETENCJI – METODY I TECHNOLOGIE CYFROWE .....</b>	<b>78</b>
<b>ZAANGAŻOWANIE OSOBY UCZĄCEJ SIĘ W ŚRODOWISKU ONLINE – ŚRODOWISKO E-LEARNINGU TRENERA PV .....</b>	<b>93</b>
<b>SYSTEMY FOTOWOLTAICZNE – HISTORIA I STAN OBECNY.....</b>	<b>101</b>
<b>ANALIZA PARAMETRÓW PRACY MODUŁU FOTOWOLTAICZNEGO .....</b>	<b>118</b>
<b>WSPÓŁPRACA FALOWNIKA HYBRYDOWEGO Z LITOWO-ŻELAZOWYM MAGAZYNEM ENERGII ..</b>	<b>145</b>
<b>PARTNER CONTACTS.....</b>	<b>161</b>

## Wprowadzenie

Przekazana Państwu publikacja jest pokłosiem realizacji projektu Erasmus+ pt. „Training and certification model for photovoltaic trainers with the use of ECVET system (EU-PV-Trainer)” (numer projektu 2016-1-PL01-KA202-026279).

Projekt był realizowany w okresie od 01.09.2016 rok do 31.08.2019 rok, przez międzynarodowe partnerstwo w składzie:

- 1) Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy (obecnie: Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji), Radom, Polska – koordynator projektu,
- 2) EDICT Ltd., Nikozja, Cypr,
- 3) Universitatea Dunarea De Jos Din Galati, Rumunia
- 4) Fundación Equipo Humano, Walencja, Hiszpania,
- 5) Stowarzyszenie Elektryków Polskich Oddział Radomski, Radom, Polska,
- 6) Polskie Towarzystwo Fotowoltaiki, Warszawa, Polska.

Idea projektu EU-PV-Trainer wpisuje się w instrumenty UE wspierające kształcenie zawodowe i elastyczne ścieżki uczenia się oraz działania ukierunkowane na poprawę jakości edukacji poprzez odniesienie do efektów uczenia się do Europejskiej Ramy Kwalifikacji (EQF) i krajowych ram kwalifikacji (NQF), uwzględnienie systemu walidacji i Europejskiego Systemu Transferu Punktów w kształceniu i szkoleniu zawodowym (ECVET), a także bezpośrednie powiązanie z krajowymi systemami kształcenia i szkolenia oraz narzędziami Unii Europejskiej ukierunkowanymi na popularyzację mobilności i przejrzystości oraz uznawania kwalifikacji.

Na podstawie danych z diagnoz przeprowadzonych w państwach partnerach projektu stwierdzono, że we wszystkich krajach partnerskich w sposób dość ogólny sformułowane są wymagania odnośnie kwalifikacji jakie powinien posiadać trener PV.

Uzasadniając potrzebę realizacji projektu odwołano się do poniższych wniosków płynących z diagnoz:

- 1) Obserwowalny jest wzrost zapotrzebowania na rynku pracy na trenerów PV spowodowanego choćby wzrostem zapotrzebowania na instalacje fotowoltaiczne i towarzyszącym mu wzrostem zapotrzebowania na instalatorów PV związanym:
  - z koniecznością zmniejszania przez państwa członków UE emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 20%, co też w ocenie ekspertów ma przyczynić się do stworzenia ponad 1 milion nowych miejsc pracy w obszarze odnawialnych źródeł energii, w tym pozyskiwanych za pośrednictwem instalacji PV (Strategia Europa 2020);



- z koniecznością realizacji zobowiązania osiągnięcia 20% udziału energii wytwarzanej za pośrednictwem odnawialnych źródeł energii do całkowitej wytwarzanej energii (Rynek fotowoltaiki w Polsce, 2013);
  - ze znacznym zwiększeniem produkcji energii z ogniw fotowoltaicznych w latach 2020–2025 (Raport PEP, 2013);
  - z faktem, że instalatorzy PV są wskazani przez 8 państw UE jako jeden z dziewięciu zawodów mających wpływ na poprawę wydajności produkcji energii z zasobów naturalnych (CEDEFOP, 2015);
  - z faktem, że prawne rozwiązania w UE wymagają między innymi przejściowej poprawy kompetencji instalatorów PV.
- 2) Na rynku usług edukacyjnych następuje zwiększenie liczby akredytowanych placówek szkoleniowych przygotowujących instalatorów PV, co przekłada się na wzrost zapotrzebowania na wykwalifikowanych trenerów PV (np. w Polsce w roku 2016 było 57 akredytowanych instytucji szkoleniowych – dane Urzędu Dozoru Technicznego, 2016).
  - 3) Brak jednoznacznie sprecyzowanych wymagań kwalifikacyjnych odnośnie trenera PV (poziom wykształcenia i doświadczenia zawodowego, kompetencje zawodowe) nie sprzyja jakości szkoleń (PL, ES, CY, RO);
  - 4) Brak jest na rynku usług edukacyjnych ofert doskonalenia zawodowego dla trenerów PV (PL, ES, CY, RO).
  - 5) Z analizy ofert pracy zamieszczonych na stronach www wynika wzrost zainteresowania trenerami PV.
  - 6) Z przeprowadzonych wywiadów z pracownikami instytucji szkoleniowych wynika, że trenerami PV są często specjaliści, którzy nie mają przygotowania pedagogicznego (trenerskiego) i/lub posiadają luki w obszarze wiedzy i/lub umiejętności praktycznych związanych z montażem instalacji PV.
  - 7) Brak jest systemów certyfikacji kompetencji zawodowych trenerów PV w krajach partnerskich.

Projekt sprzyja zwiększeniu mobilności nauczycieli / trenerów PV poprzez wprowadzenie do procesu kształcenia możliwości nauki języka obcego zawodowego z obszaru PV.

Wypracowane w projekcie rezultaty bazują na rozpoznaniu i transferze dobrych praktyk europejskich (w szczególności z Hiszpanii, Rumunii, Cypru i Polski) w zakresie PV, przyczyniają się do aktualizacji, ujednolicenia i usystematyzowania kompetencji specjalistycznych, trenerskich i językowych trenerów PV w krajach partnerów Projektu.

W związku z powyższym uzasadnione było podjęcie działań ukierunkowanych na poprawę jakości kształcenia i szkolenia przyszłych instalatorów systemów fotowoltaicznych (PV) poprzez wyrównanie i podniesienie jakości przygotowania zawodowego trenerów PV prowadzących zajęcia teoretyczne i praktyczne, z uwzględnieniem wytycznych zawartych w instrumentach UE, w szczególności: ERK, KRK, ECVET, EQAVET i wymagań obowiązujących w krajach partnerskich.

Cele szczegółowe projektu uwzględniały podwyższenie jakości szkoleń zawodowych instalatorów systemów fotowoltaicznych poprzez:

- uznawanie efektów uczenia się (pozaformalnego i nieformalnego) edukatorów osób dorosłych prowadzących zajęcia teoretyczne i praktyczne dla instalatorów systemów fotowoltaicznych;
- budowę kursu blended learning, jako nowej technologii do osiągnięcia szerszego zasięgu i lepszych efektów nauczania;
- opracowanie programu szkolenia modułowego łączącego teorię z praktyką i pakietów edukacyjnych na bazie analizy procesu pracy (wykonywanych zadań zawodowych, wymaganych do ich wykonania umiejętności, wiedzy i kompetencji) trenera-szkoleniowca w obszarze fotowoltaiki opisanych poprzez standard kompetencji zawodowych;
- rozwój kompetencji zawodowych edukatorów osób dorosłych prowadzących zajęcia teoretyczne i praktyczne dla instalatorów systemów fotowoltaiki o kompetencje trenerskie oraz zawodowe związane z fotowoltaiką uzupełnione o posługiwanie się językiem obcym zawodowym;
- podniesienie kompetencji edukatorów osób dorosłych prowadzących zajęcia teoretyczne i praktyczne dla instalatorów systemów fotowoltaiki skutkuje podwyższeniem poziomu ich konkurencyjności na rynku pracy oraz zwiększeniem szans na zatrudnienie (w przypadku bezrobotnych lub poszukujących pracy) lub utrzymanie zatrudnienia.

Grupą celową w projekcie były osoby prowadzące zajęcia teoretyczne i praktyczne w zakresie fotowoltaiki lub zainteresowane ich prowadzeniem, spełniające wymagania prawne obowiązujące w poszczególnych krajach partnerskich. Mogą to być osoby pracujące lub zagrożone utratą pracy (np. nauczyciele i instruktorzy praktycznej nauki zawodu w szkołach zawodowych, osoby prowadzące zajęcia na kursach zawodowych w placówkach kształcenia ustawicznego, nauczyciele akademicy), a także osoby poszukujące pracy oraz pracodawcy świadczący usługi z zakresu fotowoltaiki. Z wypracowanych rezultatów mogą skorzystać także

przedstawiciele instytucji szkoleniowych, pracodawcy, europejskie i krajowe zrzeszenia pracodawców, stowarzyszenia, fundacje, instytucje walidujące i potwierdzające kwalifikacje

W rozdziale pt. „Od identyfikacji wymagań kompetencyjnych do oferty edukacyjnej na przykładzie projektu *Training and certification model for photovoltaic trainers with the use of ECVET system*” przedstawiono m.in. ogólną charakterystykę projektu oraz opisy poszczególnych zadań oraz wypracowanych rezultatów.

Partnerzy z Uniwersytetu Dunarea de Jos Din Galati w rozdziale pt. „Budowanie standardów kompetencji zawodowych w ramach szkolenia zawodowego” piszą m.in. że Standardy kompetencji zawodowych stanowią podwaliny każdego systemu lub ram kwalifikacji krajowych lub sektorowych. Niniejszy artykuł opisuje paradygmaty, które można przyjąć podczas tworzenia standardu kompetencji zawodowych. Do dwóch najpowszechniejszych obecnie metod opracowania standardów kompetencji należy badanie oraz tworzenie bazy pojęciowej i przesłanek, zalet i wad. W dalszej części artykułu przedstawiono podejście do konstruowania i treści standardów kompetencji stosowane w Rumunii, jak również przykład ujęcia mieszanego w ramach strategii tworzenia norm dla systemu kompetencji zawodowych. Opisano tu podejście do opracowania standardów kompetencji w ramach projektu „Trener PV”, wraz z ich możliwym oddziaływaniem na budowanie skutecznych programów kwalifikacji dla kształcenia zawodowego.

Autorzy drugiego artykułu z Uniwersytetu Dunarea de Jos Din Galati pt. „Systemy internetowe służące do ewaluacji kompetencji – metody i technologie cyfrowe”, wyjaśniają czym jest kompetencja, jak jest ukształtowana i mierzona. Kompetencje, które dana osoba posiada i z których korzysta w celu uzyskania, przetworzenia i przekazania wiedzy stanowią główne zachowanie tej osoby, ale również społeczeństwa i organizacji, do której należy. Obecnie jest wiele metod psychopedagogicznych i technologii cyfrowych służących do weryfikacji i walidacji kompetencji, które dana osoba posiada w konkretnym obszarze uczenia się. Dobór metody badania i technologii jego wdrożenia to decyzja, która zależy od wielu czynników. Należy do nich liczba osób, które skorzystają z ewaluacji kompetencji, która uzasadniałaby inwestycję w system e-learningu, specyfika dziedziny kompetencji skupionej na teorii lub praktyce, jak również grupa wiekowa użytkowników. W zależności od wybranej technologii instruktorzy mogą korzystać z różnych narzędzi, które umożliwiają im ocenę kompetencji, analizę efektów oraz aktualizację wyników w systemie. Dodatkowo, wybrana metodologia i technologia również oddziałują na skuteczność systemu e-learningu.



O tym, że zaangażowanie uczniów w dowolnym środowisku nauki (e-learning lub szkolenie stacjonarne) jest czynnikiem decydującym o osiągnięciu zamierzonych efektów kształcenia w swoim artykule piszą partnerzy z Cypru. Pracownicy naukowcy definiują zaangażowanie jako złożoną ideę, składającą z elementów behawioralnych, kognitywnych i emocjonalnych. Twierdzą oni, że instruktorzy powinni uczestniczyć w każdym z tych komponentów, aby skutecznie angażować swoich uczniów. Zgodnie z opinią wielu uczonych, zrównoważone zaangażowanie ucznia ułatwia mu uczenie się, prowadzi do wartościowych efektów i zapobiega rezygnacji ucznia z kursu oraz nie pozwala mu się nudzić.

Partnerzy projektu z Hiszpanii w swoim artykule m.in. opisali działalność Fundación Equipo Humano, którą reprezentują oraz podjęli się próby udzielenia odpowiedzi na pytanie: *Jak wdrożyć plan szkoleń w Twojej firmie?* Udzielając odpowiedzi na tak postawione pytanie przedstawili doświadczenia związane z realizacją projektu w zakresie tworzenia wspólnego programu szkolenia dla trenera PV.

W rozdziale pt. „Systemy fotowoltaiczne – historia i stan obecny” zaprezentowano podstawowe informacje na temat rozwoju fotowoltaiki oraz jej stanu w poszczególnych krajach partnerskich projektu: Polsce, Rumunii, Hiszpanii i na Cyprze.

Tematyka fotowoltaiki kontynuowana jest dwóch kolejnych rozdziałach, w których autorzy przedstawili analizę parametrów pracy modułu fotowoltaicznego oraz współpracę falownika hybrydowego z litowo-żelazowym magazynem energii. Przedstawione w nich treści są uzupełnieniem do pakietów edukacyjnych opracowanych w ramach projektu.

*Katarzyna Sławińska  
Miroslaw Żurek*

## **Od identyfikacji wymagań kompetencyjnych do oferty edukacyjnej na przykładzie projektu „Training and certification model for photovoltaic trainers with the use of ECVET system”**

### **Wprowadzenie**

W rozdziale przedstawiono uzasadnienie podjęcia badań w obszarze doskonalenia kompetencji trenerów prowadzących szkolenia monterów instalacji fotowoltaicznych (trener PV) w ramach projektu „Model szkolenia i certyfikacji trenerów PV z wykorzystaniem systemu ECVE” finansowanego ze środków Programu Erasmus+. Przedstawiono zakres badań oraz wskazano zastosowane do ich przeprowadzenia metody badawcze i wypracowane rezultaty. Odniesiono się także do uzasadnienia wyboru partnerów projektu. W ramach podsumowania wymieniono korzyści jakie przyniesie realizacja projektu dla rozwoju kształcenia i doskonalenia zawodowego w obszarze fotowoltaiki.

Zgodnie z założeniami Programu UE Erasmus+ na lata 2014–2020<sup>1</sup>, inicjatywy na rzecz rozwoju kształcenia i szkolenia zawodowego realizowane w systemie edukacji formalnej i nieformalnej są postrzegane jako działania mogące się znacząco przyczynić do sprostania zachodzącym zmianom społeczno-ekonomicznym, głównym wyzwaniom, przed jakimi będzie w najbliższym dziesięcioleciu stawać Europa.

Należy wspomnieć, że działania podejmowane w projektach finansowanych z Programu Erasmus+ wspierane są poprzez zastosowanie w nich narzędzi wspomagających przejrzystość i uznawalność umiejętności i kwalifikacji nabywanych poprzez uczestnictwo uczącego się w różnych formach kształcenia i uczenia się<sup>2</sup>. Uwzględniając to, w Instytucie Technologii Eksploatacji – PIB w Radomiu (obecnie Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji), przy współpracy z partnerami krajowymi i zagranicznymi zaproponowano realizację projektu „Model szkolenia i certyfikacji trenerów PV z wykorzystaniem systemu ECVET (EU-PV Trainer)”, w którym zastosowano następujące narzędzia:

<sup>1</sup> Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1288/2013 z dnia 11 grudnia 2013 r. ustanawiające „Erasmus+”: unijny program na rzecz kształcenia, szkolenia, młodzieży i sportu (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:347:0050:0073:PL:PDF>), dostęp: 19.10.2016.

<sup>2</sup> Erasmus+. Przewodnik po programie. Komisja Europejska, Wersja 1 (2016): 20/10/2015.

- 1) Europejska Rama Kwalifikacji (EQF),
- 2) Krajowe Ramy Kwalifikacji (NQF),
- 3) Europejski System Transferu Osiągnięć w Kształceniu i Szkoleniu Zawodowym (ECVET),
- 4) Europejska Rama Odniesienia na rzecz Zapewniania Jakości w Kształceniu i Szkoleniu zawodowym (EQAVET).

Projekt EU-PV Trainer uzyskał pozytywną ocenę recenzentów i dofinansowanie w ramach Akcja 2: Współpraca na rzecz innowacji i wymiany dobrych praktyk Programu Erasmus+.

Ma on na celu poprawę jakości kształcenia i szkolenia przyszłych instalatorów PV poprzez wyrównanie i podniesienie jakości przygotowania zawodowego trenerów PV prowadzących zajęcia teoretyczne i praktyczne, z uwzględnieniem instrumentów ERK, KRK, ECVET, EQAVET i wymagań obowiązujących w krajach partnerskich.

W trakcie realizacji projektu w latach 2016-2019 partnerzy poszukiwali odpowiedzi m.in. na poniższe problemy badawcze:

- 1) Jakie jednolicone wymagania kwalifikacyjne powinien spełnić trener prowadzący szkolenie teoretyczne i praktyczne w dziedzinie fotowoltaiki w Polsce, Rumunii, Hiszpanii i na Cyprze?
- 2) Jaką powinien mieć strukturę ujednolicony dla partnerstwa projektu opis zawodu/ standard kompetencji zawodowych trenera PV?
- 3) Jakie efekty uczenia się i kompetencje personalne oraz społeczne powinny być zawarte we wspólnym modułowym program szkolenia oraz materiałach edukacyjnych (w formie stacjonarnej i learningu) dla trenera PV z uwzględnieniem wymagań ERK, ECVET, EQAVET?
- 4) W jaki sposób zapewnić indywidualizację procesu uczenia się poprzez uwzględnienie przed rozpoczęciem nauki posiadanej wiedzy i umiejętności uczestnika szkolenia?
- 5) Jak podwyższyć prestiż trenerów PV, którzy ukończyli proces kształcenia zgodnie z opracowanym w ramach projektu programem i z wykorzystaniem przygotowanych materiałów dydaktycznych?



## 1. Uzasadnienie potrzeby realizacji badań

Idea projektu EU-PV-Trainer nawiązuje do instrumentów UE bazujących na kształceniu praktycznym i elastycznych ścieżkach uczenia się, ukierunkowanych na podnoszenie jakości kształcenia wspomaganym przez systemy walidacji i certyfikacji kompetencji uczestników oraz Europejski System Transferu Osiągnięć w kształceniu i szkoleniu zawodowym (ECVET).

Z przeprowadzonej diagnozy wstępnej w Polsce, Rumunii, Hiszpanii i na Cyprze wynikało, że w krajach partnerskich odczuwane są luki kompetencyjne w przygotowaniu wykwalifikowanych trenerów przygotowujących przyszłych monterów instalacji PV. Uzasadniając potrzebę realizacji projektu szczególną uwagę zwrócono na:

- 1) Zwiększenie zapotrzebowania na rynku usług edukacyjnych na wysokokwalifikowanych trenerów PV, które powiązane jest z rozszerzeniem rynku usług odnawialnych źródeł energii (OZE) i towarzyszącym mu wzrostem zapotrzebowania na wykwalifikowanych monterów, w szczególności wynikającego:
  - ze zmniejszania do 2020 roku o co najmniej 20% emisji gazów cieplarnianych, co może przełożyć się na powstanie ponad 1 mln nowych miejsc pracy w obszarze odnawialnych źródeł energii (OZE)<sup>3</sup>;
  - z wprowadzenia obowiązku pozyskiwania 20% wytwarzanej energii z odnawialnych źródeł energii (OZE), co może być istotnym stymulatorem do rozwoju fotowoltaiki w krajach członkowskich UE<sup>4</sup>;
  - z wysokiej dynamiki wzrostu w latach 2014-2015 polskiego rynku instalacji fotowoltaicznych<sup>5</sup>;
  - z prognoz „umasowienia” wytwarzania energii z instalacji fotowoltaicznych w latach 2020-2025<sup>6</sup>;
  - z szacunkowych danych, z których wynika że do roku 2018 należy przeszkolić w zakresie OZE około 43 400 osób<sup>7</sup>. Potwierdzają to także dane Zakładu Doskonalenia Zawodowego, z których wynika w latach 2014-2017 oczekuje się, że branża

<sup>3</sup> Komunikat Komisji. Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu. Komisja Europejska, Bruksela 2010, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:PL:PDF>, dostęp: 19.10.2016.

<sup>4</sup> Rynek fotowoltaiki w Polsce – diagnoza, park Naukowo-Technologiczny Euro Centrum, Katowice 2013.

<sup>5</sup> Rozwój polskiego rynku fotowoltaicznego w latach 2010 – 2020. Raport, Stowarzyszenie Branży Fotowoltaicznej Polska PV, Kraków 2015.

<sup>6</sup> Tamże.

<sup>7</sup> Kwalifikacje zawodowe i kadry dla zielonego budownictwa. Ocena bieżącej sytuacji w sektorze budownictwa i szkolnictwa zawodowego w Polsce pod kątem realizacji krajowych celów roku 2020 w zakresie podniesienia efektywności energetycznej i zwiększenia wykorzystania odnawialnych źródeł energii przeprowadzona w ramach projektu Build Up Skills – Poland, Warszawa 2012.

architektoniczna i budowlana będzie zwiększała zatrudnienie pod kątem zastosowania ogniw fotowoltaicznych<sup>8</sup>;

- z zaliczenia zawodu instalator PV do jednego z dziewięciu zawodów przyczyniających się do poprawy wykorzystania zasobów naturalnych do wytwarzania energii w grupie 8 krajów UE<sup>9</sup>;
- z wprowadzania obowiązkowych rozwiązań prawnych w UE ukierunkowanych na ciągłe doskonalenie kompetencji przez już działających na rynku instalatorów PV.

- 2) Wzrastającą liczbę w państwach UE akredytowanych instytucji szkoleniowych przygotowujących instalatorów PV.
- 3) Brak w obowiązujących uregulowaniach prawnych w UE i krajach członkowskich precyzyjnych wymagań kwalifikacyjnych stawianych trenerów PV, który nie sprzyja jakości prowadzonych szkoleń.
- 4) Brak na rynku usług edukacyjnych w państwach partnerach projektu oferty doskonalenia kompetencji trenerów PV.
- 5) Wzrost zapotrzebowania na instruktorów PV (analiza ofert pracy zamieszczonych na stronach www w krajach partnerach projektu).
- 6) Fakt, że trenerem PV często są specjaliści, którzy nie są przygotowani do prowadzenia zajęć dydaktycznych lub też pojawiają się problemy, że zajęcia realizują trenerzy posiadający luki w wiedzy teoretycznej i/lub umiejętnościach praktycznych związanych z instalacją systemów fotowoltaicznych (wywiady przedstawicielami instytucji szkoleniowych zatrudniających instruktorów PV).
- 7) Brak systemu certyfikacji trenerów PV w krajach partnerach projektu.
- 8) Wprowadzenie treści kształcenia z zakresu instalacji PV do programów nauczania w szkołach zawodowych, co wymaga przygotowania nauczycieli kształcenia zawodowego prowadzących zajęcia z uczniami.

Jednym z celów projektu jest zwiększenie mobilności nauczycieli / trenerów PV, poprzez opracowanie w projekcie specjalistycznych szkoleń językowych.

Szczegółowe cele projektu ukierunkowane są na zwiększanie jakości kształcenia/szkolenia zawodowego instalatorów PV poprzez:

---

<sup>8</sup> Analiza zapotrzebowania na zawody związane z zieloną gospodarką w subregionie płockim. Raport końcowy zrealizowany w ramach projektu „Zielony potencjał subregionu płockiego szansą rozwoju rynku pracy”, ZDZ Płock, 2012.

<sup>9</sup> Theocharis Tsoutsos, Training of photovoltaic installers in Europe. The PVTRIM training and certification scheme. Final report. 2013.

- podniesienie jakości kompetencji nauczycieli kształcenia zawodowego, trenerów prowadzących szkolenie teoretyczne i praktyczne dla instalatorów PV co może przyczynić się do zwiększenia ich konkurencyjności na rynku pracy, a tym samym zwiększenia zdolności do zatrudnienia lub też jego utrzymania;
- opracowanie modułowego programu szkolenia, łączącego teorię z praktyką oraz przygotowanie pakietów edukacyjnych bazujących na efektach analizy procesu pracy opisanych poprzez m.in. zadania zawodowe, umiejętności, wiedzę i kompetencje wymagane do nauczyciela/trenera PV;
- opracowanie obudowy dydaktycznej dla szkolenia zawodowego dla trenera PV;
- wypracowanie mechanizmów uznawania efektów pozaformalnego i nieformalnego uczenia potencjalnych uczestników szkolenia dla trenera PV;
- rozwój kompetencji językowych nauczycieli/trenerów PV.

## 2. Wybór partnerów projektu

Zespół projektu EU-PV-Trainer został dobrany przez koordynatora projektu – Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy (obecnie: Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji). W jego skład weszły następujące instytucje:

- Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy (obecnie: Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji), Radom (Polska);
- EDITC LTD, Nicosia (Cypr);
- Universitatea Dunarea De Jos Din Galati, Department of Computer Science and Information Technology, Galati (Rumunia);
- Fundación Equipo Humano, Valencia (Hiszpania);
- Stowarzyszenie Elektryków Polskich Oddział Radomski, Radom (Polska);
- Polskie Towarzystwo Fotowoltaiki, Warszawa (Polska).

W ramach konsorcjum poszczególne instytucje odpowiedzialne były za:

- 1) Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji:
  - opracowanie metodologii badań, w tym przeprowadzenie badań porównawczych wymagań kompetencyjnych trenerów PV, opracowanie metodologii tworzenia ujednoliconego opisu/standardu kwalifikacji zawodowych dla trenera PV;



- zaprojektowanie i rozwój modułowego programu kształcenia, w tym jego ewaluację oraz opracowanie założeń metodycznych tworzenia pakietów edukacyjnych wspierających doskonalenia trenerów PV;
  - podjęcie działań na rzecz poprawy jakości kwalifikacji kadry dydaktycznej i rozwoju nowych metod zapewniających wysoką jakość szkolenia w ramach Polskiej Sieci Kształcenia Modułowego, w tym akredytacji instytucji i programów, a także certyfikacji kompetencji uczestników szkoleń.
- 2) EDITC, Stowarzyszenie Elektryków Polskich Oddział Radomski, Polskie Towarzystwo Fotowoltaiki, Universitatea Dunarea De Jos Din Galati, Fundación Equipo Humano:
- opracowanie programów i materiałów szkoleniowych z zastosowaniem innowacyjnych metod uczenia się i technologii kształcenia modułowego,
  - stworzenie zestawu testów do diagnozowania luk kompetencyjnych trenerów PV umożliwiających z jednej strony uwzględnienie posiadanej wiedzy, umiejętności przez potencjalnego uczestnika szkolenia a z drugiej strony – indywidualizację jego procesu uczenia się
- 3) Universitatea Dunarea De Jos Din Galati:
- za opracowanie szkolenia e-learningowego.
- 4) Polskie Towarzystwo Fotowoltaiki:
- wypracowanie modelu certyfikacji środowiskowej trenera PV z uwzględnieniem wymagań normy EN ISO 17024:2012.

Reasumując, uwzględniając kryteria programu Erasmus+, możemy stwierdzić, że partnerzy projektu zostali dobrani w sposób celowy i posiadany przez nich potencjał kadrowy umożliwił efektywną realizację zadań postawionych przed nimi w projekcie.

### 3. Grupą celową w projekcie

Grupą celową w projekcie są osoby prowadzące zajęcia teoretyczne i praktyczne w zakresie fotowoltaiki lub zainteresowane ich prowadzeniem, spełniające wymagania prawne obowiązujące w poszczególnych krajach partnerskich. Mogą to być osoby pracujące lub zagrożone utratą pracy (np. nauczyciele i instruktorzy praktycznej nauki zawodu w szkołach zawodowych, osoby prowadzące zajęcia na kursach zawodowych w placówkach kształcenia ustawicznego, nauczyciele akademicy), a także osoby poszukujące pracy oraz pracodawcy świadczący usługi z zakresu fotowoltaiki.

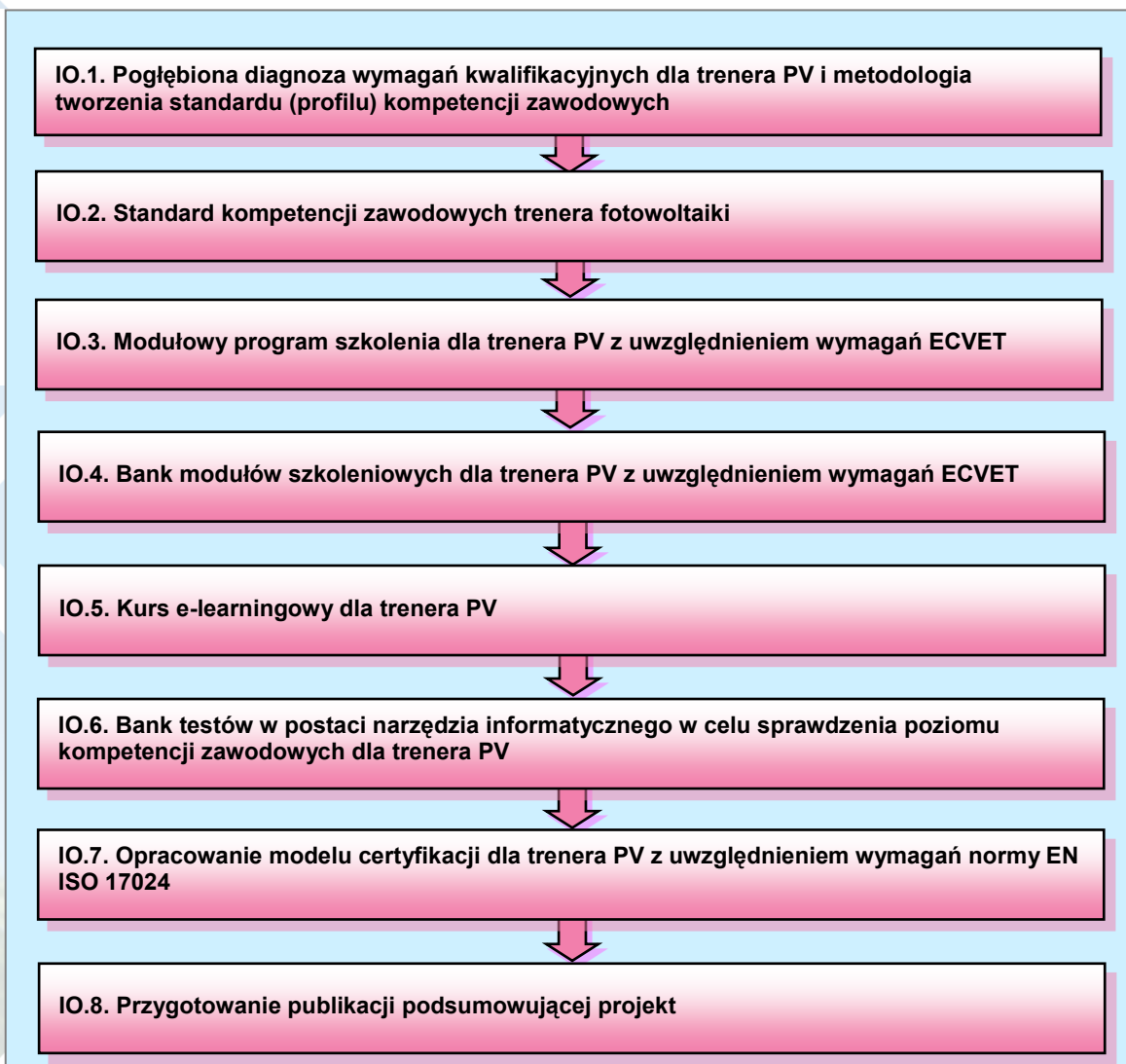
Z wypracowanych rezultatów mogą skorzystać także przedstawiciele instytucji szkoleniowych, pracodawcy, europejskie i krajowe zrzeszenia pracodawców, stowarzyszenia, fundacje, instytucje walidujące i potwierdzające kwalifikacje.

#### 4. Zadania zrealizowane w ramach projektu

W ramach projektu EU-PV-Trainer przewidziano realizację poniższych 8 zadań (rezultatów intelektualnych, rys. 1):

1. Przeprowadzenie pogłębionej diagnozy wymagań kompetencyjnych dla trenera prowadzącego szkolenie teoretyczne i praktyczne w dziedzinie fotowoltaiki (trener PV) oraz wypracowanie wspólnej metodologii opracowania opisu/standardu kompetencji zawodowych dla trenera PV.
2. Opracowanie opisu/standardu kompetencji zawodowych trenera PV.
3. Stworzenie modułowego programu kształcenia dla trenera PV z odniesieniem się do wymagań ECVET.
4. Opracowanie zestawu pakietów edukacyjnych wspomagających na szkoleniach stacjonarnych doskonalenie kompetencji trenerów PV.
5. Opracowanie obudowy elearningowych dla treści kształcenia, które trenerzy PV mogliby samodzielnie uzupełnić.
6. Stworzenie zestawu testów do diagnozowania luk kompetencyjnych trenerów PV umożliwiających z jednej strony uwzględnienie posiadanej wiedzy, umiejętności przez potencjalnego uczestnika szkolenia a z drugiej strony – indywidualizację jego procesu uczenia się.
7. Wypracowanie modelu certyfikacji środowiskowej trenera PV z uwzględnieniem wymagań normy EN ISO 17024:2012 Ocena zgodności. Ogólne wymagania dotyczące jednostek prowadzących certyfikację osób.
8. Opracowanie publikacji ukazującej dobre praktyki i rezultaty projektu.

Biorąc pod uwagę międzynarodową specyfikę partnerstwa, w ramach projektu przyjęto zasadę, że realizacja każdego z zadań poprzedzona była wypracowaniem wspólnych założeń metodologicznych z uwzględnieniem z jednej strony wytycznych UE (EQF, ECVET, EQAVET), a z drugiej specyfiki każdego z krajów partnerskich (w tym m.in. Krajowych Ram Kwalifikacji).



Rys. 1. Zadania zrealizowane w ramach projektu

## 5. IO1. Pogłębiona diagnoza wymagań kwalifikacyjnych dla trenera PV i metodologia tworzenia standardu (profilu) kompetencji zawodowych

Ze wstępnych analiz przeprowadzonych na etapie przygotowywania wniosku projektu wynikało, że w Unii Europejskiej nie ma uzgodnionej standardowej metodologii opisywania kompetencji zawodowych pracowników w określonych zawodach na rynku pracy. Dlatego też, zasadnym jest w ramach projektu, zidentyfikowanie w każdym z krajów partnerskich wymagań kompetencyjnych niezbędnych do wykonywania pracy zawodowej w charakterze trenera prowadzącego szkolenia z obszaru instalacji fotowoltaicznych. W związku z tym celem międzynarodowych badań porównawczych w ramach działania IO1. **Pogłębiona diagnoza wymagań kwalifikacyjnych dla trenera PV i metodologia tworzenia standardu (profilu)**



**kompetencji zawodowych** prowadzonych w krajach partnerskich (Polska, Rumunia, Hiszpania, Cypr) była analiza celowo wybranych aktów prawnych i dokumentów opisujących m.in. profile, zadania zawodowe, kwalifikacje, które mogły stanowić punkt odniesienia do budowania opisu standardu kompetencji zawodowych dla trenera PV.

Przedmiotem badań porównawczych uczyniono strukturę i zawartość merytoryczną opisu wymagań kompetencyjnych zamieszczone w oficjalnych aktach prawnych, dokumentach krajowych, które mogą stanowić punkt odniesienia do opracowania standardu kompetencji zawodowych dla trenera PV. Przyjęto, że wymagania kompetencyjne w analizie porównawczej uwzględniać będą obszary wymagań dotyczących kompetencji:

- trenerskich;
- specjalistycznych właściwych dla instalatorów PV.

Do przyjętego celu i przedmiotu badań sformułowano podstawowe problemy badawcze w formie pytań:

- W jakich krajowych dokumentach zamieszczane są opisy wymagań obejmujących kompetencje trenerskie oraz branżowe dotyczące montażu instalacji fotowoltaicznych?
- Na jakich poziomach EQF i NQF w krajach partnerskich funkcjonują kwalifikacje powiązane z kompetencjami trenera PV?
- Jakie podobieństwa i różnice wstępują w strukturze opisu wymagań kompetencyjnych w dokumentach powiązanych z nową kwalifikacją „Trener PV”?
- Jakie podstawowe zakresy działalności zawodowej powinny być wykonywane w obszarze kompetencji trenerskich i specjalistycznych (branżowych)?

W celu zweryfikowania sformułowanych problemów badawczych konieczne było dobranie odpowiednich metod i technik badawczych. Wybrano:

- 1) Metodę badań dokumentów (badanie desk research), którą zastosowano do identyfikacji i analizy wybranych dokumentów opisujących m.in. profile, zadania zawodowe, kwalifikacje, stanowiące punkt odniesienia do budowania opisu standardu kompetencji zawodowych dla trenera PV.
- 2) Metodę ekspercką, którą zastosowano jako metodę wspomagającą przy formułowaniu wniosków i rekomendacji. W badaniach skorzystano z usług ekspertów – specjalistów tworzących opisy wymagań kompetencyjnych oraz specjalistów – znawców montażu instalacji PV i kompetencji trenerskich.



Zadaniem każdego z partnerów było opracowanie lub współudział w opracowaniu (partnerzy polscy) krajowych raportów, w którym przedstawiono wymagania kompetencyjne jakie musi posiadać trener PV. Dlatego też, w ramach krajowych raportów, poddane analizie m.in. obowiązujące akty prawne, dokumenty mające bezpośredni związek z rynkiem pracy (np. opisy zawodów, charakterystyki zawodów, standardy kwalifikacji czy też kompetencji zawodowych) oraz powiązane z oświatą (np. standardy edukacyjne, programy nauczania, materiały szkoleniowe), w których opisano wymagania kompetencyjne jakie musi spełnić trener PV.

Badania w Polsce, Rumunii, Hiszpanii i na Cyprze były prowadzone w okresie wrzesień 2016 r. do lutego 2017 z udziałem ekspertów instytucji partnerskich.

Każdy z partnerów przygotował raport krajowy, który został przekazany liderowi działania (ITeE – PIB). Poszczególne cztery raporty krajowe zostały przeanalizowane pod kątem podobieństw i różnic w opisywaniu wymagań kompetencyjnych ukierunkowanych na „Trenera PV”.

Przeprowadzone w projekcie pogłębione analizy potwierdziły, że nie w krajach partnerskich projektu (Polska, Rumunia, Hiszpania, Cypr) w dokumentach urzędowych nie figuruje zawód trener PV. Kompetencje niezbędne do wykonywania zawodu trener PV można stworzyć, jako składową dwóch kompetencji zawodowych. Pierwszy z nich jest powiązana z wiedzą i umiejętnościami specyficznymi dla instalatora instalacji PV, a druga dla trenera (kompetencje pedagogiczne).

Z pogłębionej analizy porównawczej w krajach partnerskich wynika, że w opisach wymagań kompetencyjnych dla trenera PV można wyróżnić następujące elementy wspólne (tabela 1):

- 1) Syntetyczny opis zawodu / kompetencji,
- 2) Lista zadań zawodowych,
- 3) Wykaz wymaganej wiedzy,
- 4) Wykaz niezbędnych umiejętności.

W przypadku Hiszpanii i Polski istnieją dodatkowe elementy wspólne opisujące wymagania kompetencyjnych, w tym:

- 1) Opis stanowiska i sposób wykonywania pracy, obszary występowania zawodu;
- 2) Opis środowiska pracy (warunki pracy, maszyny i narzędzia, ryzyko, organizacja pracy);
- 3) Wykształcenie i uprawnienia niezbędne do pracy w zawodzie;
- 4) Możliwości rozwoju zawodowego, walidacja kompetencji.

**Tabela 1.** Analiza porównawcza wymagań dotyczących kompetencji w zakresie montażu instalacji PV w krajach partnerskich

	Dyrektywa PEIR NR 2009/28/WE	Opis zawodu – Polska	Standard kompetencji zawodowych – Polska	Opis zawodu – Rumunia	Standard kompetencji zawodowych – Rumunia	Opis zawodu – Cypr	Uwarunkowania prawne – Hiszpania	Standard kompetencji zawodowych – Hiszpania
Synteza		X	X					X
Zadania zawodowe		X	X			X		X
Opis zawodu i sposób jego wykonywania			X					X
Środowisko pracy (warunki pracy, maszyny i narzędzia, ryzyko, organizacja pracy)			X					X
Wymagania psychofizyczne i zdrowotne, w tym przeciwwskazania do wykonywania zawodu			X					
Wykształcenie i uprawnienia niezbędne do pracy w zawodzie			X				X	
Możliwości rozwoju zawodowego, walidacja kompetencji			X				X	
Wiedza	X		X	X	X	X		X
Umiejętności	X		X	X	X	X		X
Kompetencje			X	X	X	X		
Jednostki kompetencji					X			
Elementy kompetencji					X			



**Tabela 2.** Analiza porównawcza wymagań dotyczących kompetencji w zakresie prowadzenia zajęć (trenerskich) w krajach partnerskich

	Standard kompetencji zawodowych – Polska	Standard kompetencji zawodowych – Rumunia	Opis zawodu – Cypr	Uwarunkowania prawne – Hiszpania	Standard kompetencji zawodowych – Hiszpania
Synteza	X				X
Zadania zawodowe	X	X	X		X
Opis zawodu i sposób jego wykonywania	X		X		
Środowisko pracy (warunki pracy, maszyny i narzędzia, ryzyko, organizacja pracy)	X				X
Wymagania psychofizyczne i zdrowotne, w tym przeciwwskazania do wykonywania zawodu	X				X
Wykształcenie i uprawnienia niezbędne do pracy w zawodzie	X				
Możliwości rozwoju zawodowego, walidacja kompetencji				X	
Wiedza				X	
Umiejętności	X	X			X
Kompetencje	X	X	X		X
Jednostki kompetencji	X				
Elementy kompetencji		X			
Synteza		X			

Zebrane dane z analizy porównawczej (Tabela 1–2) zostały wykorzystane do opracowania opisu standardu kwalifikacji zawodowych trenera PV, który składa się z dwóch kompetencji zawodowych, niezbędnych do montażu instalacji fotowoltaicznych i prowadzenia zajęć dydaktycznych.

Sprawozdania krajowe partnerów projektu w ramach zadania 1 przedstawiono w języku angielskim w książce pt. „In-depth diagnosis of qualifications requirements for a trainer conducting theoretical and practical training in the field of photovoltaic and a methodology of development a professional competence standard” (rys. 2).

Dodatkowo w ramach zadania opracowano streszczenia rezultatów zadania IO1 w pięciu wersjach językowych (angielskim, polskim, hiszpańskim, rumuńskim, greckim, rys. 3).





**Rys.2.** Okładka książki pt. “In-depth diagnosis of qualifications requirements for a trainer conducting theoretical and practical training in the field of photovoltaic and a methodology of development a professional competence standard” – rezultat zadania IO.1



**Rys. 3.** Okładki raportów z badań prowadzonych w ramach zadania IO.1. In-depth diagnosis of qualifications requirements for a trainer conducting theoretical and practical training in the field of photovoltaic and a methodology of development a professional competence standard

**Wnioski z analizy porównawczej wymagań kompetencyjnych dla trenera PV przeprowadzonej w projekcie w krajach partnerskich:**

1. W Polsce, na Rumunii, w Hiszpanii i na Cyprze nie wprowadzono zawodu trenera PV do żadnej klasyfikacji, dlatego nie ma bezpośredniego opisu wymagań kompetencyjnych dla tego zawodu.
2. Kompetencje zawodowe dla trenera PV można opisać jako składowe kompetencji pedagogicznych, niezbędnych do prowadzenia zajęć dydaktycznych i specjalistycznych zawodowych związanych z montażem i serwisem instalacji PV (Polska, Hiszpania, Rumunia, Cypr).
3. Szkolenia dla instalatorów systemów fotowoltaicznych prowadzone są przez akredytowane ośrodki szkoleniowe (Polska, Hiszpania, Rumunia, Cypr).

4. Na Cyprze trenerzy prowadzący zajęcia z zakresu instalacji PV wyłaniani są na podstawie przesłanego CV i są zatwierdzeni przez Ministerstwo Energii, Handlu i Turystyki.
5. ośrodki szkoleniowe odpowiadają za wybór trenera prowadzący zajęcia z zakresu instalacji PV (Polska, Rumunia, Cypr).
6. Najszerszy opis wymagań kompetencyjnych dotyczących trenera PV przedstawił partner Hiszpański.
7. Program szkoleniowy dla instalatorów instalacji PV jest dostępny dla osób posiadających kwalifikacje elektryka lub hydraulika.
8. Zakres treści wymagań dotyczących kompetencji trenera fotowoltaicznego różni się w poszczególnych krajach partnerskich.
9. Wspólną część opisu kompetencji zawodowych w krajach partnerskich projektu stanowią: wiedza, umiejętności i kompetencje społeczne.
10. Zaleca się przygotowanie kompetencji zawodowych w zakresie montażu instalacji PV na podstawie wymagań przedstawionych w załączniku IV do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2009/28 / WE z dnia 23 kwietnia 2009.

**Rekomenduje** się aby opisując profil kompetencji zawodowych dla trenera PV uwzględnić poniższe zakresy informacji:

1. Nazwa zawodu, powiązanie z poziomami EQF / KRK;
2. Syntetyczny opis zawodu / kompetencji;
3. Opis stanowiska, obszary występowania zawodu;
4. Środowisko pracy (warunki pracy, maszyny i narzędzia, ryzyko, organizacja pracy);
5. Wykształcenie i uprawnienia niezbędne do pracy w zawodzie;
6. Możliwości rozwoju zawodowego, walidacja kompetencji;
7. Lista zadań zawodowych;
8. Wykaz kompetencji zawodowych;
9. Wykaz wymaganej wiedzy;
10. Lista niezbędnych umiejętności.

Powyższe elementy opisu zawodu powinny stanowić elementy standardu kompetencji zawodowych dla trenera PV. Zebrane dane z analizy porównawczej zostaną wykorzystane do opracowania opisu standardu kwalifikacji zawodowych trenera PV, który będzie składał się z dwóch kompetencji zawodowych: specjalistycznej zawodowej, niezbędnej do montażu instalacji fotowoltaicznych oraz drugiej – do prowadzenia zajęć dydaktycznych.

## 6. IO2. Opracowanie opisu/standardu kompetencji zawodowych trenera PV

Produktem końcowym w ramach zadania IO2 była standard kompetencji zawodowych dla trenera PV.

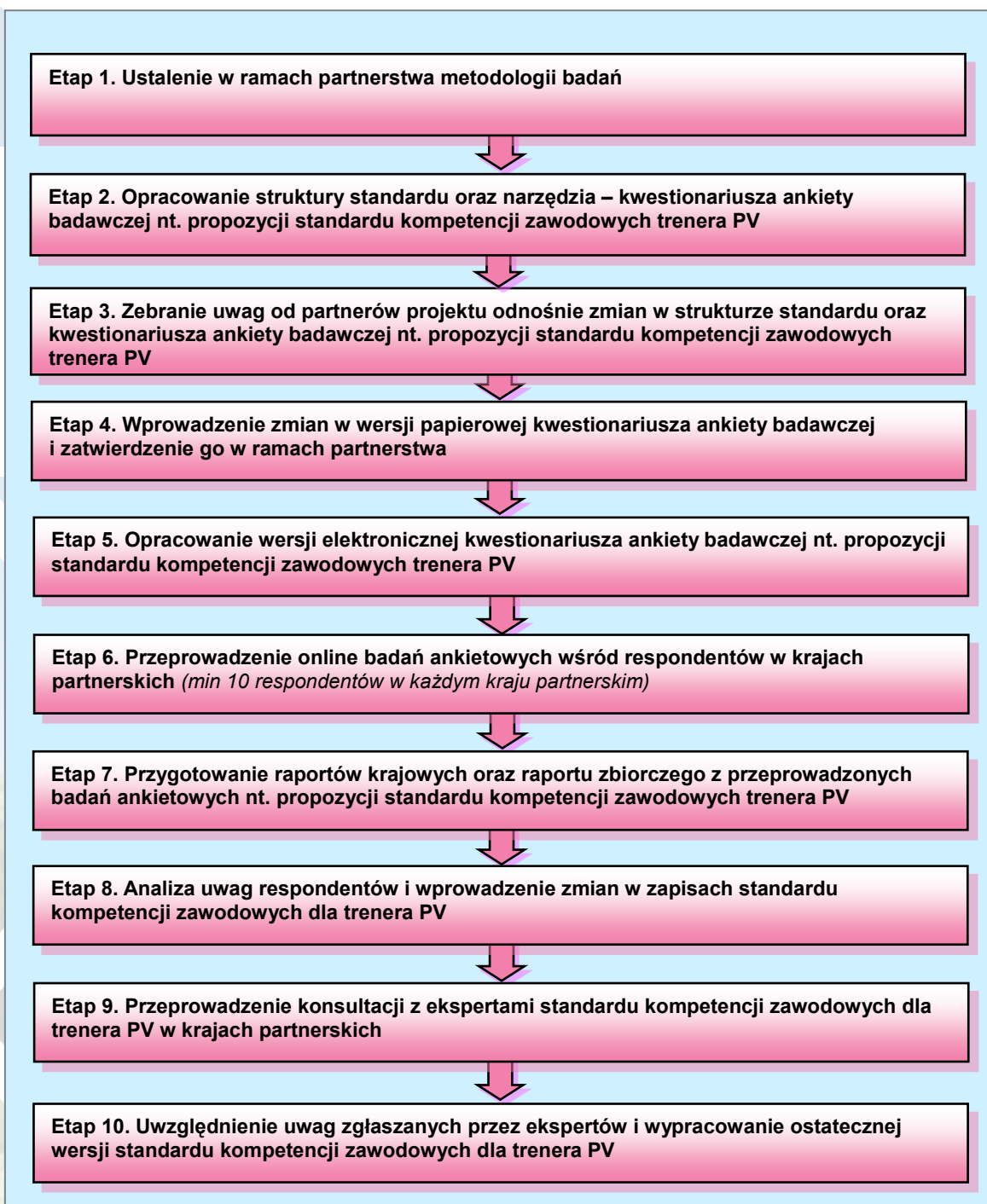
Na rys. 4 przedstawiona została procedura opracowywania standardu kompetencji zawodowych w ramach partnerstwa.

Podczas spotkania roboczego przedyskutowana została propozycja metodologii przeprowadzenia badań ukierunkowanych na opracowanie standardu kompetencji zawodowych dla trenera PV. Partnerzy projektu przedstawili przykłady krajowe dotyczące opracowania opisów informacji o zawodach w formie standardu. W ramach partnerstwa ustalono, że główną metodą badawczą będzie metoda sondażu diagnostycznego a narzędziem badawczym kwestionariusza ankiety. Jako wspomagająca metoda będzie stosowana metoda ekspercka (ustalenie metodologii, struktury kwestionariusza ankiety, ostatecznej wersji standardu kompetencji zawodowych trenera PV).

W ramach etapu 2, pracownicy Łukasiewicz – ITeE opracowali wstępną strukturę standardu kompetencji zawodowych dla trenera PV oraz narzędzia badawczego – kwestionariusza ankiety nt. standardu kompetencji zawodowych dla trenera PV. Propozycje struktury standardu kompetencji zawodowych dla trenera PV oraz narzędzia badawczego została skonsultowana z pozostałymi członkami zespołu realizującego projektu. Zgłoszone przez partnerów uwagi (etap 3) w formie krajowych raportów zostały po przeanalizowaniu uwzględnione.







Rys. 4. Procedura badawcza opracowania standardu kompetencji zawodowych dla trenera PV przyjęta w projekcie

W efekcie przyjęto, że na opis standard kompetencji zawodowych trenera PV będą składały się następujące elementy:

## **WPROWADZENIE**

### **STANDARD KOMPETENCJI ZAWODOWYCH DLA TRENERA PV**

1. Usytuowanie kwalifikacji/kompetencji składowych w klasyfikacjach
  - 1.1. Planowanie, organizowanie, prowadzenie i ewaluacja szkoleń zawodowych (trener kształcenia i szkolenia zawodowego)
  - 1.2. Planowanie, montaż, modernizacja i utrzymanie instalacji systemów fotowoltaicznych (monter instalacji fotowoltaicznych)
2. Opis
  - 2.1. Synteza
  - 2.2. Opis pracy i sposobu jej wykonywania, obszary występowania zawodu
  - 2.3. Wykształcenie i uprawnienia niezbędne do podjęcia pracy w zawodzie
  - 2.4. Możliwości rozwoju zawodowego, potwierdzanie/walidacja kompetencji
  - 2.5. Wykaz kompetencji/kwalifikacji zawodowych oraz jednostek efektów uczenia się
  - 2.6. Relacje między kompetencjami/kwalifikacjami zawodowymi a poziomem kwalifikacji w Europejskiej Ramie Kwalifikacji
3. Opis kompetencji/kwalifikacji zawodowych

## **ŹRÓDŁA**

Proponowany w partnerstwie standard kompetencji/kwalifikacji zawodowych dla trenera PV zawiera minimalne wymagania w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji personalnych i społecznych jakie powinien posiadać. Co też jest zgodne z przyjętą dla potrzeb realizacji projektu definicją terminu KWALIFIKACJA jako zestawu efektów uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności oraz kompetencji społecznych, nabytych w edukacji formalnej, edukacji pozaformalnej lub poprzez uczenie się nieformalne, zgodnych z ustalonymi dla danej kwalifikacji wymaganiami, których osiągnięcie zostało sprawdzone w walidacji oraz formalnie potwierdzone przez uprawniony podmiot certyfikujący.

Natomiast narzędzie badawcze – kwestionariusz ankiety będzie zawierał następujące elementy:

### **1) Wprowadzenie**

### **2) Dane o respondentach**

### **3) Opinie respondenta na temat poszczególnych elementów i treści zawartych w standardzie kompetencji zawodowych trenera PV, w tym dotyczących:**

#### *1. Identyfikacja zawodu*

##### *1.1. Usytuowanie składowych kwalifikacji/kompetencji w klasyfikacjach*

#### *2. Opis zawodu*

##### *2.1. Synteza*

##### *2.2. Opis pracy i sposobu jej wykonywania, obszary występowania zawodu*

##### *2.3. Wykształcenie i uprawnienia niezbędne do podjęcia pracy w zawodzie*

##### *2.4. Możliwości rozwoju zawodowego, potwierdzanie/walidacja kompetencji*

##### *2.5. Wykaz kompetencji/kwalifikacji zawodowych oraz jednostek efektów uczenia się*

##### *2.6. Relacje między kompetencjami/kwalifikacjami zawodowymi a poziomem kwalifikacji w Europejskiej Ramie Kwalifikacji*

#### *3. Składowe kompetencje zawodowych*

##### *3.1. Kompetencja zawodowa Kz1*

##### *3.2. Kompetencja zawodowa Kz2*

##### *3.3. Kompetencje społeczne KzS*

#### *4. Profil kompetencji kluczowych*

Po uwzględnieniu uwag od partnerów projektu opracowano ostateczną wersję kwestionariusza ankiety badawczej, która posłużyła do opracowania wersji online kwestionariusza ankiety badawczej (rys. 5).

Erasmus+  
Cooperation for innovation and the exchange of good practices  
Strategic Partnership for vocational education and training

Project: "Training and certification model for photovoltaic trainers with the use of ECVET system (EU-PV-Trainer)"  
No 2016-1-PL01-KA202-026279

**A research questionnaire  
– developing the professional competence standard PV  
trainer**

Intellectual output O2.  
Standard of professional competences  
for the photovoltaic trainer

Country  
 Poland  
 Cyprus  
 Spain  
 Romania

Gender  
 Female  
 Male

Current position:

Level education:  
 basic education  
 basic vocational education  
 secondary vocational education  
 secondary general education  
 bachelor's and engineering education  
 Master's degree

Age

Work experience in total :

Work experience at a position related to pv or education :

Back Next

**Do you agree with the following description that is presented below: Position of a profession (competences) in classifications?**

1. Position of a profession (competences) in classifications

1.1. Planning, organizing, conducting and evaluating of the vocational training (VET trainer)

[International Standard Classification of Occupations \(ISCO-08\)](#)  
- group 2424 Training and staff development professionals  
[European Qualifications Framework](#)  
- level 5

1.2 Planning, installation, modernization and maintenance of photovoltaic installations (photovoltaic installation fitter) 7126

[International Standard Classification of Occupations \(ISCO-08\)](#)  
-group 7126 Plumbers and pipe fitters  
[European Qualifications Framework](#)  
- level 3

Definitely no  No  Hard to say  Yes  Definitely yes

If you choose "NO" or "Definitely NO", please justify your answer and give proposals for changes in the above description

Back Next

Rys. 5. Przykładowe zrzuty ekranowe kwestionariusza ankiety badawczej w języku angielskim

Kwestionariusz ankiety w wersji online został przetłumaczony na języki krajów partnerskich i z jego wykorzystaniem przeprowadzono badania w 4 krajach: Polska, Rumunia, Cypr, Hiszpania.

Na temat projektu standardu wypowiedzieli m.in.: osoby prowadzące szkolenia dla monterów instalacji fotowoltaicznych, organizatorzy szkoleń jako bezpośredni przełożeni trenerów PV, przedstawiciele pracodawców zatrudniających monterów instalacji PV, stowarzyszeń i fundacji związanych z OZE i kwalifikacjami pedagogicznymi.



W efekcie przeprowadzonych badań pozyskano opinie od 50 respondentów, w tym: 17 z Polski, 10 z Hiszpanii, 13 z Rumunii i 10 z Cypru.

Z pozyskanych danych wynika, że ponad 70% respondentów stanowili eksperci legitymujący się ponad 10 letnim doświadczeniem zawodowym związanych z OZE lub kwalifikacjami pedagogicznymi. Około 70% respondentów posiada wykształcenie wyższe w obszarze objętym badaniami.

Zdecydowana większość respondentów (wskaźniki powyżej 70%) bardzo dobrze oceniła treści poszczególnych elementów wchodzących w skład standardu kompetencji zawodowych trenera PV. Pojedyncze uwagi zgłoszone przez respondentów zostały uwzględnione w kolejnej wersji projektu standardu kompetencji zawodowych trenera PV.

Zgodnie z przyjętą metodologią wstępna wersja standardu uwzględnia odniesienie do instrumentów europejskich nawiązujących do rozwoju i jakości kwalifikacji (w tym: ERK / KRK, ECVET, EQAVET) oraz konkretnych elementów specyficznych w każdym kraju partnerskim.

Tak opracowana wersja standardu kompetencji zawodowych dla trenera PV została w ramach etapu 9 poddana ocenie merytorycznej i metodologicznej ekspertów w poszczególnych krajach partnerskich.. Partnerzy projektu we współpracy z liderem zadania zorganizowali w każdym z krajów partnerskich po jednym spotkaniu z minimum 2 zewnętrznymi ekspertami posiadającymi doświadczenie w zawodzie trener PV. Podczas spotkania ekspertom zaprezentowano projekt standardu kompetencji zawodowych i prowadzono dyskusje na temat zawartości poszczególnych części standardu. Proces oceny został udokumentowany w formie pisemnego raportu, w którym zawarto propozycje zmian zgłaszane przez ekspertów. Każdy z partnerów przekazał raport koordynatorowi zadania, który wprowadził uwagi do standardu. Po uwzględnieniu uwag wersja angielskojęzyczna standardu kompetencji zawodowych trenera PV przekazana została partnerom projektu, którzy przetłumaczyli ją na swój język ojczysty.



Rys. 6. Broszury z opisami standardu kompetencji zawodowych trenera PV w 5 wersjach językowych

### 7. IO.3. Modułowy program szkolenia dla trenera PV z uwzględnieniem wymagań ECVET

Koordynatorem zadania 3 było Stowarzyszenie Elektryków Polskich oddział w Radomiu.

W ramach zadania do opracowano metodologię tworzenia modułowego programu szkolenia dla trenera PV w ramach partnerstwa w projekcie, ze szczególnym uwzględnieniem struktury oraz program szkolenia dla trenera PV, w którym uwzględniono wymagania ECVET.

W ramach przyjętej procedury badawczej w zadaniu 3 najpierw ustalono strukturę modułowego programu szkolenia zawodowego z uwzględnieniem wytycznych ECVET, EQAVET, ERK / KRK poprzez nawiązanie do standardu kompetencji zawodowych.

Następnie opracowano wstępną wersję modułowego programu szkolenia w języku angielskim, która była w ramach projektu przedmiotem konsultacji ze wszystkimi partnerami projektu.

Punktem wyjścia do opracowania programu szkolenia były wyniki analizy kompetencji, zadań zawodowych zawartych w standardzie kompetencji zawodowych trenera PV.

Program modułowy został poddany ocenie dwóch ekspertów zewnętrznych – recenzentów (specjalisty z obszaru OZE – nauczyciela kształcenia zawodowego prowadzącego z danej tematyki zajęcia dydaktyczne oraz nauczyciela akademickiego z uczelni pedagogicznej, w której przygotowuje się m.in. nauczycieli do prowadzenia zajęć).

Po uwzględnieniu uwag zgłoszonych przez recenzentów, koordynator zadania przekazał wersje angielska pozostałym partnerom projektu w celu jej przetłumaczenia na język krajowy. Modułowy program szkolenia był także przedmiotem oceny na 4 wydarzeniach upowszechniających rezultaty projektu, z których uwagi zostały także uwzględnione w ostatecznych wersja programu.

Opracowany program modułowy dla trenera PV stanowił podstawę do przygotowania pakietów edukacyjnych (zadanie IO4) i szkolenia e-learningowego (zadanie IO5).

Przy tworzeniu metodologii opracowywania modułowego programu nawiązano do metodologii MES (Moduły Umiejętności Zawodowych) opracowanej przez Międzynarodową Organizację Pracy.

W ramach przeprowadzonych uzgodnień w partnerstwie, wprowadzono uproszczenia w metodologii MES polegające na modyfikacji dokumentacji z uwzględnieniem najlepszych praktyk zidentyfikowanych w krajach partnerskich.

Modułowy program szkoleń dla trenera PV został opracowany na podstawie analizy wymagań pracodawców przedstawionych w opisie standardu kompetencji zawodowych dla trenera PV. Przy jego opracowywaniu uwzględniono także propozycje zmian zgłaszanych przez uczestników szkoleń organizowanych w ramach projektu w 4 krajach partnerskich.

Poprzez powiązanie modułowego programu szkolenia ze standardem kompetencji zawodowych trenera PV, w programie modułowym uwzględniono wytyczne ERK (Europejska Rama Kwalifikacji, EQF – European Qualification Framework), a tym samym KRK (Krajowych Ram Kwalifikacji), ECVET (*European Credit System for Vocational Education and Training*), w szczególności:

- odniesienie do poziomów kwalifikacji ERK / KRK, jako narzędzi pomagających zrozumieć i porównywać kwalifikacje przyznane w różnych krajach i różnych systemach kształcenia oraz szkolenia,
- uwzględnienie w zapisach standardu języka efektów uczenia się, czyli przedstawienie zawartych w standardzie kompetencji zawodowych przez pryzmat destruktorów, na które składają się wiedza, umiejętności i kompetencje społeczne,
- przełożenie zapisów standardu jako opis kompetencji na kategorię jednostek uczenia się wraz ze związanymi z nimi punktami,
- uwzględnienie samooceny przez uczestników szkolenia nabywanych w jego trakcie kompetencji zawodowych.

W efekcie prowadzonych w ramach partnerstwa prac:

- kompetencje zawodowe wydzielone w ramach standardu kompetencji zawodowych zostały przypisane modułom,
- zadania zawodowe wydzielone w ramach kompetencji w standardzie kompetencji zawodowych PV przypisane zostały jednostkom modułowym,
- natomiast składowe zadań zawodowych, tj. wiedza, umiejętności i kompetencje społeczne, zostały pogrupowane i przypisane do tematów poszczególnych jednostek szkoleniowych.

W ramach programu modułowego dla trenera PV wydzielono dwa moduły:

- 1) **M1. Planowanie, organizowanie, prowadzenie i ewaluacja szkoleń zawodowych** – specyficzny dla trenera kształcenia i szkolenia zawodowego, tj. uwzględniający aspekty pedagogiczno-metodyczne prowadzenia zajęć, andrologiczne (praca z osobami dorosłymi) oraz organizacji, realizacji i ewaluacji i zapewnienia jakości szkolenia;
- 2) **M2. Planowanie, montaż, modernizacja i utrzymanie instalacji systemów fotowoltaicznych** – specyficznej dla monterów instalacji fotowoltaicznych.

W każdym z tych modułów wydzielono po trzy jednostki modułowe, które są odpowiednikami zadań zawodowych wykonywanych w miejscu pracy (tabela 3).



W jednostkach modułowych wydzielono jednostki szkoleniowe, które są tematami poszczególnych zajęć dydaktycznych (tabela 4).

**Tabela 3.** Modułowy program szkolenia dla trenera PV – podział na moduły i jednostki modułowe

Nazwa modułu	Nazwa jednostki modułowej	Liczba godzin dydaktycznych	Liczba punktów ECVET <sup>1</sup>
<b>M1. Planowanie, organizowanie, przeprowadzanie i ocenianie szkolenia zawodowego</b>	M1.J1. Planowanie i projektowanie szkoleń zawodowych i innych form doskonalenia kompetencji zawodowych pracowników	18	1
	M1.J2. Organizowanie i prowadzenie zajęć dydaktycznych i doradczych powiązanych z ofertą szkolenia zawodowego	18	1
	M1.J3. Promowanie i zapewnianie jakości usług szkoleniowych oraz nadawania kwalifikacji zawodowych	12	1
<b>Razem M1</b>		<b>48</b>	<b>3</b>
<b>M2. Planowanie, instalacja, modernizacja i konserwacja instalacji fotowoltaicznych</b>	M2.J1. Planowanie montażu instalacji systemów fotowoltaicznych	28	2
	M2.J2. Montaż instalacji fotowoltaicznych	20	1,5
	M2.J3. Modernizacja i konserwacja instalacji fotowoltaicznych	16	1
<b>Razem M2</b>		<b>64</b>	<b>4,5</b>
<b>OGÓŁEM</b>		<b>112</b>	<b>7,5</b>

<sup>1</sup> W ramach partnerstwa w projekcie dla wyliczenia liczby punktów ECVET, przyjęto założenie, że na 1 pkt przypada od 15 godzin dydaktycznych. Wynika to z faktu, że w szkole zawodowej realizowane jest około 900 godzin dydaktycznych rocznie co w przeliczeniu na 60 pkt daje 15 godzin dydaktycznych na 1 punkt.

**Tabela 5.** Przykład wydzielenia jednostek szkoleniowych dla jednostki modułowej M1.J1. Planowanie i projektowanie szkoleń zawodowych i innych form doskonalenia kompetencji zawodowych pracowników

Efekty kształcenia		Jednostki szkoleniowe
Wiedza (zna i rozumie):	Umiejętności (potrafi):	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kierunki i trendy rozwoju kompetencji zawodowych w branży, w której prowadzi zajęcia.</li> <li>– Dokumenty opisujące wymagania kompetencyjne dla pracowników w branży, w której prowadzi zajęcia.</li> <li>– Podstawy prawne dotyczące organizacji i realizacji szkoleń w branży, w której prowadzi zajęcia.</li> <li>– Podstawy andragogiki – uczenia się dorosłych.</li> <li>– Metody i narzędzia identyfikacji potrzeb szkoleniowych pracowników.</li> <li>– Podstawy metodyczne opracowa-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Analizować dostępne raporty z badań i projektów dotyczących rozwoju kwalifikacji i kompetencji wymaganych w branży, w której prowadzi zajęcia.</li> <li>– Korzystać z otwartych zasobów zawodoznawczych opisujących wymagania kwalifikacyjne i kompetencyjne dla pracowników w branży, w której prowadzi zajęcia.</li> <li>– Dostosowywać ofertę programowa do wymagań regulacji prawnych.</li> <li>– Identyfikować potrzeby szkoleniowe indywidualnych osób, przedsiębiorstw, a także lokalnego rynku pracy.</li> <li>– Stosować metody i opracowywać narzędzia badania potrzeb szkole-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– M1.J1.S1. Jakie wymagania kompetencyjne są stawiane trenerowi branży odnawialnych źródeł energii?</li> <li>– M1.J1.S2. W jaki sposób można identyfikować potrzeby szkoleniowe pracowników w przedsiębiorstwach?</li> <li>– M1.J1.S3. Jak we współpracy z organizatorem szkoleń i pracodawcami opracować ofertę na szkolenie i co powinien zawierać program szkolenia?</li> <li>– M1.J1.S4. Jakie są wskazane do stosowania podczas szkolenia formy organizacyjne zajęć i metody pracy dydaktycznej</li> </ul>

Efekty kształcenia		Jednostki szkoleniowe
Wiedza (zna i rozumie):	Umiejętności (potrafi):	
<p>nia programu szkolenia zawodowego dla specjalistów w określonej branży.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zasady i narzędzia diagnozowania kompetencji kandydatów do szkolenia.</li> <li>– Metody i formy organizacyjne szkoleń zawodowych w określonej branży.</li> <li>– Zasady i formy współpracy z organizatorami szkoleń zawodowych w określonej branży.</li> <li>– Zasady walidacji programu szkolenia zawodowego na etapie przedwdrożeniowym.</li> <li>– Zasady i przepisy BHP, ochrony ppoż., ergonomii i ochrony środowiska w określonej branży zawodowej oraz podczas prowadzenia zajęć dydaktycznych.</li> </ul>	<p>niowych pracowników określonej branży.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Analizować wyniki badań potrzeb szkoleniowych w kontekście tworzenia oferty programowej.</li> <li>– Opracowywać, przy współpracy z organizatorem szkoleń i pracodawcami, oferty programowe dla kursów kwalifikacyjnych oraz kursów umiejętności zawodowych.</li> <li>– Projektować program szkolenia zawodowego z wykorzystaniem efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).</li> <li>– Dobierać optymalne dla danego szkolenia metody pracy dydaktycznej i formy organizacyjne zajęć.</li> <li>– Rozpoznawać zainteresowania i oczekiwania uczestników szkoleń.</li> <li>– Oceniać jakość oferty szkoleniowej z udziałem ekspertów zewnętrznych.</li> <li>– Określać zasady i warunki wstępne uczestnictwa w szkoleniu i innych zajęciach edukacyjnych.</li> <li>– Planować i opracowywać harmonogram szkoleń i zajęć edukacyjnych.</li> <li>– Identyfikować zasoby wymagane do projektowania i wdrażania programu szkoleniowego.</li> <li>– Diagnozować kompetencje kandydatów zakwalifikowanych na szkolenia zawodowe.</li> <li>– Zadbać o bezpieczne i higieniczne warunki przebiegu procesu szkolenia i zajęć edukacyjnych.</li> </ul>	<p>z osobami dorosłymi?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– M1.J1.S5. Jak można rozpoznać zainteresowania, oczekiwania i kompetencje uczestników szkolenia?</li> <li>– M1.J1.S6. Kto może uczestniczyć w ocenie programu szkolenia i materiałów szkoleniowych przed rozpoczęciem szkolenia?</li> <li>– M1.J1.S7. Jakie niebezpieczeństwa mogą czyhać na uczestników szkolenia?</li> </ul>
<p><b>Kompetencje społeczne:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Działa samodzielnie i współdziała w zorganizowanych warunkach podczas projektowania szkoleń i zajęć edukacyjnych.</li> <li>– Ponosi odpowiedzialność za jakość projektowanych programów szkoleń i zajęć edukacyjnych.</li> <li>– Ocenia wpływ przygotowywanych projektów edukacyjnych na potencjalnych uczestników i środowisko ich pracy.</li> <li>– Potrafi krytycznie oceniać działania własne jako projektodawcy i organizatora szkoleń i zajęć edukacyjnych.</li> </ul>		

W programie szkolenia modułowego dla trenera PV uwzględniono następujące elementy:

#### WPROWADZENIE

#### SŁOWNIK

#### ZAŁOŻENIA PROGRAMOWE I ORGANIZACYJNE SZKOLENIA

1. Opis zawodu / kwalifikacji – wybrane elementy
  - 1.1. Usytuowanie kwalifikacji/kompetencji składowych w klasyfikacjach
2. Opis
  - 2.1. Synteza
  - 2.2. Opis pracy i sposobu jej wykonywania, obszary występowania zawodu
  - 2.3. Wykształcenie i uprawnienia niezbędne do podjęcia pracy w zawodzie
  - 2.4. Możliwości rozwoju zawodowego, potwierdzanie/walidacja kompetencji
3. Plan szkolenia modułowego
4. Zalecenia dotyczące organizacji procesu nauczania i uczenia się
5. Mapa dydaktyczna modułowego programu szkolenia zawodowego

#### MODUŁOWY PROGRAM SZKOLENIA DLA TRENERA PV – JEDNOSTKI MODUŁOWE I SZKOLENIOWE

1. M1.J1. Planowanie i projektowanie szkoleń zawodowych i innych form doskonalenia kompetencji zawodowych pracowników
2. M1.J2. Organizowanie i prowadzenie zajęć dydaktycznych i doradczych powiązanych z ofertą szkolenia zawodowego
3. M1.J3. Promowanie i zapewnianie jakości usług szkoleniowych oraz nadawania kwalifikacji zawodowych
4. M2.J1. Planowanie montażu instalacji systemów fotowoltaicznych
5. M2.J2. Montaż instalacji systemów fotowoltaicznych
6. M2.J3. Modernizowanie i utrzymanie instalacji systemów fotowoltaicznych

W modułowym programie szkolenia przedstawiono:

- założenia programowe i organizacyjne szkolenia,
- programy nauczania,
- moduły szkolenia zawodowego, jednostki modułowe oraz jednostki szkoleniowe.

W założeniach organizacyjnych przedstawiono ogólne zalecenia metodyczne dotyczące realizacji szkolenia, ćwiczeń, stosowanych metod dydaktycznych oraz metod weryfikacji i oceny osiągnięć uczestnika szkolenia.

Za pomocą mapy dydaktycznej przedstawiono schemat korelacji między poszczególnymi jednostkami modułowymi, a także określono sekwencję ich realizacji. Zastosowanie takie podejścia przekłada się na to, że uczestnik szkolenia w procesie kształcenia według programu modułowych MES realizuje kolejne jednostki modułowe, zdobywając przy tym wiedzę i umiejętności niezbędne do wykonywania zadań zawodowych wyróżnionych w standardzie kompetencji trenera PV.

W ramach programu dla każdej jednostki modułowej przypisano szczegółowe efekty uczenia się, tematy zajęć dydaktycznych (jednostki szkoleniowe).

Wyróżnionym w programie jednostkom modułowym przypisane zostały zbiory efektów uczenia, na które składają się wiedza, umiejętności i kompetencje. Na etapie formułowania standardu kompetencji zawodowych oraz modułowego programu szkolenia dla trenera PV zadbano, aby efekty uczenia się składające się na kwalifikację były:



- opisane w czytelnych i zrozumiałych kategoriach poprzez odwołanie się do wiedzy, umiejętności i kompetencji, które się na nie składają;
- skonstruowane i zorganizowane w taki sposób, aby były spójne z daną kompetencją;
- skonstruowane w taki sposób, aby możliwa była indywidualna ocena i walidacja efektów uczenia się składających się na daną jednostkę.

W ramach projektu przyjęto, że w programie nauczania podany zostanie poziom kwalifikacji zgodnie z Europejską Ramą Kwalifikacji (EQF) oraz Krajowymi Ramami Kwalifikacji („NQF”) wraz z towarzyszącymi punktami ECVET.

Przypisując w ramach projektu punkty ECVET zastosowano zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie ustanowienia europejskiego systemu transferu osiągnięć w kształceniu i szkoleniu zawodowym (ECVET). Zgodnie z nimi, punkty stanowią uzupełniające liczbowe źródło informacji o kwalifikacjach i jednostkach. Nie mają one wartości woderwaniu od uzyskanych efektów uczenia się dotyczących konkretnej kwalifikacji, do której się odnoszą, natomiast odzwierciedlają fakt uzyskania i akumulacji jednostek uczenia się.

Wychodząc z założenia, że efektem uczenia się, uzyskiwanym w ciągu jednego roku formalnego kształcenia i szkolenia zawodowego, w pełnym wymiarze godzin, odpowiada 60 punktów ECVET, co też przekłada się na około 900 godzin dydaktycznych w procesie kształcenia w szkolnictwie zawodowym, dla potrzeb projektu przyjęto że 1 punkt odpowiada około 15 godzinom dydaktycznym.

Przypisując punkty ECVET zastosowano zalecenia, że przyporządkowuje się zazwyczaj w dwóch etapach:

- 1) przydziela się najpierw określonej kwalifikacji jako całości,
- 2) a następnie jej poszczególnym jednostkom modułowym.

Aby zapewnić porównywalność kwalifikacji w standardzie kompetencji zawodowych oraz w modułowym programie szkolenia trenera PV wskazano poziom Europejskiej Ramy Kwalifikacji (EQF).

Proponowany w partnerstwie program szkolenia modułowego dla trenera PV zawiera minimalne wymagania w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji personalnych i społecznych jakie powinien on posiadać. Co też jest zgodne z przyjętą dla potrzeb realizacji projektu definicją terminu KWALIFIKACJA jako zestawu efektów uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności oraz kompetencji społecznych, nabytych w edukacji formalnej, edukacji pozaformalnej lub poprzez uczenie się nieformalne, zgodnych z ustalonymi dla danej kwalifikacji wymaganiami, których osiągnięcie zostało sprawdzone w walidacji oraz formalnie potwierdzone przez uprawniony podmiot certyfikujący.

Opracowana struktura modułowego programu szkoleniowego jest elastyczna. Moduły i jednostki modułowe mogą być aktualizowane (modyfikowane, uzupełnione lub wymienione) zgodnie ze zmieniającymi się potrzebami rynku pracy, postępem technologicznym i rozwojem nauki oraz dostosowywane do poziomu uczestników szkolenia.

Realizacja procesu uczenia się w oparciu o modułowy program charakteryzuje się następującymi cechami:

- proces nauczania i uczenia się jest ukierunkowany na osiągnięcie określonych, mierzalnych efektów uczenia się w postaci wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych umożliwiających wykonywanie konkretnych zadań zawodowych przypisanych trenerowi PV,
- organizacja procesu uczenia się umożliwia uznawanie efektów kształcenia nabytych przez uczestnika szkolenia drogą formalną, nieformalną i pozaformalną (np. w środowisku pracy, poprzez samodzielna naukę),
- proces uczenia się wspomagany jest poprzez zastosowanie aktywizujących metod nauczania, które uruchamiają aktywność, kreatywność, zdolność samooceny ucznia.

W ramach projektu, przyjęto założenie, że pakiety edukacyjne w szczególności wspomagają proces kształcenia organizowany w formie stacjonarnej, natomiast dla potrzeb kształcenia zdalnego opracowano platformę szkoleniową. W związku z tym, w przypadku gdy uczestnik po zakończeniu szkolenia elearningowego nie będzie miał w pełni opanowanych umiejętności związanych czy to z prowadzeniem zajęć dydaktycznych czy też montażu instalacji PV, wskazane jest ukończenie dodatkowego stacjonarnego szkolenia z tego zakresu. Przy czym, rekomenduje się aby szkolenia takie odbywały się w akredytowanych jednostkach szkoleniowych z danego zakresu.

Po zaliczeniu testów sprawdzających poziom opanowania efektów kształcenia w ramach jednostek modułowych przewidzianych w modułowym programie szkolenia, uczestnik szkolenia otrzyma certyfikat ukończenia szkolenia potwierdzający nabycie kompetencji niezbędnych do wykonywania zadań zawodowych „Trenera PV”.

Rezultatami zadania 3 było opracowanie m.in. 5 wersji językowych modułowego programu szkolenia dla trenera PV.



Rys. 6. Program szkolenia modułowego dla trenera PV w 5 wersjach językowych

## 8. IO.4. Bank modułów szkoleniowych dla trenera PV z uwzględnieniem wymagań ECVET

Rezultat 4 obejmuje następujące działania:

### 1) Opracowanie zestawu pakietów edukacyjnych dla trenera i uczestnika szkolenia z uwzględnieniem wymagań ECVET

W pierwszej fazie realizacja zadania ustalono wspólną dla partnerstwa strukturę pakietu edukacyjnego dla prowadzącego zajęcia i uczestnika szkolenia.

W ramach partnerstwa ustalono, że będzie opracowana wspólna wersja pakietu dla prowadzącego zajęcia i uczestnika szkolenia. Uzasadniono to faktem, że w materiale dla prowadzącego początkowo zaplanowano zamieszczenie narzędzi do oceny wiedzy i umiejętności uczestników szkolenia na wejściu i po zakończeniu szkolenia. Narzędzia te są efektem zadania IO6. Jednak ze względu na fakt, że stanowią one podstawę do zaliczenia poszczególnych jednostek modułowych jak i całego szkolenia zdecydowano w ramach partnerstwa, że nie będą one upubliczniane prowadzącym zajęcia.

Uwzględniając wytyczne zawarte w zadaniu IO3 Modułowy program szkolenia dla trenera PV z uwzględnieniem wymagań ECVET opracowano pakiety edukacyjne dla 6 jednostek modułowych.

Każdy z pakietów edukacyjnych dla danej jednostki modułowej zawiera:

1. WPROWADZENIE
2. WYMAGANIA WSTĘPNE
3. USZCZEGÓLOWIONE EFEKTY KSZTAŁCENIA
4. MATERIAŁ NAUCZANIA
  - 4.1. Materiał nauczania
    - 4.1.1. Temat zajęć dydaktycznych 1 w ramach jednostki modułowej
    - 4.1.2. Temat zajęć dydaktycznych 2 w ramach jednostki modułowej
    - 4.1.3. Temat zajęć dydaktycznych 3 w ramach jednostki modułowej
    - .....
    - 4.1.n. Temat zajęć dydaktycznych n w ramach jednostki modułowej
  - 4.2. Ćwiczenia
  - 4.3. Sprawdzian postępów
5. SŁOWNIK
6. LITERATURA



We „Wprowadzeniu” uczestnik szkolenia jak i prowadzący znajdzie następujące informacje:

- 1) Jakie moduły obejmuje dane szkolenie
- 2) Jakie jednostki modułowe wchodzi w skład poszczególnych modułów.
- 3) Każda jednostka modułowa zawiera materiał nauczania, pytania sprawdzające, ćwiczenia i sprawdzian postępów.
- 4) Jakie czynności powinien wykonać uczestnik szkolenia przed jego rozpoczęciem, w szczególności zapoznać się z wymaganiami wstępnymi oraz uszczegółowionymi efektami kształcenia, tj. wiedzą, umiejętnościami i postawami, jakich nabędziesz po ukończeniu nauki w ramach danego modułu.
- 5) Przygotowany w ramach pakietu materiał nauczania jest wspomagany szkoleniem e-learningowym.
- 6) Podstawą do zaliczenia jednostki modułowej jest zaliczenie testu sprawdzającego umieszczonego w wersji e-learningowej.
- 7) Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczeń sprawdź, czy jesteś do tego odpowiednio przygotowany. Zakończeniem opracowania każdego tematu jest sprawdzian postępów, który pozwoli Ci określić zakres nabytej wiedzy i umiejętności. Jeśli uzyskasz pozytywne wyniki, to będziesz mógł przejść do następnego tematu, jeżeli nie, powinieneś powtórzyć treści niezbędne do określonych umiejętności.
- 8) W przypadku treści kształcenia, w których są odniesienia do aktów prawnych, należy pamiętać, że są one aktualne na dzień przygotowania opracowania i muszą podlegać aktualizacji. Przedstawione treści kształcenia w module są zgodne ze stanem prawnym na dzień 15.08.2018 r.
- 9) Poradnik został opracowany w ramach projektu **„Training and certification model for photovoltaic trainers with the use of ECVET system (EU-PV-Trainer)”** współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach programu Erasmus+ Cooperation for innovation and the exchange of good practices Strategic Partnership for vocational education and training.
- 10) Zamieszczone w poradniku materiały odzwierciedlają jedynie stanowisko ich autorów i Komisja Europejska nie ponosi odpowiedzialności za umieszczoną w nich zawartość merytoryczną.
- 11) Wskazany jest wykaz jednostek modułowych i orientacyjna liczba godzin dydaktycznych przypadających na poszczególne jednostki modułowe.

W ramach „Wymagań wstępnych” zamieszczone zostały informacje dotyczące wiedzy i umiejętności jakie powinien posiadać uczestnik szkolenia aby przystąpić do nauki danej jednostki modułowej, np. powinien umieć:

- korzystać z różnych źródeł informacji,
- określać własne prawa i obowiązki,
- rozpoznawać podstawowe akty prawne,
- uczestniczyć w dyskusji, prezentacji i obronie własnego stanowiska,
- poczuwać się do odpowiedzialności za zdrowie (życie) własne i innych,
- stosować podstawowe zasady etyczne (rzetelnej pracy, punktualności, dotrzymania danego słowa, uczciwości, odpowiedzialności za skutki, prawdomówności),
- współpracować w grupie z uwzględnieniem podziału zadań,
- obsługiwać komputer na poziomie podstawowym.

W rozdziale „Uszczegółowione efekty kształcenia” przedstawiono zestaw efektów uczenia się, na które składają się wiedza, umiejętności i kompetencje społeczne specyficzne dla danej jednostki modułowej. Poniżej przedstawiono w tabeli przykładowy zestaw efektów kształcenia dla jednostki modułowej M1.J3. Promowanie i zapewnianie jakości usług szkoleniowych oraz nadawania kwalifikacji zawodowych.

**Tabela 6.** Przykładowy zestaw efektów kształcenia dla jednostki modułowej M1.J3. Promowanie i zapewnianie jakości usług szkoleniowych oraz nadawania kwalifikacji zawodowych

<b>M1.J3. Promowanie i zapewnianie jakości usług szkoleniowych oraz nadawania kwalifikacji zawodowych</b>	
<b>Wiedza (zna i rozumie):</b>	<b>Umiejętności (potrafi):</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Podstawowe regulacje prawne dotyczące nadawania kwalifikacji w sektorze w którym prowadzi szkolenie.</li> <li>– Zalety i wady modelu walidacji i certyfikacji kompetencji zawodowych w oparciu np. o normę ISO/IEC 17024:2012.</li> <li>– Procedury i kryteria zapewniania jakości procesu szkolenia.</li> <li>– Zasady walidacji programu szkolenia zawodowego.</li> <li>– Metody walidacji efektów uczenia się nieformalnego poprzez doświadczenie w pracy.</li> <li>– Procedury, metody i kryteria walidowania i certyfikowania kompetencji zawodowych.</li> <li>– Metody i narzędzia ewaluacji wewnętrznej procesu szkoleniowego.</li> <li>– Zasady zapewnienia jakości procesu uczenia się i nauczania.</li> <li>– Promocja i upowszechnianie szkoleń zawodowych w edukacji pozaformalnej oraz w środowisku pracy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dokumentować dowody potwierdzające kompetencje uczestnika szkolenia.</li> <li>– Uczestniczyć w pracach komisji egzaminacyjnych, walidacyjnych oraz komisji ds. nadawania kwalifikacji, a w razie potrzeby przewodniczyć pracom komisji.</li> <li>– Planować i projektować ewaluację szkolenia.</li> <li>– Organizować proces ewaluacji.</li> <li>– Przeprowadzać ewaluację zajęć edukacyjnych.</li> <li>– Dokonywać ewaluacji własnej pracy dydaktycznej.</li> <li>– Prowadzić monitoring postępów edukacyjnych uczestników zajęć.</li> <li>– Stosować zasady zapewnienia jakości procesu szkolenia i zajęć edukacyjnych.</li> <li>– Wykorzystywać wnioski z ewaluacji w doskonaleniu pracy własnej i planowaniu własnego rozwoju.</li> <li>– Wykorzystywać wnioski z ewaluacji do podniesienia jakości programów nauczania i szkoleń.</li> <li>– Korygować zidentyfikowane nieprawidłowości związane z procesem nauczania i uczenia się oraz realizacji szkoleń.</li> <li>– Promować i upowszechniać szkolenia zawodowe w środowisku edukacji pozaformalnej oraz w środowisku pracy.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Upowszechnić model walidacji i certyfikacji kompetencji zawodowych.</li> <li>– Doskonalić własne kompetencje zawodowe poprzez zorganizowane formy edukacji pozaformalnej i samokształcenie.</li> </ul>
<b>Kompetencje społeczne:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Samodzielnie i w zorganizowanych warunkach ocenia postępy edukacyjne uczestników zajęć, zgodnie z jasnymi i obiektywnymi kryteriami.</li> <li>– Ocenia i egzaminuje zachowując wewnętrzne przekonanie o sprawiedliwości i obiektywności podejmowanych decyzji.</li> <li>– Ponosi odpowiedzialność za skutki działań, w których uczestniczy, w tym za wybór form i programu doskonalenia zawodowego, metod nauczania, wyników monitoringu i ewaluacji szkoleń i innych działań edukacyjnych.</li> <li>– Konstruktywnie reaguje na zmiany w regulacjach prawnych, wymaganiach uczestników zajęć, zleceniodawców, pracodawców i środowiska pracy w branży w której prowadzi szkolenie.</li> <li>– Z własnej inicjatywy doskonali warsztat pracy trenera kształcenia i szkolenia zawodowego w branży w której prowadzi szkolenie.</li> </ul>	

„Sprawdzian postępów” dla uczestnika szkolenia zawiera listę pytań odnoszących się do efektów kształcenia ujętych w danej jednostce modułowej, na które uczestnik w ramach samooceny udziela odpowiedzi. Po stwierdzeniu, że nie wszystkie efekty kształcenia zostały osiągnięte wskazane jest aby uczestnik ponownie przeszedł szkolenie elearningowe, uzupełnił wiedzę i umiejętności na szkoleniu stacjonarnym lub też sięgnął po one rekomendowane pozycje literaturowe.

**Tabela 7.** Fragment sprawdzianu postępów dla jednej z jednostek modułowych

<b>Czy potrafisz:</b>	<b>Tak</b>	<b>Nie</b>
1) Wskazać jakie wymagania kompetencyjne ma spełniać trener PV?		
2) Wymienić cechy „dobrego trenera”?		
3) Wskazać jak należy identyfikować potrzeby szkoleniowych na poziomie przedsiębiorstwa (perspektywa organizacyjna i zawodowa)?		
4) Wskazać jak należy identyfikować potrzeby szkoleniowych na poziomie pracownika (perspektywa indywidualna)?		
5) Wskazać jak należy identyfikować potrzeby szkoleniowych na poziomie rynku pracy?		
6) Omówić jak we współpracy z organizatorem szkoleń i pracodawcami opracować ofertę na szkolenie?		

W przypadku gdy wybrałeś odpowiedź „NIE” proponujemy powrót do materiału nauczania i ponowne jego przeanalizowanie celem osiągnięcia zamierzonych efektów uczenia się (wiedzy, umiejętności).  
Ewentualnie sięgnij do dodatkowych źródeł informacji zaproponowanych przy każdym z tematów.

Opracowany zestaw pakietów był przedmiotem recenzji ekspertów zewnętrznych oraz w ramach seminarium upowszechniającego (Multiplier Events) zapoznali się z nim jego uczestnicy w czterech krajach partnerskich. Zgłoszone uwagi przez recenzentów i uczestników seminariów były przekazywane koordynatorowi zadania i w efekcie czego wprowadzono stosowne poprawki w treściach pakietów dydaktycznych.

W ramach projektu opracowano w 5 wersjach językowych zestaw pakietów edukacyjnych dla dwóch modułów i składających się na nie 6 jednostek modułowych. Jeden wersja językowa to około 350 stron tekstu.





Rys. 7. Okładki zestawu pakietów edukacyjnych dla uczestnika szkolenia i trenera dla modułu M1. Planowanie, organizowanie, przeprowadzanie i ocenianie szkolenia zawodowego





**Rys. 8.** Okładki zestawów w pięciu wersjach językowych pakietów edukacyjnych dla uczestnika szkolenia i trenera dla modułu M2. Planowanie, instalacja, modernizacja i konserwacja instalacji fotowoltaicznych

Opracowane pakiety edukacyjne stanowiły podstawę do opracowania kursu elearningowego w ramach zadania IO5.

## 8. IO.5. Kurs e-learningowy dla trenera PV

Celem zadania IO.5 było przygotowanie w pełni funkcjonalnego na platformie Moodle szkolenia e-learningowego dla trenera PV opartego na zawartości modułów szkoleniowych opracowanych w ramach zadania IO.4.

Zgodnie z przyjętymi założeniami w projekcie, aby przygotować ostateczną wersję szkolenia modułowego dla trenera PV podjęte zostały następujące działania:

- 1) Opracowano wspólne wytyczne do tworzenia kursu e-learningowego.
- 2) Ustalono zasady opracowywania pomocy dydaktycznych dla poszczególnych jednostek szkoleniowych, w szczególności związanych z realizowanymi ćwiczeniami oraz filmami.
- 3) Dokonano rozdziału między partnerami poszczególnych jednostek modułowych.
- 4) Opracowano w języku angielskim pierwszą wersję kursu elearningowego dla trenera PV.
- 5) W ramach partnerstwa przeprowadzono testowanie pierwszej wersji szkolenia elearningowego. Minimum jedna osoba od każdego z partnerów przejrzała zamieszczone materiały, swoje uwagi i spostrzeżenia przesłała koordynatorowi zadania, który po konsultacji z autorami poszczególnych jednostek modułowych wprowadzał zmiany w szkoleniu elearningowym.



- 6) Przetłumaczono szkolenie elearningowe na języki krajów partnerskich.
- 7) Poddano szkolenie elearningowe ocenie uczestników seminarium upowszechniającego (Multiplier Events). Seminarium było przeprowadzone w 4 państwach partnerskich, ocenie poddano wersje w języku ojczystym każdego z partnerów projektu, zgłoszone przez uczestników seminarium uwagi zanotowano w formie raportu i przesłano koordynatorowi zadania, który po skonsultowaniu uwag wprowadził zmiany w treściach kursu.

Dla potrzeb realizacji danego zadania jako główną metodę zastosowano metodę ekspercką oraz wytyczne koordynatora zadania opisujące zasady tworzenia szkolenia elearningowego.

W ramach wytyczne do tworzenia kursów e-learning, ustalono m.in.:

- 1) Strukturę szkolenia modułowego (rys. 9), na którą składają się:
  - **konspekt** z informacjami na temat organizacji procesu szkolenia (rys. 10);
  - **wprowadzenie** w formie prezentacji (rys. 11), w którym zamieszczono podstawowe informacje o kursie;
  - **wymagania wstępne**, w których jak sama nazwa wskazuje określone zostało co powinien potrafić uczestnik szkolenia przed rozpoczęciem szkolenia elearningowego w ramach danego modułu (rys. 12);
  - wykaz **uszczegółowionych efektów kształcenia**, które nabędzie uczestnik w trakcie szkolenia w ramach danej jednostki modułowej (rys. 13);
  - **test wstępny** z banku testów – pozwalający na sprawdzenie przez uczestnika jego poziomu wiedzy i umiejętności przed rozpoczęciem nauki w ramach każdej jednostki modułowej (rys. 14). Zamieszczone w kursie testy zostały opracowane w ramach zadania Io.6 Bank testów i tam zostały szczegółowo opisane;
  - **materiały szkoleniowe i ćwiczenia** dla każdej jednostki modułowej – zawierają materiały w formie prezentacji wraz z ćwiczeniami do samodzielnego wykonania przez uczestnika szkolenia (rys. 15-16). Uczestnik szkolenia po wykonaniu ćwiczenia uzyskuje automatycznie informację o wyniku. Może ponownie wykonać ćwiczenie, w celu poprawy uzyskanego wyniku. Ma także możliwość sprawdzenia poprawności wyników i uzyskania informacji o poprawnych wynikach;
  - **sprawdzian postępów** (rys. 17) w formie wykazu pytań nawiązujących do efektów kształcenia wyszczególnionych w ramach każdej jednostki modułowej. W ramach sprawdzianu postępów uczestnik szkolenia udziela odpowiedzi „Tak” lub „Nie” na pytania związane z opanowaniem efektów kształcenia w ramach określonej jednostki



modułowej. Celem przeprowadzenia sprawdzianu jest dokonanie przez uczestnika kursu samooceny posiadanej wiedzy i umiejętności. Udzielając odpowiedzi „NIE” uczestnik szkolenia otrzymuje informacje zachęcające do ponownego powtórzenia materiału lub sięgnięcia do innych dodatkowych źródeł informacji w celu uzupełnienia wiedzy i umiejętności;

- **test końcowy** został opracowany w ramach zadania IO.6 Banku testów, w celu sprawdzenia poziomu wiedzy i umiejętności uczestnika po zakończeniu nauki w ramach każdej jednostki modułowej (rys. 18). Program komputerowo losowo wybiera 10 pytań z banku pytań testowych dla danej jednostki modułowej. Po udzieleniu 8 lub więcej poprawnych odpowiedzi, uczestnik ma zaliczone opanowanie wiedzy i umiejętności wchodzących w skład danej jednostki modułowej.

2) Wytyczne do przygotowywania materiałów szkoleniowych na potrzeby kursu.

Przygotowany został szablon prezentacji oraz ustalono strukturę zawartości prezentacji, na którą składa się slajdy z:

- tytułem modułu i jednostki modułowej,
- tytułem jednostki modułowej i jednostki szkoleniowej wydzielonej w ramach modułu, zgodnie z programem szkolenia modułowego opracowanym w ramach zadania IO.3,
- z treściami szkolenia dla określonej jednostki szkoleniowej. Ustalono dodatkowo, że na każdym slajdzie ma być zamieszczona nazwa jednostki szkoleniowej, zamieszczone informacje mają być czytelne i ewentualnie wzbogacone elementami graficznymi,

3) Wytyczne do przygotowywania ćwiczeń dydaktycznych.

W ramach partnerstwa przyjęto zasadę, że ćwiczenia uczestnik będzie mógł przeprowadzić samodzielnie, a sprawdzenie poprawności ich wykonania będzie automatyczne, tj. nie będzie wymagało dodatkowego zaangażowania osoby nadzorującej kurs.

4) Filmy instruktażowe

W ramach kursu opracowane zostały filmy instruktażowe w zakresie montażu i konserwacji instalacji fotowoltaicznych (rys. 18).

Kurs elearningowych dla trenera PV dostępny jest na stronie <http://pvelearn.projectsgallery.eu/>

Aby z niego skorzystać uczestnik szkolenia musi najpierw się zalogować (rys. 19).

W trakcie szkolenia uczestnik ma możliwość korzystania z menu „Nawigacja” wspomagającego poruszanie się po kursie (rys. 20).

## MODUŁ 1. PLANOWANIE, ORGANIZOWANIE, PRZEPROWADZANIE I OCENIANIE SZKOLENIA ZAWODOWEGO

- Konspekt
- WPROWADZENIE
- M1. WYMAGANIA WSTĘPNE

### USZCZEGÓLOWIONE EFEKTY KSZTAŁCENIA

- M1.J1. Planowanie i projektowanie szkoleń zawodowych i innych form doskonalenia kompetencji zawodowych pracowników
- M1.J2. Organizowanie i prowadzenie zajęć dydaktycznych i doradczych powiązanych z ofertą szkolenia zawodowego
- M1.J3. Promowanie i zapewnianie jakości usług szkoleniowych oraz nadawania kwalifikacji zawodowych

### J1. Planowanie i projektowanie szkoleń zawodowych i innych form doskonalenia kompetencji zawodowych pracowników

- M1.J1 Test wstępny
- Materiały szkoleniowe i ćwiczenia
- M1.J1 Sprawdzian postępów
- M1.J1 Test końcowy

### J2. Organizowanie i prowadzenie zajęć dydaktycznych i doradczych powiązanych z ofertą szkolenia zawodowego

- M1.J2 Test wstępny
- Materiały szkoleniowe i ćwiczenia - CZĘŚĆ A
- Materiały szkoleniowe i ćwiczenia - CZĘŚĆ B
- M1.J2 Sprawdzian postępów
- M1.J2 Test końcowy

Rys. 9. Struktura szkolenia elearningowego na przykładzie modułu M1

The screenshot displays the 'PV TRAINER' interface. At the top, there is a navigation bar with 'Home', 'Konspekt', 'Wydarzenia', 'Moje kursy', and 'Ten kurs'. Below the navigation bar, the breadcrumb trail reads: 'Moje kursy > PV Trainer (PL) > MODUŁ 1. PLANOWANIE, ORGANIZOWANIE, PRZEPROWADZAN... > Konspekt'. The main heading is 'Konspekt'. Below it, a paragraph states: 'Przystępując do nauki wykonywania zadań zawodowych przypisanych trenerowi PV w systemie kształcenia modułowego jako uczestnik szkolenia zdobędziesz niezbędną wiedzę i umiejętności zawodowe zawarte w 2 modułach:'. This is followed by a bulleted list: '• M1. Planowanie, organizowanie, przeprowadzenie i ocenianie szkolenia zawodowego' and '• M2. Planowanie, instalacja, modernizacja i konserwacja instalacji fotowoltaicznych.'. A subsequent paragraph explains: 'Każdy moduł jest podzielony na jednostki modułowe zawierające materiał nauczania, pytania sprawdzające, ćwiczenia i sprawdzian postępów.'. Another paragraph notes: 'W opracowaniu przygotowano materiały dla modułu M1. Planowanie, organizowanie, przeprowadzenie i ocenianie szkolenia zawodowego na który składa się trzy jednostki modułowe:'. This is followed by a bulleted list: '• M1.J1. Planowanie i projektowanie szkoleń zawodowych i innych form doskonalenia kompetencji zawodowych pracowników', '• M1.J2. Organizowanie i prowadzenie zajęć dydaktycznych i doradczych powiązanych z ofertą szkolenia zawodowego', and '• M1.J3. Promowanie i zapewnianie jakości usług szkoleniowych oraz nadawania kwalifikacji zawodowych.'. The text continues with: 'Przed rozpoczęciem nauki jako uczestnik szkolenia powinieneś zapoznać się z wymaganiami wstępnymi oraz uszczegółowionymi efektami kształcenia, tj. wiedzą, umiejętnościami i postawami, jakich nabędziesz po ukończeniu nauki w ramach danego modułu.'. It then states: 'Materiał nauczania został przedstawiony w formie pytań - problemów, z którymi trener może spotkać się prowadząc szkolenie.'. Another paragraph says: 'W opracowaniu materiału nauczania wykorzystano doświadczenia partnerów projektu w zakresie prowadzenia zajęć dydaktycznych na kursach przygotowujących przyszłych monterów instalacji fotowoltaicznych. Materiał nauczania uzupełniony został szkoleniem e-learningowym.'. The text continues: 'Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczeń sprawdź, czy jesteś do tego odpowiednio przygotowany. Zakończeniem opracowania każdego tematu jest sprawdzian postępów, który pozwoli Ci określić zakres nabytej wiedzy i umiejętności. Jeśli uzyskasz pozytywne wyniki, to będziesz mogli przejść do następnego tematu, jeżeli nie, powinieneś powtórzyć treści niezbędne do określonych umiejętności.'. It then notes: 'Podstawą do zaliczenia jednostki modułowej jest zaliczenie testu sprawdzającego umieszczonego w wersji e-learningowej.'. A warning follows: 'Uwaga: w przypadku treści kształcenia w których są odniesienia do aktów prawnych, należy pamiętać, że są one aktualne na dzień przygotowania opracowania i muszą podlegać aktualizacji. Przedstawione treści kształcenia w module są zgodne ze stanem prawnym na dzień 15.06.2016 r.'. The final paragraph states: 'Poradnik został opracowany w ramach projektu „Training and certification model for photovoltaic trainers with the use of ECVET system (EU-PV-Trainer)” współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach programu Erasmus+ Cooperation for innovation and the exchange of good practices Strategic Partnership for vocational education and training'. The last line reads: 'Zamieszczono w poradniku materiały odzwierciedlające jedynie stanowisko ich autorów i Komisja Europejska nie ponosi odpowiedzialności za umieszczone w nich zawartość merytoryczną.'

Rys. 10. Przykładowa zawartość konspektu

Resources | Presenter Info | Marker Tools

## Wprowadzenie

Przystępując do nauki wykonywania zadań zawodowych przypisanych trenerowi PV w systemie kształcenia modułowego jako uczestnik szkolenia zdobędziesz niezbędną wiedzę i umiejętności zawodowe zawarte w 2 modułach:

- M1. Planowanie, organizowanie, przeprowadzenie i ocenianie szkolenia zawodowego,
- M2. Planowanie, instalacja, modernizacja i konserwacja instalacji fotowoltaicznych.

Każdy moduł jest podzielony na jednostki modułowe zawierające materiał nauczania, pytania sprawdzające, ćwiczenia i sprawdzian postępów.

**OUTLINE** | **NOTES**

Search...

1. MODULE 1. PLANNING, ORGANIZING, CONDUCTING AND EVA...
- 2. Wprowadzenie**
3. STRUKTURA
4. WYMAGANIA I EFEKTY KSZTAŁCENIA
5. WYTYCZNE
6. WAZNE UWAGI
7. MIŁE J LEKTURY

**PV TRAINER**

Rys. 11. Wprowadzenie do szkolenia

**PV TRAINER**

Home | Kokpit | Wydarzenia | Moje kursy | Ten kurs

Moje kursy > PV Trainer (PL) > MODUŁ 1. PLANOWANIE, ORGANIZOWANIE, PRZEPROWADZAN... > M1. WYMAGANIA WSTĘPNE

## M1. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu modułu

**M1. Planowanie, organizowanie, przeprowadzanie i ocenianie szkolenia zawodowego**

i zawartych w nim jednostek modułowych, powinieneś umieć:

- korzystać z różnych źródeł informacji,
- określać własne prawa i obowiązki,
- rozpoznawać podstawowe akty prawne,
- uczestniczyć w dyskusji, prezentacji i obronie własnego stanowiska,
- poczuwać się do odpowiedzialności za zdrowie (życie) własne i innych,
- stosować podstawowe zasady etyczne (rzetelnej pracy, punktualności, dotrzymania danego słowa, uczciwości, odpowiedzialności za skutki, prawdomówności),
- współpracować w grupie z uwzględnieniem podziału zadań,
- obsługiwać komputer na poziomie podstawowym.

Ostatnia modyfikacja: wtorek, 7 maj 2019, 19:30

Rys. 12. Przykład wymagań wstępnych dla modułu 1




## M1.J1. Planowanie i projektowanie szkoleń zawodowych i innych form doskonalenia kompetencji zawodowych pracowników

Wiedza (zna i rozumie)	Umiejętności (potrafi)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kierunki i trendy rozwoju kompetencji zawodowych w branży, w której prowadzi zajęcia.</li> <li>- Dokumenty opisujące wymagania kompetencyjne dla pracowników w branży, w której prowadzi zajęcia.</li> <li>- Podstawy prawne dotyczące organizacji i realizacji szkoleń w branży, w której prowadzi zajęcia.</li> <li>- Podstawy andragogiki – uczenia się dorosłych.</li> <li>- Metody i narzędzia identyfikacji potrzeb szkoleniowych pracowników.</li> <li>- Podstawy metodyczne opracowania programu szkolenia zawodowego dla specjalistów w określonej branży.</li> <li>- Zasady i narzędzia diagnozowania kompetencji kandydatów do szkolenia.</li> <li>- Metody i formy organizacyjne szkoleń zawodowych w określonej branży.</li> <li>- Zasady i formy współpracy z organizatorami szkoleń zawodowych w określonej branży.</li> <li>- Zasady walidacji programu szkolenia zawodowego na etapie przedwydłużeniowym.</li> <li>- Zasady i przepisy BHP, ochrony ppoż., ergonomii i ochrony środowiska w określonej branży zawodowej oraz podczas prowadzenia zajęć dydaktycznych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizować dostępne raporty z badań i projektów dotyczących rozwoju kwalifikacji i kompetencji wymaganych w branży, w której prowadzi zajęcia.</li> <li>- Korzystać z otwartych zasobów zawodniczych opisujących wymagania kwalifikacyjne i kompetencyjne dla pracowników w branży, w której prowadzi zajęcia.</li> <li>- Dostosowywać ofertę programowa do wymagań regulacji prawnych.</li> <li>- Identyfikować potrzeby szkoleniowe indywidualnych osób, przedsiębiorstw, a także lokalnego rynku pracy.</li> <li>- Stosować metody i opracowywać narzędzia badania potrzeb szkoleniowych pracowników określonej branży.</li> <li>- Analizować wyniki badań potrzeb szkoleniowych w kontekście stworzenia oferty programowej.</li> <li>- Opracowywać, przy współpracy z organizatorem szkoleń i pracodawcami, oferty programowe dla kursów kwalifikacyjnych oraz kursów umiejętności zawodowych.</li> <li>- Projektować program szkolenia zawodowego z wykorzystaniem efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).</li> <li>- Dobierać optymalne dla danego szkolenia metody pracy dydaktycznej i formy organizacyjne zajęć.</li> <li>- Rozpoznawać zainteresowania i oczekiwania uczestników szkoleń.</li> <li>- Oceniać jakość oferty szkoleniowej z udziałem ekspertów zewnętrznych.</li> <li>- Określać zasady i warunki wstępne uczestnictwa w szkoleniu i innych zajęciach edukacyjnych.</li> <li>- Planować i opracowywać harmonogram szkoleń i zajęć edukacyjnych.</li> <li>- Identyfikować zasoby wymagane do projektowania i wdrażania programu szkoleniowego.</li> <li>- Diagnozować kompetencje kandydatów zakwalifikowanych na szkolenia zawodowe.</li> <li>- Zadbąć o bezpieczne i higieniczne warunki przebiegu procesu szkolenia i zajęć edukacyjnych.</li> </ul>
Kompetencje społeczne	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Działa samodzielnie i współdziała w zorganizowanych warunkach podczas projektowania szkoleń i zajęć edukacyjnych.</li> <li>- Ponoś odpowiedzialność za jakość projektowanych programów szkoleń i zajęć edukacyjnych.</li> <li>- Ocenia wpływ przygotowywanych projektów edukacyjnych na potencjalnych uczestników i środowisko ich pracy.</li> <li>- Potrafi krytycznie oceniać działania własne jako projektodawcy i organizatora szkoleń i zajęć edukacyjnych.</li> </ul>	

Ostatnia modyfikacja: wtorek, 7 maj 2019, 19:34

Rys. 13. Uszczegółowione efekty kształcenia dla jednostki modułowej M1.J1



Home Kłopot Wydarzenia Moje kursy Ten kurs

Moje kursy > PV Trainer (PL) > MODUŁ 1. PLANOWANIE, ORGANIZOWANIE, PRZEPROWADZAN... > M1.J1 Test wstępny

### M1.J1 Test wstępny

**Wprowadzenie**

Zachęcamy do wypełnienia testu, celem którego jest zdiagnozowanie Twojej wiedzy i umiejętności na wejściu. Wypełnienie testu jest ważne, gdyż dzięki niemu dowiesz się, czy powinieneś przerabiać dany materiał, czy też możesz przejść do następnej partii.

W teście zastosowano dwa rodzaje pytań:

- 1) Typu „prawda – fałsz”, w których masz ocenić prawdziwość podanych danych;
- 2) Jednokrotnego wyboru, tj. z trzech wariantów odpowiedzi masz wskazać jedną poprawną odpowiedź.

Powodzenia!

Dozwolonych podejść: 1

#### Podsumowanie twoich poprzednich podejść

Stan	Ocena / 10,00	Przegląd	Informacja zwrotna
Zakończony Złożony wtorek, 3 września 2019, 12:32	2,00	Przegląd	Odpowiedziałeś dobrze na mniej niż 80% pytań, w związku z tym zasadne jest abyś zapoznał się treściami danej jednostki szkoleniowej.

Twoja końcowa ocena za ten quiz wynosi 2,00/10,00

Całociągła informacja zwrotna

Odpowiedziałeś dobrze na mniej niż 80% pytań, w związku z tym zasadne jest abyś zapoznał się treściami danej jednostki szkoleniowej.

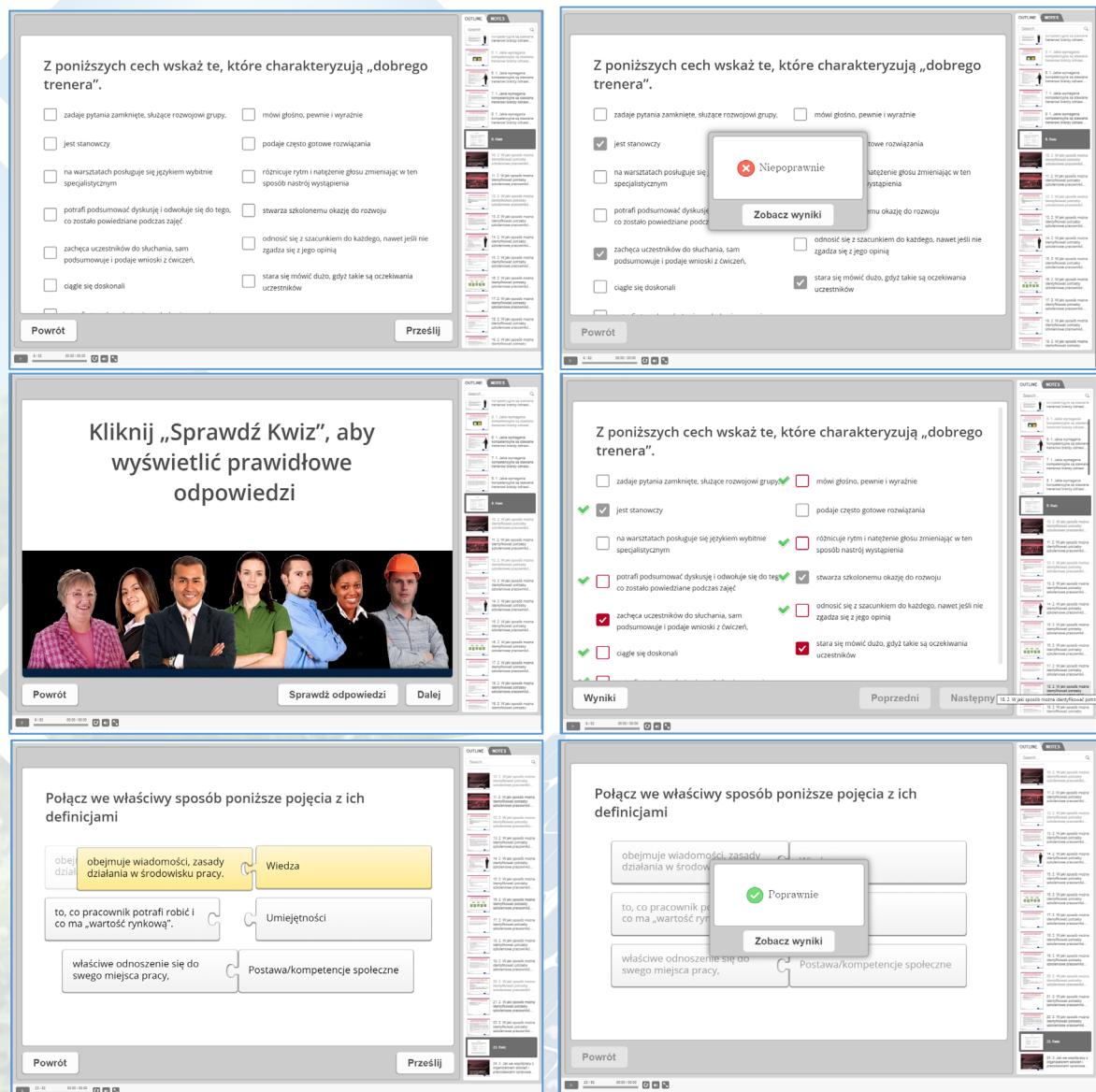
Dalsze podejścia nie są dostępne

[Powrót do kursu](#)

Rys. 14. Test wstępny do jednostki modułowej M1.J1



Rys. 15. Przykład prezentacji z materiałów szkoleniowych w ramach jednostki modułowej M1.J1



Rys. 16. Przykłady ćwiczeń dydaktycznych dla jednostki M1.J1

**PV TRAINER**

Home Kokpit Wydarzenia Moje kursy Ten kurs

Moje kursy > PV Trainer (PL) > MODUŁ 1. PLANOWANIE, ORGANIZOWANIE, PRZEPROWADZANIE... > M1.J1 Sprawdzian postępów

### M1.J1 Sprawdzian postępów

W przypadku gdy wybrałeś odpowiedź „NIE” proponujemy powrót do materiału nauczania i ponowne jego przeanalizowanie celem osiągnięcia zamierzonych efektów uczenia się (wiedzy, umiejętności).  
 Ewentualnie sięgnij do dodatkowych źródeł informacji zaproponowanych przy każdym z tematów.

Metoda oceniania: Najwyższa ocena

#### Podsumowanie twoich poprzednich podejść

Próba	Stan	Przebieg
1	W toku	

[Kontynuuj ostatnie podejście](#)

**PV TRAINER**

Home Kokpit Wydarzenia Moje kursy Ten kurs

Moje kursy > PV Trainer (PL) > MODUŁ 1. PLANOWANIE, ORGANIZOWANIE, PRZEPROWADZANIE I OCENIANIE SZKOLENIA ZAWODOWEGO > M1.J1 Sprawdzian postępów

**Pytanie 1**  
 Nie udzielono odpowiedzi  
 Punkty: 1,00  
 W Opcjach pytania

Co może być przedmiotem oceny w przypadku opracowanego programu szkolenia i materiału dydaktycznych?  
 Wybierz jedną odpowiedź:  
 a. Tak  
 b. Nie

**Pytanie 2**  
 Nie udzielono odpowiedzi  
 Punkty: 1,00  
 W Opcjach pytania

Scharakteryzował formy organizacyjne zajęć?  
 Wybierz jedną odpowiedź:  
 a. Tak  
 b. Nie

**Pytanie 3**  
 Nie udzielono odpowiedzi  
 Punkty: 1,00  
 W Opcjach pytania

Rozróżnił pojęcia: zainteresowania, oczekiwania oraz kompetencje?  
 Wybierz jedną odpowiedź:  
 a. Tak  
 b. Nie

**Pytanie 4**  
 Nie udzielono odpowiedzi  
 Punkty: 1,00  
 W Opcjach pytania

Odmówił jak wie współpracy z organizatorem szkoleń i pracownikami opracować ofertę na szkolenie?  
 Wybierz jedną odpowiedź:  
 a. Tak  
 b. Nie

**Nawigacja w teście**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14  
 15 16 17 18 19 20 21 22 23  
 Zapisz podejście...

**PV TRAINER**

Home Kokpit Wydarzenia Moje kursy Ten kurs

Moje kursy > PV Trainer (PL) > MODUŁ 1. PLANOWANIE, ORGANIZOWANIE, PRZEPROWADZANIE I OCENIANIE SZKOLENIA ZAWODOWEGO > M1.J1 Sprawdzian postępów

**Rezerwa**  
 Status: Brak  
 Termin: 5 Czerwiec 2019, 07:37

**Statystyki**  
 Stan: Zakończony  
 Ukończono: pięć, 4 października 2019, 14:15  
 Wykorzystany czas: 12,0h 0,0min  
 Punkty: 5,00/5,00  
 Ocena: 3,81 z możliwych do uzyskania 10,00 (38%)

**Pytanie 1**  
 Niepoprawna  
 Oczekiwano na 1,00  
 Punkty: 0,00  
 W Opcjach pytania

Co może być przedmiotem oceny w przypadku opracowanego programu szkolenia i materiału dydaktycznych?  
 Wybierz jedną odpowiedź:  
 a. Tak  
 b. Nie  
 W przypadku gdy wybrałeś odpowiedź „NIE” proponujemy powrót do materiału nauczania i ponowne jego przeanalizowanie celem osiągnięcia zamierzonych efektów uczenia się (wiedzy, umiejętności).  
 Ewentualnie sięgnij do dodatkowych źródeł informacji zaproponowanych przy każdym z tematów.

Poprawna odpowiedź to: Tak

**Pytanie 2**  
 Poprawna  
 Oczekiwano na 1,00  
 Punkty: 1,00  
 W Opcjach pytania

Scharakteryzował formy organizacyjne zajęć?  
 Wybierz jedną odpowiedź:  
 a. Tak  
 b. Nie

Poprawna odpowiedź to: Tak

**Pytanie 3**  
 Poprawna  
 Oczekiwano na 1,00  
 Punkty: 1,00  
 W Opcjach pytania

Rozróżnił pojęcia: zainteresowania, oczekiwania oraz kompetencje?  
 Wybierz jedną odpowiedź:  
 a. Tak  
 b. Nie

Poprawna odpowiedź to: Tak

**Nawigacja w teście**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14  
 15 16 17 18 19 20 21 22 23  
 Zakończ ocenianie.

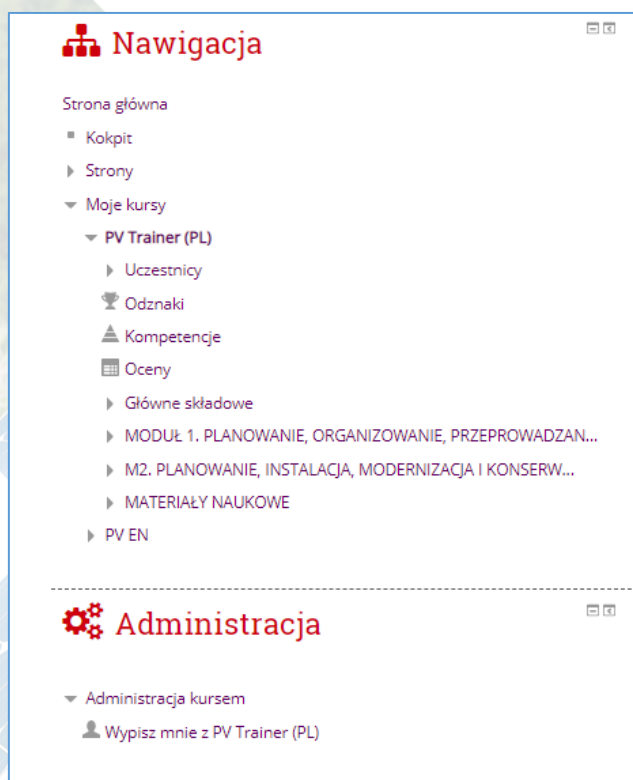
**Rys. 17.** Przykłady sprawdzianu postępów dla jednostki M1.J1





Rys. 18. Przykład filmu instruktażowego

Rys. 19. Strona do logowania się do kursu



Rys. 20. Menu Nawigacja

## 9. IO.6. Bank testów w postaci narzędzia informatycznego w celu sprawdzenia poziomu kompetencji zawodowych dla trenera PV

W ramach zadania opracowano:

### 1) Wspólna metodologia tworzenia banku testowego (w języku angielskim).

Przyjęto następujące założenia metodologiczne:

- bank testów sprawdzających poziom kompetencji zawodowych trenera PV jest narzędziem, które służy do oceny poziomu zdobytej wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych badanych osób w różnych obszarach wynikających z wymagań standardu kompetencji zawodowych w wyniku IO.2;
- składowymi elementami banku testów są: lista testów wraz z ich krótkimi opisami, zestawy zadań / pytań (ze skalą oceny), metoda (algorytm) obliczania oceny końcowej, oraz tabela łącząca wyniki testu z odpowiednimi modułami szkoleniowymi i efektami uczenia się;
- bank testów jest składową narzędzia ICT, które umożliwia przeprowadzenie testu oraz wspiera wybór odpowiednich modułów szkoleniowych (indywidualizacja ścieżki uczenia się) na etapie rekrutacji kandydatów na szkolenie, umożliwia monitorowanie rozwoju kompetencji zawodowych uczestników szkolenia, a także organizację procesu potwierdzania kompetencji (nabytych w ramach uczenia się pozaformalnego i nieformalnego) oraz przekąda się na dokumentację procesu szkolenia w formie certyfikatu;
- zestawy testów zostały przygotowane dla każdej jednostki modułowej (jako wyników IO.4), ze szczególnym uwzględnieniem merytorycznego zakresu każdej jednostki modułowej i metody obliczania oceny końcowej.

Do jej opracowania zastosowano głównie metodę ekspercką (panel ekspertów). W trakcie spotkania roboczego przeanalizowano kilka szkoleń elearningowych pod kątem stosowanych narzędzi do weryfikacji poziomu wiedzy i umiejętności uczestników szkoleń on-line. Eksperti – przedstawiciele partnerstw posiadający wiedzę z zakresu prowadzenia zajęć dydaktycznych oraz doświadczenie w projektowaniu narzędzi do weryfikacji wiedzy i umiejętności, ustalili że:

- Dla każdej jednostki modułowej będzie opracowany zestaw pytań weryfikujących zarówno wiedzę jak i umiejętności. Zgodnie z taksonomią Blooma na wiedzę składają informacje wykorzystywane do wykonywania określonych zadań i pełnienia określonej funkcji na stanowisku pracy. Natomiast umiejętności składają się, dające się zaobserwować, zmierzyć kompetencje do wykonywania określonych czynności.

W związku z tym przyjęto, że wiedza będzie weryfikowana poprzez pytania skupiające się na umiejętności pamiętania i przywoływania z pamięci pojęć, faktów, terminologii, sposobów postępowania, metod i modeli, czy też na umiejętność wytłumaczenia i interpretacji znaczenia pojęć, porównywania i wnioskowania na bazie zapamiętanych informacji. Natomiast umiejętności nawiązywać będą do użycia informacji, ich zastosowania do rozwiązania znanych problemów, poprzez wybór rozwiązania np. z zamkniętej listy. W przypadku weryfikacji umiejętności w pytaniach kontrolnych zwrócona zostanie uwaga na proces analizowania, który wymaga umiejętności rozpoznania elementów składowych, a także powiązań i relacji między elementami jakiejś struktury, co prowadzi do wnioskowania i rozwiązywania problemów poprzez podanie własnej odpowiedzi z listy.

- Przyjęto że dla każdej jednostki modułowej, z uwzględnieniem jej złożoności, zostanie opracowanych od 15 do 25 pytań. W procesie weryfikacji wiedzy i umiejętności uczestnika szkolenia na wejściu (przed rozpoczęciem opanowywania jednostki modułowej) oraz po ukończeniu jednostki modułowej, uczestnik będzie odpowiadał na 10 losowo wybranych pytań dotyczących danej jednostki modułowej. Dzięki takiemu podejściu kilku uczestników równoległe wykonujących test z danej jednostki modułowej nie będzie mogło porozumiewać się między sobą. Również takie podejście powoduje, że przystępując po raz drugi do rozwiązywania testu uczestnik otrzymuje różne zestawy pytań kontrolnych.
- W teście stosowane będą pytania jednokrotnego wyboru oraz typu “prawda”, “fałsz”.
- Przyjęto, że każdy test zostanie poprzedzony instrukcją, w której uczestnik szkolenia będzie poinformowany jak wypełnić test.
- Po zakończeniu testu opracowane zostały 2 warianty informacji zwrotnych jakie może otrzymać uczestnik wypełniający test. Pierwsza z nich informuje o zaliczeniu testu, druga natomiast o braku zaliczenia i zachęca uczestnika do zapoznania się z daną jednostką szkoleniową (test na wejściu) lub do ponownego przejrzenia materiałów szkoleniowych czy też materiałów z innych źródeł.
- Możliwe jest kilkukrotne wypełnienie przez uczestnika testu. Uznano, że samoocena nabytych w procesie nauki efektów uczenia się oraz wyniki testu w połączeniu z odpowiedzialnością związaną z prowadzeniem w przyszłości zajęć dydaktycznych w zakresie montażu instalacji PV powinny być wystarczającym argumentem na to, że uczestnik nie będzie oszukiwał sam siebie, że przyswoił niezbędne kompetencje w tym zakresie.



- Uzyskanie 8 lub więcej poprawnych odpowiedzi z 10 zadanych pytań, skutkuje w przypadku wykonywania testu przed rozpoczęciem jednostki modułowej – zaliczeniem jednostki modułowej, a tym samym zwolnieniem z obowiązku nauki. Pomi tego w partnerstwie zdecydowano, że pojawi się także komunikat zachęcający do przeprowadzenia szkolenia w ramach danej jednostki modułowej. Po zakończeniu nauki w ramach danej jednostki szkoleniowej – 8 i więcej poprawnych odpowiedzi na 10 pytań jest podstawą do jej zaliczenia i umożliwia kontynuację nauki w ramach kolejnej jednostki modułowej. Zaliczenie wszystkich testów dla 6 jednostek modułowych wyróżnionych w programie szkolenia skutkuje wydaniem certyfikatu ukończenia szkolenia trenera PV, który stanowi przepustkę do wydania przez rekomendowaną w ramach projektu instytucję certyfikatu środowiskowego potwierdzającego nabycie kwalifikacji trenera PV.

2) Zestaw testów weryfikujących poziom kompetencji zawodowych trenera PV w poszczególnych jednostkach modułach (w języku angielskim).

Bank testów zawiera 6 testów składających się z około 15–24 pytań / zadań każdy. Pierwsza wersja testu została opracowana w wersji papierowej. Autorami testów są eksperci, którzy opracowali poszczególne jednostki modułowe.

Zestaw testów w wersji papierowej został zweryfikowany przez dwóch ekspertów zewnętrznych, którzy recenzowali także pakiety edukacyjne dla prowadzącego zajęcia i uczestnika szkolenia. Jeden z ekspertów oceniał 3 zestawy pytań z zakresu pakietów dotyczących fotowoltaiki, a drugi – 3 zestawy pytań z zakresu kompetencji pedagogicznych. Uwagi zgłoszone przez ekspertów zostały uwzględnione w procesie doskonalenia opracowanych testów i dotyczyły m.in. klucza odpowiedzi (w 4 pytaniach wstawiono złe odpowiedzi) oraz dodania kilku celem weryfikacji efektów kształcenia pominiętych w recenzowanych zestawach a uwzględnionych w pakietach edukacyjnych dla poszczególnych jednostek modułowych. Eksperti wysoko ocenili jakość opracowanych zestawów pytań i uznali je za dość trudne, co też uzasadnili faktem, że uczestnikami szkolenia są osoby, które mają uczyć innych wykonywania instalacji PV.

3) Narzędzie on-line do testowania umożliwiające wybór jednostek szkoleniowych (w języku angielskim).

Opracowano narzędzie ICT, w którym zamieszczono elektroniczną wersję testów. Testy w formie elektronicznej stanowią integralną część platformy e-learningowej, na której zamieszczono szkolenie dla trenera PV.

Opracowanie narzędzie ICT przyczyniło się do zautomatyzowania procesu wyboru modułów szkoleniowych, monitorowania rozwoju kompetencji uczestników szkolenia oraz wsparcia procesu certyfikacji na końcu cyklu szkoleniowego.

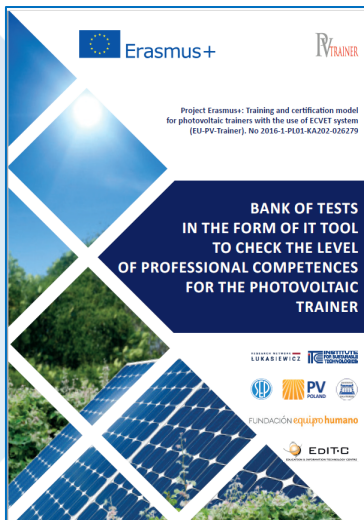
Docelowymi użytkownikami są będą głównie trenerzy fotowoltaiczni (ale także: osoby poszukujące pracy lub osoby planujące zmianę pracy, pracownicy HR zamierzający ustalić i zmierzyć rozwój zawodowy personelu), którzy chcą podnieść swoje kompetencje w zakresie prowadzenia teoretycznego i praktycznego szkolenia z zakresu montażu instalacji fotowoltaicznych. Narzędzie ITC stanowi zasób typu open source. Dzięki niemu, każdy użytkownik może otrzymywać wyniki testów odniesione do progu minimalnych wymagań, który określa wymagany poziom kompetencji jaki niezbędny jest do wykonywania zadań w ramach danej jednostki modułowej lub z wynikami poprzednich testów. W pierwszym przypadku użytkownik uzyskuje dostęp do jednostek modułowych, których należy się nauczyć, aby wypełnić zidentyfikowane w trakcie testu luki kompetencyjne. W drugim – raport dokumentuje rozwój kompetencji (postęp) w stosunku do zarchiwizowanych danych lub jest to dokument uprawniający do otrzymania certyfikatu potwierdzającego kompetencje zawodowe.

4) Udoskonalony bank testów – wersja ostateczna (w języku angielskim i językach narodowych krajów partnerskich)

W partnerstwie ustalono, że wersją angielską testów będzie najpierw przetłumaczona na języki narodowe krajów partnerskich. Decyzja taka podyktowana została problemem ze znalezieniem osób anglojęzycznych do testowania przygotowanych zestawów testowych. Partnerzy uwagi sformułowane przez uczestników testowania banku testów przesyłali do koordynatora zadania, który po skonsultowaniu się z ekspertami – autorami testów uwzględnił je w skorygowanej wersji.

Przetłumaczone testy z uwzględnieniem uwag osób testujących zostały zamieszczone na platformie e-learningowej.

Zestawy testów opracowane w formie drukowanej wraz z kluczem odpowiedzi (rys. 21) i zamieszczone w bank testów w formie narzędzia informatycznego do sprawdzania poziomu kompetencji zawodowych trenera fotowoltaicznego nie mogą być opublikowane w bazie danych z przykładami dobrych praktyk, ponieważ zawierają pytania weryfikujące poziom kompetencji uczestników szkolenia przed i po ukończeniu nauki w ramach danej jednostki modułowej wraz z kluczem odpowiedzi.



**TABLE OF CONTENTS**

**INTRODUCTION AND METHODOLOGY FOR CREATING A TEST BANK**.....6

**I. TESTS BANK – ENGLISH VERSION**.....12

1. Bank of test for module M1. Planning, organisation, execution and assessment of professional training.....13

1.1. Test for a modular unit M1.U1. Planning and designing vocational training and other forms of improving professional competence of employees.....13

1.2. Test for a modular unit M1.U2. Organisation and provision of teaching activities and consultation related to the training offer.....17

1.3. Test for a modular unit M1.U3. Promotion and provision of the quality of training practice and assessing the qualifications.....21

2. Bank of test for module M2. Planning, installation, modernization and maintenance of photovoltaic installations.....24

2.1. Test for a modular unit M2.U1. Planning installation of photovoltaic systems.....24

2.2. Test for a modular unit M2.U2. Assembly of photovoltaic installations.....28

2.3. Test for a modular unit M2.U3. Modernization and maintenance of photovoltaic installations.....31

**II. BANK TESTÓW – WERSJA POLSKA**.....35

1. Bank testów – moduł M1. Planowanie, organizowanie, przeprowadzanie i ocenianie systemu szkoleniowego.....36

1.1. Test dla jednostki modyułowej M1.J1. Planowanie i projektowanie szkoleń zawodowych (wzrost dojrzałości kompetencji zawodowych pracowników).....36

1.2. Test dla jednostki modyułowej M1.J2. Organizowanie i prowadzenie zajęć dydaktycznych i doradczych (gospodarych i ofert) szkolenia zawodowego.....40

1.3. Test dla jednostki modyułowej M1.J3. Promocja i zapewnienie jakości usług szkoleniowych oraz zadawania i kwalifikacji zawodowych.....45

2. Bank testów – moduł M2. Planowanie, instalacja, modernizacja i konserwacja instalacji fotowoltaicznych.....48

2.1. Test dla jednostki modyułowej M2.J1. Planowanie montażu instalacji systemów fotowoltaicznych.....48

2.2. Test dla jednostki modyułowej M2.J2. Montaż instalacji fotowoltaicznych.....52

2.3. Test dla jednostki modyułowej M2.J3. Modernizacja i konserwacja instalacji fotowoltaicznych.....55

**III. BANCO DE PREGUNTAS PARA – VERSIÓN EN ESPAÑOL**.....59

1. Banco de preguntas para el módulo 1. Planificación, organización, realización y provisión de la formación profesional.....59

1.1. Prueba para una unidad modular M1.U1. Planificación y diseño de la formación profesional y otras formas de mejorar la competencia profesional de los empleados.....59

1.2. Prueba para una unidad modular M1.U2. Organización y provisión de actividades docentes y consultas relacionadas con la oferta formativa.....63

1.3. Prueba para una unidad modular M1.U3. Promoción y provisión de la calidad de los servicios de formación y concesión de las calificaciones.....68

2. Banco de preguntas para el módulo 2. Planificación, instalación, modernización y mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas.....71

2.1. Prueba para una unidad modular M2.U1. Planificación de la instalación de sistemas fotovoltaicos.....71

2.2. Prueba para una unidad modular M2.U2. Montaje de instalaciones fotovoltaicas.....75

2.3. Prueba para una unidad modular M2.U3. Modernización y mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas.....79

**IV. BANCA DE TESTARE – VERSIUNEA ROMÂNĂSCĂ**.....83

1. Set de întrebări pentru modulul M1. Planificarea, organizarea, desfășurarea și evaluarea formării profesionale.....84

1.1. Test pentru o unitate modulară M1.U1. Planificarea și proiectarea formării profesionale și a altor forme de îmbunătățire a competenței profesionale a angajaților.....84

1.2. Test pentru o unitate modulară M1.U2. Organizarea și desfășurarea de activități didactice și de consultanță.....88

1.3. Test pentru o unitate modulară M1.U3. Promovarea și asigurarea calității serviciilor de formare și acordarea calificărilor.....92

2. Set de întrebări pentru modulul M2. Proiectarea, instalarea, modernizarea și întreținerea sistemelor fotovoltaice.....95

2.1. Test pentru o unitate modulară M2.U1. Proiectarea sistemelor fotovoltaice.....95

2.2. Test pentru o unitate modulară M2.U2. Instalarea sistemelor fotovoltaice.....99

2.3. Test pentru o unitate modulară M2.U3. Modernizarea și întreținerea sistemelor fotovoltaice.....103

**V. ΔΟΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ – ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΕΚΔΟΣΗ**.....107

1. Τμήματα ερωτήσεων για το module 1. Τελεματική, οργάνωση, εκτέλεση και αξιολόγηση της επαγγελματικής εκπαίδευσης.....107

1.1. Δοκίμια για τη μονάδα M1.U1. Τελεματική και σχεδίαση της επαγγελματικής εκπαίδευσης και άλλων μορφών βελτιστοποίησης της επαγγελματικής εκπαίδευσης των εργαζομένων.....107

1.2. Δοκίμια για τη μονάδα M1.U2. Οργάνωση και παροχή υπηρεσιών εκπαιδευτικών και συμβουλευτικών υπηρεσιών με την προσφορά εμπειρίας.....112

1.3. Δοκίμια για τη μονάδα M1.U3. Προώθηση και διασφάλιση της ποιότητας των υπηρεσιών εκπαίδευσης και σύστασης των εργαζομένων.....117

2. Τμήματα ερωτήσεων για το module 2. Τελεματική, εγκατάσταση, εκσυγχρονισμός και συντήρηση των συστημάτων φωτοβολταϊκών.....121

2.1. Δοκίμια για τη μονάδα M2.U1. Τελεματική και σχεδίαση των φωτοβολταϊκών συστημάτων.....121

2.2. Δοκίμια για τη μονάδα M2.U2. Εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων.....125

2.3. Δοκίμια για τη μονάδα M2.U3. Εξυπακούηση και συντήρηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων.....129

Rys. 21. Okładka i spis treści banku testów

## 10. IO.7. Opracowanie modelu certyfikacji dla trenera PV z uwzględnieniem wymagań normy EN ISO 17024

Zadanie 7 obejmuje następujące rezultaty pośrednie:

### 1) Metodologia badań (w języku angielskim)

Jednym z działań podjętych w ramach projektu w celu ułatwienia uznawania i certyfikacji wiedzy, umiejętności i kompetencji zdobytych w ramach uczenia się formalnego, pozaformalnego i nieformalnego, a także w celu zwiększenia przejrzystości kwalifikacji i dyplomów w sektorze OZE w UE w ramach partnerstwa było opracowanie wspólnej metodologii przeprowadzenia badań w ramach danego zadania.

Walidacja i certyfikacja oparte są na konkretnych wymaganiach kompetencyjnych, które służą jako jasno określone i uzgodnione punkty odniesienia (Cedefop, 2009) do tworzenia programów nauczania dla trenerów i oceny kompetencji zdobytych w pracy. Wymagania kompetencyjne są określone w różnych dokumentach: a) standardy zawodowe, opisujące profil osoby prowadzącej szkolenie; (b) standardy kwalifikacji opisujące efekty uczenia się (wiedza, umiejętności i kompetencje), które powinien posiadać każdy specjalista posiadający kwalifikacje trenera.

W ramach projektu EU-PV-Trainer partnerzy wypracowali model systemu walidacji i certyfikacji kompetencji trenerów w sektorze fotowoltaicznym.

W opracowanej metodologii skoncentrowano się na procedurach certyfikacji środowiskowej (przez wiodące organizacje branżowe) kompetencji personelu w oparciu



o wymagania normy ISO / IEC 17024, która została zaprojektowana m.in. w celu zharmonizowania procesu certyfikacji personelu na całym świecie.

## **2) Raport z badań systemów certyfikacji i walidacji kompetencji trenerów fotowoltaicznych w krajach partnerskich (w języku angielskim)**

Celem międzynarodowych badań przeprowadzonych w krajach partnerskich (Polska, Hiszpania, Rumunia, Cypr) była analiza celowo wybranych dokumentów opisujących m.in. procesy walidacji i certyfikacji kompetencji wybranych ekspertów, prowadzonych przez instytucje spełniające wymagania normy ISO / IEC 17024: 2012 w odniesieniu do możliwości ich wykorzystania w procesach walidacji i certyfikacji kompetencji trenera PV.

W wyniku podjętych działań w ramach projektu opracowano raport z badań porównawczych krajowych polityk i praktyk dotyczących uznawania, walidacji i certyfikacji efektów uczenia się pozaformalnego i nieformalnego, dotyczące modeli systemów / modeli certyfikacji i walidacji dla trenerów VET w sektorze fotowoltaicznym we wszystkich krajach partnerskich ze szczególnym uwzględnieniem procedur związanych z certyfikacją personelu zgodnie z wymaganiami normy ISO 17024. W raporcie zostały przedstawione możliwości stworzenia certyfikacji i akredytacji kompetencji środowiskowej trenerów systemów fotowoltaicznych.

## **3) Model certyfikacji kompetencji trenera fotowoltaicznego**

Na podstawie raportów krajowych w ramach partnerstwa zostały opracowane wspólne elementy systemu modelu certyfikacji i walidacji środowiskowej trenerów systemów fotowoltaicznych.

Zawierają one m.in. procedury walidacji i certyfikacji zgodnie z wymogami dotyczącymi normy ISO / IEC 17024: 2012 „Oceny zgodności; ogólne wymagania dla jednostek certyfikujących osoby.

## **4) Rekomendacje dla krajowych organizacji / instytucji odpowiedzialnych za obszar fotowoltaiki w krajach partnerskich UE (w języku angielskim i językach narodowych krajów partnerskich)**

Każdy z partnerów projektu opracował krajowe rekomendacje dotyczące certyfikacji i walidacji środowiskowej kompetencji trenera PV. Sformułowane rekomendacje zostaną przedstawione europejskim i krajowym organizacją działającym na rzecz rozwoju odnawialnych źródeł energii, w szczególności w odniesieniu do instytucji, pracodawców i specjalistów w dziedzinie fotowoltaiki. Celem akcji było promowanie certyfikacji

społeczności trenerów PV, a także wyników opracowanych w ramach projektu (modułowego programu szkolenia, pakietów edukacyjnych, banku testów, kursu e-learningowego). W naszej ocenie, rekomendacje mogą przyczynić się do harmonizacji wymagań dotyczących kwalifikacji trenera PV oraz usprawnić proces uznawania i zatwierdzania kompetencji, w tym nabytych w drodze uczenia się pozaformalnego i nieformalnego.

### **Cele szczegółowe badań porównwczych**

1. Analiza wymagań normy EN ISO 17024 Ocena zgodności – Ogólne wymagania dotyczące jednostek certyfikujących osoby (ISO/IEC 17024:2012) pod kątem wskazania elementów, które w ocenie partnerstwa mogą mieć zastosowanie w procesach walidacji i certyfikacji kompetencji trenera PV.
2. Przeprowadzenie analizy porównawczej przykładowych procesów certyfikacji osób w akredytowanych instytucjach spełniających wymagania normy ISO/IEC 17024:2012.
3. Ustalenie modelowej (przykładowej) procedury walidacji i certyfikacji kompetencji trenera PV na bazie przeprowadzonej analizy porównawczej.
4. Opracowanie przykładowej dokumentacji na potrzeby instytucji zainteresowanej prowadzeniem certyfikacji trenerów PV w krajach partnerskich.
5. Opracowanie rekomendacji dla krajowych organizacji / instytucji odpowiedzialnych za obszar fotowoltaiki w krajach partnerskich UE.

### **Metody, techniki i narzędzia badawcze**

1. Główną metodą badawczą była analiza dokumentów opisujących procesy walidacji i certyfikacji kompetencji wybranych specjalistów prowadzonych przez instytucje spełniające wymagania normy ISO/IEC 17024:2012.
2. Metodą uzupełniającą był wywiad pogłębiony nieustrukturyzowany, celem którego było uzupełnienie, wyjaśnienie zebranych informacji. Wywiad był przeprowadzany głównie telefonicznie z pracownikami instytucji certyfikujących i posiadających wdrożony system zarządzania zgodnie z wymaganiami normy ISO/IEC 17024:2012.  
Podczas wywiadu prowadzono notatki i zebrane dane z analizy dokumentów oraz wywiadu posłużyły do opracowania danych do tabeli przedstawionej w rozdziale 2 będącej
3. W ramach partnerstwa zastosowano także metodę grupy fokusowej, podczas której wypracowywano wspólne rozwiązania.

## **Organizacja i teren badań**

Badania przeprowadzono w krajach partnerskich projektu: Polsce, Hiszpanii, Rumunii i na Cyprze w pierwszych oraz drugim kwartale 2019 roku z udziałem ekspertów instytucji partnerskich.

Każdy z partnerów przygotował dane do analizy porównawczej, który przekazał liderowi działania Polskiemu Towarzystwu Fotowoltaiki.

Poszczególne dane krajowe zostały przeanalizowane pod kątem podobieństw i różnic procesów walidacji i certyfikacji kompetencji personelu oraz posłużyły do wypracowania wspólnego modelu walidacji i certyfikacji kompetencji trenera PV.

## **Wnioski z przeprowadzonej analizy porównawczej:**

- 1) Zastosowanie normy EN ISO 17024 Ocena zgodności – Ogólne wymagania dotyczące jednostek certyfikujących osoby (ISO/IEC 17024:2012) pozwala na wypracowanie ujednoliconej procedury walidacji (egzaminowania) i wydania certyfikatu, lecz należy uwzględnić w niej specyficzne wymagania w poszczególnych krajach partnerskich.
- 2) Proces certyfikacji spełniający wymagania normy EN ISO 17024 Ocena zgodności – Ogólne wymagania dotyczące jednostek certyfikujących osoby (ISO/IEC 17024:2012) opisany jest przez Program sprawdzania kwalifikacji i certyfikacji osób, w którym znajdują się odwołania do wzorów dokumentów stosowanych w procesie certyfikacji.
- 3) Proces certyfikacji personelu składa się z dwóch etapów: egzaminowania, czyli zgodnie z terminologią przyjętą w ramach Europejskiej Ramy Kwalifikacji walidacji posiadanych kompetencji oraz procedury wydania certyfikatu.
- 4) Proces egzaminowania prowadzony jest zazwyczaj w tradycyjny sposób. Odbywa się przed specjalnie do tego powołaną komisją egzaminacyjną i składa się z dwóch etapów: części teoretycznej i praktycznej weryfikacji posiadanych kompetencji. Nie dopuszcza innych dowodów, za pomocą których osoba ubiegająca się o certyfikat może potwierdzać nabyte kompetencje co nie wpisuje się we współczesne trendy potwierdzania kompetencji nabywanych różnymi drogami i na podstawie różnych dowodów.

## **Rekomendacje sformułowanego w ramach partnerstwa na podstawie przeprowadzonej analizy porównawczej**

- 1) Rekomenduje się przyjęcie podejścia procesowego spełniającego wymagania normy do opracowanie modelu certyfikacji środowiskowej kompetencji trenera PV.



- 2) W ramach modelu certyfikacji trenera PV wskazane jest opracowanie przykładowego programu sprawdzania kwalifikacji i certyfikacji trenera PV wraz z przykładowymi załącznikami, np.:
- Wzór wniosku o sprawdzenie kwalifikacji (walidację) /certyfikację;
  - Wzór wniosku o certyfikację i ponowną certyfikację;
  - Wzór certyfikatu.
- 3) W procesie walidacji należy uwzględnić inne, poza tradycyjnym systemem egzaminów, metody potwierdzania nabytych kompetencji.



**Rys. 22.** Okładka i spis treści opracowania dotyczącego modelu certyfikacji dla trenera PV z uwzględnieniem wymagań normy EN ISO 17024

## Podsumowanie

Projekt UE-PV-Trainer wspomaga realizację celów m.in. zawartych w Strategii Europa 2020, Edukacja i szkolenia 2020, dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady (2009/28 / WE) w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, która to nakłada na państw członkowskie UE obowiązek osiągnięcia do roku 2020 poziomu 20% wytwarzania energii z odnawialnych źródeł. Potrzebę realizacji projektu potwierdziły także wyniki diagnozy wstępnej przeprowadzonej w państwach – partnerach projektu, z której wynikało że będzie wzrastało zapotrzebowanie na wysokokwalifikowanych trenerów PV, a poziom przygotowania obecnych trenerów jest zróżnicowany. Dodatkowo wskazane było wypracowanie modelu certyfikacji trenerów PV.

Mając na uwadze poprawę jakości kształcenia i szkolenia przyszłych instalatorów PV poprzez wyrównanie i podniesienie jakości przygotowania zawodowego trenerów PV należy

uwzględnić narzędzia rekomendowane przez EU, w szczególności ERK, KRK, ECVET, EQAVET i specyfikę krajów partnerskich.

Projekt i wypracowane w wyniku jego realizacji produkty w naszej ocenie wpisują się w tematykę i cele Programu Erasmus+, w tym wypracowanie nowych innowacyjnych programów nauczania/metod edukacyjnych/rozwój szkoleń i poprawę uznawania, przejrzystości, certyfikacji i promocji kształcenia otwartego i na odległość.

W realizacji projektu uczestniczyło 6 instytucji (1 uniwersytet, 1 instytut badawczy, 3 stowarzyszenia branżowe, 1 instytucja szkoleniowa) z 4 krajów UE. Tak dobrane partnerstwo w naszej ocenie wzajemnie się uzupełniało i sprzyjało efektywnej realizacji projektu oraz uzyskaniu wysokiej jakości rezultatów.

Wypracowane w projekcie produkty mogą przyczynić się do modernizacji i doskonalenia systemów edukacji i szkoleń trenerów PV, a pośrednio do:

- osiągnięcia wyższej jakości kształcenia, szkolenia i pracy trenerów PV;
- lepszego dostosowania systemu kształcenia/doskonalenia zawodowego trenerów PV do potrzeb rynku pracy;
- uzyskania bardziej efektywnej oceny umiejętności trenerów PV, w tym znajomości języków obcych;
- zwiększenia synergii i poprawy przechodzenia między różnymi systemami kształcenia i szkolenia na poziomie krajowym oraz upowszechniania i lepszego wykorzystania europejskich narzędzi wspierających uznanie kwalifikacji, certyfikatów i przejrzystość kompetencji oraz kwalifikacji (ECVET, walidacja kompetencji nieformalnych i nieformalnych);
- popularyzacji tworzenia programów nauczania na bazie zidentyfikowanych wymagań kompetencyjnych trenerów PV poprzez badania w rzeczywistym środowisku pracy i przedstawienie ich wyników w formie opisu/standardu kompetencji zawodowych;
- ustanowienia i wzmocnienia na poziomach międzynarodowym, krajowym współpracy na rzecz doskonalenia jakości przygotowania zawodowego trenerów PV między różnymi typami instytucji partnerskich (od instytucji badawczych po instytucje szkoleniowe);
- promowania wykorzystania ICT i otwartych zasobów edukacyjnych w doskonaleniu zawodowym już funkcjonujących na rynku pracy specjalistów.

W naszej ocenie, potencjalne długofalowe korzyści projektu związane m.in. umiędzynarodowienia rezultatów projektu, będą się przyczyniać się do rozwoju i poprawy jakości kształcenia i szkolenia zawodowego bezpośrednio trenerów PV, a przez nich monterów instalacji PV. Umiędzynarodowienie projektu przyczyniać się będzie także do zwiększenia mobilności i zatrudnialności trenerów PV.

## Bibliografia

1. Analiza zapotrzebowania na zawody związane z zieloną gospodarką w subregionie płockim. Raport końcowy zrealizowany w ramach projektu „Zielony potencjał subregionu płockiego szansą rozwoju rynku pracy”, ZDZ Płock, 2012.
2. Erasmus+. Przewodnik po programie. Komisja Europejska, Wersja 1 (2016): 20/10/2015.
3. Komunikat Komisji. Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu. Komisja Europejska, Bruksela 2010, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:PL:PDF>, dostęp: 19.10.2016.
4. Kwalifikacje zawodowe i kadry dla zielonego budownictwa. Ocena bieżącej sytuacji w sektorze budownictwa i szkolnictwa zawodowego w Polsce pod kątem realizacji krajowych celów roku 2020 w zakresie podniesienia efektywności energetycznej i zwiększenia wykorzystania odnawialnych źródeł energii przeprowadzona w ramach projektu Build Up Skills – Poland, Warszawa 2012.
5. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1288/2013 z dnia 11 grudnia 2013 r. ustanawiające „Erasmus+”: unijny program na rzecz kształcenia, szkolenia, młodzieży i sportu (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:347:0050:0073:PL:PDF>), dostęp: 19.10.2016.
6. Rozwój polskiego rynku fotowoltaicznego w latach 2010 – 2020. Raport, Stowarzyszenie Branży Fotowoltaicznej Polska PV, Kraków 2015.
7. Rynek fotowoltaiki w Polsce – diagnoza, park Naukowo-Technologiczny Euro Centrum, Katowice 2013.
8. Theocharis Tsoutsos, Training of photovoltaic installers in Europe. The PVTRIM training and certification scheme. Final report. 2013.



## **Budowanie standardów kompetencji zawodowych w ramach szkolenia zawodowego**

### **Wprowadzenie**

Standardy kompetencji zawodowych stanowią podwaliny każdego systemu lub ram kwalifikacji krajowych lub sektorowych. Niniejszy artykuł opisuje paradygmaty, które można przyjąć podczas tworzenia standardu kompetencji zawodowych. Do dwóch najpowszechniejszych obecnie metod opracowania standardów kompetencji należy badanie oraz tworzenie bazy pojęciowej i przesłanek, zalet i wad.

W dalszej części artykułu przedstawiono podejście do konstruowania i treści standardów kompetencji stosowane w Rumunii, jak również przykład ujęcia mieszanego w ramach strategii tworzenia norm dla systemu kompetencji zawodowych. Opisano tu podejście do opracowania standardów kompetencji w ramach projektu „Trener PV”, wraz z ich możliwym oddziaływaniem na budowanie skutecznych programów kwalifikacji dla kształcenia zawodowego.

### **1. Systemy kwalifikacji i standardy kompetencji**

System kwalifikacji składa się z opisów wymagań do spełnienia przez osobę, która dobrze wykonuje pracę związaną z konkretnym zawodem, profesją lub stanowiskiem. Wymagania mogą uwzględniać poziom wykształcenia, standardy fizyczne, przepisy bezpieczeństwa, niezbędne doświadczenie w pracy lub posiadanie licencji, a także umiejętności, wiedzę, zdolności, które dana osoba musi posiadać, aby pracować w wybranym zawodzie. Aby wymagania były ważne w systemie kwalifikacji, muszą być powiązane z daną pracą.

Podstawą systemu kwalifikacji jest zbiór stwierdzeń odnoszących się do wiedzy, umiejętności i zdolności, które trzeba posiadać, aby wykonywać dany zawód.

Elementy te noszą nazwę „standardów kompetencji” systemu kwalifikacji i stanowią część merytoryczną systemu kwalifikacji.

Krajowe systemy/ramy kwalifikacji mogą mieć wspólne punkty, ale mogą się też bardzo różnić, w zależności od tego, jaka instytucja czy agencja ma prawo do określania specyfikacji

w obszarze kwalifikacji i praktyki. Różnice są dostrzegalne zazwyczaj w obszarze regulacji, które odnoszą się do zasad wykonywania pracy czy warunków zawodu, podczas gdy wspólne elementy dotyczą opisu wiedzy, umiejętności i zdolności niezbędnych do wykonywania danego zawodu, dlatego też stanowią „standardy kompetencji” będące częścią tych systemów.

Standardy kompetencji z różnych systemów kwalifikacji mają zazwyczaj większość punktów wspólnych na poziomie podstawowym, a czasem różnią się w ogólnej strukturze czy modelu. W tym sensie badanie systemów i ram kwalifikacji w krajach europejskich pozwoliło wyróżnić dwa główne modele strukturalne. Wiele państw europejskich posiada tak zwane „standardy oparte na kompetencjach”, które obejmują szczegółowe stwierdzenia dotyczące wiedzy, umiejętności, kompetencji i kryteriów pomiaru wydajności wymagane dla danego stanowiska na rynku pracy. Inne kraje przyjęły krajową ramę kwalifikacji i kompleksowy system sektorowych „standardów opartych na kompetencjach”.

Do obszaru zainteresowań standardów opartych na kompetencjach należy definicja cech osobistych (takich jak wiedza, umiejętności, nastawienie, wzorce myślowe), które doprowadzą daną osobę do sukcesu zawodowego.

Zachowania, od których zależy sukces zawodowy, takie jak umiejętność pracy w zespole, umiejętności przywódcze, myślenie krytyczne lub inne umiejętności miękkie, mogą być również uwzględniane w modelu kompetencji. Modele kompetencji są wykorzystywane przez firmy na wiele sposobów: do budowania programów szkoleń, ewaluacji i ocen lub do zatrudniania pracowników [25].

Standardy oparte na kompetencjach dostosowują definicję „mierzalnych, celowych kamieni milowych opisujących to, co dana osoba musi osiągnąć”, aby uwzględniała konkretne cele, dopasowane do stanowiska.

Modelowanie kompetencji to poszukiwanie odpowiedzi na takie pytania, jak: „co dana osoba musi robić podczas pracy na tym stanowisku?” lub „co dana osoba musi zrobić, aby zrealizować cele określone dla tego stanowiska?”.

Prawidłowe i pełne odpowiedzi na te pytania prowadzą do „umiejętności, wiedzy oraz kluczowych zadań i postaw wspierających kompetencje” na danym stanowisku [25]. Dlatego też celem modelowania kompetencji jest nakreślenie „ramy, która definiuje proces służący do uzyskania wymaganych efektów na danym stanowisku oraz powiązane zadania i najlepsze praktyki”, aby zrealizować cele wymagane na tym stanowisku [25].

Oba podejścia do modelowania standardów kompetencji są ściśle związane ze znaczeniem dwóch użytych terminów – kompetencja i kompetencje. Podczas, gdy „kompetencje” skupiają się na cechach osobowych i zachowaniach potrzebnych do wykonywania danej pracy, „kompetencja” odnosi się do widocznego, odpowiedniego osiągnięcia wydajności w pracy, gdzie „wydajność” rozumie się jako najskuteczniejszy sposób realizacji celów w pracy.

**Tabala 1.** Modele kompetencji [25]

Jak wygląda model kompetencji (w odniesieniu do cech)?	Jak wygląda model kompetencji (w odniesieniu do wydajności)?
<p>Lista stwierdzeń opisujących wiedzę, umiejętności, najważniejsze zachowania i cechy potrzebne danej osobie do wykonywania danej pracy.</p> <p>Wiedzę, umiejętności, zachowania i postawy dzieli się na kategorie i szereguje według ważności: wiedza z obszaru danego stanowiska, umiejętności interpersonalne, umiejętności w obszarze zarządzania.</p> <p><i>Łatwość powiązania z programami szkoleniowymi i procesami oceny.</i></p>	<p>Definicja procesów, zadań, efektów pracy i celów do konsekwentnej realizacji przez osobę pełniącą konkretną rolę lub zajmującą dane stanowisko w organizacji.</p> <p>Najlepsze praktyki, najważniejsze umiejętności i wiedzę mapuje się względem efektów, które należy uzyskać, aby zrealizować zadania na danym stanowisku. Opisuje elementy pomocnicze poziomów kompetencji i przeszkody blokujące kompetencję.</p> <p><i>Łączy narzędzia i zasoby z definicją kompetencji w pracy, które pomagają osiągać wymagane efekty pracy.</i></p>

Wielu autorów uważa, że tworzenie modelu kompetencji (opis stanowiska) powinno poprzedzać i wspierać projekt modelu kompetencji, tj. ramy opisujące umiejętności, wiedzę, cechy i zachowania, które dana osoba powinna posiadać, aby wykonywać daną pracę. Kompetencja i kompetencje to cechy indywidualne, umożliwiające skuteczne wykonywanie danej pracy. Zatem kompetencje wspierają kompetencję, a bez kompetencji w odniesieniu do cech nie ma kompetencji w odniesieniu do wydajności [22].

## 2. Standardy oparte na kompetencjach a standardy kompetencji

Standard oparty na kompetencjach to lista „stwierdzeń dotyczących kompetencji”, opisujących cechy osobowe, jakie dana osoba powinna posiadać (w kategoriach wiedzy, umiejętności, najważniejszych postaw i zdolności), aby odpowiednio wykonywać daną pracę. Standard oparty na kompetencjach ma zazwyczaj konstrukcję wywodzącą się z ram kompetencji, które stanowią ujednolicone opisy wymagań na danym stanowisku i metody oceny ich realizacji. Większość standardów tworzy się poprzez zdobywanie wiedzy opartej na analizie zadań (ang. task analysis – TA), analizie funkcjonalnej (ang. functional analysis – FA) lub przez połączenie tych dwóch metod.



Analiza zadań (TA) to tradycyjne podejście do rozwoju umiejętności w kształceniu i szkoleniu zawodowym. Koncentruje się na samej aktywności, a nie na jej efekcie czy rezultacie.

Analiza oparta na zadaniach obejmuje szczegółową identyfikację elementów aktywności w pracy – zazwyczaj w celu planowania i monitorowania wydajności oraz konstruowania programów szkoleniowych.

Choć podejście to jest nadal powszechnie stosowane, analiza zadań nie uchwytuje zasadniczych i szerszych aspektów kompetencji: nie uwzględnia podstawowych umiejętności związanych z planowaniem, rozwiązywaniem problemów i komunikacją, które stanowią elementy kompetentnego działania [22].

Analiza funkcjonalna (FA) opiera się bardziej na aktywności niż na zadaniu czy pracy. Analiza funkcjonalna to podejście analityczne służące do definiowania i opisu konkretnej aktywności w sektorze ekonomicznym.

Uwzględnia się tu kilka czynników: aspekty techniczne, strategiczne, twórcze i menadżerskie, jak również zasadnicze wartości, takie jak etyka zawodowa i poszanowanie różnorodności czy równe szanse. Analiza funkcjonalna skupia się na „dlaczego?” zamiast „jak?”, umożliwiając przez to powiązanie różnych działań w ramach pracy pod kątem ich wspólnego celu.

W procesie analizy funkcjonalnej ustala się „najważniejsze pola” lub „jednostki kompetencji” w danej dziedzinie lub sektorze za pomocą „mapy funkcjonalnej” – ilustracji sektora zawodowego z opisem efektów działań od poziomu organizacji do poziomu jednostki.

Jednostka kompetencji to podstawowy element systemu opartego na kompetencjach, opisujący pełne działanie realizowane przez daną osobę, które można ocenić. Każdą jednostkę kompetencji można następnie podzielić na wiele „elementów kompetencji”, z których każdy zawiera kryteria wydajności i niezbędną wiedzę oraz zrozumienie.

Poszczególne jednostki lub elementy kompetencji mogą również zawierać informacje o kontekście zawodowym, w którym należy wykazać się wynikami i kryteria wydajności [22].

Jedną z zalet analizy funkcjonalnej jest opracowywanie systemów opartych na kompetencjach niezależnych od otoczenia kulturowego lub środowiska pracy, a to poprzez sprecyzowanie fundamentalnych wartości i etyki właściwych najlepszych praktykom w sektorach zawodowych. Inną zaletą analizy funkcjonalnej jest możliwość powiązania specyfiki sektora z kompetencjami „przekrojowymi”. Kompetencje przekrojowe, nazywana również „kluczowymi umiejętnościami lub kompetencjami” odgrywają istotną rolę na europejskiej scenie edukacji. W rezultacie UE przygotowała dobrze znane ramy kluczowych kompetencji, obejmujące osiem dziedzin najważniejszych kompetencji uznanych za

niezbędne dla wszystkich we współczesnym społeczeństwie opartym na wiedzy.

Z drugiej strony badania [22] nad ramami edukacyjnymi dowiodły, że systemy kompetencji mają określone cechy w różnych krajach i kontekstach. Systemy oparte na kompetencjach mogą również zawierać poziomy, odpowiednio względem stopnia złożoności działania lub zadania, jak również takie czynniki, jak odpowiedzialność za pracę. Wiele systemów opartych na kompetencjach przekształcono po jakimś czasie w standardy dla sektorowych lub krajowych systemów kwalifikacji. System kompetencji staje się standardem, gdy wyraźnie określa efekty, jakie są oczekiwane do osiągnięcia przez osobę na danym stanowisku i wskazuje, jak można je mierzyć (ocena formalna) [22].

Analiza standardów opartych na kompetencjach można podkreślać cechy kategorii uzupełniającej – standardów kompetencji. Standardy kompetencji opisują wymagania dotyczące uprawiania danego zawodu, wyrażone w formie stwierdzeń o tym, co dana osoba powinna wiedzieć i rozumieć, co powinna być w stanie zrobić w kontekście zawodowym (umiejętności) oraz/lub organizacyjnym (umiejętności społeczne).

Opis standardu opartego na kompetencjach powinien zaczynać się od powiązania go z działaniami określonymi dla danego stanowiska lub zadań, a standardy kompetencji można analizować i badać zaczynając od koncepcji kompetencji i jej znaczenia w kontekście zawodowym. Kompetencje to koncepcja o wielu aspektach, stosowana w podejściach opartych na efektach pracy jako odniesienie do widocznych wyników osiągniętych przez osoby powiązane z konkretnymi aktywnościami zawodowymi [24].

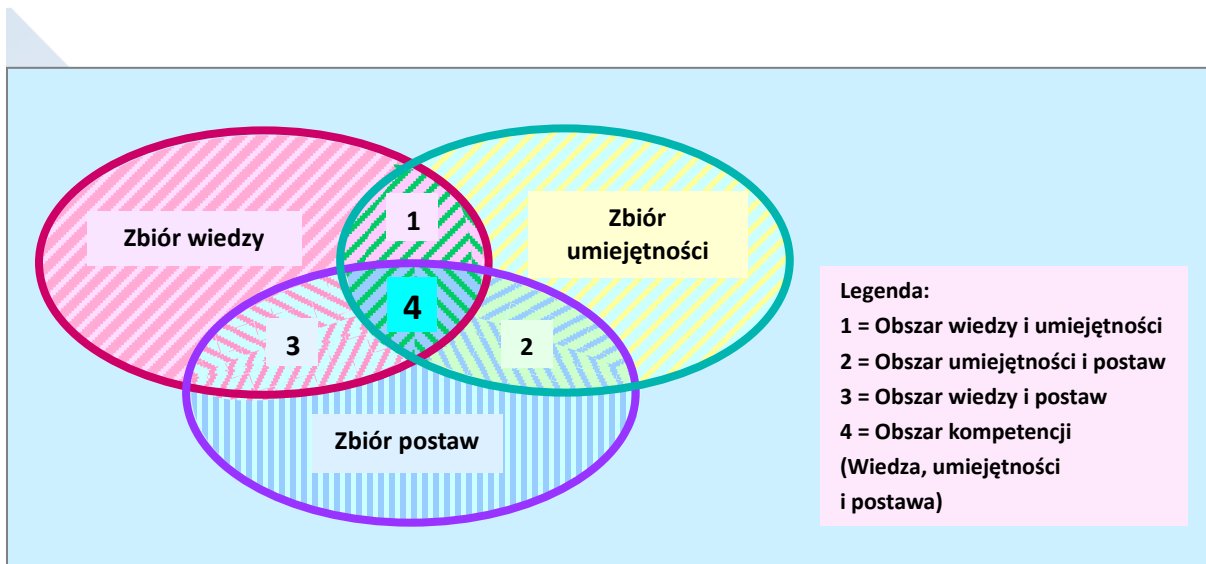
Badania [14] wyszczególniają trzy elementy koncepcji kompetencji:

- (a) wiedza, która oznacza „posiadanie informacji lub posiadanie doświadczenia w jakimś obszarze przedmiotowym”,
- (b) umiejętności, które oznaczają „zdolność skutecznego wykorzystywania wiedzy” oraz
- (c) postawa, która oznacza „mentalne lub emocjonalne podejście do czegoś lub kogoś”.

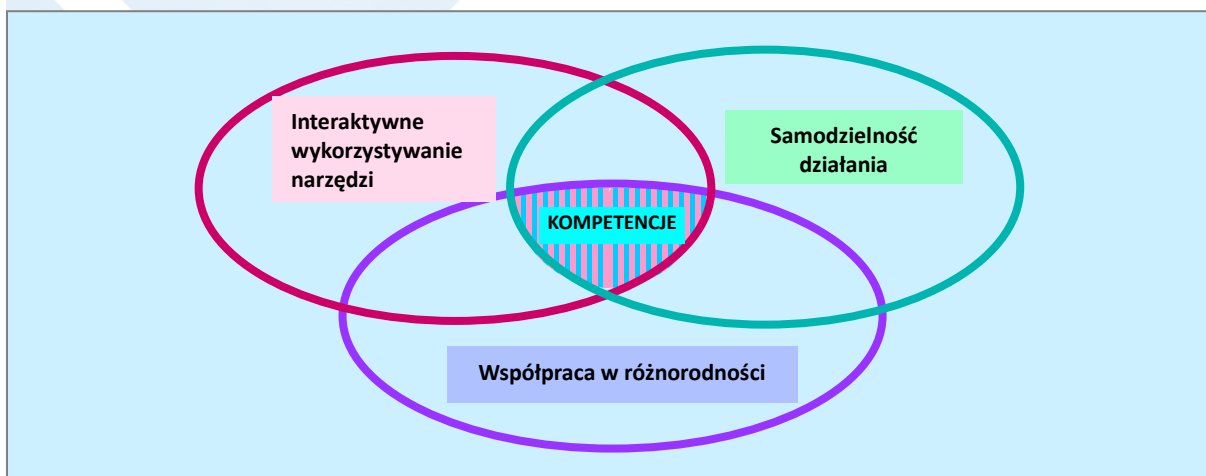
Koncepcję kompetencji i jej elementów można przedstawić za pomocą diagramu Venna zaczerpniętego z teorii zbiorów (Rys. 1).

Do koncepcji kompetencji nawiązywano w wielu projektach międzynarodowych dotyczących edukacji i kwalifikacji zawodowych, takich jak DeSeCo [13], TRACE [22] czy Tuning [29].

W ramach projektu DeSeCo („Definicja i selekcja kompetencji”) ustanowiono trzy szerokie kategorie kompetencje (Rys. 2): interaktywne wykorzystywanie narzędzie, współpraca w różnorodności i samodzielność działania, z wnioskiem końcowym, iż „nie ma jednej koncepcji kompetencji” [13].



Rys. 1. Elementy kompetencji w widoku ustrukturyzowanym [14]

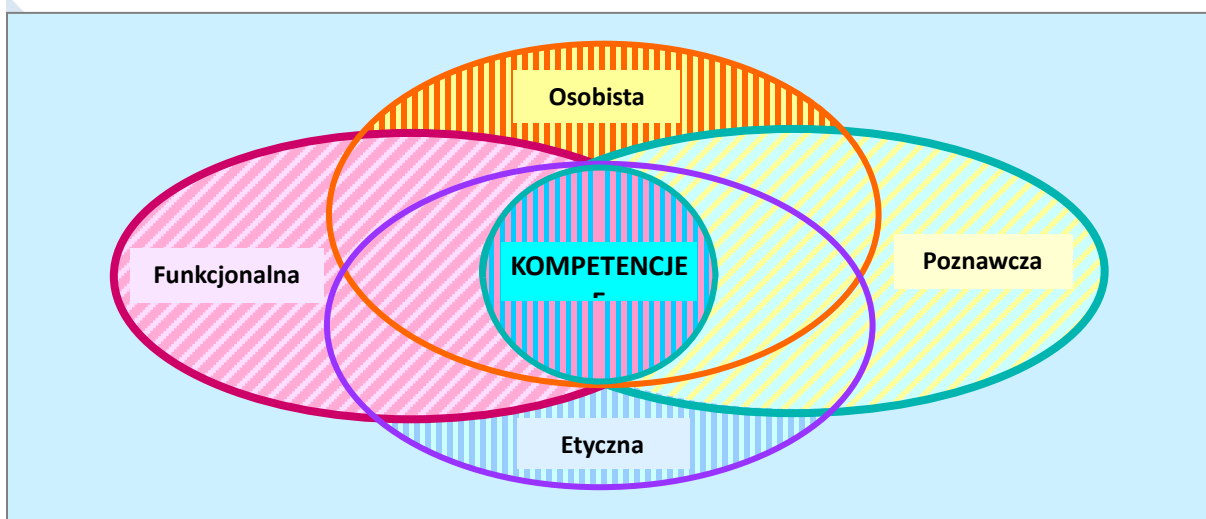


Rys. 2. Kluczowe kompetencje ustalone w projekcie DeSeCo

W projekcie TRACE [22] przyjęto bardziej holistyczną, integracyjną definicję koncepcji kompetencji.

Uwzględnia ona kompetencję poznawczą (wykorzystanie teorii i wiedzy nieformalnej, ukrytej, zdobytej w drodze doświadczenia), funkcjonalną (umiejętności lub know-how), osobistą (wiedza, jak się zachować w konkretnej sytuacji) i etyczną (posiadanie pewnych wartości osobistych i zawodowych). W projekcie TRACE „kompetencje to opisy działań/zachowań/efektów związanych z pracą, które osoba ją wykonująca powinna wykazywać”.





**Rys. 3.** Koncepcja kompetencji określona w projekcie TRACE

W projekcie Tunin kompetencje uważa się za „połączenie cech w kategorii wiedzy i jej zastosowania, umiejętności, obowiązków i postaw”.

Projekt dokonał rozróżnienia pomiędzy kompetencjami ogólnymi i szczególnymi, opisując trzy rodzaje kompetencji ogólnych: kompetencje instrumentalne (umiejętności poznawcze, metodologiczne, technologiczne i językowe), interpersonalne (interakcje społeczne i współpraca), systemowe (połączenie zrozumienia, wrażliwości i wiedzy). W ujęciu projektu uprzednie zdobycie kompetencji instrumentalnych i interpersonalnych jest jednostkom niezbędne i stanowi warunek wstępny rozwoju kompetencji systemowych.

Koncepcja kompetencji wiąże się też ściśle z zasadami Europejskiej Ramy Kwalifikacji (EQF), którą rozumie się zazwyczaj jako „rama dla ram, której celem jest umożliwienie krajowym systemom kwalifikacji w Europie, z ich dorozumianymi poziomami oraz/lub cechami sektorowymi, odnoszenie się do siebie nawzajem” [1].

Podstawowe podejścia EQF opierają się na zasadzie **efektów uczenia się** (ang. learning outcome - LO). Efekt uczenia się to stwierdzenie wyszczególniające, co osoba ucząca się wie, rozumie i jest w stanie zrobić po ukończeniu procesu uczenia się. W metodologii EQF efekty uczenia się są klasyfikowane w trzech kategoriach: wiedza, umiejętności i umiejętności społeczne (zwane również „umiejętnościami miękkimi” lub „kompetencjami społecznymi”). Wszyscy eksperci UE uczestniczący w debatach EQF zdecydowali się „użyć rozróżnienia pomiędzy wiedzą, umiejętnościami i umiejętnościami społecznymi jako ramy EQF, ponieważ jest to najpewniejszy sposób kategoryzacji efektów uczenia się” [1].

Kluczowe koncepcje EQF opisano za pomocą następujących definicji [1]:

- efekty uczenia się to stwierdzenie dotyczące tego, co osoba ucząca się wie, rozumie i jest w stanie zrobić po ukończeniu procesu uczenia się
- wiedza oznacza efekt przyswojenia informacji poprzez uczenie się; jest to zbiór faktów, zasad, teorii i praktyk powiązanych z danym obszarem pracy lub nauki
- umiejętność oznacza zdolność zastosowania i użycia wiedzy w celu realizacji zadań i rozwiązywania problemów
- umiejętności społeczne oznaczają zweryfikowaną zdolność do korzystania z wiedzy, umiejętności oraz zdolności osobistych, społecznych i metodologicznych w sytuacjach pracy lub nauki oraz/lub w rozwoju zawodowym lub osobistym
- kwalifikacja oznacza formalny rezultat procesu walidacji, uzyskany od właściwego organu, który może określać, czy dana osoba osiągnęła efekty uczenia się zgodne z danymi standardami.

Podejścia związane z „efektami uczenia się” w ramach EQF reprezentują zmianę paradygmatu w myśleniu o edukacji, która rozpoczyna debatę na temat zestawienia uczenia się opartego na wkładzie (opisanego w kategoriach lokalizacji, czasu trwania oraz/lub metod nauczania) z uczeniem się opartym na efektach, opartym na zasadach edukacji skupionej na uczącym się oraz uczeniu się zorientowanym zawodowo. Z tej szczególnej perspektywy EQF koncepcja kompetencji zyskuje znaczenie holistyczne, obejmując umiejętności, wiedzę, zrozumienie, postawy osób związane z kontekstem zawodowym i uzyskane w procesie edukacji formalnej i pozaformalnej. W efekcie dowolny model standardów kompetencji oparty na tych zasadach będzie się składał ze stwierdzeń opisujących wiedzę, umiejętności i umiejętności społecznych, jakie należy posiadać, aby z sukcesem i bezpiecznie funkcjonować w środowisku zawodowym.

### 3. Standardy kompetencji i kwalifikacje oparte na efektach

Biorąc pod uwagę wyżej opisane perspektywy, standardy kompetencji w sposób naturalny stają się fundamentem do budowania dowolnego programu kształcenia i szkolenia zawodowego lub kształcenia ustawicznego dla celów rozwoju zawodowego. Gdy program kształcenia/szkolenia buduje się wokół podejścia opartego na efektach uczenia się, relacja pomiędzy standardami kompetencji i edukacją zawodową staje się silniejsza i głębsza.

Efekty uczenia się to stwierdzenie dotyczące tego, co osoba ucząca się wie, rozumie i jest w stanie zrobić po ukończeniu procesu uczenia się. W szerszym znaczeniu efekty uczenia się opisują wiedzę, umiejętności i umiejętności społeczne, które osoba może zdobyć realizując program kształcenia lub szkolenia.

Relację pomiędzy standardami kompetencji i podejściem opartym na efektach uczenia się w opracowywaniu programów edukacyjnych można wyrazić poprzez podkreślenie tego, że obie koncepcje się uzupełniają. Efekty uczenia się mają postać stwierdzeń dotyczących tego, „co osoba ucząca się wie, rozumie i jest w stanie zrobić po ukończeniu procesu uczenia się”, w szerszym znaczeniu, a kompetencje oznaczają „zweryfikowaną umiejętność wykorzystania wiedzy, umiejętności oraz zdolności osobistych, społecznych oraz/lub metodologicznych, w rozwoju zawodowym i osobistym” [7]. W wyniku tej komplementarności standardy kompetencji są zazwyczaj wykorzystywane w wielu systemach kształcenia zawodowego jako „podstawa definiowania efektów modułu uczenia się, programu lub szkolenia” [2].

Pomimo powyższych względów, mogą się pojawić trudności we wdrożeniu w praktyce idei opisywania uczenia się w kategoriach oczekiwanych efektów, aby spełnić wymogi określone w standardzie kompetencji, a odnoszące się do danego stanowiska lub zawodu. Pewne formy wiedzy, umiejętności i kompetencji są trudne do opisanego jako efekty uczenia się (np. wiedza ukryta lub mocno skontekstualizowana wiedza, umiejętności i kompetencji) [2].

Inne trudności wynikają z różnych podejść do identyfikacji i opisu efektów uczenia się w różnych krajowych ramach lub systemach kwalifikacji. Wielu autorów czy portali wspieranych przez UE, a zajmujących się edukacją w dziedzinach zawodowych (jak np. [20]) przedstawia wytyczne i zasady opisu lub opracowywania efektów uczenia się.

Podejście holistyczne opiera się na idei, iż w kontekście zawodowym praca nie stanowi zestawu osobnych czynności. Dlatego też efekty uczenia się opisujące umiejętność wykonywania procesów pracy należy określać zgodnie z całym modelem działalności zawodowej obejmującej te procesy pracy. W tym przypadku opracowanie deskryptorów efektów uczenia się i przeniesienie ich do profilu zawodowego należy oprzeć na analizie procesów pracy wchodzących w skład danego zawodu.

Opracowanie to może się składać z następujących etapów [20]:

- 1) Identyfikacja procesów pracy i działalności, które można przypisać danej profesji.



- 2) Podział obszarów aktywności na podstawie wcześniej zdefiniowanych procesów pracy i działalności.
- 3) Zdefiniowanie efektów uczenia się związanych z każdym obszarem aktywności.
- 4) Przeniesienie obszarów aktywności i efektów uczenia się do profilu zawodowego.

Inne metodologie rozpisywania efektów uczenia się proponują podejście heurystyczne, oparte na wspólnych zbiorach zasad rekomendacji [2]: opracowując program edukacyjny oparty na podejściu wykorzystującym efekty uczenia się należy się opierać na „osiągnięciach” łatwych do określenia, wykonalnych dla osoby uczącej się, mierzalnych.

Kilka projektów europejskich było ukierunkowanych na metodologie opracowywania efektów uczenia się dla konkretnych dziedzin szkolenia. Tutaj również kierunki były różne [5]:

- projekty wyrażające efekty uczenia się pod względem wiedzy, umiejętności i kompetencji: AEROVET, OPIR, RECOMFOR, CREDCHEM, M.O.T.O, CAPE-SV, ECVET ASSET:
  - ✓ projekt AEROVET wykorzystywał wspólne zadania zawodowe, zgodnie z matrycą poziomów kompetencji w celu sformułowania efektów uczenia się,
  - ✓ projekt M.O.T.O. opracował podejście do efektów uczenia się, zaczynając od zadań zawodowych połączonych z treściami kształcenia określonymi przez ośrodki szkoleniowe zaangażowane w obszar testów itp.,
- inne projekty, takie jak SME MASTER Plus, VALOGReg szukały alternatywnych sposobów określania efektów uczenia się. W tych projektach autorzy wstrzymywali się od podziału efektów uczenia się na wiedzę, umiejętności i kompetencje, gdyż taki podział byłby sprzeczny z roszczeniem sobie przez projekt odzwierciedlenia umiejętności zawodowych w sposób kompleksowy i przejrzysty [5].

W tym ostatnim przypadku matryca poziomów kompetencji wskazuje w pierwszym rzędzie listę najważniejszych zadań, a następnie – pionowo – poziomy biegłości w kategoriach "kompetencji", które można zdobyć realizując zadania. Uważa się, że procesy pracy nie pozwalają na podział efektów uczenia się według deskryptorów wiedzy, umiejętności i kompetencji. W konsekwencji każde zadanie opisuje się pod kątem oczekiwanych poziomów kompetencji, od początkującego do eksperta [5].

Tak czy inaczej, wszystkie powyższe projekty mają wspólną cechę – uwzględniają zestaw powiązanych standardów edukacyjnych i zawodowych, próbując opracować lub zarekomendować sposób projektowania aktywności szkoleniowych w konkretnej dziedzinie zawodowej.

#### 4. Standardy kwalifikacji i kompetencji dla trenerów w Rumunii

Rumuńska Rama Kwalifikacji (RQF) dla profesjonalnych trenerów została opracowana przez Krajową Rumuńską Agencję Kwalifikacji (RNQA). Ramę utworzono w celu zachowania zgodności z krajowymi przepisami dotyczącymi działalności szkoleniowej: każda osoba zaangażowana w program szkoleniowy jako trener, nauczyciel, instruktor, majster-instruktor, wychowawca powinna być upoważniona (certyfikowana) jako trener zawodowy. Rumuńska rama kwalifikacji definiuje „kompetencje określone dla danego stanowiska” dla dwóch kategorii pracowników, którzy mogą być zaangażowani w działania szkoleniowe:

- Trener, określany jako specjalista, który projektuje, dostarcza, ocenia i weryfikuje aktywności teoretyczne lub praktyczne oraz/lub programy przeznaczone do opracowywania lub wzmocnienia kompetencji w obszarze dziedziny zawodowej,
- Majster-instruktor, który realizuje szkolenie praktyczne w placówkach kształcenia zawodowego na poziomie średnim lub prowadzi szkolenie w miejscu pracy.

RQF dla trenerów jest obecnie używana do opracowywania i wdrażania programów szkoleniowych do certyfikacji trenerów zawodowych. Certyfikacja realizowana w tych programach odpowiada poziomowi 4 ISCED (kształcenie policealne) lub poziomowi 5 EQF. Certyfikacja dla majstra-instruktora odpowiada poziomowi 3 ISCED (kształcenie ponadgimnazjalne) lub poziomowi 4 EQF.

Po certyfikacji zawodowy trener może uczestniczyć w programach szkoleniowych w swoim konkretnym obszarze kompetencji lub dziedzinie aktywności, w której ma już upoważnienie do szkolenia. Programy szkoleniowe mogą być realizowane w kontekstach formalnych i nieformalnych, a proces szkoleniowy może się odbywać w ramach ustawicznego kształcenia zawodowego (CVET) lub wstępnego kształcenia zawodowego (IVET).

Rumuński system/ramy kwalifikacji do nauczania w kształceniu zawodowym lub ustawicznym, tj. tzw. kontekst edukacji zawodowej, to ramy oparte na kompetencjach, zbudowane na podstawie analizy funkcjonalnej działania w dziedzinie docelowej – w tym przypadku szkolenie zawodowych trenerów. Jego głównym elementem jest tzw. standard zawodowy, który odgrywa w szerszym znaczeniu rolę standardu kompetencji w ramach kwalifikacji.

W podejściu przyjętym w Rumunii każdy standard zawodowy składa się z zestawu deskryptorów treści i kontekstu działalności zawodowej, do której się odnosi. Deskryptory uwzględniają wymagania dotyczące praktykowania zawodu i są powiązane ze sobą, mając na uwadze rynek pracy.

Rumuński standard zawodowy dzieli się na **grupy (obszary) jednostek kompetencji**.

Każda jednostka (obszar) kompetencji w grupie ma typowe znaczenie i strukturę jednostki mapy funkcjonalnej, co następuje:

- jednostka kompetencji opisuje działanie, które dana osoba może wykonać, aby wygenerować konkretny produkt lub usługę,
- jednostka kompetencji dzieli się na wiele elementów kompetencji, a każdy element kompetencji uwzględnia konkretną wiedzę, umiejętności i postawy.

Standard zawodowy w RQF proponuje trzy główne grupy jednostek kompetencji (Rys. 4):

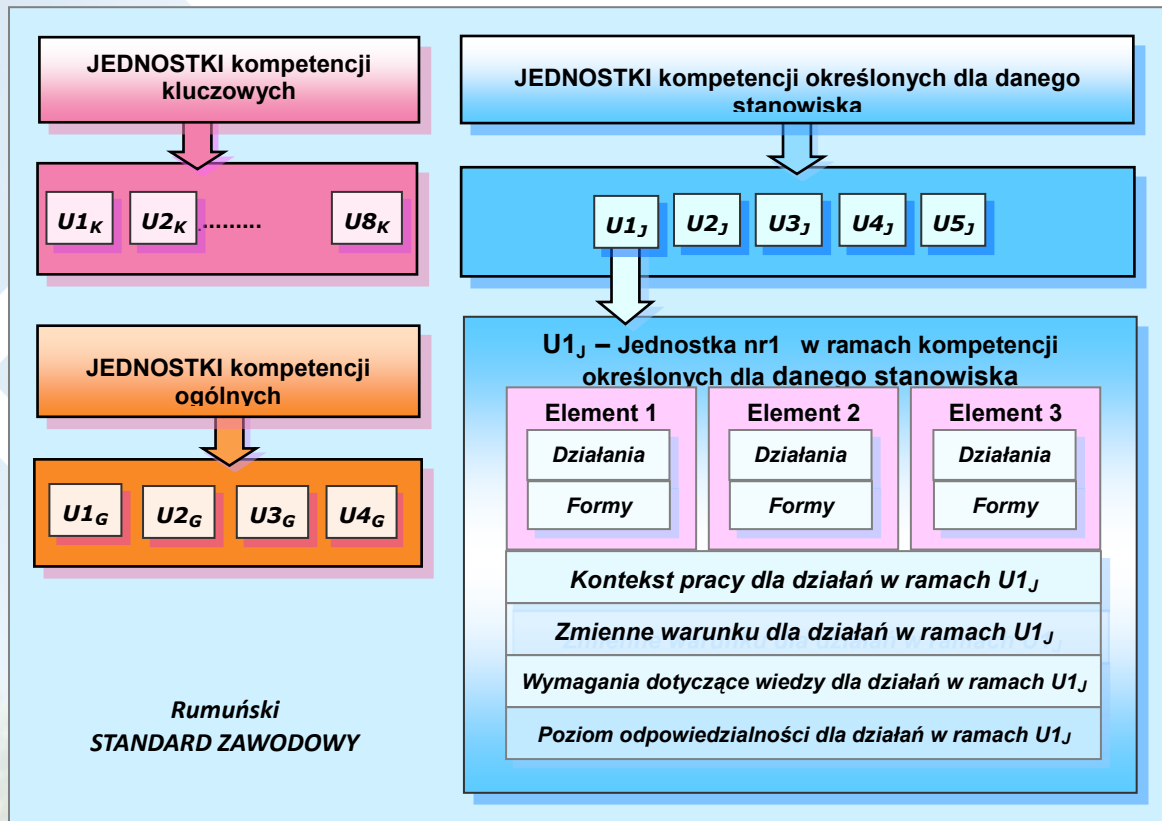
- **Grupa jednostek kompetencji kluczowych**, w skład której wchodzi tzw. „metakompetencje”: komunikacja, umiejętności matematyczne, naukowe i technologiczne, cyfrowe, kompetencje społeczne, umiejętność uczenia się, poczucie inicjatywy i przedsiębiorczości, świadomość kulturowa i ekspresja.
- **Grupa jednostek kompetencji ogólnych**, która uwzględnia jednostki odnoszące się do regulacji określonych dla danej dziedziny, przepisów dotyczących bezpieczeństwa i ochrony środowiska oraz do zasad zapewnienia jakości.
- **Grupa jednostek kompetencji określonych dla danego stanowiska**, w skład której wchodzi następujące jednostki:
  - ✓ przygotowanie/organizacja programu/modułu szkoleniowego,
  - ✓ przygotowanie/organizacja części praktycznej modułu szkoleniowego,
  - ✓ wdrożenie programu szkoleniowego,
  - ✓ ewaluacja uczestników i ewaluacja programu szkolenia.

Każda jednostka kompetencji w grupie określonej dla danego stanowiska składa się z następujących elementów:

- **elementy kompetencji**, czyli opis zadania, z uwzględnieniem, co następuje,
- **kontekst osiągnięcia**, wyszczególniający konteksty bieżących zadań w tej jednostce,
- **zmienne opisujące warunki i źródła/narzędzia niezbędne do realizacji jednostki**,
- **wymagania dotyczące wiedzy**, wyszczególniające elementy niezbędne do realizacji zadań w ramach jednostki,



– **poziom odpowiedzialności**, czyli poziom niezależności i odpowiedzialności, który dana osoba powinna mieć w odniesieniu do działań i zadań w tej jednostce kompetencji.



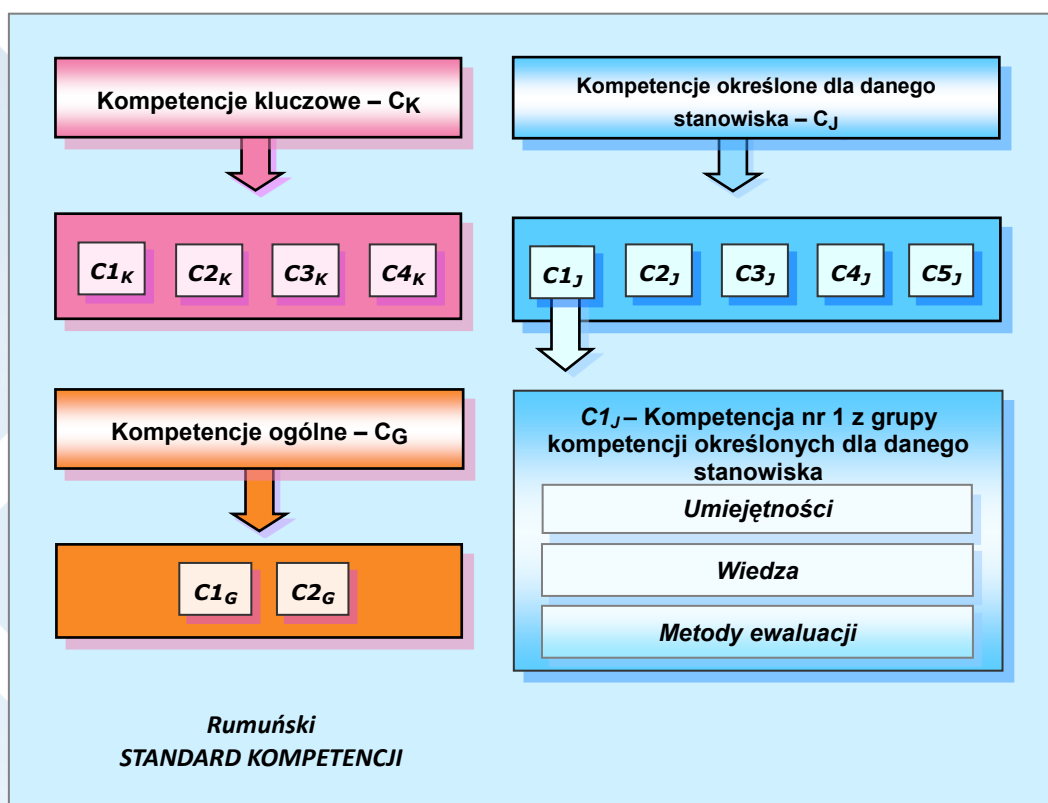
Rys. 4. Struktura rumuńskiego standardu zawodowego

Każdy element kompetencji w jednostce zawiera stwierdzenia dotyczące:

- działań w ramach osiągnięcia, czyli opisy działań niezbędnych do pomyślnej i pełnej realizacji zadań określonych przez element kompetencji,
- form osiągnięcia, czyli opisy postaw niezbędnych do wsparcia realizacji zadania określonego przez element kompetencji.

Bardziej szczegółowo rumuński standard zawodowy dla zawodowych trenerów proponuje 11 głównych „kompetencji”:

- pięć kompetencji odpowiada jednostkom w standardzie zawodowym,
- dwie kompetencje wiążą się z bezpieczeństwem w pracy,
- cztery kompetencje wywodzą się z kategorii Kompetencje kluczowe w standardzie zawodowym RQF (Rys. 5).

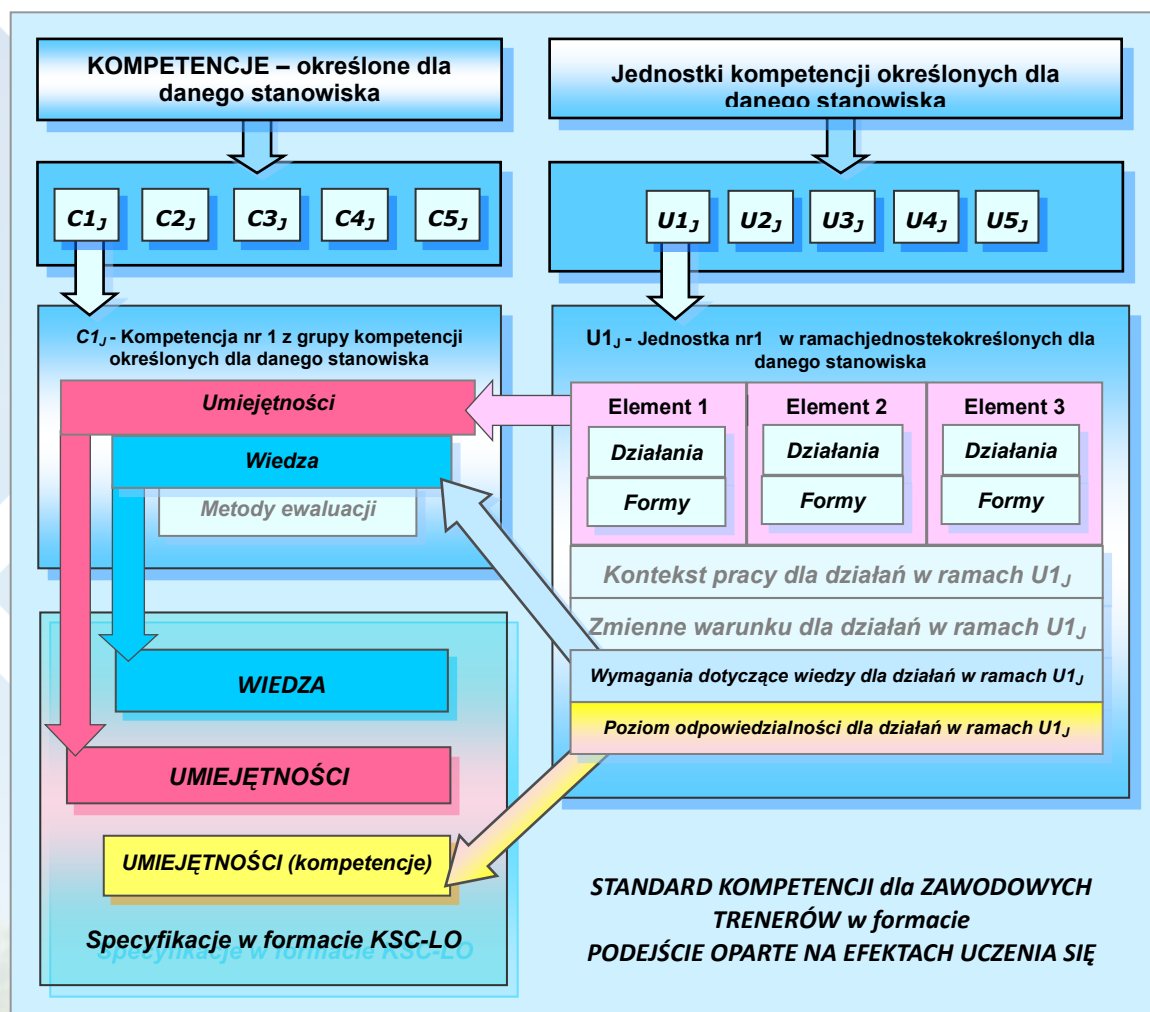


Rys. 5. Rumuński standard zawodowy dla kwalifikacji trenera zawodowego

Wszelka próba przeniesienia elementów rumuńskiego standardu zawodowego według przedstawienia na Rys. 5 do standardu kompetencji złożonego ze stwierdzeń dotyczących wiedzy, umiejętności i umiejętności społecznych określonych dla kwalifikacji zawodowej, musi się odbywać w kilku etapach (Rys. 6).

W tym przypadku stwierdzenia dotyczące wiedzy powinny się wywodzić ze stwierdzeń dotyczących wiedzy w ramach standardów zawodowych, stwierdzenia dotyczące umiejętności z elementów kompetencji w standardzie zawodowym, a stwierdzenia dotyczące umiejętności społecznych (kompetencji) powinny się wywodzić ze specyfikacji „poziomu odpowiedzialności” tego samego standardu zawodowego.

Przeniesienie (Rys. 6) znacznie ułatwiłoby opracowanie programu szkoleniowego dla trenerów na podstawie standardów kompetencji na rynku pracy dla zawodowych trenerów. Rezultatem byłby standard kompetencji złożony z pięciu jednostek kompetencji zawierających od trzech do pięciu zadań, a dla każdego zadania – odpowiednie deskryptory wiedzy, umiejętności i umiejętności społecznych (Tab. 2).



Rys. 6. Przeniesienie rumuńskiego standardu zawodowego do formatu efektów uczenia się

Tab. 2. Struktura nowego rumuńskiego standardu kompetencji dla zawodowych trenerów

Jednostki kompetencji	Efekty uczenia się		
	Wiedza	Umiejętności	Kompetencje
1. Przygotowanie programu szkoleniowego	20 stwierdzeń	5 stwierdzeń	5 stwierdzeń
2. Przygotowanie części praktycznej kursu	12 stwierdzeń	3 stwierdzenia	3 stwierdzenia
3. Wdrożenia działania edukacyjnego	14 stwierdzeń	4 stwierdzenia	4 stwierdzenia
4. Ewaluacja uczestników szkolenia	10 stwierdzeń	4 stwierdzenia	4 stwierdzenia
5. Ewaluacja programu szkoleniowego	12 stwierdzeń	3 stwierdzenia	3 stwierdzenia



## 5. Standard kompetencji zawodowych w projekcie Trener PV

Nowy standard kompetencji dla trenerów w obszarze systemów fotowoltaicznych opracowany w ramach projektu Trener PV stanowi właściwy przykład sposobu realizacji standardów kompetencji zgodnych z podejściem opartym na efektach uczenia się. W tym nowym standardzie każda jednostka kompetencji zawiera opisy kompetencji związane z zawodem trenera fotowoltaiki w formie stwierdzeń wskazujących konkretną wiedzę („on/ona wie i rozumie”), umiejętności („on/ona potrafi”) oraz umiejętności społeczne (samokontrola i umiejętność współpracy w środowisku zawodowym).

Zbiór jednostek kompetencji w nowym standardzie obejmuje dwa główne obszary (lub pola czy grupy jednostek) kompetencji. Pierwszy obszar kompetencji w standardzie wiąże się z zawodem trenera i nosi nazwę „K1 – Planowanie, organizacja, realizacja i ewaluacja szkolenia zawodowego”, a w jego skład wchodzi trzy jednostki kompetencji:

- Planowanie i projektowanie szkolenia zawodowego oraz inne formy doskonalenia kompetencji zawodowych pracowników,
- Organizacja i realizacja działań edukacyjnych, konsultacji związanych z ofertą szkoleniową,
- Promocja i zapewnianie jakości usług szkoleniowych i nadawania kwalifikacji.

Drugi obszar kompetencji w standardzie odnosi się do kompetencji w sektorowej dziedzinie systemów fotowoltaicznych i nosi nazwę „K2 – Planowanie, montaż, modernizacja i konserwacja instalacji fotowoltaicznych”, a w jego skład wchodzi trzy jednostki kompetencji:

- K2.1. Planowanie montażu systemów fotowoltaicznych,
- K2.2. Montaż instalacji fotowoltaicznych,
- K2.3. Modernizacja i montaż instalacji fotowoltaicznych.

Jako że dzieli się on na jednostki kompetencji powiązane z wiedzą, umiejętnościami i umiejętnościami społecznymi, które dana osoba powinna posiadać, stwierdzenia w ramach nowego standardu można łatwo przenosić na efekty uczenia się modułowego programu kwalifikacji do szkolenia trenerów fotowoltaiki.

Ponadto, uwzględniając to, że europejski ECTS i ECVET to systemy punktów zaliczeniowych oparte na efektach uczenia się i łączące kompetencje zawodowe ze standardami kształcenia, programy kwalifikacji utworzone na podstawie nowego standardu kompetencji mogą zapewniać punkty zaliczeniowe.

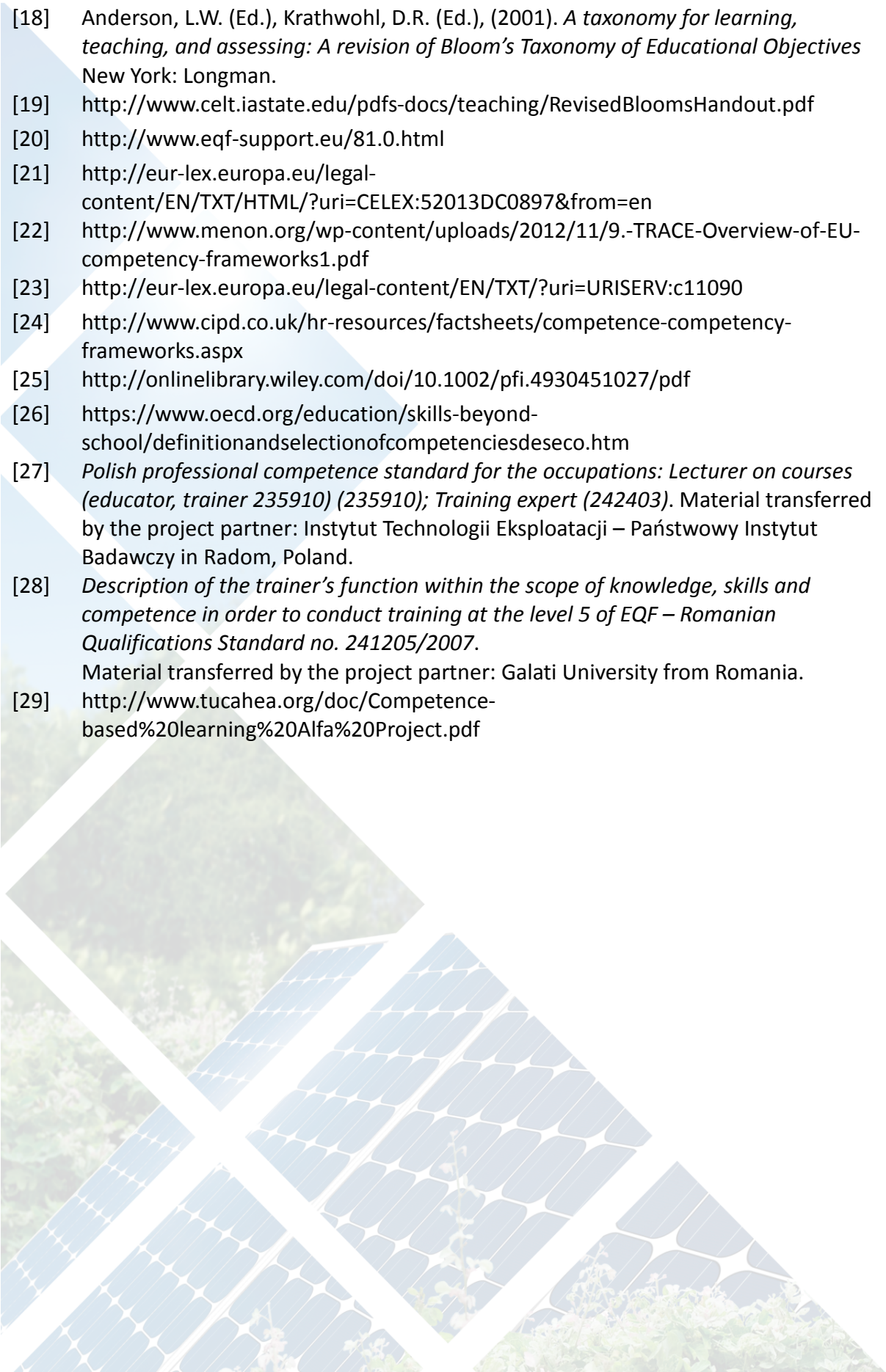
Punkty te można gromadzić i przekazywać do systemów kwalifikacji, ułatwiając tym samym powszechne uznawanie ocenianych efektów uczenia się osiągniętych przez osoby w ramach programów szkoleniowych.

Umożliwiają one również lepsze zrozumienie i czytelność kwalifikacji w różnych formach i kontekstach uczenia się w Europie, co było celem projektu Trener PV realizowanym w drodze opracowania modelu kwalifikacji poprzez system e-learningu na podstawie standardu kompetencji.

Standard kompetencji i metody edukacyjne opracowane w ramach projektu Trener PV mogą pomóc w umożliwieniu Europejczykom zrozumiałego przedstawienia ich kwalifikacji zdobytych w środowiskach kształcenia pozaformalnego lub nieformalnego oraz mogą ułatwić osobom uczącym się i pracownikom przenoszenie się pomiędzy krajami i zawodami.

## Bibliografia

- [1] [https://ec.europa.eu/ploteus/sites/eac-eqf/files/brochexp\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/ploteus/sites/eac-eqf/files/brochexp_en.pdf)
- [2] [https://ec.europa.eu/ploteus/sites/eac-eqf/files/EQF\\_note4\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/ploteus/sites/eac-eqf/files/EQF_note4_en.pdf)
- [3] [https://ec.europa.eu/ploteus/sites/eac-eqf/files/criteria\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/ploteus/sites/eac-eqf/files/criteria_en.pdf)
- [4] [http://www.nuv.cz/uploads/ECVET\\_a\\_EQF\\_4\\_6/1\\_ECVET\\_Team\\_ECVET\\_technical\\_specifications\\_Vrvw.ppt](http://www.nuv.cz/uploads/ECVET_a_EQF_4_6/1_ECVET_Team_ECVET_technical_specifications_Vrvw.ppt).
- [5] [http://www.cedefop.europa.eu/EN/Files/6110\\_en.pdf](http://www.cedefop.europa.eu/EN/Files/6110_en.pdf)
- [6] [http://www.tcd.ie/teaching-learning/academic-development/assets/pdf/Kennedy\\_Writing\\_and\\_Using\\_Learning\\_Outcomes.pdf](http://www.tcd.ie/teaching-learning/academic-development/assets/pdf/Kennedy_Writing_and_Using_Learning_Outcomes.pdf)
- [7] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2008:111:0001:0007:EN:PDF>
- [8] [http://ec.europa.eu/education/tools/docs/ects-guide\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/education/tools/docs/ects-guide_en.pdf)
- [10] Brown, R.B. (1994). Reframing the competency debate: management knowledge and meta-competence in graduate education, in *Management Learning*, 25(2) pp 289-99.
- [11] <http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>
- [12] Van der Klink, M and Boon, J. (2002). Competencies: The triumph of a fuzzy concept. *International Journal Human Resources Development and Management*, 3(2), 125 – 137.
- [13] <http://www.deseco.admin.ch/>
- [14] Bharatbhai Chaudhari (2015). Competence and Skill Development for Library and Informational Science Professionals, *Journal of Research in Humanities & Social Sciences*, 3(2), 24-28
- [15] Adam, S. (2004). *Using Learning Outcomes: A consideration of the nature, role, application and implications for European education of employing learning outcomes at the local, national and international levels*. Report on United Kingdom Bologna Seminar, July 2004, Herriot-Watt University
- [16] Bloom, B.S. (1975). *Taxonomy of Educational Objectives, Book 1 Cognitive Domain*. Longman Publishing.
- [17] Dave, R. H. (1970). *Developing and Writing Behavioral Objectives*. (R J Armstrong, ed.) Tucson, Arizona: Educational Innovators Press.

- 
- [18] Anderson, L.W. (Ed.), Krathwohl, D.R. (Ed.), (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives* New York: Longman.
- [19] <http://www.celt.iastate.edu/pdfs-docs/teaching/RevisedBloomsHandout.pdf>
- [20] <http://www.eqf-support.eu/81.0.html>
- [21] <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52013DC0897&from=en>
- [22] <http://www.menon.org/wp-content/uploads/2012/11/9.-TRACE-Overview-of-EU-competency-frameworks1.pdf>
- [23] <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=URISERV:c11090>
- [24] <http://www.cipd.co.uk/hr-resources/factsheets/competence-competency-frameworks.aspx>
- [25] <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pfi.4930451027/pdf>
- [26] <https://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/definitionandselectionofcompetenciesdeseco.htm>
- [27] *Polish professional competence standard for the occupations: Lecturer on courses (educator, trainer 235910) (235910); Training expert (242403)*. Material transferred by the project partner: Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy in Radom, Poland.
- [28] *Description of the trainer's function within the scope of knowledge, skills and competence in order to conduct training at the level 5 of EQF – Romanian Qualifications Standard no. 241205/2007*. Material transferred by the project partner: Galati University from Romania.
- [29] <http://www.tucahea.org/doc/Competence-based%20learning%20Alfa%20Project.pdf>



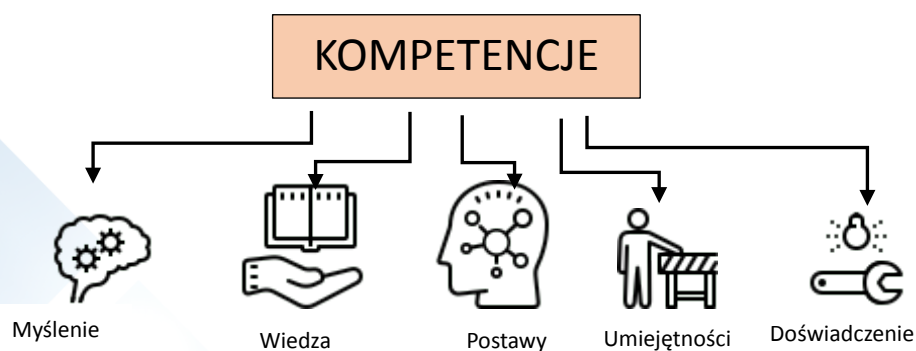
## Systemy internetowe służące do ewaluacji kompetencji – metody i technologie cyfrowe

### Wprowadzenie

Kompetencje, które dana osoba posiada i z których korzysta w celu uzyskania, przetworzenia i przekazania wiedzy stanowią główne zachowanie tej osoby, ale również społeczeństwa i organizacji, do której należy. Obecnie jest wiele metod psychopedagogicznych i technologii cyfrowych służących do weryfikacji i walidacji kompetencji, które dana osoba posiada w konkretnym obszarze uczenia się. Dobór metody badania i technologii jego wdrożenia to decyzja, która zależy od wielu czynników. Należy do nich liczba osób, które skorzystają z ewaluacji kompetencji, która uzasadniałaby inwestycję w system e-learningu, specyfika dziedziny kompetencji skupionej na teorii lub praktyce, jak również grupa wiekowa użytkowników. W zależności od wybranej technologii instruktorzy mogą korzystać z różnych narzędzi, które umożliwiają im ocenę kompetencji, analizę efektów oraz aktualizację wyników w systemie. Dodatkowo, wybrana metodologia i technologia również oddziałują na skuteczność systemu e-learningu. W niniejszym artykule wyjaśniamy, czym jest kompetencja, jak jest ukształtowana i mierzona.

### 1. Co to jest kompetencja?

Kompetencja w danym obszarze to umiejętność łączenia wiedzy z umiejętnościami i postawami w celu rozwiązania problemu, mająca jasno określone cele i zamierzenia. We współczesnej zglobalizowanej gospodarce kompetencje to narzędzia używane przez firmy do zarządzania wynikami pracowników i ich rozwoju. Dodatkowo, certyfikacja kompetencji służy uznawaniu, elastyczności i aktualizowaniu wyników pracy zespołu.



**Rys. 1.** Co to jest kompetencja?

Osoba posiadająca kompetencje jest w stanie rozwiązywać nowe lub złożone problemy w danym kontekście, poprzez przetwarzanie i łączenie informacji (zdobywanych dowolną metodą) zgodnie z celami, przemyślanie i wybór odpowiednich procedur, z których wszystkie mają na celu uzyskanie rezultatu w konkretnym, ograniczonym środowisku. Dlatego też kompetencje można określać jako umiejętności ogólne, które dana osoba może realizować zgodnie ze swoją wiedzą, i które można definiować poprzez określające ją zachowania. Zachowania można opisywać w kategoriach wiedzy, umiejętności i postaw. Kompetencje uwzględniają rozumowanie na podstawie wiedzy i koncepcji.

## 2. Jak kształtować kompetencje?

Kompetencje kształtuje się w procesie uczenia się, który ma jasno określone cele pedagogiczne, dobrze określoną treść, sprawdzone metody pedagogiczne (ćwiczenia, studium przypadku i sytuacji), ale również w drodze oceny, która weryfikuje osiągnięcie oczekiwanych efektów (wykonać zadanie, zrozumieć i zrealizować dobrze określony cel). Najlepsze rezultaty procesu edukacyjnego uzyskuje się za pomocą metody indywidualnego toku uczenia się [2]. Takie uczenie się może przebiegać w formie „jeden na jeden” z nauczycielem lub z wykorzystaniem systemu zarządzania uczeniem się (ang. learning management system –LMS), który można dopasować do użytkownika [1]. Można go określić jako system służący do wypracowywania, uzupełniania lub utrzymywania (w procesie uczenia się) umiejętności określonych dla jasno zdefiniowanego obszaru uczenia się.

W obszarze edukacji obowiązuje zasada 70:20:10 [3], czyli uczymy się w 70% przez doświadczenie w pracy, 20% przez mentoring i coaching (uczenie się pozaformalne), a 10% przez uczenie formalne i kursy.



**Rys. 2.** Zasada 70:20:10 w obszarze uczenia się

Uwzględniając tę zasadę, w celu zwiększenia skuteczności uczenia się system e-learningu powinien, poza prezentacją materiałów kursowych w formie tekstowej, zapewniać komunikację asynchroniczną z nauczycielem lub innymi uczestnikami procesu uczenia się, aby umożliwiać śledzenie postępów i analizę wyników uzyskanych w testach i testach sprawdzających postępy. Wszystkie te funkcje pomagają uczestnikom w ocenie, czy zrealizowali etapy i metodologię pracy do rozwiązania zadania lub wykonania ćwiczenia praktycznego.

Najlepsze efekty uzyskuje się w drodze łączonego uczenia się – w miejscu pracy i poza miejscem pracy.

Aby system edukacyjny mógł się przystosować do osoby uczącej się, powinien oferować wiele funkcji związanych z tą osobą (np. informacje o osobie, stan wiedzy w danym obszarze uczenia się, ścieżka edukacyjna, historia efektów uczenia się w formie schematów oceny). Wybierając technologię do wdrożenia LMS, należy uwzględnić opcje oferowane w celu śledzenia i personalizacji ścieżki edukacyjnej na poziomie indywidualnym [4].

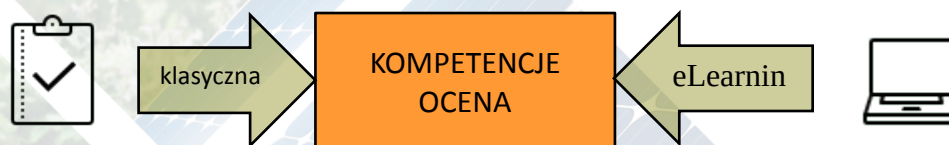
Według Piageta [5], teoretyka pedagogiki, uczenie się jest możliwe, gdy dana osoba zmienia swoje schematy umysłowe, odtwarza część odniesień poznawczych lub zmienia swoje mentalne punkty odniesienia. Rozwój intelektualny obejmuje trzy zasadnicze procesy: asymilację, akomodację i wzmocnienie. Asymilacja polega na włączeniu nowej wiedzy do wcześniej istniejących struktur kognitywnych. Akomodację wykorzystuje się wtedy, gdy schemat umysłowy nie przyjmuje nowej informacji, bo ta narusza zbudowane w nim ramy. Dlatego też należy zrewidować zbiór wiedzy, aby odtworzyć inną wizję badanego przedmiotu. Wzmocnienie oznacza, że osiągnięcia danej osoby utrzymują się przez długi czas. Wszystkie te procesy są wyjątkowe dla każdego, przez co proces uczenia się daje lepsze efekty, gdy przebiega indywidualnie, a nie zgodnie z jednolitymi zasadami dla każdego. LMS zapewnia materiały edukacyjne przedstawione w różnych formach, aby użytkownik mógł przyswoić wiedzę. Jeżeli materiały są dobrze zorganizowane i mają strukturę modułów, proces akomodacji jest prostszy. Proponowanie ćwiczeń praktycznych i ciągłych ocen przez cały okres uczenia się pomaga w procesie wzmocnienia.



### 3. Jak mierzyć kompetencje?

Pomiar kompetencji polega na uzyskaniu informacji o zachowaniach, które definiują daną kompetencję. Zachowanie opisuje się w kategoriach wiedzy, umiejętności i postaw. Z tej perspektywy zachowanie można podzielić na informacje związane z tymi trzema aspektami. Każdą informację można monitorować, obserwować i rejestrować określonymi narzędziami, co jest łatwiejsze niż w przypadku kompetencji uwzględnianej jako całość.

Pomiar kompetencji może się odbywać klasycznie – poprzez ewaluatora, który obserwuje powiązane zachowania i przekazuje ocenę lub stopień odzwierciedlające jakość i kompletność obserwowanego zachowania (wymaga rozwoju, początkujące, bardzo kompetentne, wyjątkowe lub eksperckie). Pracę ewaluatora można wesprzeć etapami przygotowawczymi realizowanymi przez ewaluatora lub oceną podlegającą ewaluacji. Pomiar biegłości wykonuje się także za pomocą aplikacji internetowych, a zastosowanie któregośkolwiek z tych kroków istotnie oszczędza czas i pieniądze. Osoba oceniana może odbywać szkolenie online w formie ćwiczeń, scenariuszy, testów przygotowawczych i samooceny. Ewaluator może korzystać z aplikacji internetowej lub formularza, aby zapamiętać ewaluację i umożliwić obserwowalność zachowań. Metody zastosowane na etapach przygotowawczych są korzystne z finansowego punktu widzenia, jak również z uwagi na zasoby ludzkie zaangażowane w ewaluację kompetencji. Metody stosowane przez osobę ocenianą i ewaluatora dzieli się na łączone, klasyczne i internetowe. Klasyczne metody ewaluacji, w które zaangażowani są doświadczeni ewaluatorzy, są solidne i gwarantują wysoką jakość, ale są kosztowne. Dochodzi do tego ryzyko, że nie zawsze będzie ewaluator znający się na danej dziedzinie. Wybierając więc metodę służącą do pomiaru umiejętności, pojawia się pytanie o wybór pomiędzy jakością a kosztami.



Rys. 3. Ocena kompetencji

Ewaluatorzy zaangażowani w proces pomiaru kompetencji muszą znać się na obszarze podlegającym ewaluacji i muszą być w sytuacji pozwalającej im na obserwację zachowań powiązanych z ocenianymi kompetencjami. Mogą to być menadżerowie, kierownicy, nauczyciele lub opiekunowie naukowci. Obserwacja kompetencji odbywa się zazwyczaj w środowisku kontrolowanym (laboratoria) poprzez ćwiczenia symulacyjne lub w miejscu

pracy, w sytuacji w trakcie wykonywania pracy. Jest to niezbędne do nadania certyfikacji, oprócz procesu edukacyjnego wspieranego samooceną online i metodą oceny wiedzy, jak również oprócz ewaluacji indywidualnej realizowanej przez jednego ewaluatora lub więcej. Solidniejsza ocenę uzyskuje się, gdy ewaluatorzy przyglądają się umiejętnościom i postawom podczas wykonywania pracy. Do najważniejszych wad klasycznych ewaluatorów należy ich dostępność i koszty.

Realizację kompetencji można mierzyć poprzez to, co widać w zachowaniu i poprzez sposób wykonywania obowiązków w kontekście manifestacji kompetencji. Jeżeli celem jest jedynie ocena i śledzenie kompetencji pracowników, firmy mają do wyboru system zarządzania kompetencjami, zamiast systemu zarządzania. Skuteczność LMS można mierzyć za pomocą funkcji raportowania i analitycznych. Miary te pomogą deweloperowi poprawić strukturę i treść kursu oraz przystosować go do potrzeb uczenia się uczestników i firmy stanowiącej ostatecznego beneficjenta.

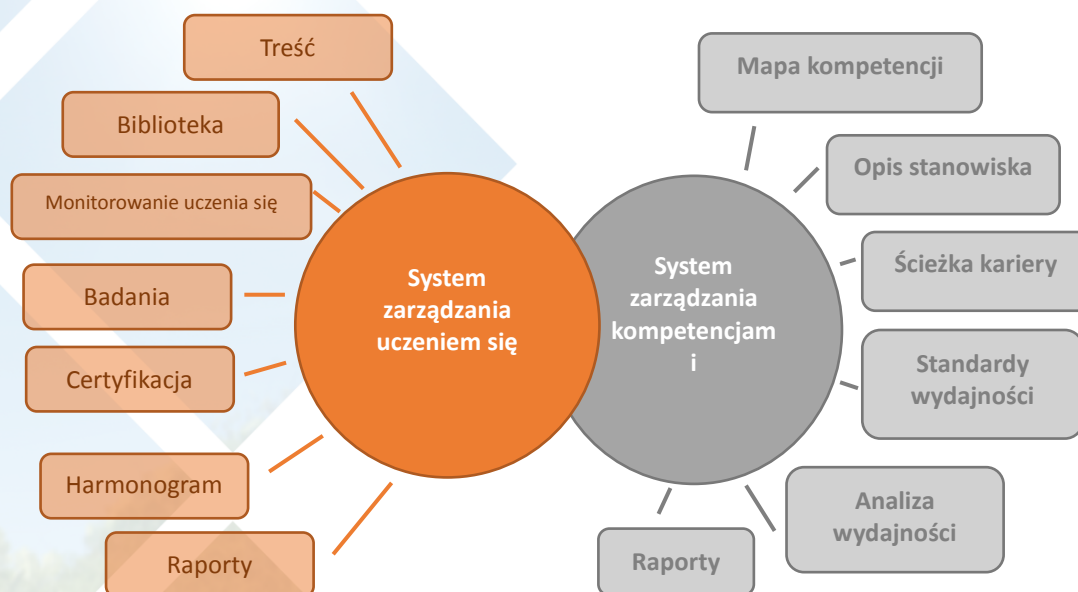
Narzędzie do zarządzania kompetencjami obejmuje wybór, realizację lub rozwój kompetencji. Taki system radzi sobie ze zbieraniem informacji na temat silnych i słabych stron lub braków kompetencji względem pracowników, przechodząc od poziomu indywidualnego do całej siły roboczej. Śledzenie poziomu kompetencji indywidualnych pomaga jednostkom w zarządzaniu ich karierą, w uznawaniu potencjału zawodowego, identyfikacji metod adaptacji na poziomie organizacji. Umiejętność katalogowania zbiorczych kompetencji organizacji przydaje się podczas podejmowania decyzji dotyczących szkolenia, skutecznej alokacji zasobów, dopasowania możliwości rozwoju osobistego do celu firmy, umiejętności przystosowania się korporacji do zmian.

Dla większej skuteczności należy połączyć dwa systemy zarządzania – uczeniem się i kompetencjami – lub ten pierwszy powinien obejmować ten drugi. Te rodzaje systemów mogą udostępniać raporty na poziomie indywidualnym i zespołowym, zawierające różne informacje. Na Rys. 4 pokazano funkcje systemów zarządzania uczeniem się i systemów zarządzania kompetencjami.

Internetowe systemy oceny kompetencji mają wiele funkcji: prosty interfejs graficzny, dostęp do poświadczania kwalifikacji, informacja zwrotna o błędzie, sugestie materiałów edukacyjnych w celu doskonalenia bieżących umiejętności, umożliwienie większej liczbie ewaluatorów ocenę tego samego zespołu pod kątem różnych kryteriów, raporty indywidualne i grupowe (umożliwiają identyfikację potrzeb uczenia się i łączą osoby w grupy, aby zwiększyć skuteczność i obniżyć koszty), archiwizacja raportów lub analiz w różnych okresach w celu śledzenia ewolucji jakości szkolenia zespołu [6].

Ocena kompetencji może służyć do uzyskania certyfikacji, która potwierdza zdolność do pracy

na danym stanowisku, do oceny wydajności na konkretnym stanowisku w firmie lub przygotowania ścieżki zawodowej w dużej firmie. Ewaluacja ta służy również do identyfikacji potrzeb grupy lub działu w firmie i do ustalenia strategii wydajności. Ocenę kompetencji wykonują generalnie ewaluatorzy, którzy są dobrymi specjalistami w danym obszarze i mają doświadczenie, ale są też elementy, które można zautomatyzować. Dlatego też proces samooceny można usprawnić poprzez ewaluację internetową, a zapisy i raporty z obserwacji ewaluatora można przygotować w ramach systemu edukacji.



Rys. 4. Rozwój i obserwacja kompetencji

#### 4. Jak zwiększyć skuteczność e-learningu?

Skuteczność uczenia się jeden na jeden gwarantuje umiejętność nauczyciela dopasowania się do konkretnych potrzeb ucznia. LMS posiada szereg funkcji, za pomocą których uczniowie mogą dopasować do siebie ścieżkę edukacyjną, ale też statystyki dedykowane projektantom kursów, które pokazują im obszary, na których mogą udoskonalić proces edukacyjny.

Personalizacja procesu uczenia się oznacza propozycję planu szkoleniowego, który jest idealnie dopasowany do poziomu, potrzeb, oczekiwań, osobistej ścieżki, sposobu uczenia się danej osoby. Personalizacja procesu uczenia się jest niezbędna, ponieważ użytkowników systemu jest wielu i są od siebie różni.

**Samoocena** jest wykorzystywana jako forma refleksji na poziomie wiedzy i umiejętności, która pomaga uczniowi w aktywnym uczestnictwie w ocenie jego kompetencji. W procesach



certyfikacji, samoocena służy często jako element procesu, w którym osoba podlegająca ewaluacji jest świadoma swojego poziomu kompetencji. Jednak w procesie certyfikacji wynik końcowy otrzymuje się od ewaluatora. Wyniki samooceny wykorzystuje się do ustalenia planu ścieżki edukacyjnej, identyfikacji tych modułów, które wymagają podjęcia na nowo, aby dopasować je do poziomu umiejętności. Po takim etapie podjęcia na nowo pewnych elementów materiału edukacyjnego, trzeba ponownie wykonać samoocenę. Jako że jest to proces cykliczny i żmudny, warto go realizować poprzez system e-learningu.

Podczas procesu ewaluacji określa się kompetencje, które już są opanowane i obszary, w których trzeba je rozwinąć. Informacji tych można użyć podczas tworzenia **planu nauki** i doboru odpowiednich ćwiczeń. Korzystanie z systemu edukacyjnego przedstawiającego materiały do nauki podzielone na moduły i wdrażającego system śledzenia rezultatów bardzo ułatwia wdrożenie edukacyjnej mapy drogowej.

Ocenę wiedzy można przeprowadzić z użyciem **testów online**. Z kolei ocenę umiejętności i atrybutów może wykonać ewaluator. W celu zbadania postaw, a nawet umiejętności, systemy e-learningu wdrożyły **symulacje przypadków i testy multimedialne** (wideo, sekwencje obrazów). Jednak jeżeli obszar, w którym ocena wymaga dużego nakładu pracy fizycznej, to ewaluator musi ocenić te umiejętności.

Tradycyjne metody projektowania pedagogicznego skupiają się na dokładnej **analizie kompetencji**. Po przeprowadzeniu analizy przyjmuje się sekwencyjne zadania rozwojowe, w etapach, z pętlami powtarzających się działań, aby wytworzyć w sposób systematyczny i zaplanowany skończony produkt szkolenia-kształcenia. Projekt instruktażowy obejmuje aspekty analizy, koncepcji, wdrożenia i planowania rozpowszechniania systemów edukacyjnych. Specjaliści od projektu instruktażowego łączą koncepcje, procesy i zasady z obszaru pedagogiki, informatyki i nauk kognitywnych, aby opracowywać systemy edukacyjne. Próbują opracować ramy teoretyczne (z pedagogicznego lub kognitywnego punktu widzenia) oraz narzędzia metodologiczne i oprogramowanie, które łączą elementy teoretyczne w LMS.

Zaleca się stosowanie systemów e-learningu przez **osoby samodzielne**. Cecha ta pokazuje, czy dana osoba jest w stanie się zorganizować tak, aby uczyć się bez konieczności bycia prowadzonym przez trenera za każdym razem, czy potrafi korzystać z różnych dostępnych zasobów, czy potrafi zwiększyć wysiłek w pracy, aby dotrzymać terminów, czy nie potrzebuje motywacji z zewnątrz, czy nie musi być karana lub nagradzana zgodnie z oceną uczenia się, czy może wyjść poza pierwsze sukcesy.

**Ewaluacja**, która stanowi mechanizm weryfikacji umiejętności praktycznych i wiedzy teoretycznej zdobytych w procesie edukacyjnym oraz ich korygowania w drodze samooceny.

LMS, który oferuje różne rodzaje ewaluacji, zwiększa skuteczność uczenia się. W procesie ewaluacji próbuje się określić, co wiadomo (informacje uzyskane prawidłowo) i czego uczeń nie wie (informacje nieuzyskane lub uzyskane nieprawidłowo). Celem procesu ewaluacji jest realizacja zamierzeń pedagogicznych i śledzenie skuteczności szkolenia. Weryfikację wiedzy można też postrzegać jako sposób uczenia się, poprzez poszukiwanie nowych informacji i zasobów niezbędnych do rozwiązywania problemów proponowanych do ewaluacji lub poprzez podnoszenie świadomości na temat zgromadzonej wiedzy.

System ewaluacji musi mieć taką strukturę, jak treść, którą waliduje. W celu sprawdzenia prostych aspektów można użyć krótkich pytań, ale można też skorzystać z ćwiczeń, rozwiązywania problemów, studiów przypadku, konfrontacji z sytuacjami wirtualnymi. **Ocena to sposób uczenia się**, dlatego też ćwiczenia umożliwiające samoocenę zwiększają skuteczność uczenia się. Jeżeli ćwiczenie oferuje możliwość szukania informacji, wyszukiwania innych zasobów, rozumienia, jak je rozwiązać, wtedy ewaluacja staje się „kształtująca” i jest elementem procesu uczenia się. Jest to również sposób, w jaki uczeń pokazuje swoją samodzielność w obliczu problemów do rozwiązania.

Ocena to sposób podnoszenia świadomości na temat tego, czego się nauczono (pedagodzy nazywają to metapoznaniem), czyli świadomości poziomu przed i po uczeniu się. Proces ten stymulują klasyczni trenerzy, gdy proszą o podsumowanie lub streszczenie, czy o relację na temat tego, czego się nauczono. W LMS z powodzeniem można użyć krótkich pytań przy przechodzeniu przez różne etapy sekwencji pedagogicznej. LMS może wdrażać ewaluację sumatywno-normatywną, która weryfikuje realizację celów pedagogicznych, a jej celem jest obliczenie punktacji. Punktację ocenia się poprzez **stopnie sumatywne** za szereg wiedzy zdobytej, aby określić realizację celów początkowych; poprzez **kwalfikacje lingwistyczne**, gdy wyniki kandydata wyraża się poprzez etykiety umieszczone na skali wartości.

Skuteczny system edukacyjny jest w stanie zarządzać aktorami i wydarzeniami zaangażowanymi w proces edukacyjny. Musi gwarantować **planowanie i realizację różnych działań** określonych dla procesu uczenia się, monitorowanie zdarzeń, kierowanie czynnościami w zakresie rozpowszechniania informacji, zarządzanie **komunikacją lub serwisami społecznościowymi, organizowanie grup i zespołów**, dystrybucję zasobów, przeprowadzanie ewaluacji uczenia się. Dlatego też systemy edukacyjne starają się modelować aspekty związane z uczeniem się, modelowaniem użytkowników, współpracę między osobami zaangażowanymi w proces edukacyjny, poprzez zdobywanie, przedstawianie i przetwarzanie niezbędnej wiedzy w aplikacji komputerowej.

**Spoleczne uczenie się** - gdy system LMS udostępnia uczącym się fora dyskusyjne. Zastosowanie koncepcji społecznego uczenia się ma pozytywny wpływ na skuteczność

uczenia się: zachęca użytkowników do uczenia się od siebie nawzajem, co prowadzi do powstania ducha współpracy, motywuje ich do szybszej i lepszej wspólnej pracy, pomaga uczniom w stwierdzeniu, czy rzeczywiście nauczyli się tego, czego mieli się nauczyć, ponieważ wyjaśnienie drugiej osobie tego, co się wie, wymaga głębokiego zrozumienia tematu.

## 5. Praktyczny przykład LMS używanego przez trenerów w systemach PV

Środowisko LMS Moodle, w którym utworzono ten system e-learningu zaprojektowano na modelu opartym na zasobach i działaniach, na podstawie którego użyto forum, glosariusza, ewaluacji, śledzenia wyników i pakietów SCORM z ćwiczeniami i treścią. Uzyskując dostęp do raportów związanych z ocenami i rejestrem (czas, użytkownik, kontekst, adres IP), można wyciągnąć wnioski o skuteczności materiału edukacyjnego, elastyczności i możliwości dostosowania środowiska uczenia się. Dlatego też administrator kursu może poznać uczestników i ich potrzeby, dają im narzędzia do dzielenia się pomysłami, zadawania pytań i otrzymywania odpowiedzi od innych uczestników lub opiekuna. Taki system edukacyjny zapewnia elastyczność w czasie i przestrzeni, ponieważ uczestnicy mogą się łączyć o każdej porze, niezależnie od strefy czasowej i lokalizacji, w której się znajdują. Narzędzia komunikacyjne umożliwiają asynchroniczne łączenie się, więc użytkownicy pracują razem, choć o różnej porze.

Materiał edukacyjny podzielono na dwa moduły, z których każdy ma trzy działy. Jeden moduł odnosi się do kompetencji w zakresie planowania, organizacji opracowania i ewaluacji szkolenia zawodowego, a drugi moduł dotyczy projektu, instalacji, modernizacji i konserwacji systemów fotowoltaicznych. Dla każdego rozdziału przygotowano test sprawdzający do samooceny zdobytej wiedzy oraz test końcowy, w którym trzeba uzyskać 80% prawidłowych odpowiedzi, aby go zdać. Do tych funkcji dodano podsumowania w formie modułów interaktywnych, ćwiczenia do weryfikacji umiejętności praktycznych w celu zwiększenia skuteczności systemu e-learningu.

Wdrożony LMS eksponuje fazę pamięci krótkotrwałej, przedstawiając materiał edukacyjny w formie wizualnej, aby stymulować umiejętności sensoryczne ucznia. Najważniejsza część procesu uczenia się – faza zapamiętywania długotrwałego używa powtarzalności przedstawiania materiału edukacyjnego, aby wzmocnić zdobywanie wiedzy. Ważną rolę w procesie uczenia się pełni przedstawienie ustrukturyzowanego materiału edukacyjnego w modułach. Z tego powodu system edukacyjny w projekcie Trener PV uwzględnia aspekty modularyzacji i strukturyzowania wiedzy oraz przedstawianie powiązań pomiędzy



koncepcjami. Dodatkowo, w praktyce uczniowie zdają się powtarzać te same moduły, które już zrozumieli, bez uwzględniania niezbędnej wiedzy podstawowej. Korzystanie ze wstępnych testów pozwoli uczącym się zrozumieć, co wiedzą, a więc i jak zintensyfikować skuteczność procesu uczenia się.

Do głównych funkcji systemu internetowego Trener PV należą:

- 1) Materiały kursowe zorganizowane modułowo:
  - Dwa moduły,
  - Sześć rozdziałów.
- 2) Podsumowania materiałów edukacyjnych:
  - iSpring.
- 3) Komunikacja asynchroniczna z opiekunem naukowym i współuczniami:
  - Forum,
  - Czat.
- 4) Śledzenie efektów;
  - Sprawdzenie pozycji.

## 6. Miary użyte w systemie e-learningu Trener PV

### Postęp i wskaźniki ukończenia dla materiałów edukacyjnych

Postęp wyraża się w sprawdzeniu ukończenia i towarzyszy mu czas poświęcony na realizację każdego działania w kursie. W ten sposób można się dowiedzieć, jak często i jak bardzo uczeń angażuje się w konkretne działanie.

	Programa	Ghidul utilizatorului	INTRODUCERE	M1 . CERINTE	M1.U1. Planificare	M1.U2. Organizare	M1.U3. Promovare	M1.U1 Test initial	Materiale de instr	M1.U1 Test de pro	M1.U1 Test	M1.U2 Test initial	Materiale de instr	Materiale de instr	M1.U2 Test de pro	M1.U2 Test	M1.U3 Test initial	Materiale de instr	M1.U3 Test de pro	M1.U3 Test	INTRODUCERE	INTRODUCERE	M2 . CERINTE	M2.U1. Proiectare	M2.U2. Instalarea	M2.U3. Moderniza	M2.U1 Test initial	Materiale de instr	Materiale de instr	M2.U1 Test de pro	M2.U1 Test	M2.U2 Test initial	Materiale de instr
tail.com	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
...com	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ail.com	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
@yahoo.com	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4@gmail.com	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
yahoo.com	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Rys. 5. Śledzenie efektów pod względem działań i zasobów

Należy przeanalizować dwa scenariusze: gdy uczeń poświęca zbyt dużo czasu na działanie, ale nie kończy oceny, oraz gdy uczeń wykonał działanie, ale nie uzyskał punktacji pozwalającej na zdanie egzaminu. W pierwszym przypadku można wdrożyć ankietę, aby dowiedzieć się o przyczynach braku motywacji. W drugim przypadku materiał może być zbyt złożony lub pytania za trudne. W takich sytuacjach materiał należy przeorganizować na poziomie treści (dzieląc zawartość na mniejsze moduły) lub metody realizacji (wprowadzając elementy interaktywne) lub pytań (upraszczając stwierdzenia, zastępując pytania wielokrotnego wyboru pytania z tylko jedną prawidłową odpowiedzią).

	First name / Surname	Email address	Attempt	Started on	Last accessed on	Score
<input type="checkbox"/>	Panouri Solare	panourisolare04@gmail.com	1	Tuesday, 30 July 2019, 2:44 PM	Wednesday, 31 July 2019, 1:31 PM	77.55
	Pv Install	pvininstall.ro@gmail.com	-	-	-	-
<input type="checkbox"/>	Sisteme Pv	sistemepv@gmail.com	1	Monday, 5 August 2019, 11:45 AM	Monday, 5 August 2019, 11:53 AM	92.81
<input type="checkbox"/>	Energie Verde	energie_verde@yahoo.com	1	Wednesday, 7 August 2019, 6:53 AM	Wednesday, 7 August 2019, 6:58 AM	100
<input type="checkbox"/>	Instalatii Solare	instalatii.solare@yahoo.com	1	Wednesday, 7 August 2019, 3:48 PM	Wednesday, 7 August 2019, 3:53 PM	93.34

Rys. 6. Czas poświęcony na działanie

### Śledzenie postępów

System ma testy początkowe (przed ukończeniem materiału edukacyjnego) i testy końcowe (po ukończeniu materiału edukacyjnego). LMS zapewnia raporty do śledzenia postępów w nauce, a przez to umożliwia sprawdzenie, na ile uczniowie zwiększyli swoją wiedzę.

Score	M1U3_RO	Response	Result	Response 1	Result 1	Response 2	Result 2	Response 3	Result 3
77.55		1.y,0.z	correct	4.v,0.y,1.w,2.z,3.x		4.y,1.z,2.x,0.w,3.v		6,3,1,0,2,4,5	

Rys. 7. Analiza odpowiedzi

### Raporty indywidualne

Wiele systemów LMS oferuje różne rodzaje informacji i raportów, które pomagają w identyfikacji słabych stron systemu edukacji. Wdrożony system oferuje:

- Dla działań Scorm systemy oferują czas dostępu, liczbę prób, punktację za rozwiązania uwzględnionych ćwiczeń, szczegółowe odpowiedzi i wyniki dla każdego ćwiczenia (Rys. 8).

Grade item	Calculated weight	Grade	Range	Percentage	Feedback	Contribution to course total
Materiale de instruire și exerciții	25.00 %	1.05	0-100	1.05 %		0.26 %
Materiale de instruire și exerciții - PARTEA A	25.00 %	0.65	0-100	0.65 %		0.16 %

Rys. 8. Raporty na temat działań SCORM

- Raport na temat działań – ilu użytkowników i jak wiele razy uzyskali dostęp do działania i kiedy po raz ostatni je widzieli, jak szybko przeszli przez moduł. Dodatkowo, system skoncentrowany na uczniu personalizuje doświadczenie online poprzez skupienie na umiejętnościach, umożliwiając uczącemu się powtarzanie niewielkich części przedmiotu, których jeszcze nie opanował (rys. 9).

Materiale de instruire și exerciții - PARTEA A	62 views by 8 users	-	Thursday, 8 August 2019, 9:18 AM (11 mins 59 secs)
M1.U3 Test	102 views by 6 users	-	Thursday, 8 August 2019, 7:45 AM (1 hour 44 mins)

Rys. 9. Raport na temat działań

- Jeżeli użytkownik nie uzyska minimalnej liczby punktów potrzebnej do zdania egzaminu, może do niego podejść kilka razy. Udzielanie poprawnych odpowiedzi może pomóc uczniowi w wypełnieniu luk w wiedzy (rys. 10).

<input type="checkbox"/>		Sisteme Pv Review attempt	sistemepv@gmail.com	Finished	7 August 2019 8:41 PM	7 August 2019 8:46 PM	4 mins 25 secs	5.65
<input type="checkbox"/>		Sisteme Pv Review attempt		Finished	8 August 2019 9:33 AM	8 August 2019 9:37 AM	3 mins 13 secs	10.00

Rys. 10. Ponowne wczytywanie testu

- Do innej sytuacji dochodzi, gdy moduł jest realizowany przez kilku użytkowników przez dłuższy czas, kiedy to należy wziąć pod uwagę poziom trudności.



- Analiza odpowiedzi – umożliwia wgląd w średnią punktację dla każdego pytania. Wielu użytkowników, którzy odpowiedzieli nieprawidłowo na to samo pytanie może oznaczać, że pytanie jest niejasne lub jego przedmiotu nie wyjaśniono odpowiednio w materiale edukacyjnym. Jeżeli średnia punktacja dla pytania jest bardzo niska lub bardzo wysoka, należy je przeprojektować, odpowiednio zwiększając poziom trudności.

✓ 0,56	✓ 0,56	✓ 0,56	✓ 0,56	✓ 0,28	✓ 0,56	✗ 0,00	✓ 0,56	✗ 0,00	✓ 0,56	✓ 0,56	✓ 0,56	✓ 0,56	✓ 0,56	✓ 0,56
✗ 0,00	✓ 0,37	✓ 0,56	✗ 0,00	✓ 0,56	✗ 0,00	✓ 0,56	✗ 0,00	✓ 0,19	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 0,28	✓ 0,56	✓ 0,11	
✗ 0,00	✓ 0,56	✓ 0,56	✓ 0,56	✓ 0,56	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 0,56	✗ -	✓ 0,56	✓ 0,28	✓ 0,28	✗ 0,00	✓ 0,56	
✓ 0,56	✓ 0,56	✓ 0,56	✓ 0,56	✓ 0,28	✗ 0,00	✓ 0,56	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 0,56	✓ 0,14	✓ 0,56	✓ 0,22	
✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 0,56	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 0,28	✓ 0,56	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	
Overall average	0,44 (38)	0,34 (38)	0,44 (38)	0,33 (38)	0,38 (38)	0,35 (38)	0,35 (38)	0,34 (38)	0,17 (38)	0,16 (38)	0,37 (38)	0,33 (38)	0,43 (38)	0,27 (38)

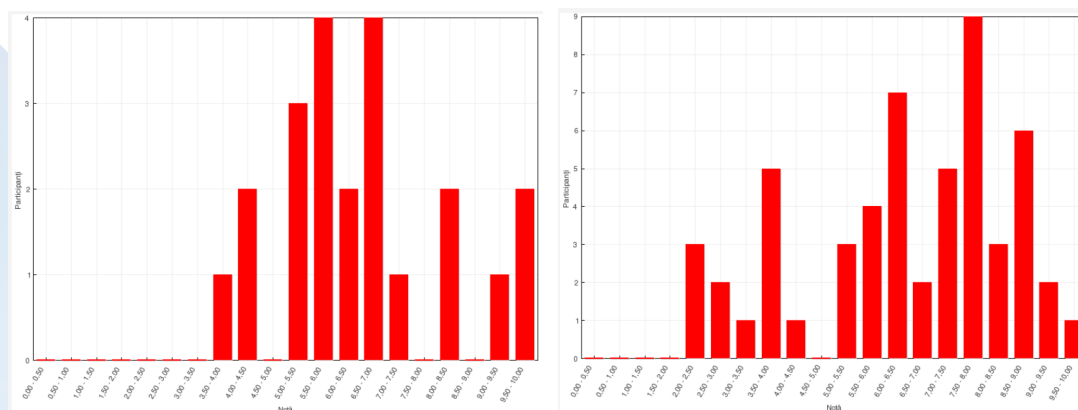
Rys. 11. Analiza odpowiedzi

- Analiza historii – wdrażając możliwość załadowania testu ponownie, uczeń może się dowiedzieć o tematach, których będzie się uczył i sprawdzić, czy je rozumie.

Sisteme Pv		Sisteme Pv	
Attempts	1, 2	Attempts	1, 2
Started on	Wednesday, 7 August 2019, 8:41 PM	Started on	Thursday, 8 August 2019, 9:33 AM
State	Finished	State	Finished
Completed on	Wednesday, 7 August 2019, 8:46 PM	Completed on	Thursday, 8 August 2019, 9:37 AM
Time taken	4 mins 25 secs	Time taken	3 mins 13 secs
Marks	13.00/23.00	Marks	23.00/23.00
Grade	5.65 out of 10.00 (57%)	Grade	10.00 out of 10.00 (100%)

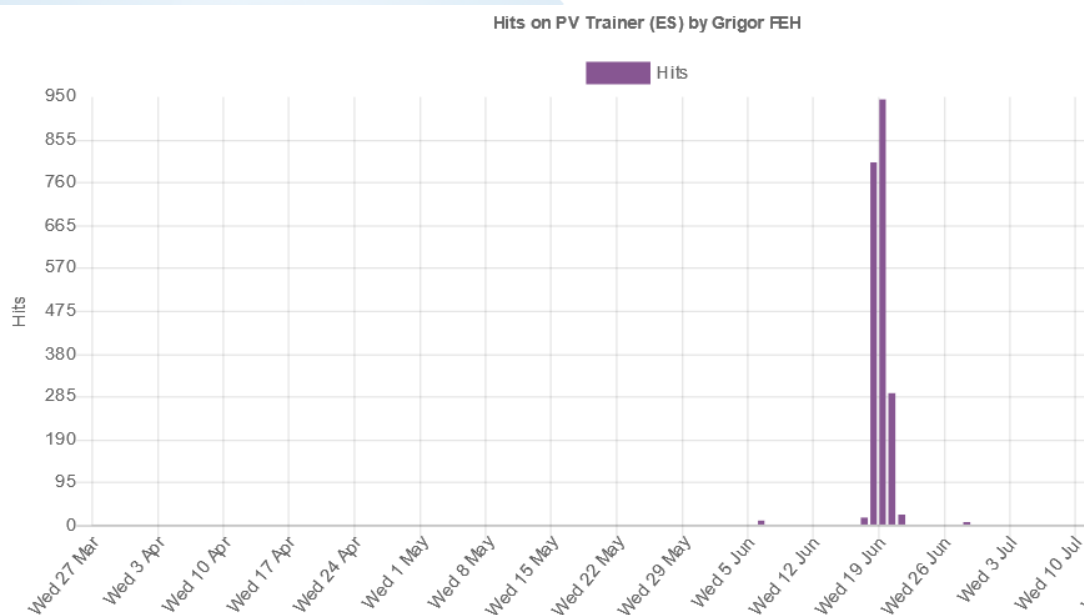
Rys. 12. Analiza historii

- Analiza ocen – skuteczność kursu można pokazać w formie rozkładu Gaussa dla not według łącznej liczby uczestników. Liczba najwyższych i najniższych ocen (wartości skrajne) powinna być niewielka, a liczba ocen średnich powinna być duża (Rys. 13).



Rys. 12. Analiza ocen

- Liczba interakcji w systemie pokazuje stopień aktywność użytkownika.



Rys. 13. Interakcje z systemem

- Społeczne uczenie się – gdy system LMS udostępnia uczącym się fora dyskusyjne. Zastosowanie koncepcji społecznego uczenia się ma pozytywny wpływ na skuteczność uczenia się: zachęca użytkowników do uczenia się od siebie nawzajem, co prowadzi do powstania ducha współpracy, motywuje ich do szybszej i lepszej wspólnej pracy, pomaga uczniom w stwierdzeniu, czy rzeczywiście nauczyli się tego, czego mieli się nauczyć, ponieważ wyjaśnienie drugiej osobie tego, co się wie, wymaga głębokiego zrozumienia tematu.

## Podsumowanie

Korzystanie z platform e-learningu obniża koszty i zwiększa skuteczność uczenia się. Jednak używanie LMS jest uzasadnione przy dużej liczbie użytkowników, gdy użytkownicy są samodzielni, opiekun potrafi opracowywać materiały i działania na konkretną platformę LMS lub ściśle współpracuje z projektantem systemów e-learningu. Korzystanie z analiz i raportów daje pogląd ogólny na skuteczność wdrożonej strategii edukacyjnej, pomaga odkrywać słabe punkty wdrożonej metodologii pedagogicznej, pokazuje, jak można udoskonalić system, aby zmaksymalizować efekty i zminimalizować koszty. Stosując platformę LMS, która proponuje wiele rodzajów raportów, zwiększa się skuteczność procesu edukacyjnego poprzez systematyzację wielu zadań ewaluacji.

Technologie cyfrowe mają tę przewagę, że są dostępne wszędzie i o każdej porze, oferują wielosensoryczną stymulację za pomocą narzędzi multimedialnych, zarządzanie użytkownikiem i zasobami, zwiększoną produktywność i wydajność, personalizację śledzenia wyników i postępu, łatwy dostęp do materiałów edukacyjnych, lepszą współpracę poprzez społeczne uczenie się, obniżenie kosztów i skrócenie czasu trwania, łatwą aktualizację materiałów.

Do głównych zalet platformy Trener PV należy:

- Oszczędność czasu i pieniędzy,
- Dostępność przez całą dobę, siedem dni w tygodniu,
- Zapobieganie brakowi zasobów ludzkich,
- Pomoc w autorefleksji na temat własnych wyników,
- Identyfikacja luk w efektach uczenia się,
- Pomoc w tworzeniu „mapy drogowej” kariery,
- Wyższy dochód na pracownika.

## Bibliografia

- [1] Anderson J. R, Corbett A. T., Koedinger K. R., Pelletier R., 1995, "Cognitive Tutors: Lessons Learned", Journal of The Learning Sciences.
- [2] Bellier Sandra, 2001, "Le E-Learning", Editor Liaisons.
- [3] Lombardo, Michael M; Eichinger, Robert W (1996). The Career Architect Development Planner (1st ed.). Minneapolis: Lominger. p. iv. ISBN 0-9655712-1-1.
- [4] Cocu Adina, Stefanescu D., Pecheanu E., 2003, "Personalize in E-Learning Systems", CNIV National Conference in Virtual Learning, Bucharest, ISBN 973-575-822-9, București.
- [5] Ginn Wanda Y., 2007, "Jean Piaget – Intellectual Development", <http://www.sk.com.br/sk-piaget.html>
- [6] Cocu Adina, 2007, "Implementation of Student Assessment Model Using IMS Standard", ELSE The 3th International Scientific Conference eLSE "eLearning and Software for Education", Bucharest.



## Zaangażowanie osoby uczącej się w środowisku online – środowisko e-learningu trenera PV

### Wprowadzenie

Zaangażowanie uczniów w dowolnym środowisku nauki (e-learning lub szkolenie stacjonarne) to czynnik decydujący o osiągnięciu zamierzonych efektów kształcenia. Pracownicy naukowcy definiują zaangażowanie jako złożoną ideę, składającą z elementów behawioralnych, kognitywnych i emocjonalnych. Twierdzą oni, że instruktorzy powinni uczestniczyć w każdym z tych komponentów, aby skutecznie angażować swoich uczniów [7]. Zgodnie z opinią Fredricks, Blumenfeld i Paris [1] oraz Finn i Zimmer [2], zrównoważone zaangażowanie ucznia ułatwia mu uczenie się, prowadzi do wartościowych efektów i zapobiega rezygnacji ucznia z kursu oraz nie pozwala mu się nudzić.

Analizując elementy skutecznego zaangażowania uczniów, określa się element behawioralny jako mieszankę umiejętności wymaganą w relacjach interpersonalnych, skutecznej komunikacji, angażujących postawach i produktywnych emocjach, pozwalający uczniom na osiąganie dobrych wyników w procesie uczenia się. Element kognitywny odnosi się do uwagi, pamięci, logiki procesów słuchowych i rozumowania, które stanowią ważne elementy sukcesu w uczeniu się. Element emocjonalny odnosi się do emocji, które wspierają, napędzają, utrzymują i zapewniają poczucie osiągnięcia – są siłą napędową w procesie uczenia się, motywacją, aby zacząć, kontynuować i pomyślnie zakończyć naukę – emocje te dają uczniom szczęście. Badanie wykazało, że szczęście pozytywnie wpływa na uczenie się, pamięć i zachowanie społeczne. Z drugiej strony, negatywne stany emocjonalne, takie jak gniew i smutek, okazują się niekorzystnie oddziaływać na naukę i motywację. Emocje mogą przeszkadzać w myśleniu i uczeniu się.

Komponent behawioralny zaangażowania uczniów w środowisko internetowe wymaga od ucznia fizycznego nastawienia na instruktora lub materiały [1, 3]. Np. aby zachować pozytywność w sytuacjach online, uczniowie powinni się czuć połączeni z instruktorem i resztą uczniów, czuć, że komunikacja jest wykonalna na wiele sposobów (Skype, webinary czy nawet telefon), być zadowoleni z materiałów dostępnych przez Internet (poziom interaktywności, opcje dostępności online lub offline, jakość i długość).

Komponent kognitywny zaangażowania obejmuje kognitywne przetwarzanie informacji poprzez uczestniczenie w zadaniach związanych z nauką oraz odpowiadanie na pytania [1, 3]. Ostatni komponent zaangażowania – emocjonalny – odnosi się do motywacji uczniów do nauki i reakcji emocjonalnych na zadania związane z uczeniem się [1, 3]. Dodatkowo, badacze zajmujący się zaangażowaniem uczniów twierdzą, że zaangażowanie to może być “kruche”, ponieważ wpływają na nie cechy ucznia i jakość nauczania.

Do dodatkowych czynników wpływających na zaangażowanie uczniów należy zróżnicowana grupa odbiorców, którą środowiska nauki online może przyciągać (wiek, pochodzenie kulturowe, język, położenie geograficzne itp.). Należy uwzględnić tę różnorodność. Chociaż elastyczność udziału w kursie internetowym to błogosławieństwo, zróżnicowanie demograficzne może te podnosić przeszkody w uzyskaniu zaangażowania uczniów.

Starannie zaprojektowany instruktaż online okazuje się wzmacniać zaangażowanie uczniów [4]. Dlatego też, projektując kurs internetowy, należy uwzględnić „projektowanie uniwersalne” (ang. **Universal Design for Learning – UDL**) – ramy projektowania nauczania gwarantujące elastyczność i możliwość przystosowania się w celu realizacji potrzeb coraz bardziej zróżnicowanych uczniów i maksymalizacji zaangażowania.

## Czym jest projektowanie uniwersalne (UDL)?

UDL stanowi intencjonalne i usystematyzowane podejście do budowania środowiska, które zapewnia różnorodność i zróżnicowanie pomiędzy uczniami. Ma zastosowanie w dowolnym kontekście uczenia się, kursach internetowych i stacjonarnych.

Ramy UDL opierają się na neuronauce, ze szczególnym skupieniem na tym, jak działa mózg i które jego części są uaktywniane w procesie uczenia się [5]. Wytyczne UDL można podzielić na trzy zasady:

- a) Zapewnij wiele sposobów zaangażowania,
- b) Zapewnij wiele sposobów reprezentacji,
- c) Zapewnij wiele sposobów działania i ekspresji.

Odnosząc się do zasady zaangażowania, UDL sugeruje, że środowisko nauki zapewnia opcje wspierające zainteresowanie, jak np. optymalizacja indywidualnego wyboru i autonomii, optymalizacja istotności, wartości i autentyczności oraz minimalizacja zagrożeń i dystrakcji. Środowisko nauki powinno oferować też opcje w zakresie zrównoważonego wysiłku i wytrwałości, tj. podnosić istotność celów i zamierzeń, różnicować potrzeby i zasoby, aby optymalizować wyzwanie, wzmacniać współpracę i poczucie wspólnoty oraz zwiększać

wymianę informacji zwrotnych zorientowaną na mistrzostwo. Środowisko nauki powinno też zapewniać opcje samoregulacji, tj. promować oczekiwania i przekonania, które optymalizują motywację, wzmacniają umiejętności i strategie radzenia sobie z problemami oraz rozwijać samoocenę i refleksję. [6]

Druga zasada UDL, „wiele sposobów reprezentacji”, to również kluczowy element zaangażowania osób uczących się. Mogą one pochodzić z różnych środowisk kulturowych, mogą mówić różnymi językami, cierpieć na zaburzenia wpływające na uczenie się (dysleksja, ślepota itp.) lub być w różnym wieku. Treść materiałów do nauki powinna uwzględniać te różnice i odpowiadać wszystkim. **Nie ma jednak jednego sposobu reprezentacji, który byłby optymalny dla wszystkich osób uczących się.** Dlatego też kluczem jest zapewnianie wielu opcji reprezentacji. UDL sugeruje zapewnianie różnych opcji percepcji, w zakresie języka, symboli i zrozumienia.

Aby poprawić percepcję, środowisko nauki powinno oferować różne sposoby dopasowywania przedstawiania informacji, alternatywy dla informacji przekazywanych dźwiękowo i wizualnie. Przykładem może być umożliwienie uczniom zmiany rozmiaru czcionki, użycia opcji kontrastu lub zmniejszenia czy zwiększenia głośności pomocy dźwiękowych.

Dźwięk to szczególnie skuteczny sposób na wzmocnienie oddziaływania informacji. Informacje przekazywane wyłącznie drogą dźwiękową nie są dostępne na równi dla wszystkich uczniów i są szczególnie niedostępne dla uczących się z wadami słuchu, dla uczących się potrzebujących więcej czasu, aby przetworzyć informacje lub dla uczących się z problemami z pamięcią. Zapewnienie alternatyw uczącym się z wadami słuchu, jak np. wykresy, schematy, notacje muzyki lub dźwięku, udostępnienie transkrypcji materiałów wideo czy klipów dźwiękowych może wspierać tworzenie równych szans dla tych osób.

Obrazy, grafiki, animacje, materiały wideo lub tekst to często optymalny sposób przedstawiania informacji, szczególnie, gdy informacje dotyczą relacji pomiędzy obiektami, działaniami, liczbami lub wydarzeniami. Jednak takie przedstawienia wizualne nie są równo dostępne dla wszystkich osób uczących się, a szczególnie tych z wadami wzroku lub niezaznajomionych z używaną grafiką. Informacje dźwiękowe mogą być odpowiednie dla takich osób uczących się. Ważne jest zapewnienie alternatyw innych niż wizualne, aby zapewnić równy dostęp do informacji wszystkim osobom uczącym się:

- Zapewnij opisy (tekstowe lub mówione) do wszystkich obrazów, grafik, materiałów wideo lub animacji;



- Używaj ekwiwalentów dotykowych (grafiki dotykowe lub obiekty referencyjne) dla najważniejszych elementów wizualnych przedstawiających koncepcje;
- Zapewnij obiekty fizyczne i modele przestrzenne, aby wzmacniać perspektywę lub interakcję;
- Zapewnij sygnały dźwiękowe dla najważniejszych koncepcji i przejść pomiędzy informacjami wizualnymi.

Inną metodą zapewniania wielu sposobów reprezentacji jest oferowanie opcji wyboru języka i symboli. Np. pomocne dla uczestników może być wyjaśnianie słownictwa i symboli. Wielokrotnie zdarza się, że słowo czy frazę można interpretować w różny sposób w różnych kontekstach, więc glosariusz wyjaśniający dokładne znaczenie w kontekście kursu mógłby być bardzo pomocny. Co więcej, jeżeli w materiałach szkoleniowych korzysta się z symboli, należy je wyjaśnić, szczególnie, gdy uczestnicy pochodzą z różnych grup kulturowych i ich rozumienie symboli może być inne.

Kiedy składnia zdania lub struktura elementu graficznego nie jest oczywista lub znana dla osób uczących się, wpływa to na zrozumienie. Aby zapewnić równy dostęp do informacji wszystkim osobom uczącym się, UDL sugeruje użycie alternatywnych reprezentacji, które wyjaśniają lub przybliżają relacje składniowe lub strukturalne pomiędzy elementami znaczenia. Np. można wyjaśnić nieznaną składnię (np. w innym języku) lub strukturę (w wykresach, grafikach, ilustracjach) poprzez alternatywy, które przybliżają relacje pomiędzy elementami (np. podkreślenie słów przejściowych (transition words) w eseju, połączeń pomiędzy ideami na mapie koncepcji itp.)

Kolejna wytyczna UDL wspierająca wiele sposobów reprezentacji to ilustracja z użyciem wielu mediów. Materiały używane w sali są często zdominowane przez informacje tekstowe. Tekst to jednak nienajlepszy format do przedstawiania wielu koncepcji i wyjaśniania większości procesów. Co więcej, tekst jest szczególnie kiepską formą prezentacji dla osób uczących się z zaburzeniami związanymi z tekstem lub językiem. Zapewnienie alternatyw – szczególnie ilustracji, symulacji, obrazów czy grafik interaktywnych – może ułatwić zrozumienie tych informacji tekstowych osobie uczącej się i czynić je bardziej dostępnymi dla tych, dla których forma tekstowa jest zupełnie niedostępna.

- Przedstawiaj najważniejsze koncepcje w jednej formie reprezentacji symbolicznej (np. tekst wyjaśniający lub równanie matematyczne) z formą alternatywną (np. ilustracja,

taniec/ruch, wykres, tabela, model, materiał wideo, komiks, scenorys, zdjęcie, animacja, przedmiot fizyczny lub wirtualny).

- Nakreślaj wyraźne połączenia między informacją przekazywaną tekstem a towarzyszącą reprezentacją tej informacji w formie ilustracji, równań, wykresów czy schematów.

Kolejną wytyczną jest oferowanie materiałów w różnych językach lub, w przypadku jednojęzycznych środowisk nauki, zapewnianie alternatyw, szczególnie dla kluczowych informacji lub słownictwa, gdyż stanowi to ważny aspekt dostępności. Np. udostępniaj wszystkie kluczowe informacje w języku dominującym (np. angielski) również w pierwszym języku (np. hiszpański) osób uczących się z ograniczoną biegłością używania języka angielskiego oraz w języku migowym dla osób głuchych lub powiąż najważniejsze słowa z definicjami i wymową w obu językach – dominującym i ojczystym

Zrozumienie oznacza przekształcenie dostępnych informacji w wiedzę, której można użyć. Proces ten nie jest pasywny, a aktywny. **Konstruowanie wiedzy, której można użyć, wiedzy dostępnej do podejmowania decyzji w przyszłości nie zależy wyłącznie od odbioru informacji, ale też od „umiejętności aktywnego przetwarzania informacji” [6].** Przykłady pokazujące „zrozumienie” tematu to choćby dołączanie nowych informacji do dotychczasowej wiedzy, wybór odpowiednich informacji, kategoryzacja strategiczna i aktywne zapamiętywanie. Różni ludzie mają różne umiejętności przetwarzania informacji i dostęp do dotychczasowej wiedzy, poprzez którą mogą przyswajać nowe informacje.

Dla poprawy zrozumienia, UDL sugeruje zapewnianie różnych opcji aktywacji lub wsparcia wiedzy ogólnej, wyróżnianie wzorców, cech krytycznych, wielkich idei i relacji, prowadzenia przetwarzania i wizualizacji informacji oraz maksymalizacji przenoszenia i generalizacji.

Przeszkody i nierówności występują, gdy niektóre osoby uczące się nie mają wiedzy ogólnej niezbędnej do przyswojenia lub użycia nowych informacji. Są też jednak bariery dla osób uczących się, które mają niezbędną wiedzę ogólną, ale mogą nie wiedzieć, że jest ona istotna. Przeszkody te można ograniczać, gdy dostępne są opcje wspierania lub uruchamiania istotnej wcześniejszej wiedzy lub odsyłania do istotnych informacji w innych miejscach:

- Utrwalaj instruktaż poprzez powiązanie go z odpowiednią dotychczasową wiedzą i aktywując ją (np. używanie przedstawienia wizualnego, kotwiczenie koncepcji lub coraz lepsze rozumienie koncepcji).
- Korzystaj z zaawansowanych sposobów organizacji treści (np. metody KWL, mapy pojęć).
- Wstępnie ucz krytycznych koncepcji wstępnych poprzez ich demonstrowanie lub modele.

- Wiąż pojęcia z odpowiednimi analogiami lub metaforami.
- Dokonuj wyraźnych połączeń między programami nauczania (np. uczenie strategii w zakresie uczenia czytania i pisanie na zajęciach z nauk społecznych).

Trzecia zasada zgodna z ramami UDL to zapewnianie wielu sposobów działania i ekspresji. Faktem jest, że **osoby uczące się różnią się w odniesieniu do sposobów poruszania się po środowisku nauki i wyrażania tego, co wiedzą**. Np. niektóre osoby mogą potrafić dobrze wyrażać siebie w formie pisemnej, ale nie ustnie, i odwrotnie, lub mogą nie mieć umiejętności strategicznych i organizacyjnych (zaburzenia funkcji wykonawczych), lub mogą mieć barierę językową itd., w związku z czym mogą podchodzić do uczenia się w bardzo różny sposób. Należy też zauważyć, że działanie i ekspresja wymagają strategii, praktyki i organizacji i jest to kolejny obszar, w którym osoby uczące się mogą się różnić. W rzeczywistości **nie ma jednego sposobu działania i ekspresji, który byłby optymalny dla wszystkich osób uczących się**, zatem zapewnianie różnych opcji działania i wyrażania siebie jest kluczowe.

Aby usprawnić działanie i ekspresję, UDL sugeruje kilka wytycznych, takich jak zapewnianie opcji fizycznego działania, ekspresji i komunikacji oraz funkcji wykonawczych.

Różne opcje fizycznego działania mogą obejmować różne metody reakcji i nawigacji, jak również optymalizacji dostępu do narzędzi i technologii wspierających.

Osoby uczące się znacznie się różnią pod względem umiejętności nawigacji w ich środowisku fizycznym. W celu ograniczenia barier uczenia się, które wprowadziłyby motoryczne wymagania zadania, można zapewnić alternatywne sposoby reakcji, selekcji i kompozycji. Np. zapewnij alternatywne sposoby fizycznej reakcji lub wskazywania wyborów (np. alternatywy wobec zaznaczania długopisem i ołówkiem, alternatywy względem operowania myszką) albo zapewnij alternatywne sposoby fizycznej interakcji z materiałami ręcznie, głosowo, za pomocą przycisku, joysticku, klawiatury lub klawiatury dostosowanej.

Co więcej, aby poprawić ekspresję i komunikację, sugeruje się korzystanie z wielu mediów w komunikacji, wielu narzędzi do konstruowania i kompozycji oraz budowania płynności na stopniowanych poziomach wsparcia praktyki i wyników. Ważne jest zapewnienie alternatywnych mediów do wyrażania siebie. Takie alternatywy pozwalają ograniczyć bariery określone dla danego medium względem osób uczących się z różnymi specjalnymi potrzebami, ale też zwiększają możliwości rozwijania szerszej gamy ekspresji w świecie mediów dla wszystkich osób uczących się. Np. można korzystać z mediów społecznościowych i interaktywnych narzędzi internetowych (np. fora dyskusyjne, czaty, projektowanie stron www, narzędzia komentowania, scenariusze, komiksy, animacje).



Wreszcie, aby wspierać działanie i ekspresję, UDL sugeruje wiele opcji funkcji wykonawczych, a konkretnie takich, które pomagają w odpowiednim ustalaniu celów, wspierają planowanie i opracowywanie strategii, ułatwiają zarządzanie informacjami i zasobami oraz doskonałą umiejętność monitorowania postępów. Do przykładów monitorowania postępów należy:

- a) zadawanie pytań służących samoocenie i refleksji,
- b) pokazywanie przedstawień postępów,
- c) korzystanie z pytań kontrolnych służących ocenie, rubryk z wynikami oraz wielu przykładów opatrzonych adnotacją prac ucznia, przykładów działania itp.

W środowisku e-learningu trenera PV uwzględniliśmy zasady UDL i zastosowaliśmy wiele wytycznych w celu maksymalizacji zaangażowania uczniów, aby poprawić reprezentację dla zróżnicowanej grupy odbiorców oraz wspierać działania i ekspresję:

- W celu optymalizacji indywidualnego wyboru i samodzielności w obszarze e-learningu dla trenerów PV, proponujemy asynchroniczne uczenie się poprzez serię krótkich rozdziałów, do których dostęp można uzyskać w dowolnym momencie (zasada zaangażowania UDL – optymalizacja indywidualnego wyboru i samodzielności).
- Rozdziały te utworzono jako pakiety SCORM, które można otworzyć w trybie pełnoekranowym, co umożliwia użytkownikowi przejrzanie materiałów i korzystanie z nich bez zakłóceń.
- E-learning dla trenerów PV oferuje wiele sposobów prezentacji: wszystkie treści są dostępne w różnych wersjach językowych, a zawartość można pobrać w formacie pdf do korzystania offline. Użytkownik może zdecydować, które rozdziały przeczyta po zapoznaniu się ze szczegółowymi efektami uczenia się przedstawionymi według rozdziału.
- Użytkownik może też wybrać przeprowadzenie samooceny, aby dokonać pomiar wiedzy na dany temat (rozdział) i zdecydować, które rozdziały chce przeczytać.
- E-learning dla trenerów PV wykorzystuje wykresy, gdzie to możliwe, aby przekazać informacje w formie tekstu i obrazu/diagramu.
- W e-learningu dla trenerów PV osadzono krótkie zadania (pytania wielokrotnego wyboru, ćwiczenia na dopasowanie, ćwiczenia polegające na układaniu w kolejności itp.), aby zoptymalizować wyzwanie i zwiększyć informacje zwrotne zorientowane na opanowanie danej dziedziny.
- Forum szkolenia e-learningowego dla trenerów PV wzmacnia współpracę i poczucie wspólnoty.

- Aby dalej wspierać współpracę, platforma e-learningu dla trenerów PV zawiera technologię do synchronicznego uczenia się, z której w razie potrzeby nauczyciel może skorzystać.
- W celu ułatwienia samoregulacji, każdy rozdział e-learningu dla trenerów PV kończy się samooceną użytkownika.
- E-learning dla trenerów PV poprawia funkcję monitorowania postępów poprzez zapewnienie testów sprawdzających i testów końcowych na koniec każdego rozdziału.

## Podsumowanie

Środowiska uczenia się online mogą nieść za sobą bariery, ale dobrze zaprojektowane środowiskowe stosujące ramy UDL może przewyższać te bariery i wspierać uczenie się online ze wszystkimi jego zaletami.

## Bibliografia

- [1] Fredricks, J., Blumenfeld, P., and Paris, A. School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research* 74, 1 (2004), 59-109.
- [2] Finn, J. and Zimmer, K. Student engagement: What is it? Why does it matter? In S. Christenson, A. Reschly, and C. Wylie (Eds.). *Handbook of Research on Student Engagement*. Springer, New York, 2012, 97-132.
- [3] Hollingshead, A. Designing engaging online environment: Universal design for learning principles. In K. L. Milheim (Ed.). *Cultivating Diverse Online Classrooms through Effective Instructional Design*. IGI Global, Hershey, PA 018.
- [4] Tobin, T. J. Increase online student retention with universal design for learning. *The Quarterly Review of Distance Education* 15, 3 (2014), 13-24.
- [5] Meyer, A., Rose, D., and Gordon, D. (2014). *Universal Design for Learning: Theory and practice*. Wakefield, MA: CAST Professional Publishing.
- [6] <http://udlguidelines.cast.org/>
- [7] ALEKSANDRA HOLLINGSHEAD, DAVIN CARR-CHELLMAN / luty 2019 - Engaging Learners in Online Environments Utilizing Universal Design for Learning Principles

## Systemy fotowoltaiczne – historia i stan obecny

### Wprowadzenie

Obecnie jednym z najważniejszych zadań dla ludzkości jest opracowanie strategii i systemów zapewniających energię w sposób ekologiczny. Z dzisiejszej perspektywy tylko odnawialne źródła energii, takie jak słońce i wiatr, spełniają wszystkie warunki, które stawia przed nami przyszłość. Ponadto te źródła energii są niewyczerpane, podczas gdy eksploatacja rezerw paliw kopalnych jest ograniczona w czasie.

Liberalizacja europejskiego rynku energii oznacza, że w sektorze energetycznym będzie większa konkurencja w dziedzinie wytwarzania dystrybucji i sprzedaży energii elektrycznej. Dzięki otwartemu dostępowi do sieci energetycznych na rynku pojawią się nowi gracze. Wzmocnią oni obecny trend do zwiększania udziału rozproszonej generacji energii. W tym procesie systemy fotowoltaiczne mogą stać się znaczącą częścią infrastruktury energetycznej. W rozdziale zaprezentowano podstawowe informacje na temat rozwoju fotowoltaiki oraz jej stanu w poszczególnych krajach partnerskich projektu: Polsce, Rumunii, Hiszpanii i na Cyprze.

### Z historii fotowoltaiki

Fotowoltaika ma długą historię, która rozpoczęła się w 1839 roku od obserwacji poczynionych przez Edmonda Becquerela, syna Antoniego Cezara Becquerela oraz ojca Henriego Becquerela, obu będących znanymi fizykami. Becquerel zauważył, że jeśli dwie platynowe elektrody umieścić w roztworze i wystawić na działanie światła słonecznego, następuje przepływ prądu. Ten efekt był bardzo niewielki i nie miał praktycznego znaczenia w obecnym czasie, jednakże nie został zapomniany.

Nazwy fotowoltaiczny po raz pierwszy formalnie użył A. Einstein w pracy z 1905 roku wydanej w czasopiśmie *Annalen der Physik* pod tytułem „*On a Heuristic Viewpoint Concerning the Production and Transformation of Light*”. Wy tłumaczył on efekt fotoelektryczny zewnętrzny jako emisję elektronów z powierzchni metalu poprzez wykonanie przez nie pracy wyjścia pod wpływem padającego promieniowania korpuskularnego o odpowiedniej długości fali. Fotowoltaika jest więc działem nauki i techniki zajmującym się badaniem procesu



bezpośredniego przetwarzania energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Pierwsze ogniwo słoneczne zostało zbudowane w 1954 roku w Bell Laboratories w Murray Hill, USA, przez badaczy Chapina, Fullera i Pearsona. Ogniwo słoneczne osiągnęło sprawność 6%, która w niedługim czasie została poprawiona i wzrosła do 10%. W tych czasach najważniejszym zastosowaniem ogniw słonecznych była technologia kosmiczna. Początkiem był rok 1958, kiedy pierwsze 108 ogniw zostało zainstalowanych na satelicie Vanguard. Rezultaty przeszły najśmielsze oczekiwania, ogniwa zaopatrywały satelitę w energię elektryczną znacznie dłużej, niż pierwotnie zakładano. Pozwoliło to na rozwój ograniczonego rynku ogniw fotowoltaicznych, jednakże odznaczającego się wysoką jakością.

Z uwagi na wysoki koszt, zastosowania fotowoltaiki na Ziemi były przez długi czas odrzucane, jako nierealne. Jednak korzyści z niej płynące fascynowały naukowców i opinię publiczną, tak więc badania nad nimi nigdy nie zostały w pełni zarzucone. Krok po kroku, ogniwa słoneczne trafiły do zastosowań autonomicznych, w układach zasilania niezależnych od sieci. Zaczęto się od kalkulatorów i zegarków, a następnie wykorzystano je w większych urządzeniach, takich jak parkometry. Z nadejściem pierwszego kryzysu paliwowego w 1973 roku, zaczęto zastanawiać się nad wykorzystaniem ogniw słonecznych na Ziemi, a niedługo potem uruchomiono zakłady produkcji krzemowych ogniw i modułów. Na początku lat 80-tych, światowy obrót ogniwami słonecznymi był na poziomie poniżej 20 MWp/rok. W 2008 roku roczny obrót ogniwami słonecznymi osiągał ponad 7000 MWp. Stanowi to 400-krotny wzrost na przestrzeni jedynie 27 lat. W 2017 r. całkowita moc zainstalowanych systemów PV wynosiła 40 GW. Kluczową rolę w rozwoju fotowoltaiki odegrała promocja rynku energii słonecznej, która rozpoczęła się w roku 1990 od programu 1000 Dachów w Niemczech. Program odniósł ogromny sukces i został następnie przyjęty do realizacji w wielu krajach. Niedługo potem na przełomie lat 1998-1999, wprowadzono program 100 tys. dachów, a Ustawa o Energii Odnawialnej (EEG) weszła w życie w 2004 roku. EEG okazała się być najbardziej odpowiednim narzędziem promowania fotowoltaiki. Rynek odnotował dynamiczny wzrost.

Przez wiele dziesięcioleci podejmowano wysiłki mające na celu zastąpienie krzemu innymi materiałami. Poszukiwane są materiały o wysokiej absorpcji światła, co ma na celu uczynienie ogniw cieńszymi i tańszymi. Rezultatem tych poszukiwań są ogniwa cienkowarstwowe, które są 100-krotnie cieńsze, niż te z krzemu krystalicznego. Pierwsze ogniwo słoneczne zostało wykonane z krzemu amorficznego już w 1976 roku przez Davida Carlsona i Chrisa Wronskiego. Jednakże wysokie oczekiwania pokładane, w latach 80-tych, w tym materiale nie spełniły się. Kolejnym materiałem cienkowarstwowym, który wciąż jest

we wczesnym stadium wdrożenia rynkowego, jest CIS (diselenek indowo-miedziawy), znany także jako CIGS, jeśli zawiera dodatek galu). Ogniwa te charakteryzują się wysoką stabilnością i osiągają, przynajmniej w laboratorium, wysokie sprawności. Innym materiałem cienkowarstwowym, z którego dziś produkowane są ogniwia słoneczne jest tellurek kadmu (CdTe). Na rynku pojawiły się także tzw. mikromorficzne ogniwia fotowoltaiczne (struktura z amorficznego i mikrokrystalicznego krzemu).

Polami zastosowania niezależnych od sieci systemów PV są zwykle systemy autonomiczne w krajach rozwijających się, wypoczynek (kemping, żeglarstwo itp.), systemy telekomunikacyjne, a także systemy hybrydowe PV/olej napędowy. Nie należy niedoceniać roli jaką odgrywają ogniwia fotowoltaiczne w produktach konsumenckich (zegarki, zabawki itp.). W przeszłości, systemy fotowoltaiczne były prawie wyłącznie montowane na istniejących dachach, więc uważane były za elementy dodatkowe. Jednakże, od kilku lat dostępne są produkty fotowoltaiczne, które mogą być stosowane bezpośrednio jako pokrycia dachowe, a zatem stanowią one integralną część dachu. Istnieją także komponenty PV w postaci okien mansardowych. Ponadto, wszyscy główni producenci szkła oferują elementy fotowoltaiczne, które mogą być w łatwy sposób zintegrowane z ciepłymi lub wentylowanymi fasadami.

W dzisiejszym świecie dochodzi do zmiany priorytetów energetycznych. Nowe technologie, czystsze, szybsze w instalacji i bardziej dostosowane do lokalnych potrzeb, wzbudzają zainteresowanie inwestorów oraz władz lokalnych, powoli konkurując ze zmonopolizowanym i scentralizowanym sektorem energetycznym. Przy porównywaniu różnych opcji energetycznych koszty ekonomiczne stopniowo przestają być decydującym kryterium – coraz bardziej liczą się czynniki, których wartość ekonomiczna jest trudna do obliczenia wprost, takie jak np. niezależność energetyczna, dywersyfikacja źródeł energii czy stabilność dostaw. Jest to szczególnie ważne w obliczu możliwości wystąpienia kolejnych kryzysów energetycznych.

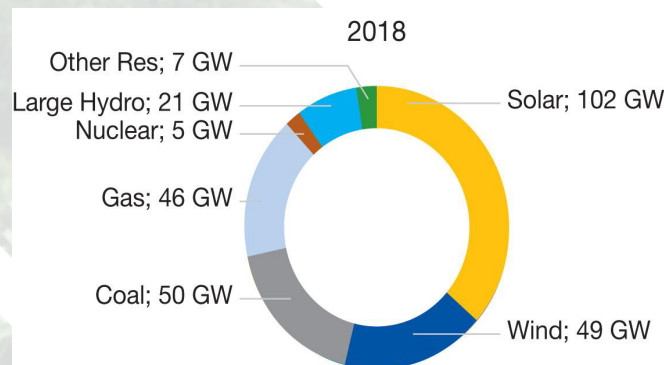
#### **Zalety systemów fotowoltaicznych:**

- Korzystają z pierwotnego źródła energii słonecznej.
- Słońce jest dostępne we wszystkich regionach świata.
- Modułowa konstrukcja pozwala na zbudowanie systemów produkujących od miliwatów (mW) w produktach konsumenckich do gigawatów (GW) w elektrowniach na skalę przemysłową.

- Podczas pracy wytwarzają energię elektryczną bez emisji szkodliwych gazów do atmosfery i bez wytwarzania odpadów.
- Nie wymagają praktycznie żadnej konserwacji.
- Ciche podczas pracy.
- Nie wymagają wody do wytwarzania elektryczności.
- Pozostawiają ślad węglowy 10 razy mniejszy niż konwencjonalne metody wytwarzania energii.
- Zwrotu kosztów w zależności od technologii i lokalizacji może wynosić nawet od 0,5 do 1,5 roku.
- Czas eksploatacji ponad 30 lat.

## Globalny rynek produkcji energii słonecznej

W roku 2018 nastąpiła mała przerwa w dynamicznym rozwoju rynku produkcji energii słonecznej. Choć doświadczył on wzrostu sięgającego tylko 4%, to wystarczyło, aby znów pokonać inne technologie branży energetycznej. Zamontowano więcej paneli słonecznych niż wszystkich instalacji dla paliw kopalnych i jądrowych razem wziętych. Energia słoneczna dawała również większą moc prądotwórczą niż wszystkie odnawialne źródła energii razem – w tym duże elektrownie wodne – oraz odznaczała się dwa razy większą wydajnością niż energia wiatrowa (zob. rys. 1).



Source: Global Energy Monitor (2019); IRENA (2019); SolarPower Europe (2019).

© SOLARPOWER EUROPE 2019

**Rys. 1.** Moc prądotwórcza netto dodana w roku 2018 według głównej technologii

Źródło: *Globalna sytuacja na rynku energii słonecznej / 2019-2023* <http://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2019/05/SolarPower-Europe-Global-Market-Outlook-2019-2023.pdf>

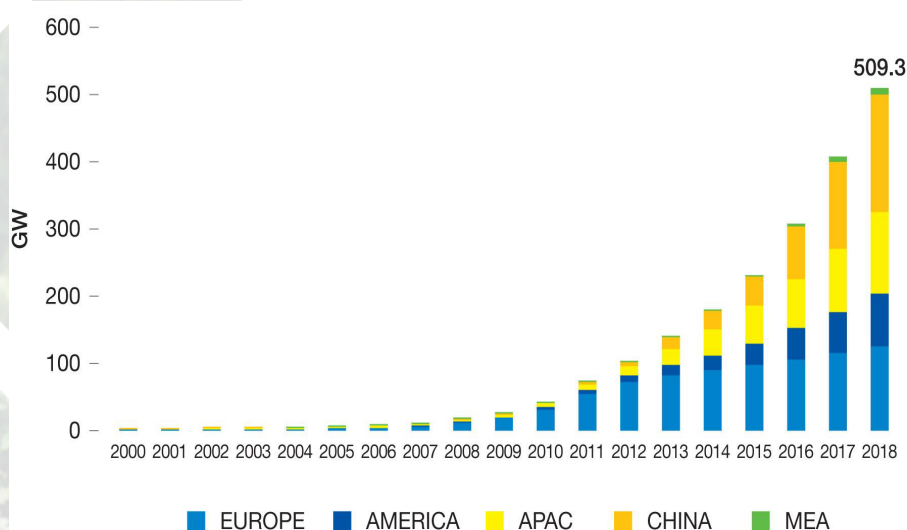
Udział energii słonecznej osiągnął 36% całej nowo dodanej mocy prądotwórczej w roku 2018, w porównaniu z 38% w poprzednim roku. Choć wyniki te są imponujące na pierwszy rzut oka,



„stagnacja” w obszarze rozwoju energetyki słonecznej i wiatrowej w roku 2018 oznaczała, że moc prądowórcza odnawialnych źródeł energii stanowiła tylko 63% całej energetyki. Patrząc na udział w całkowitej zainstalowanej mocy prądowórczej, odnawialne źródła energii stanowiły 33% w roku 2018, a 26% w kategoriach mocy wyjściowej. Wszystkie elektrownie słoneczne wytworzyły tylko 2,2% energii elektrycznej na świecie. To pokazuje, że choć od niedawna energia słoneczna odgrywa dominującą rolę względem dodatkowej rocznej produkcji energii elektrycznej, potencjał dla niej i dla innych odnawialnych źródeł energii jest ogromny.

Rynek energii słonecznej w roku 2018 nie tylko po raz pierwszy przekroczył poziom 100 GW: był to również pierwszy rok, gdy na świecie funkcjonowało ponad 0,5 TW mocy prądowórczej energii słonecznej. Rok wcześniej, pod koniec roku 2017, łączna globalna moc prądowórcza wyniosła ponad 400 GW, podczas gdy w roku 2016 przekroczyła poziom 300 GW, a w roku 2015 - 200 GW.

Łączna zainstalowana moc prądowórcza instalacji fotowoltaicznych wzrosła o 25% do 509,3 GW do końca roku 2018, podczas gdy w roku 2017 było to 407 GW (Rys. 2). Od początku tego wieku, gdy wraz z uruchomieniem niemieckiego systemu taryf gwarantowanych rozpoczęła się epoka sieciowej energii słonecznej, łączna produkcja energii słonecznej wzrosła niemal 320 razy. Patrząc wstecz o dziesięć lat, światowa łączna moc instalacji fotowoltaicznych wzrosła o ponad 3 200% – z 15,8 GW w roku 2008.

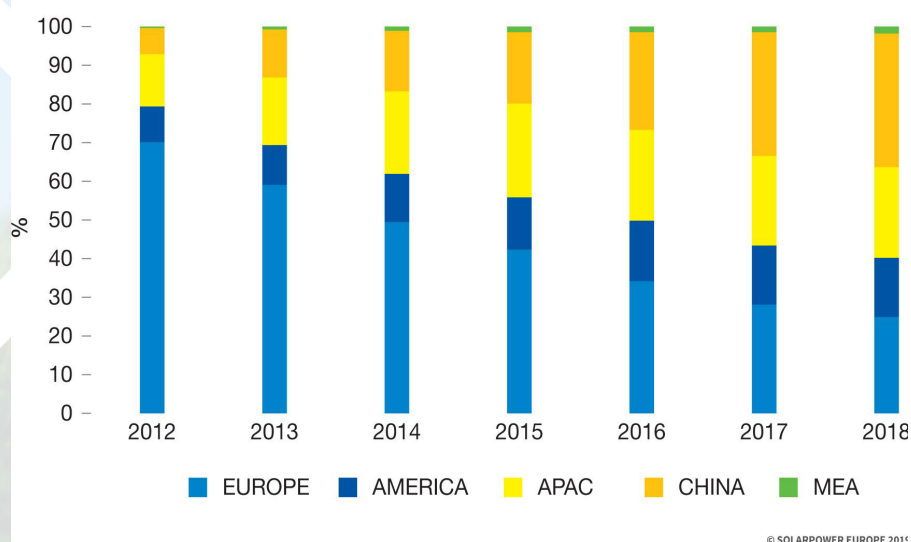


**Rys. 2.** Globalna łączna zainstalowana moc energii słonecznej 2000-2018

Źródło: *Globalna sytuacja na rynku energii słonecznej 2019-2023*, <http://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2019/05/SolarPower-Europe-Global-Market-Outlook-2019-2023.pdf>

Choć doszło do spowolnienia wzrostu na trzech najważniejszych rynkach azjatyckich, region Azji i Pacyfiku dalej rozszerzał swoją dominację w obszarze energii słonecznej w roku 2018,

znów odpowiadając za ponad połowę globalnej produkcji energii (zob. Rys. 3, należy zauważyć, że z uwagi na swoje ogromne terytorium, Chiny oddzielono od regionu Azji i Pacyfiku). Dodatek 71,3 GW w roku 2018 skutkowało łączną zainstalowaną mocą wynoszącą 295,7 GW, co daje 58% udziału w światowym rynku i trzy punkty procentowe wzrostu z roku na rok. Nowa faza rozwoju pionierów na europejskim rynku energii słonecznej nie mogła powstrzymać kontynentu od utraty udziału w rynku o trzy punkty procentowe, dając 25%. Europa nadal zachowała drugie miejsce pod względem łącznej mocy, która wyniosła 125,8 GW. Obie Ameryki znów zajęły trzecie miejsce pod względem rozwoju rynku energii słonecznej w regionie w roku 2018 – z łączną zainstalowaną mocą równą 78,2 GW i udziałem równym 15%. Rosnąca aktywność na Bliskim Wschodzie i w Afryce (MEA) zmieniła rozwój energii słonecznej w tym regionie w zeszłym roku. Z łączną mocą energii słonecznej równą 9,6 GW, jej udział w światowym rynku nieco wzrósł w roku 2018, z 1,7% rok wcześniej do 1,9%.



**Rys. 3.** Udział w globalnej łącznej zainstalowanej mocy energii słonecznej 2012-2018

Źródło: *Globalna sytuacja na rynku energii słonecznej 2019-2023*, <http://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2019/05/SolarPower-Europe-Global-Market-Outlook-2019-2023.pdf>

Spojrzenie na poszczególne kraje wyraźnie pokazuje, że spadek koniunktury na rynku chińskim w roku 2018 wcale nie wpłynął na jego dominację względem produkcji energii słonecznej. Operacyjna moc prądowców energii słonecznej w Chinach osiągnęła 34,4%, czyli dwa punkty procentowe więcej niż w roku 2017, z udziałem Chin równym 32,3%, co daje niemal jedną trzecią globalnej mocy prądowców, która to wartość została teraz przekroczona. Jak w poprzednich latach, zaraz za Chinami plasowały się Stany Zjednoczone, Japonia i Niemcy. Wszystkie trzy kraje straciły nieco udziałów w rynku w roku 2018, z czego Niemcy zbliżają się obecnie do wartości jednocyfrowej. Łączna zainstalowana moc

prądotwórcza energii słonecznej w Stanach Zjednoczonych osiągnęła 62,1 GW, co daje udział na świecie równy 12,2%. 55,9 GW w Japonii daje udział równy 11,0%, a 45,9GW w Niemczech to udział wynoszący 9,0% – spadek z 10,6% w roku 2017. Rok 2018 nie był dobry dla Indii pod względem energii słonecznej, choć pogorszenia sytuacji na tamtejszym rynku nie oddają globalne rankingi łącznej mocy prądotwórczej – 27,3 GW łącznej zainstalowanej mocy energii słonecznej wystarczyło, aby kraj ten plasował się na piątym miejscu i zwiększył swój udział do 5,4% z 4,7% w roku 2017.

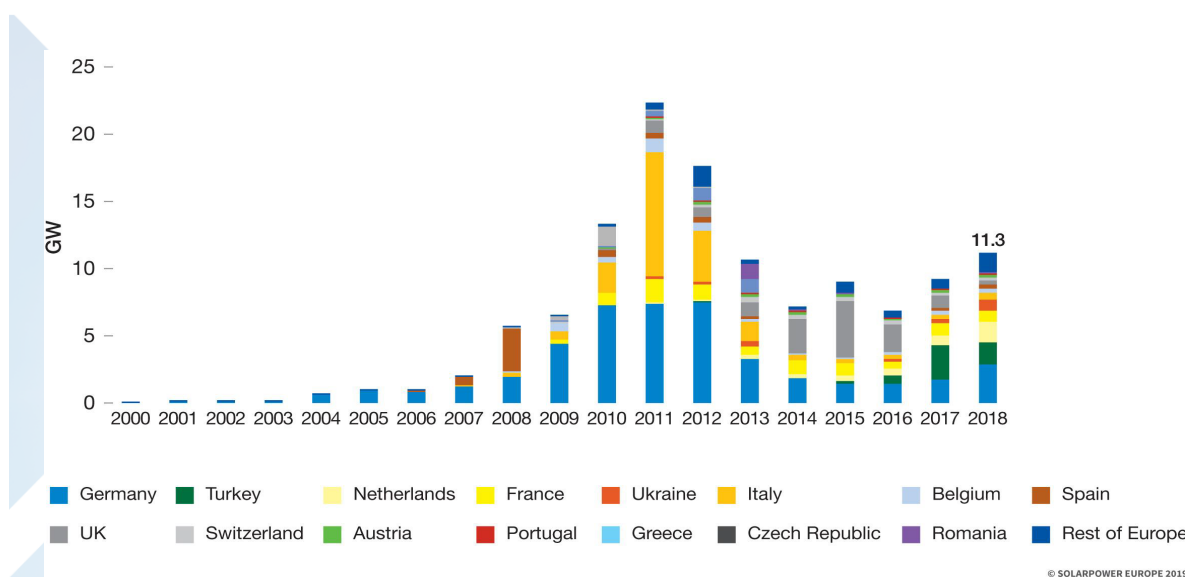
Wszystkie pozostałe rynki produkcji energii słonecznej plasują się poza najlepszą piątką. W tej grupie warto dostrzec dwie istotne zmiany: zaraz po Włoszech z 19,9 GW i Wielką Brytanią z 13 GW podąża Australia z rynkiem energii słonecznej wynoszącym +10 GW. Odnotowała ona ogromny wzrost w tym zakresie, dzięki któremu do końca roku 2018 uzyskała łączną zainstalowaną moc równą 12,6 GW. Co więcej, Korea Południowa, po osiągnięciu łącznej mocy energii słonecznej w wysokości 7,7 GW, zastąpiła Hiszpanię na liście 10 najważniejszych producentów energii słonecznej.

## Europejski rynek energii słonecznej

Rok 2018 był świetny dla Europy pod względem energii słonecznej. Kontynent dodał 11,3 GW w roku 2018, co stanowiło wzrost o 21% względem 9,3 GW zainstalowanych rok wcześniej (zob. Rys. 4). W Unii Europejskiej popyt gwałtownie wzrósł o 37% do 8,2 GW, z poziomu 6,0 GW w roku 2017. Porównywalnie mniejszy wzrost w pozostałej części Europy wynika głównie ze spadku koniunktury na rynku Turcji - numeru jeden w roku 2017 na tym kontynencie. Z drugiej strony przejście 28 krajów UE od „braku wzrostu” do wzrostu dwucyfrowego w dużej mierze wynika z wiążących celów krajowych w zakresie odnawialnych źródeł energii na rok 2020, które wiele krajów członkowskich musi zrealizować.

Rozwój rynku energii słonecznej w Europie/Unii Europejskiej w roku 2018 był imponujący, choć nieco poniżej poziomu oczekiwań dla zeszłorocznego GMO (34% dla Europy, 45% dla UE). Nagły i znaczny spadek koniunktury na rynku tureckim spowodowany kryzysem finansowym i brakiem politycznego wsparcia zaskoczył nas i Tureckie Stowarzyszenie Energii Słonecznej GÜNDER. Żaden z hiszpańskich projektów z przyznanym zamówieniem publicznym na łączną sumę niemal 4 GW, jak i żaden duży rurociąg handlowy/PPA nie został podłączony do sieci w roku 2018. Z kolei popyt na rynku francuskim w zeszłym roku zmalał jeszcze bardziej. Do tego dołożył się zaskakujący brak wysokowydajnych modułów w Europie, czemu towarzyszył wzrost cen względem końca roku, gdyż popyt na rynku chińskim okazał się niespodziewanie duży w czwartym kwartale.





**Rys. 4.** Europejska roczna zainstalowana moc energii słonecznej 2000-2018

Źródło: *Globalna sytuacja na rynku energii słonecznej 2019-2023*, <http://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2019/05/SolarPower-Europe-Global-Market-Outlook-2019-2023.pdf>

## Pięć największych rynków energii słonecznej w Europie w roku 2018

Niemcy stanowią największy rynek energii słonecznej w Europie w roku 2018. Cztery lata po tym, jak tytuł ten piastowała Wielka Brytania w roku 2014, Niemcy przejęły pałeczkę od dotychczasowego lidera – Turcji. Z 2,95 GW, rynek niemiecki rósł o 67% z roku na rok, po tym, jak dodał 1,76 GW w roku 2017 i niemal tyle samo, co dwa lata wcześniej – 1,52 GW w roku 2016 i 1,45 GW w roku 2015. To pierwszy raz od roku 2013, gdy Niemcy osiągnęły docelowe 2,5 GW. Głównym czynnikiem napędzającym rozwój rynku energii słonecznej w kraju w roku 2018 była produkcja na własny użytek/taryfowe systemy premii, od średnich po duże komercyjne, od 40 do 750 kW, które stanowiły ponad połowę nowej mocy, podczas, gdy systemy przydomowe do 10 kW dały ok. 400 MW. Przetargowe systemy montowane do podłoża powyżej 750 kW dały ok. 550 MW. Regulacja „Mieterstrommodel” (sąsiedzkie instalacje solarne), wprowadzona w roku 2017, aby umożliwić wspólną produkcję energii słonecznej na własny użytek w budynkach mieszkaniowych, nadal cieszy się ograniczonym zainteresowaniem, gdyż uczestnicy takich programów muszą uiszczać pełne opłaty EEG.

Drugim pod względem wielkości rynkiem energii słonecznej w Europie była Turcja, która w zeszłym roku przyniosła całkowite rozczarowanie. Po krótkim i bardzo wysokim wzroście w roku 2017, gdy rynek zwiększył się niemal 4,5 razy do 2,6 GW, w porównaniu z 584 MW w poprzednim roku, w roku 2018 Turcja musiała zmierzyć się z kryzysem finansowym. Zainstalowano tylko 1,64 GW, co stanowi spadek z roku na rok o 37%. W pierwszym kwartale do sieci podłączono 1,2 GW, ale w kolejnych dziewięciu miesiącach dodano tylko 500 MW.

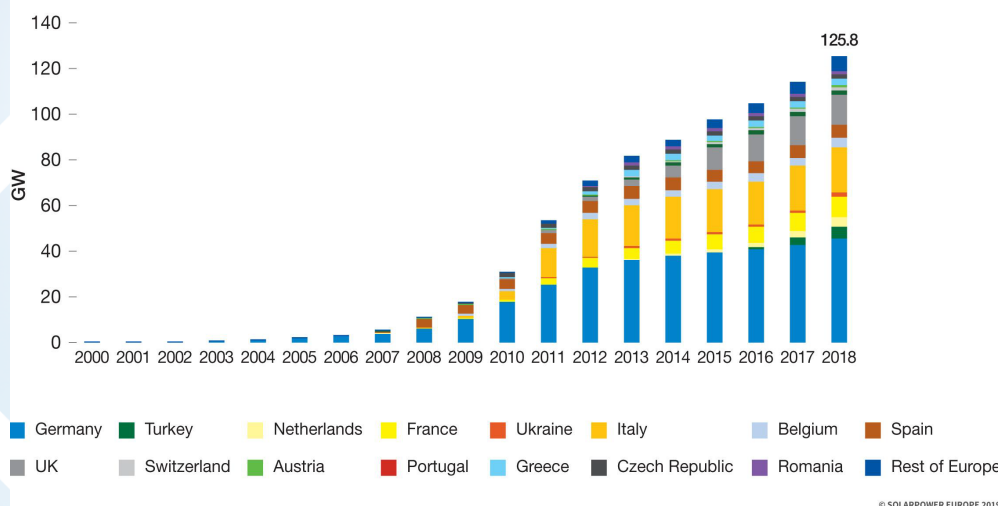
Niemal cała nowa moc pochodziła z tzw. „nielicencjonowanych” instalacji solarnych do 1 MW, ale często połączonych w większe projekty, podczas gdy dla instalacji „licencjonowanych” zamówionych w roku 2014/2015 na 600 MW, do końca roku zrealizowano tylko dziewięć systemów dających w sumie 82 MW, podczas gdy 60 MW zainstalowano od sierpnia do grudnia tegoż roku.

Instalacje solarne musiały być w stanie konkurować pod względem kosztów z innymi technologiami w Holandii, aby przejść od średniej wielkości rynku do grupy europejskich liderów. W zeszłym roku holenderski rynek energii słonecznej po raz pierwszy osiągnął skalę GW - jeden z trzech rynków europejskich w tej grupie. Holandia zainstalowała 1,5 GW w roku 2018, co stanowi niemal dwukrotność sumy 770 MW w roku 2017 i oznacza wzrost o ponad 50% względem poprzedniego roku. Podczas gdy „obciążenie podstawowe” instalacji solarnych w Holandii to mierzone netto premiowane instalacje w budynkach mieszkalnych, które w roku 2018 stanowiły ok. 40%, większość wzrostu pochodziła z instalacji komercyjnych oraz dużych, realizowanych w ramach zamówień neutralnych pod względem technologii w systemie SDE+. W rundzie jesiennej SDE+ 2018, instalacje solarne stanowiły 55% zamówionej wartości, co daje ponad 4400 projektów i 2,9 GW. W rundzie wiosennej SD+ 2018 instalacje solarne dawały 1,7 GW z sumy 2,3 GW.

Francuski rynek energii słonecznej w roku 2018 znów przyniósł rozczarowanie. Nadal nie doszedł do skali GW, ale co gorsza w przeciwieństwie do innych europejskich rynków społecznych nawet skurczył się o 4% do 873 MW. Skomplikowany system premiowy, wymagający organizacji przetargów dla instalacji solarnych o mocy 100 kW nie działa zbyt dobrze. Nawet zmiany w przepisach i planach przetargowych wprowadzone w roku 2018 nie przyniosły dotąd pozytywnych efektów. Do realizacji łącznego celu mocy energii słonecznej na rok 2018 w wysokości 10 GW zabrakło Francji ponad 1 GW. W roku 2018 przeprowadzono jednak kilka przetargów zakończonych sukcesem, włącznie z przetargiem na produkcję 200 MW energii słonecznej/wiatrowej neutralnej pod względem technologicznym, gdzie całość produkcji przyznano instalacjom solarnym.

Bardzo korzystna taryfa gwarantowana wynosząca 15 eurocentów/kWh dla dużych instalacji solarnych wyniosły Ukrainę na szczyt grupy pięciu najważniejszych rynków energii słonecznej w Europie w roku 2018. W sumie zainstalowano 803 MW, czyli 228% więcej niż 245 MW podłączone do sieci w roku 2017. Poza dużymi instalacjami solarnymi, system opomiarowania netto dla instalacji PV do 30 kW cieszył się znacznym zainteresowaniem. W pierwszych trzech kwartałach roku 2018 moc zainstalowana kolektorów dachowych więcej niż się podwoiła, aby osiągnąć poziom 121 MW, względem 51 MW na koniec roku 2017.

Podsumowując, produkcja energii słonecznej w Unii Europejskiej i pozostałej części Europy jest w fazie ożywienia cyklu koniunkturalnego. Z 28 krajów członkowskich UE, 22 podłączyły więcej instalacji solarnych do sieci niż rok wcześniej. W perspektywie całego kontynentu tylko kilka krajów doświadczyło mniejszego popytu na technologię produkcji energii słonecznej.

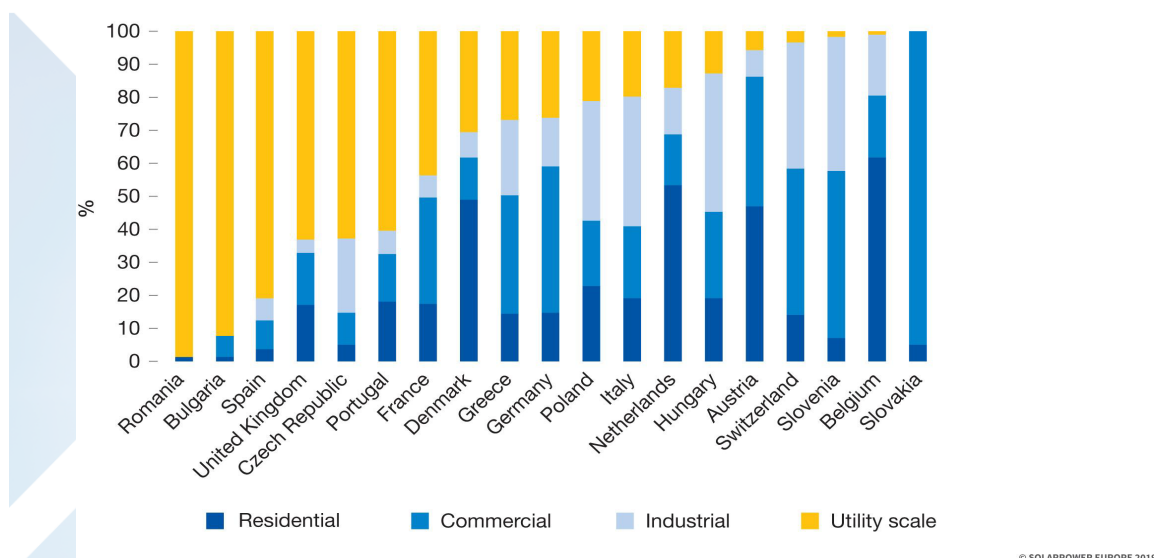


**Rys. 5.** Europejska roczna zainstalowana moc energii słonecznej 2000-2018

Źródło: *Globalna sytuacja na rynku energii słonecznej 2019-2023*, <http://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2019/05/SolarPower-Europe-Global-Market-Outlook-2019-2023.pdf>

Obraz europejskiej łącznej zainstalowanej mocy energii słonecznej w roku 2018 jest bardzo podobny do tego w roku 2017 (zob. Rys. 5). Niemcy pozostają największym europejskim operatorem elektrowni słonecznej, z łączną mocą zainstalowaną 45,9 GW, a zaraz po nich są Włochy z 19,9 GW. Niemcy (36,5%) i Włochy (15,8%) odpowiadały również za ponad połowę mocy wytwórczej energii słonecznej w Europie. Zanotowały jednak delikatny spadek – 52,3% względem 54,7% w roku poprzednim. Jedyny inny rynek europejski o mocy zainstalowanej powyżej 10 GW to Wielka Brytania, ale jako, że zainstalowano tam tylko 286 MW, poza sumą 13 GW, jej udział spadł o 1% do 10,3%. Poza tymi trzema europejskimi rynkami energii słonecznej na poziomie dwucyfrowym, 12 krajów odznaczało się mocą słoneczną na poziomie jednocyfrowym (Francja, Hiszpania, Turcja, Holandia, Belgia, Grecja, Szwajcaria, Czechy, Ukraina, Austria, Rumunia, Bułgaria), podczas gdy większość krajów na kontynencie eksploatowała mniej niż 1 GW łącznej mocy solarnej.





**Rys. 6.** Segmenty europejskiej łącznej mocy energii słonecznej do roku 2018 dla wybranych krajów  
 Źródło: *Globalna sytuacja na rynku energii słonecznej 2019-2023*, <http://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2019/05/SolarPower-Europe-Global-Market-Outlook-2019-2023.pdf>

W Europie segmentacja rynku energii słonecznej wciąż w dużej mierze odzwierciedla ewolucję danego rynku krajowego (zob. rys. 6).

Kraje te, które w pewnym momencie i zazwyczaj przez krótki czas oferowały bardzo atrakcyjne programy taryfowe są wciąż zdominowane przez segment instalacji solarnych w skali przemysłowej w Europie. Jednak od czasu zakończenia systemów FIT nie zainstalowano niemal nic. Taką sytuację odnotowano w krajach Europy Wschodniej, jak np. Rumunia, Bułgaria, Czechy, ale też w Hiszpanii, która przez lata niemal nie prowadziła działalności w tym zakresie, dodając tylko niewielkie ilości systemów rozproszonych. Choć jednak niedawna likwidacja podatku solarnego spowoduje zwiększenie liczby systemów produkcji energii na własny użytek w nowej fazie rozwoju produkcji energii słonecznej w Hiszpanii, większość będą stanowić elektrownie montowane do podłoża i działające na zasadzie przetargów oraz instalacje bazujące na PPA na skalę przemysłową.

Na innych rynkach ze stale rosnącym popytem na energię słoneczną, jak np. w Niemczech, dystrybucja jest o wiele bardziej wyrównana. Tutaj wcześniejsze nieograniczone systemy FIT na dużą skalę zostały zastąpione przetargami na spore i ograniczone ilości, podczas gdy systemy produkcji na własny użytek/rozproszone premie FIT są nadal nieograniczone – stamtąd teraz pochodzi większość obecnego popytu. Na niektórych rynkach Europy Środkowej, np. w Austrii, Belgii, Szwajcarii lub Holandii, instalacje solarne na skalę przemysłową nie były istotne w przeszłości – zawsze skupiano się tam na kolektorach dachowych. W Holandii sytuacja obecnie się zmienia, gdyż aukcje zaczęły napędzać rozwój dużych systemów komercyjnych i na skalę przemysłową.

Do roku 2018 19% łącznej mocy instalacji fotowoltaicznych w Europie pochodziło z kolektorów dachowych na budynkach mieszkalnych, 30% z kolektorów na dachach budynków komercyjnych, podczas gdy segment przemysłowy odpowiadał za 17%, a rynek użyteczności – za 34%.

Rozwój różnych segmentów solarnych w Europie będzie wyraźnie zależał od warunków brzegowych i ram polityki poszczególnych krajów. Jednak montowane do podłoża elektrownie produkujące na skalę przemysłową oraz duże systemy kolektorów dachowych będą cieszyć się powodzeniem w kraju z regularnymi przetargami i atrakcyjnymi warunkami dla systemów handlowych/PPA, podczas gdy rozproszone dachowe instalacje solarne potrzebują środowiska nienakładającego podatków na produkcję energii na własny użytek.

### Dlaczego rynek energii słonecznej w Europie znów się rozwija

Jak przewidziano w zeszłorocznym GMO – Europa wróciła na ścieżkę rozwoju i powinna tam zostać w najbliższych latach z kilku powodów:

- Cele EU na rok 2020: Wielkimi krokami zbliża się termin wyznaczony krajom członkowskim UE w zakresie osiągnięcia krajowych wiążących wartości docelowych produkcji energii ze źródeł odnawialnych do roku 2020. Niedawno opublikowana aktualizacja danych przez Eurostat – urząd statystyczny UE – pokazały, że tylko 11 z 28 państw UE już wykonały swoje obowiązki do końca roku 2017. Większość z nich jest wciąż na tej ścieżce, a przed niektórymi jeszcze długa droga. Jako że wśród obywateli UE energia słoneczna stanowi najpopularniejsze źródło generacji prądu, najbardziej elastyczne, łatwe w montażu i często najtańsze względem udziału energii odnawialnej, rządy coraz częściej uwzględniają instalacje solarne w swoich strategiach dla klimatu. Np. Węgry, które miały piąty największy rynek energii słonecznej w UE w roku 2018 wynoszący ponad 400 MW, obecnie wyraźnie koncentrują się na energii słonecznej.
- Przetargi: Jeszcze kilka lat temu wiele podmiotów w europejskiej branży solarnej – przyzwyczajonych do atrakcyjnych nieograniczonych taryf – obawiało się, że przetargi to tylko sposób na kontrolę i ograniczenie rozwoju. W międzyczasie wiele krajów europejskich przyswoiło sobie narzędzia przetargów na energię słoneczną, które odegrały główną rolę w obniżeniu cen energii solarnej i udowodniły politykom, firmom i opinii publicznej jak szybko koszty te maleją. Rynek energii słonecznej pokazał też w wielu krajach europejskich, włącznie z Danią, Niemcami, Holandią i Hiszpanią, że może wygrywać przetargi neutralne pod względem technologii z innymi odnawialnymi

źródłami energii, jeżeli warunki brzegowe są prawidłowo określone. Kolejny etap to „inteligentne” przetargi, których celem jest wsparcie systemów i usług sieciowych. Niemcy ogłoszą taki przetarg, który umożliwi też łączenie rozwiązań solarnych/wiatrowych, we wrześniu.

- Produkcja na własny użytek, technologie cyfrowe i przechowywanie energii: Energia słoneczna jest znacznie tańsza niż detaliczny rynek energii elektrycznej w większości krajów europejskich i będzie nadal taniał, co jest coraz częściej główną motywacją dla osób i firm do inwestycji w wytwarzanie energii na miejscu. Szybko malejące koszty magazynowania energii w akumulatorach połączone z korzyściami płynącymi z cyfrowych i „inteligentnych” produktów energetycznych wpływa pozytywnie na sprzedaż energii słonecznej, gdyż wielu klientów woli mieć większą kontrolę nad swoimi rachunkami za prąd. W celu wzmocnienia prosumentów, ważne jest, aby energia solarna nie była nieodpowiednio opodatkowana, a projektowanie rynku było dostosowane do potrzeb energetycznych nowego świata.
- Rynki wschodzące i przeżywające ożywienie Niski koszt energii słonecznej przyciąga kraje europejskie, które w przeszłości nie były zbyt aktywne w tym obszarze. Dla europejskiej wschodzącej gwiazdy – Ukrainy – bezpieczeństwo energetyczne było jednym z ważnych aspektów uruchomienia programów premialnych dla instalacji solarnych na dużą skalę i dla budynków mieszkaniowych. Są też pionierzy europejskiego rynku energii słonecznej, którzy wrócili do rozwoju energii solarnej, tacy jak Hiszpania, który w roku 2019 mogą nawet wejść do grona największych rynków PV w Europie.
- Wyszukiwanie przez firmy: Wyszukiwanie odnawialnych źródeł energii stało się istotną częścią strategii energetycznej i zrównoważonego rozwoju wielu wiodących firm, a przy malejących kosztach tych źródeł, apetyt na opłacalną energię słoneczną i wiatrową szybko rośnie. Trend ten, zapoczątkowany w Stanach Zjednoczonych na obecnie wiodącym rynku wyszukiwania przez firmy odnawialnych źródeł energii, szybko rozprzestrzenił się także w Europie. Jak na razie firmy wybierały głównie energię wiatrową, a nie słoneczną w PPA dla źródeł odnawialnych. Łatwiejsze okazało się uzyskanie dostępu do większych ilości energii odnawialnej poprzez duże farmy wiatrowe, podczas gdy komercyjne instalacje solarne były raczej montowane bezpośrednio na miejscu. Wraz z nadejściem instalacji solarnych na dużą skalę do Europy, tania energia słoneczna stanie się o wiele istotniejsza dla firm.



- Systemy handlu/PPA dla energii słonecznej: Obecnie bezpośrednie dwustronne PPA dla energii słonecznej zaczynają konkurować z rynkami systemowymi w wielu krajach Unii Europejskiej. Rozwój ten jest widoczny głównie w tych krajach europejskich, w których rozpiętość pomiędzy cenami energii słonecznej a cenami hurtowymi jest największa i tam, gdzie zapewniony jest dostęp do rynków usług pomocniczych. Wielokrotnie rozmawiano o projektach opartych tylko na PPA, szczególnie w Hiszpanii, oraz o wielkim rurociągu na ponad 30 GW. Jednak dopiero w roku 2018 powstały pierwsze systemy tego typu. System na 175 MW od BayWa sprzedano przed końcowym podłączeniem do sieci podmiotowi zarządzającemu aktywami Munich RE/Ergo pod koniec roku 2018. Na początku roku 2019 podpisano największą na świecie umowę PPA na portfolio projektu instalacji solarnych na 708 MW dla Hiszpanii i Portugalii. W Niemczech, gdzie ceny hurtowe energii są niższe niż w Hiszpanii, w zeszłym roku rozpoczęto opracowywanie systemu „bezdotacyjnego” na 175 MW.
- Pakiet „Czysta Energia”: Wpływ regulacji „Czysta energia dla wszystkich Europejczyków” jest bardzo pozytywny, jeżeli chodzi o instalacje solarne i magazynowanie energii. Ustawiła ona wyższą niż oczekiwana wartość docelową odnawialnych źródeł energii jako 32% do roku 2030, zapewnia prawa do produkcji na własny użytek i utrzymuje priorytetowy przesył dla instalacji solarnych na małą skalę, jak również wprowadziła wiele innych zapisów na rzecz energii słonecznej. Odniosła się też do wielu potrzeb elastycznych systemów odnawialnych źródeł energii, tworząc nowe ramy projektowania rynków elektrycznych i wdrażania nowych narzędzi. Osiągnięto ważny kamień milowy, a teraz chodzi o wdrożenie dyrektyw w krajach członkowskich.

2019 będzie wyjątkowo dobrym rokiem dla energii słonecznej w Europie. W ramach średniego scenariusza naszych europejskich rocznych scenariuszy dla rynków energii słonecznej na lata 2019-2023, oczekiwany jest bardzo wysoki wzrost na całym kontynencie do roku 2020. W tym roku dostrzegamy wzrost popytu o 81% do 20,4 GW, a dla roku 2020 spodziewany jest wzrost o 18% do 24,1 GW, co stanowiłoby nowy rekord dla instalacji tego typu, poprawiający najlepszy dotychczasowy wynik – 22,5 GW w roku 2011. Główne źródła założeń wyższego popytu są niezmiennione – 28 krajów UE ma czas do roku 2020, aby zrealizować swoje wiążące krajowe cele dotyczące odnawialnych źródeł energii. Do tego dochodzi ilość produkowanej energii, którą trzeba zainstalować w drodze różnych przetargów. W roku 2018 nie podłączono żadnego systemu PV w ramach dużego

hiszpańskiego rurociągu PPA do sieci. Innym czynnikiem jest spadek cen szybszy niż oczekiwano. Restrukturyzacja rynku chińskiego uwolniła nowe moce i doprowadziła do nieoczekiwanej obniżki cen na ogniwa i moduły, stymulując popyt na instalacje solarne na całym świecie. Po roku 2020 kraje członkowskie UE trochę odczekają zanim ponownie sporo zainwestują w odnawialne źródła energii, gdyż następne cele są do zrealizowania do roku 2030. Nadal obserwujemy spłaszczenie krzywej wzrostu w roku 2021, ale to zjawisko bardzo krótkoterminowe, jak wzięcie oddechu, żeby przygotować się do następnej fazy wzrostu, a nie spowolnienie. Podmioty użyteczności publicznej, korporacje i duże fundusze w Europie nadają priorytet odnawialnym źródłom energii – a więc i energii słonecznej, gdyż niskie koszty i największa różnorodność źródeł energii to ich ulubione sposoby na zapewnienie czystej energii i inwestowanie w nią.

## Fotowoltaika w Polsce

Rynek fotowoltaiczny (PV) w Polsce jest na wczesnym etapie rozwoju, ale ma dużą dynamikę wzrostu. Zainstalowana moc nie przekraczała 500 MW na koniec 2018 roku. Z jednej strony, jest to znacząca poprawa, zwłaszcza w porównaniu z kilkoma MW pod koniec 2013 roku. Z drugiej strony, to nadal mało, ponieważ potencjał kraju takiego jak Polska powinien wynosić co najmniej 10 razy więcej.

Według Polskiego Towarzystwa Fotowoltaiki (PTPV), celem ogłoszonym już w 2009 roku jest osiągnięcie 1% zużytej energii elektrycznej z fotowoltaiki w 2020 roku, czyli 1,4 GW zainstalowanej mocy. Istnieją duże szanse, że do końca 2020 roku cel ten zostanie osiągnięty. Wzrost zainstalowanej mocy będzie wynikiem rozwoju dużej liczby systemów prosumenckich oraz budowy dużych elektrowni fotowoltaicznych w ramach systemu aukcji po roku 2022.

Sektor prosumentów jest wspierany przez mechanizm opustów. Operator systemu dystrybucyjnego (OSD) jest zobowiązany do odbierania energii z mikroinstalacji. Wsparcie polega na tzw. opustach. Za każdą 1 kWh dostarczoną do sieci prosumenci mogą otrzymać 0,8 kWh w przypadku systemów o mocy poniżej 10 kW i 0,7 kWh w przypadku systemów o mocy od 10 do 50 kW. Ten mechanizm wsparcia wydaje się mieć stosunkowo niski potencjał rozwojowy. Znaczne dotacje pochodzące z programów europejskich i krajowych oraz brak opodatkowania bardziej wspierają rozwój OZE. Szacuje się, że każdego roku powstanie kilkadziesiąt tysięcy mikroinstalacji fotowoltaicznych.

Ponad 50% zainstalowanej mocy znajduje się w południowo-wschodniej i południowej części Polski. Jest to spowodowane największą skalą systemu wsparcia i najlepszym natężeniem promieniowania słonecznego. Województwo lubelskie ma największą zainstalowaną moc wynoszącą 32,480 MW. Największa liczba systemów pojawiła się w województwie śląskim – 153 o łącznej mocy 9,331 MW; Zmiana aktu o odnawialnych źródłach energii od 1 lipca średnia moc systemu wynosi 61 kW.

Polska nie może ignorować trendów występujących na europejskim i światowym rynku energii. Te trendy oznaczają, że rola fotowoltaiki w Polsce jako technologii, która wytwarza czystą energię elektryczną w dużych elektrowniach fotowoltaicznych i małych systemach dachowych, będzie rosła. Spadające koszty energii ze źródeł odnawialnych, ograniczenie wpływu energetyki na nasze zdrowie, zmieniającą się rolę węgla, pojawiające się nowe modele biznesowe w sektorze energetycznym, w tym mikroźródła i rozproszone systemy energetyczne, to tylko niektóre z trendów, które będą kształtować elektroenergetykę w Polsce. Przyczynia się to do zwiększenia świadomości ekologicznej polskiego społeczeństwa i wiedzy na temat technologii energii odnawialnej, zwiększenia udziału społeczeństwa w podejmowaniu decyzji dotyczących nowych inwestycji w infrastrukturę i chęci uczestniczenia w zaspokajaniu jego potrzeb energetycznych poprzez rozwój źródeł krajowych.

## Podsumowanie

Przedstawione powyżej informacje potwierdzają, że rynek usług fotowoltaicznych dynamicznie rozwija się na całym świecie. W związku z tym wzrastać będzie także zapotrzebowanie na wykwalifikowanych monterów instalacji fotowoltaicznych, a tym samym na wysokokwalifikowanych trenerów przygotowujących do pracy monterów.

## Bibliografia

1. Global Market Outlook For Solar Power / 2019 – 2023. SolarPower Europe, Brussels 2019.
2. Goetzberger A., Voß B., Knobloch J.: Sonnenenergie: Photovoltaik. Teubner Studienbücher, Stuttgart, Germany, 1994.
3. Goetzberger A., Wittwer V.: Sonnenenergie – Physikalische Grundlagen und thermische Anwendungen. Teubner Studienbücher, Stuttgart, Germany, 1996.



4. Benz J., Ortiz B., Roth W., Sauer D.U., Steinhüser A.: Fuel Cells in Photovoltaik Hybrid Systems for Stand-Alone Power Supplies. Proceedings 2nd European PV-Hybrid and Mini-Grid Conference, Kassel, Germany, 2003.
5. Roth W., Schmidt H., Schulz W., Steinhüser A.: Photovoltaic Power Supply for Telecommunication Network Components in Remote Areas. Proceedings TELESCON 2000, Dresden, Germany, 2000.
6. Palz W.: Power for the world – a global photovoltaic action plan. Solar Europe Newsletter, Kommission der Europäischen Gemeinschaften, DG XII, 1993.
7. Schweizer P., Shresta J.N.: What can solar electricity provide for the Himalayan society? The case of Nepal. 13th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Nice, France, 1995.
8. Successful User Schemes for Photovoltaic Stand-Alone Systems. European Commission DG XVII, 2000.
9. EPIA Global Market Outlook for Photovoltaics 2014-2018 (June 2014).
10. PVPS Report Snapshot of Global PV 1992–2013. Report IEA-PVPS T1-24:2014.



## Analiza parametrów pracy modułu fotowoltaicznego

### Wprowadzenie

Ciągły wzrost cen paliw konwencjonalnych, wyczerpywanie się ich zasobów oraz zaostrzenie przepisów ochrony środowiska, wymuszają poszukiwanie alternatywnych, niskoemisyjnych źródeł energii między innymi takich jak energia słoneczna. Energia Słońca jest energią pozbawioną jakichkolwiek zanieczyszczeń, co stanowi jej dodatkowy atut na tle innych źródeł energii.

Do atmosfery ziemskiej dociera ze Słońca strumień energii równy około  $178 \times 10^{15}$  W i jest to niewielka część całkowitego promieniowania słonecznego. Mimo to strumień ten jest 30 000 razy większy niż całkowita moc wszystkich urządzeń zainstalowanych na Ziemi. Wielkością która charakteryzuje energię docierającą do atmosfery ziemskiej jest stała słoneczna wynosząca  $1,395 \text{ kW/m}^2$  [6]. Szacuje się, że wartość energii promieniowania słonecznego na terenie Polski zawiera się w granicach  $0 \div 5,5 \text{ kWh/m}^2/\text{dzień}$  a średnie napromieniowanie słoneczne to  $1000 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$  [3,10].

Promieniowanie docierające na powierzchnię ziemi ulega rozproszeniu oraz odbiciu. Można zatem wyróżnić trzy rodzaje promieniowania.

*Promieniowanie bezpośrednie* to promieniowanie, które bez żadnych przeszkód dociera do powierzchni Ziemi i może zostać zaabsorbowane przez ogniwo fotowoltaiczne. Największy efekt konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną uzyskuje się przy kącie padania promieniowania na powierzchnię ogniwa wynoszącym  $90^\circ$ .

*Promieniowanie rozproszone* powstaje na skutek rozproszenia strumienia fotonów np. w chmurze. Promieniowanie rozproszone dociera do powierzchni Ziemi, jednak fotony posiadają mniejszą energię a kierunek i padania na powierzchnię płaską jest przypadkowy. Udział promieniowania rozproszonego w całkowitym promieniowaniu docierającym do Polski wynosi od od 47% latem do 70% zimą.

*Promieniowanie odbite* powstaje na skutek odbicia od obiektów znajdujących się na ziemi, np. budynków [4]. Wpływ promieniowania odbitego na produkcję energii elektrycznej jest pomijalnie mały.

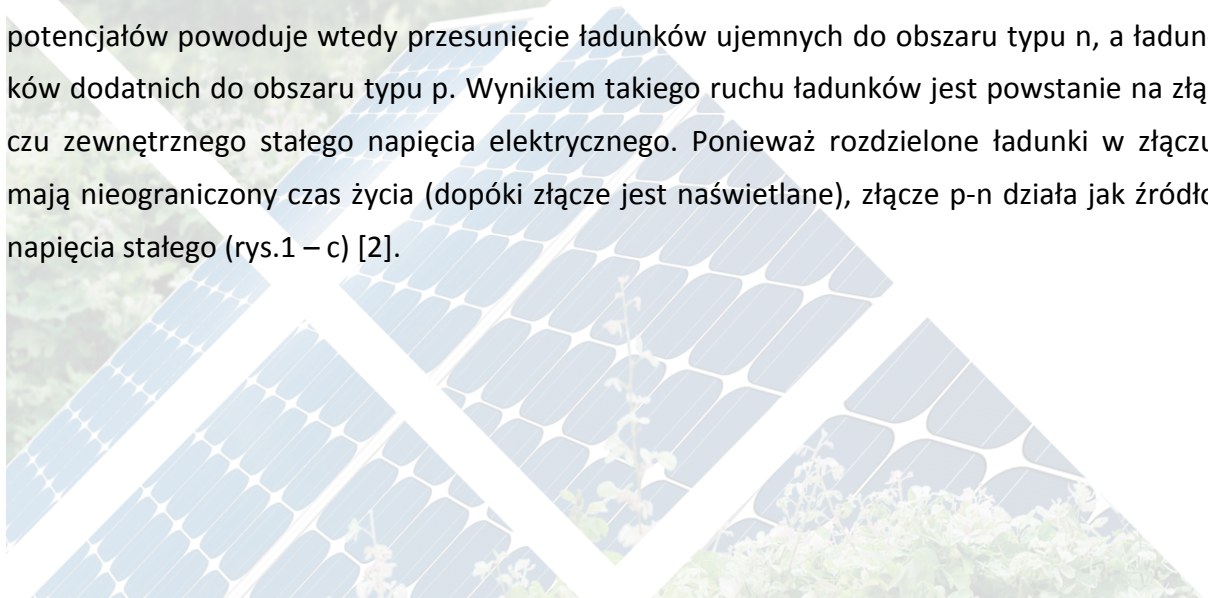
## 1. Budowa i zasada działania ogniw fotowoltaicznych

### 1.1. Zjawisko efektu fotowoltaicznego

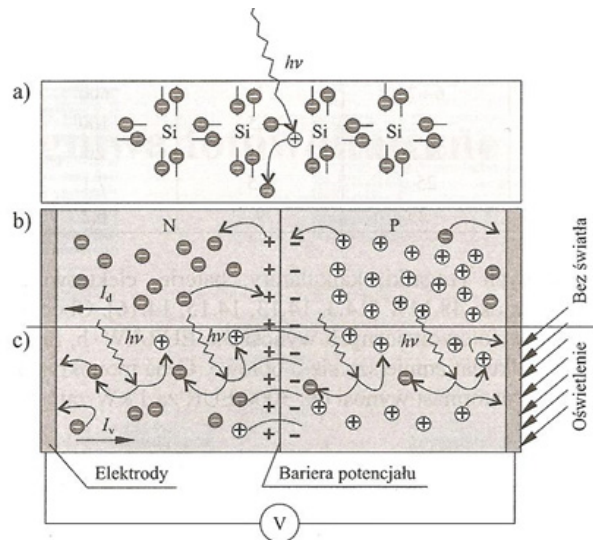
Konwersja promieniowania słonecznego na energię elektryczną w ogniwach fotowoltaicznych następuje w wyniku powstawania efektu fotowoltaicznego [5, 8].

Mechanizm zjawiska polega na powstaniu siły elektromotorycznej w wyniku zjawisk fizycznych w niejednorodnym ośrodku w następstwie jego oświetlenia. Ośrodkiem tym może być na przykład złącze dwóch półprzewodników, elektrolitu i półprzewodnika lub też półprzewodnika i metalu [11]. Efekt fotowoltaiczny zachodzi we wszystkich półprzewodnikach. W każdym z nich przebiega on z różną intensywnością oraz zachodzi przy różnej długości fal padającego światła. Półprzewodnikami nazywamy te pierwiastki których bariera potencjałów jest mniejsza niż 5 eV [5].

Fale światła widzialnego, powodują wybijanie elektronów z sieci krystalicznej półprzewodnika z pasma walencyjnego na poziom przewodnictwa. Skutkuje to powstawaniem dziur (+) w miejscach wybijanych elektronów (-). Dziura ta jest zastępowana elektronem z sąsiadującego węzła sieci krystalicznej, a w miejscu tego elektronu powstaje nowa dziura. Kiedy w półprzewodniku jest przewaga elektronów, nazywa się go półprzewodnikiem typu n. Jeżeli występuje w nim przewaga dziur, nazywa się go półprzewodnikiem typu p [2]. Płytki półprzewodników typu n i typu p dosunięte do siebie tworzą złącze p-n. W miejscu styku tych dwóch rodzajów półprzewodników tworzy się wewnętrzne pole elektryczne nazywane barierą potencjałów [10]. Kiedy półprzewodnik pozostaje nieoświetlony dziury wędrują na lewo i w półprzewodniku płynie niewielki prąd dyfuzyjny  $I_d$ . Jeżeli natomiast złącze p-n zostaje oświetlone, to fotony powodują rozrywanie w złączu par elektron-dziura ((-) i (+)). Bariera potencjałów powoduje wtedy przesunięcie ładunków ujemnych do obszaru typu n, a ładunków dodatnich do obszaru typu p. Wynikiem takiego ruchu ładunków jest powstanie na złączu zewnętrznego stałego napięcia elektrycznego. Ponieważ rozdzielone ładunki w złączu mają nieograniczony czas życia (dopóki złącze jest naświetlane), złącze p-n działa jak źródło napięcia stałego (rys.1 – c) [2].





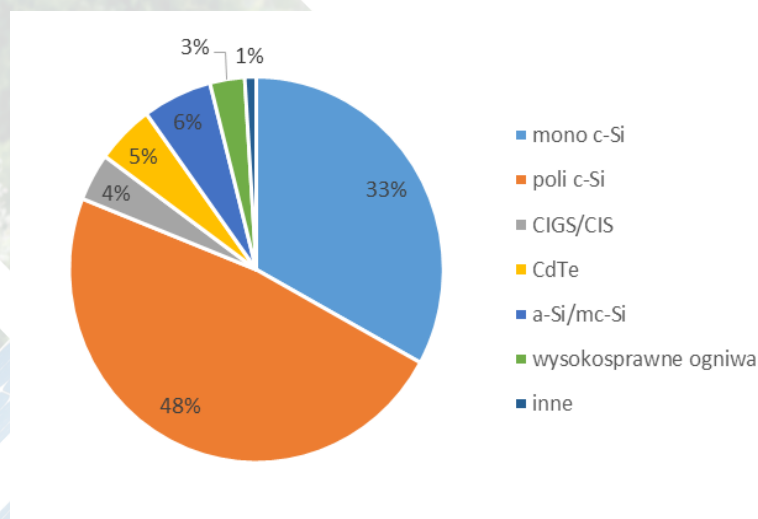


**Rys. 1.** Mechanizm fotowoltaiczny; a) mechanizm powstawania dziury, b) wsteczny prąd dyfuzyjny, c) przepływ prądu (złącze oświetlone) [2]

## 1.2. Budowa i podział fotoogniw

Od czasu powstania pierwszych fotoogniw selenowych, które posiadały sprawność 0,5% powstało wiele nowych rozwiązań materiałowych oraz konstrukcyjnych. Ostatnie kilkanaście lat spowodowało, że przemysł wytwarzania ogniw fotowoltaicznych rozwija się w bardzo dynamiczny sposób. Skutkuje to znacznym spadkiem cen modułów fotowoltaicznych oraz podniesieniem ich sprawności energetycznej.

Dominującym materiałem wykorzystywanym do produkcji ogniw fotowoltaicznych jest krzem. Udział fotoogniw krzemowych szacowany jest na ponad 80% produkcji światowej [4].



**Rys. 2.** Udział poszczególnych technologii w rynku produkcji modułów fotowoltaicznych w 2012 roku [13]

### 1.3. Zasada działania ogniw fotowoltaicznych

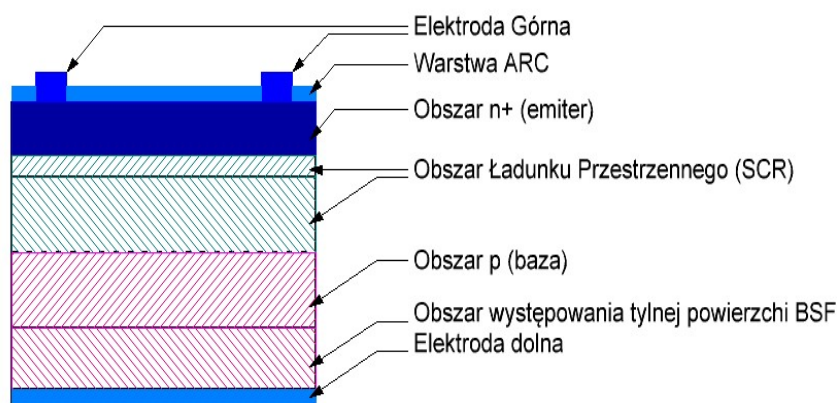
Niezwykła popularność ogniw krzemowych wynika z szerokiej dostępności piasku kwarcowego  $\text{SiO}_2$  oraz z zadowalającej sprawności głównego materiału służącego do ich produkcji czyli krzemu. Zawartość tego pierwiastka w zewnętrznych warstwach Ziemi stanowi około 27% i jest on dostępny prawie w każdym rejonie Świata.

#### Ogniwa monokrystaliczne

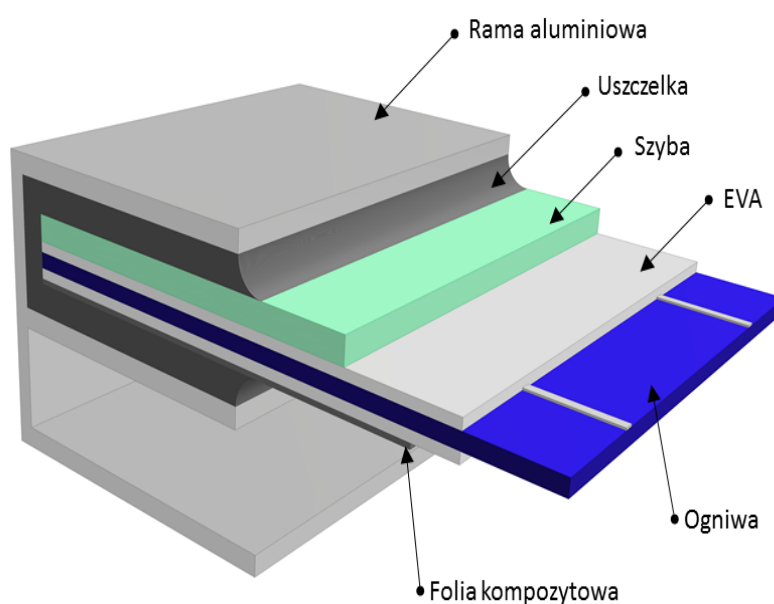
Piasek kwarcowy topi się w temperaturze  $1800^\circ\text{C}$ , a następnie oczyszcza. Czystość gotowego krzemu wynosi 99,9999%. Z tak oczyszczonego i roztopionego surowca pozyskuje się w warunkach próżni monokryształy krzemu z niewielką ilością boru. Monokryształy, to uformowany walec o średnicy  $5\div 30$  cm i długości  $1\div 2$  m. Stanowi on wyjściowy materiał do produkcji ogniw monokrystalicznych [5,7].

Ogniwa monokrystaliczne wytwarzane są poprzez laserowe cięcie monokryształu na płytki (typu  $p^-$ ) o grubości około 0.30 mm. Na powierzchni drugiej płytki, wytwarza się poprzez dyfuzję fosforu obszar typu  $n^+$ . Ze względu na fakt, że od powierzchni fotoogniwa strumień świetlny zostaje w 40% odbity, pokrywa się go aktywną powierzchnią krzemu, przezroczystym materiałem antyrefleksyjnym (ARC). Przed nałożeniem warstwy ARC, powierzchnia jest teksturowana. Zabieg ten powoduje korzystne zmiany barwy światła odbitego, rozproszonego oraz współczynnika załamania światła. Nakładane są też warstwy selektywne, które filtrują widmo światła, przepuszczając pożądane długości fal. Wszystkie te procesy powodują obniżenie strat w postaci odbitej energii promieniowania do ok. 5%. Z górnej i dolnej strony ogniwa, naklejone zostają metalizowane elektrody. Górna elektroda ma powierzchnię dziesięciokrotnie mniejszą niż dolna. Dolna elektroda pokrywana jest w całości warstwą metalizowaną, mającą za zadanie stworzyć lustro odbijające fotony w krzemie, a tym samym zwiększyć ich absorpcję w krzemie. Dodatkowo w dolnej części półprzewodnika typu  $p$ , dyfundując domieszkę grupy III wytwarza się obszar  $p^+$ . Powstałe w ten sposób na granicy tych obszarów złącze  $p-p^+$  wiąże się z powstaniem tylnego pola elektrycznego (BSF). Pole elektryczne BSF zwraca od dolnej elektrody elektrony, oraz zwiększa prawdopodobieństwo rozdziału nośników ładunków [10, 11].





Rys. 3. Budowa fotoogniwa krzemowego [11]



Rys. 4. Budowa modułu fotowoltaicznego [14]

Typowa wartość wygenerowanego napięcia przez ogniwa krystaliczne wynosi  $0,5 \div 0,6$  V. Aby fotoogniwo osiągnęło napięcie 24 V, montuje się w nim 48 komórek. 36 ogniw fotowoltaicznych połączonych taśmą aluminiową daje moduł. Moduły łączą się w sposób szeregowy lub szeregowo-równoległy i tworzy się w ten sposób moduł fotowoltaiczny.

Udział monokrystalicznych ogniw fotowoltaicznych na rok 2014 wynosił 33%. Są to najbardziej kosztowne ogniwa, a zarazem osiągające najwyższą sprawność w komercyjnej produkcji (22%). Budowę typowego ogniwa fotowoltaicznego przedstawia rysunek 3, natomiast budowę całego modułu fotowoltaicznego przedstawia rysunek 4.



### **Ogniwa polikrystaliczne**

Alternatywą dla monokrystalicznych ogniw krzemowych, są tańsze ogniwa polikrystaliczne. Podstawą do produkcji fotoogniw polikrystalicznych jest blok krzemu. Blok ten otrzymuje się najczęściej dwoma metodami, metodą Brigmana lub metodą odlewania bloku. Następnie blok jest cięty na mniejsze bloczki - prostopadłościany o podstawie 15,6 x 15,6 mm. Z otrzymanego bloczku tnie się płytki krzemowe o grubości do 0,2 mm. Cięcie odbywa się z jednoczesnym szlifowaniem powierzchni powstających płytek.

Dalsza obróbka płytek polikrystalicznych polega na:

- szlifowaniu,
- domieszkowaniu np.: fosforem,
- nałożeniu metalizowanych elektrod,
- pokryciu warstwą przeciwoodblaskową.

Ogniwa polikrystaliczne posiadają charakterystyczny niebieski kolor z dobrze widoczną strukturą kryształów. Sprawność ogniwa polikrystalicznego jest mniejsza niż ogniw monokrystalicznych. i mieści się w granicach 14÷19%. Obniżona sprawność rekompensowana jest niższymi kosztami produkcji.

Wszystkie ogniwa z krzemu polikrystalicznego pokrywane są hartowanym szkłem o zwiększonej przepuszczalności światła. Moduły opisywanych ogniw mogą pracować pojedynczo lub połączone w baterie o napięciu nie przekraczającym 1000 V [5, 10].

### **Ogniwa cienkowarstwowe**

Przyjmuje się, że ogniwa monokrystaliczne i polikrystaliczne należą do *generacji I*. Natomiast ogniwa cienkowarstwowe (w tym z krzemu amorficznego) należą do *generacji II ogniw fotowoltaicznych*. Podczas badania efektu fotowoltaicznego stwierdzono, że przemiana energii światła w energię elektryczną zachodzi tylko w warstwie granicznej między elektrodami, której grubość wynosi ok. 0,001 [mm]. Skutkiem tego było opracowanie technologii ogniw fotowoltaicznych, których budowa skupiła się na cienkiej warstwie granicznej. Ogniwa cienkowarstwowe powstają poprzez nanoszenie znikomych warstw półprzewodników, na tanie podłoża bazowe.

Oprócz krzemu amorficznego półprzewodnikami tymi są:

- siarczek kadmu  $CdS$ ,
- tellurek kadmu  $CdTe$ ,
- dwuselenek indowo-miedziowy  $CuInSe_2$  inaczej *CIS*,
- arsenek galu  $GaAs$ ,
- dwuselenku miedziowo-indowo-galowego  $CuInGaSe_2$  (*CIGS*),

Ze względu na to, że proces produkcji ogniw cienkowarstwowych nie jest tak energochłonny jak ogniw mono i polikrystalicznych, ich koszt jest niższy. Oprócz tego ograniczone są straty materiałowe (brak cięcia i szlifowania kryształów). Inną zaletą jest możliwość tworzenia dużych powierzchni paneli, oraz stosowanie tego typu ogniw na elewacjach budynków [7]. Sprawność cienkowarstwowych ogniw fotowoltaicznych zawiera się w granicach od 5÷9% w przypadku *a-Si*, 20% CIS, do 26% w przypadku *GaAs* [7, 10].

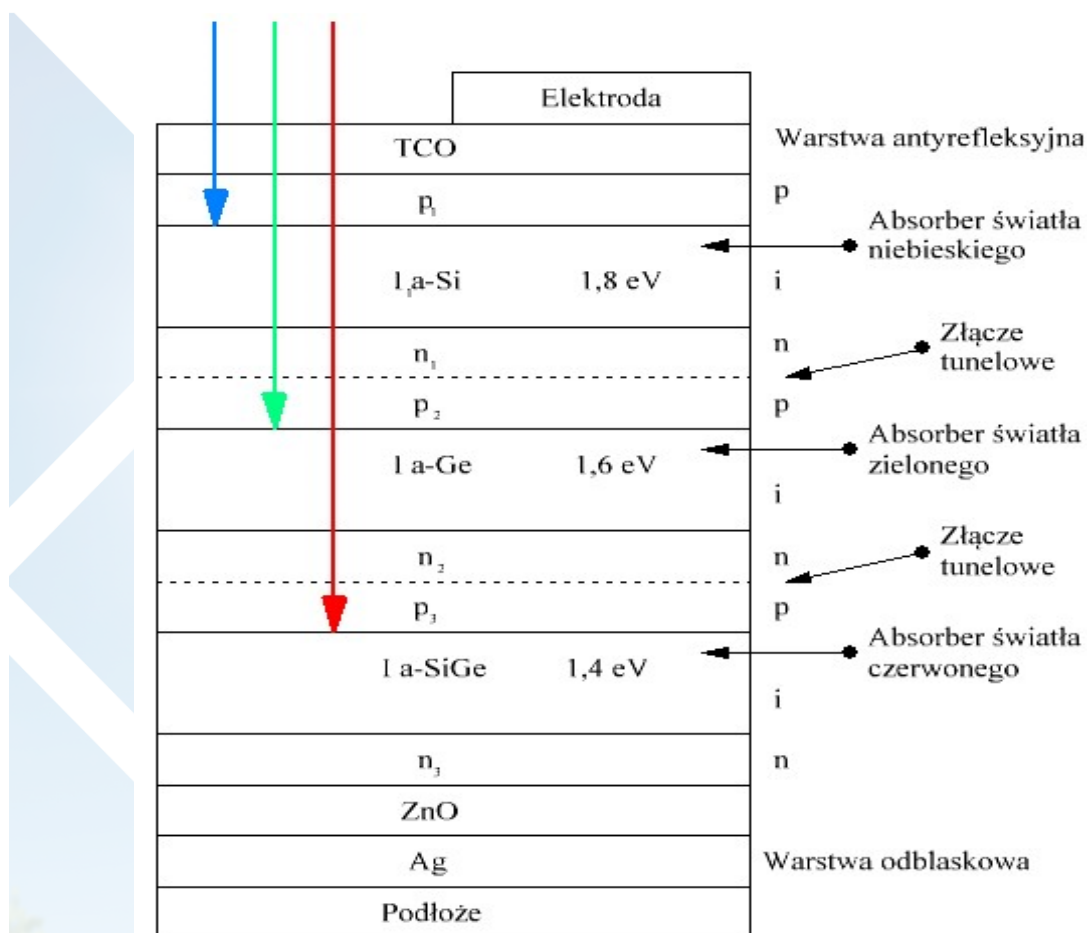
### **Ogniwa fotowoltaiczne z krzemu amorficznego**

Do budowy ogniw fotowoltaicznych oprócz krzemu o strukturze krystalicznej stosuje się coraz częściej krzem bezpostaciowy (amorficzny). Ogniwa z krzemu amorficznego zawierają w sobie od 8 do 12% wodoru. Posiadają też liczne defekty w swojej budowie strukturalnej. W fotoogniwach amorficznych, w wyniku działania promieni słonecznych zostaje obniżony współczynnik sprawności względem jego początkowej wartości (efekt Staeblera-Wrońskiego). Efekt ten polega na tym, że długotrwałe naświetlanie krzemu amorficznego wywołuje znaczny wzrost jego konduktywności. Jest to proces odwracalny, jednak wymaga to regenerowania poprzez wygrzewanie ogniw w ciemności. Efekt ten powoduje straty mocy wyjściowej sięgające 20% zanim materiał się ustabilizuje. Stąd sprawność ogniw amorficznych na poziomie 5÷9 % [5, 10].

Proces wytwarzania amorficznych modułów fotowoltaicznych polega na nakładaniu cienkich warstw krzemu na takim materiale jak szkło, tworzywo sztuczne lub stal nierdzewna. Na tak powstałym module nie widać pojedynczych ogniw. Produkcja ta jest prosta i łatwo ją zautomatyzować, a zużycie materiału i energii jest stosunkowo niskie, co wpływa na ich cenę. Wartość sprawności ogniw amorficznych zwiększono poprzez wprowadzenie konstrukcji wielozłączowych. Polega ona na ułożeniu materiałów złącz jedno na drugim absorbując różne długości fali świetlnej.

Dzisiejsze cienkowarstwowe ogniwa fotowoltaiczne z krzemu amorficznego wykonuje się jako jedno lub wielozłączowe. Są to złącza typu *p-i-n*. Górna warstwa ogniwa pokryta jest najczęściej podwójną warstwą przewodzącą tlenek indu i cyny (ITO). Absorberem w dwuzłączowych ogniwach jest *a-Si:H* oraz *a-SiGe:H*, a do trójzłączowych dodatkowo dochodzi *a-SiC:H* [5, 10, 11].

Na rysunku 5 przedstawiono budowę ogniwa trójzłączowego.



Rys. 5. Budowa ogniwa trójzłączowego [9]

### Ogniwa z arsenku galu

Fotoogniwa zbudowane z arsenku galu (*GaAs*) to ogniwa, które mogą występować jako krystaliczne jak i cienkowarstwowe. Panele zbudowane z tych ogniw osiągają wysoką sprawność w porównaniu z innymi ogniwami słonecznymi. Sprawność tego rodzaju ogniw fotowoltaicznych w masowej produkcji to 26%, a w warunkach laboratoryjnych osiągają 30%. Wielkim atutem arsenku galu jest to, że wyprodukowane ogniwa charakteryzują się stosunkowo niewielkim wpływem temperatury na ich parametry elektryczne. Parametry są zachowane nawet w temperaturze 400°C. Zaleta ta powoduje, że ogniwa te wykorzystywane są w systemach zasilających z wykorzystaniem koncentratorów słonecznych i w technice kosmicznej [5]. Arsenek galu oprócz opisanych powyżej zalet posiada też wady. Cena ogniw jest bardzo wysoka ponieważ gal jest pierwiastkiem rzadko spotykanym i dostępnym w niewielkich ilościach. Również utylizacja tego rodzaju modułów fotowoltaicznych jest poważnym problemem. Problem stwarza również drugi składnik złącza-arsen, który jest silnie toksyczny [5, 7].



### **Ogniwa III generacji**

W ostatnich latach powstaje wiele ogniw fotowoltaicznych, które zaliczone są do ogniw III generacji. Do tej grupy należą ogniwa polimerowe. Polimery zachowują się jak typowe półprzewodniki. Mogą być tworzone na bazie materiałów o właściwościach gumy, linoleum czy powłok sztywnych. Zaletą ogniw polimerowych jest możliwość dowolnego ich kształtowania i dopasowania do każdej powierzchni. Wadą ogniw polimerowych jest ich niska sprawność (6÷8%) w porównaniu z ogniwami fotowoltaicznymi innych typów. O intensywności badań nad ogniwami polimerowymi świadczy fakt, że nie tak dawno sprawność ta wynosiła 4%.

Do ogniw III generacji należą również ogniwa barwnikowe zwane też fotoelektrochemicznymi. Zbudowane są z dwóch szklanych płytek. W przerwę między płytkami, która wynosi 40  $\mu\text{m}$ , wprowadzony jest dwutlenek tytanu ze światłoczułym barwnikiem w roztworze z zawartością jonów jodu. Ogniwa barwnikowe posiadają bardzo niską sprawność, ale nie zmieniają za to swych właściwości z upływem czasu. Posiadają jeszcze jedną wielką zaletę – są tanie [7].

## **2. Symulacja pracy ogniwa fotowoltaicznego**

Coraz szersze zastosowanie ogniw fotowoltaicznych wymaga wykonania szczegółowych analiz związanych z eksploatacją systemów fotowoltaicznych. Jednym z rozwijanych zastosowań dla systemów fotowoltaicznych jest możliwość ładowania akumulatorów autobusów elektrycznych. Pojemność autobusowych magazynów energii oraz chęć szybkiego ich ładowania powoduje konieczność stosowania przyłączy elektrycznych o dużych mocach. Alternatywą stają się ładowarki wyposażone w instalacje fotowoltaiczne oraz magazyny energii, które ładują się powoli, a energię do autobusowego magazynu oddają w krótkim czasie.

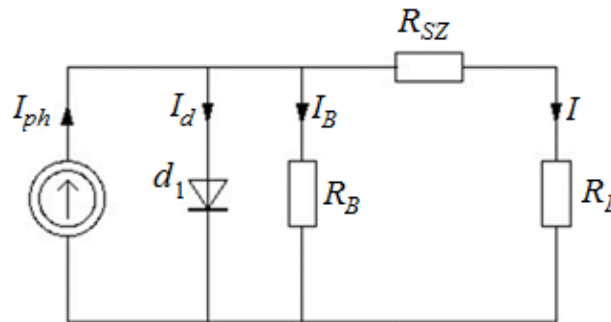
W niniejszym artykule zaprezentowano model ogniwa fotowoltaicznego i przeanalizowano charakterystykę produkcji energii w module fotowoltaicznym wykorzystując prosty model matematyczny ogniwa fotowoltaicznego.

### **2.1. Schemat zastępczy ogniwa fotowoltaicznego**

Wielkości charakteryzujące ogniwo i stanowiące o jego jakości to m. in.:

- rezystancja szeregową  $R_{SZ}$  – składają się na nią rezystancje połączeń, rezystancja bazy oraz inne rezystancje warstw ogniwa. Dla ogniw krzemowych rezystancja szeregową  $R_{SZ}$  (rys. 6) wynosi od 0,05  $\Omega$  do 0,1  $\Omega$ ;

- rezystancja bocznikowa  $R_B$  – jest reprezentacją możliwości upływu fotoprądu  $I_{ph}$  wzdłuż krawędzi ogniwa lub wzdłuż granic ziaren. Dla ogniw krzemowych wartość rezystancji równoległej  $R_B$  (rys. 6) zawiera się w przedziale 200÷300  $\Omega$ ,
- rezystancja obciążenia  $R_L$  – rezystancja zewnętrzna podłączona do elektrod ogniwa. Dobór rezystancji obciążenia powinien być dynamiczny, aby w miarę zmieniających się warunków pracy dopasować punkt pracy ogniwa zapewniający pracę w okolicach punktu maksymalnej mocy [4].



Rys. 6. Schemat zastępczy ogniwa fotowoltaicznego

Ogniwo idealne cechują wartości rezystancji  $R_B=\infty$  i  $R_{SZ}=0$ , zatem na etapie projektowania ogniw fotowoltaicznych należy dążyć do uzyskania jak największej rezystancji bocznikowej  $R_B$  i jak najmniejszej rezystancji szeregowej  $R_{SZ}$ . Zbyt duża wartość rezystancji  $R_{SZ}$  może spowodować obniżenie wartości fotoprądu  $I_{ph}$ , jednak jej wpływ na parametry ogniwa jest bardziej widoczny przy większym natężeniu promieniowania słonecznego i przy wyższych temperaturach pracy. Rezystancja bocznikowa wpływa na wartość fotonapięcia, a jej wpływ na parametry ogniw fotowoltaicznych widać przy małych wartościach natężenia promieniowania i niskich temperaturach pracy [4, 5].

Źródło prądowe w wyniku zjawiska fotowoltaicznego wytwarza prąd  $I_{ph}$ , który jest wprost proporcjonalny do natężenia promieniowania słonecznego. Prąd ten można zapisać równaniem [5]:

$$I_{ph} = I_{SC} \left( \frac{G_0}{1000} \right) + J_0(T_C - T_{odn}) \quad (1)$$

Gdzie:  $I_{SC}$  – prąd zwarcia [A],

$T_{odn}$  – temperatura [K] w warunkach STC, tj. przy gęstości mocy promieniowania słonecznego  $G_0=1000 \text{ W/m}^2$ ; temperaturze modułu  $T_{odn}=298 \text{ K}$ ; rozkładzie widma AM-1,5;

$G_0$  – gęstość mocy promieniowania słonecznego [ $\text{W/m}^2$ ],

- $T_C$  – temperatura pracy ogniwa [K],  
 $J_0$  – współczynnik temperaturowy [A/K].

Prąd diody  $I_D$  [A] opisany jest równaniem [5,11]:

$$I_d = I_0 \left[ \exp \left( \frac{q(U + R_{SZ}I)}{\alpha k_B T_C} \right) - 1 \right] \quad (2)$$

przy czym:

$$I_0 = I_{d0} \left( \frac{T_C}{T_{odn}} \right)^3 \exp \left[ \frac{qE_q}{\alpha k_b} \left( \frac{1}{T_{odn}} - \frac{1}{T_C} \right) \right] \quad (3)$$

Gdzie:  $R_{SZ}$  – rezystancja szeregową [Ω],

$U$  – spadek napięcia na obciążeniu [V],

$I_d$  – prąd diody [A],

$I$  – prąd obciążenia [A],

$I_{d0}$  – prąd „ciemny” diody [A],

$q=1,602 \cdot 10^{-19}$  – ładunek elementarny [C],

$E_q$  – bariera energetyczna potencjału [V],

$k_B$  – stała Boltzmann  $k_B=1,38 \cdot 10^{-23}$  [J/K],

$T_C$  – temperatura pracy fotoogniwa [K],

$\alpha$  – współczynnik jakości diody (dla ogniwa idealnego  $\alpha=1$ , dla rzeczywistego  $1 < \alpha < 2$ ).

Prąd płynący przez rezystancję bocznikującą opisany jest równaniem [5]:

$$I_B = \frac{U + R_{SZ}I}{R_B} \quad (4)$$

Gdzie:  $I_B$  – prąd płynący przez rezystancję bocznikującą [A],

$R_B$  – rezystancja bocznikująca [Ω].

Stosując prądowe prawo Kirchhoffa dla schematu zastępczego ogniwa (rys. 6) otrzymano następującą zależność:

$$I = I_{ph} - I_d - I_B \quad (5)$$



Podstawiając do równania (5) zależności od (1) do (4) otrzymano równanie nieliniowe opisujące charakterystykę prądowo-napięciową ogniwa fotowoltaicznego [4, 5, 12].

$$I = I_{SC} \left( \frac{G_0}{1000} \right) + J_0(T_C - T_{odn}) - I_0 \left[ \exp \left( \frac{q(U + R_{SZ}I)}{\alpha k_B T_C} \right) - 1 \right] - \frac{U + R_{SZ}I}{R_B} \quad (6)$$

Przyjmując, że  $U=0$  V i pomijając składową  $I_0$ , która jest dużo mniejsza niż prąd  $I_{ph}$ , zależności (6) otrzymano opis matematyczny przybliżonej wartości prądu zwarcia ogniwa fotowoltaicznego [11]:

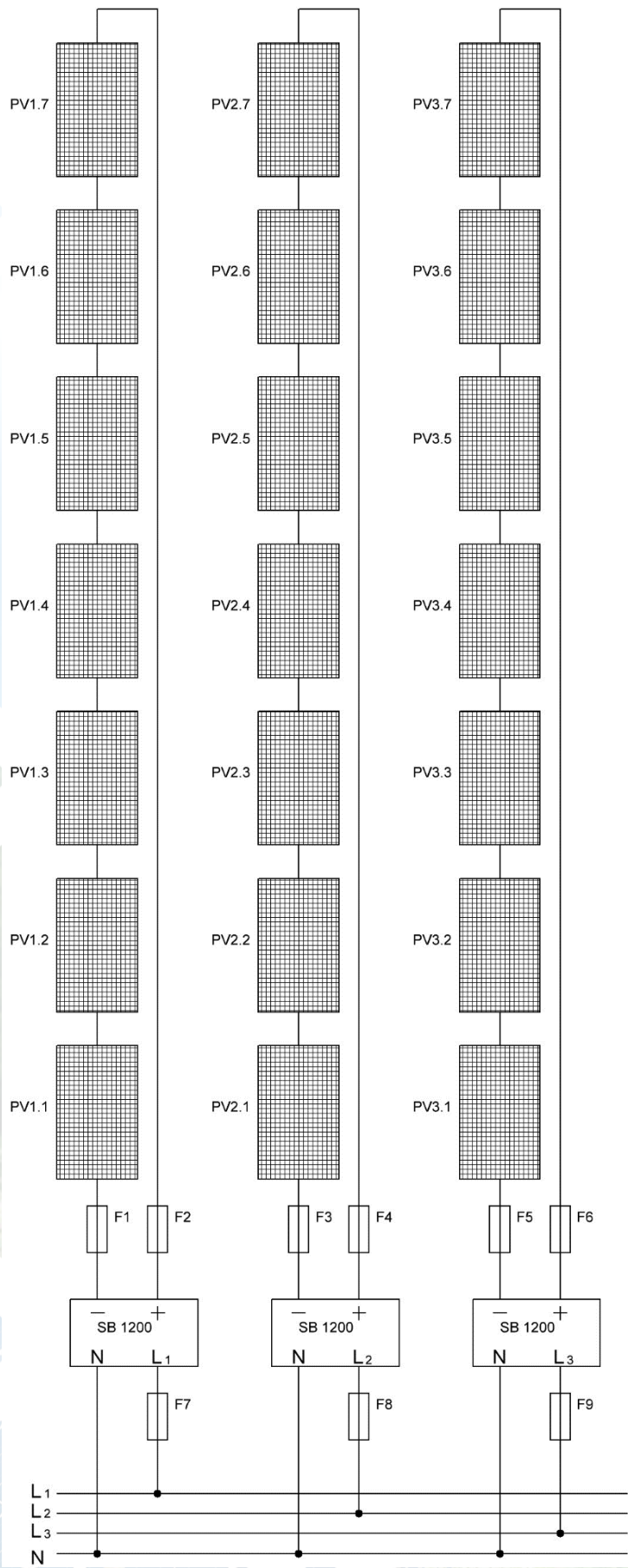
$$I_{SC} \approx \frac{I_{PH}}{1 + \frac{R_{SZ}}{R_B}} \quad (7)$$

Dla dobrej jakości ogniw fotowoltaicznych stosunek  $R_{SZ}/R_B \ll 1$  można więc uznać, że  $I_{SC} \approx I_{ph}$ . Zakładając, że  $I=0$  A a  $U=U_{OC}$ , czyli wtedy gdy elektrody fotoogniwa nie są połączone przez rezystancję obciążenia  $R_L$ , na podstawie zależności (6) uzyskuje się napięcie obwodu otwartego nazywanego również *napięciem biegu jałowego ogniwa* [5,11]:

$$U_{OC} = \frac{k_B T_C}{q} \ln \left( 1 + \frac{I_{SC}}{I_0} \right) \quad (8)$$

### 3. Symulacja pracy modułu fotowoltaicznego

W symulacji została przedstawiona jedna z trzech sekcji generatora fotowoltaicznego wybudowanego w 2013 roku w Uniwersytecie Technologiczno-Humanistycznym im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu. Generator ten jest częścią sieci wyspowej Laboratorium Fotowoltaiki UTH. Instalacja fotowoltaiczna składa się z trzech łańcuchów fotowoltaicznych, z których każdy zawiera siedem połączonych szeregowo modułów fotowoltaicznych *Green Tech GT-180MCY*. Każdy z trzech łańcuchów fotowoltaicznych jest połączony przez zabezpieczenia nadmiarowo-prądowe z osobnymi falownikami fotowoltaicznymi *SUNNY BOY 1200* (rys. 7). Łączna moc maksymalna jednej gałęzi omawianej instalacji fotowoltaicznej to  $3 \times 1260$  W, a poziom napięcia generatora dla standardowych warunków badania to 264 V. Falowniki SB1200 zasilają poprzez zabezpieczenia nadmiarowo-prądowe wyspową instalację Laboratorium Fotowoltaiki [1].



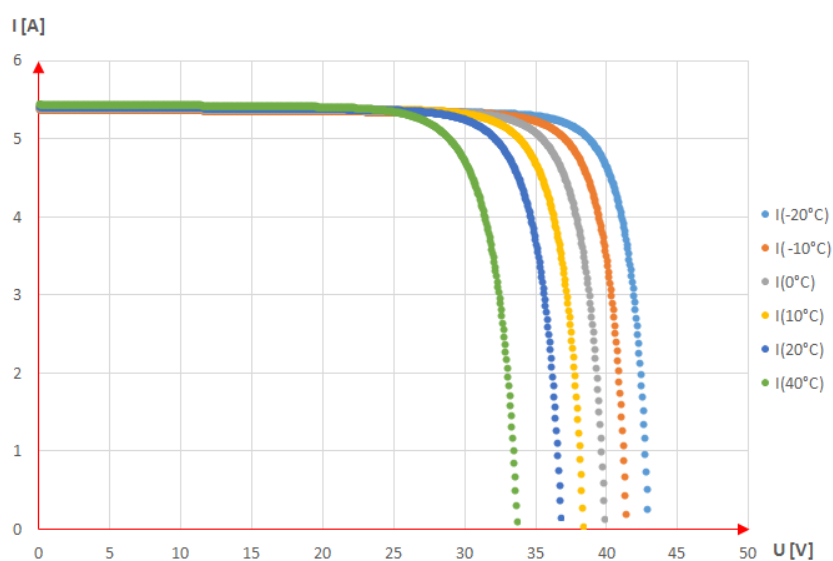
Rys. 7. Schemat połączeń instalacji fotowoltaicznej [1]

**Tab. 1.** Właściwości elektryczne zastosowanych modułów PV

Cechy elektryczne		
Moc maksymalna ( $P_M$ )	[W]	180
Tolerancja	[Wp]	+5
Napięcie w pkt. mocy maks ( $U_M$ )	[V]	36,50
Prądu w pkt. mocy maks ( $I_M$ )	[A]	5,10
Napięcie obwodu otwartego ( $U_{OC}$ )	[V]	41,35
Prąd zwarcia ( $I_{sc}$ )	[A]	5,4
Napięcie maksymalne systemu ( $U_{sys}$ )	[V]	600/1000
Diody (By-pass)	szt.	3
Bezpiecznik maksymalny w szeregu	[A]	10
Sprawność $\eta$	[%]	14,10
Współczynnik wypełnienia ( $FF$ )	[%]	>73

### 3.1. Wpływ temperatury na parametry modułu fotowoltaicznego

Temperatura pracy modułu fotowoltaicznego jest uzależniona od temperatury otoczenia, natężenia promieniowania słonecznego, konstrukcji samego modułu oraz prędkości wiejącego wiatru, który jest naturalnym chłodziwem modułu.



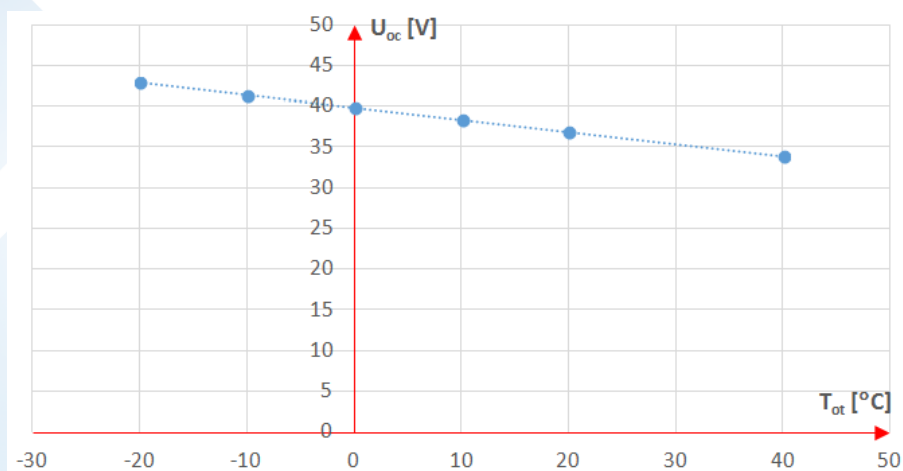
**Rys. 8.** Wpływ temperatury otoczenia  $t_{ot}$  na przebieg charakterystyki prądowo-napięciowej modułu fotowoltaicznego przy stałym natężeniu promieniowania  $G_0=1000 \text{ W/m}^2$

Rysunek 8 przedstawia wpływ temperatury otoczenia  $t_{ot}$  na charakterystykę  $I=f(U)$  modułu fotowoltaicznego przy stałym natężeniu promieniowania słonecznego  $G_0=1000 \text{ W/m}^2$ . Wraz ze wzrostem temperatury napięcie obwodu otwartego  $U_{oc}$  zmniejsza się. Ze zmian wartości napięcia  $U_{oc}$  można wyliczyć procentowy współczynnik temperaturowy  $\beta$  obwodu otwartego, który w przypadku rozpatrywanego modułu wynosi:



$$\beta = \frac{dU_{oc}}{dt} \rightarrow -149 \frac{\text{mV}}{^{\circ}\text{C}} \rightarrow -0,359 \text{ \%}/^{\circ}\text{C}$$

Zmianę napięcia obwodu otwartego w funkcji temperatury otoczenia  $t_{ot}$  przedstawia rysunek 9.

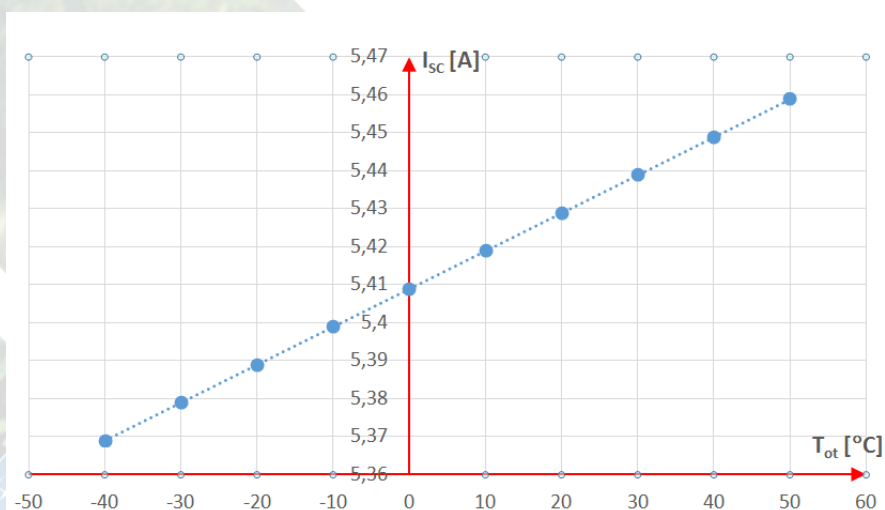


Rys. 9. Zmiana napięcia obwodu otwartego w funkcji temperatury otoczenia  $t_{ot}$

Zmiana temperatury ogniwa wpływa również na jego wydajność prądową (rys. 10). Zmiany prądu zwarcia  $I_{SC}$  ogniwa fotowoltaicznego są wprost proporcjonalne do wzrostu temperatury. Wyznaczony współczynnik temperaturowy prądu  $\alpha$ :

$$\alpha = \frac{dI_{SC}}{dt} \rightarrow 1,0 \left[ \frac{\text{mA}}{^{\circ}\text{C}} \right] \rightarrow 0,019 \left[ \frac{\%}{^{\circ}\text{C}} \right]$$

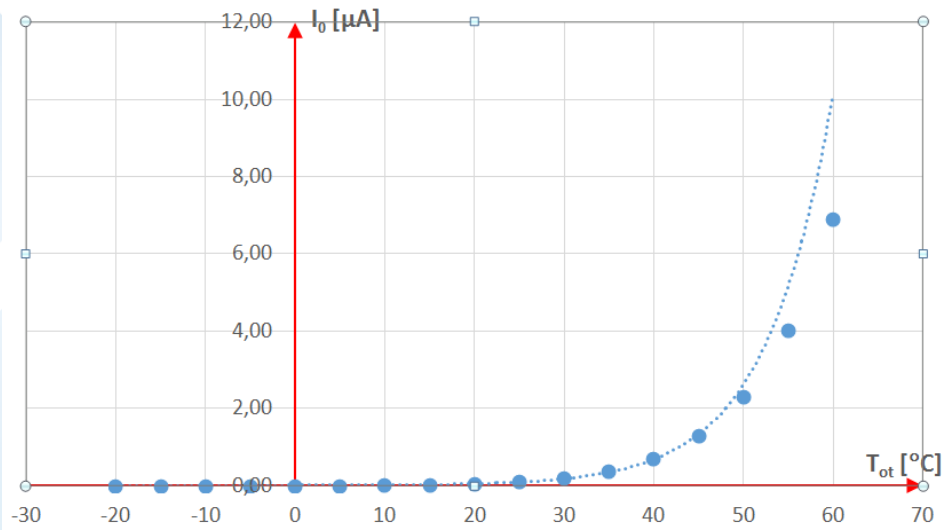
Wpływ temperatury otoczenia  $t_{ot}$  na prąd  $I_{SC}$  przedstawiony został na rysunku 10.



Rys. 10. Zmiana prądu zwarcia w funkcji temperatury otoczenia  $t_{ot}$

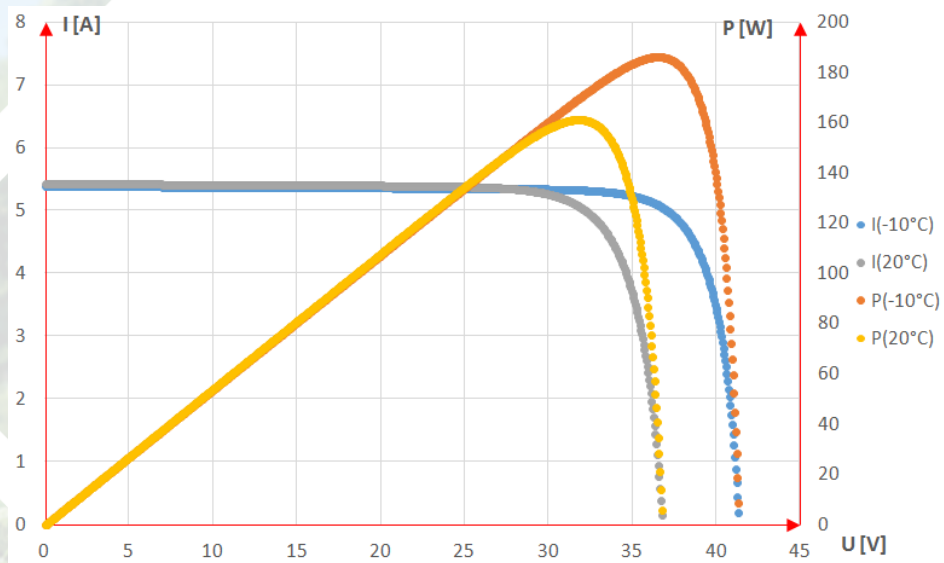
Spadek napięcia obwodu otwartego powodowany jest głównie wykładniczym charakterem prądu nasycenia  $I_0$ , który jest silnie uzależniony od temperatury pracy modułu fotowoltaicz-

nego (rys. 11). Przy temperaturach powyżej 25°C można zauważyć gwałtowny wzrost prądu nasycenia ogniwa.

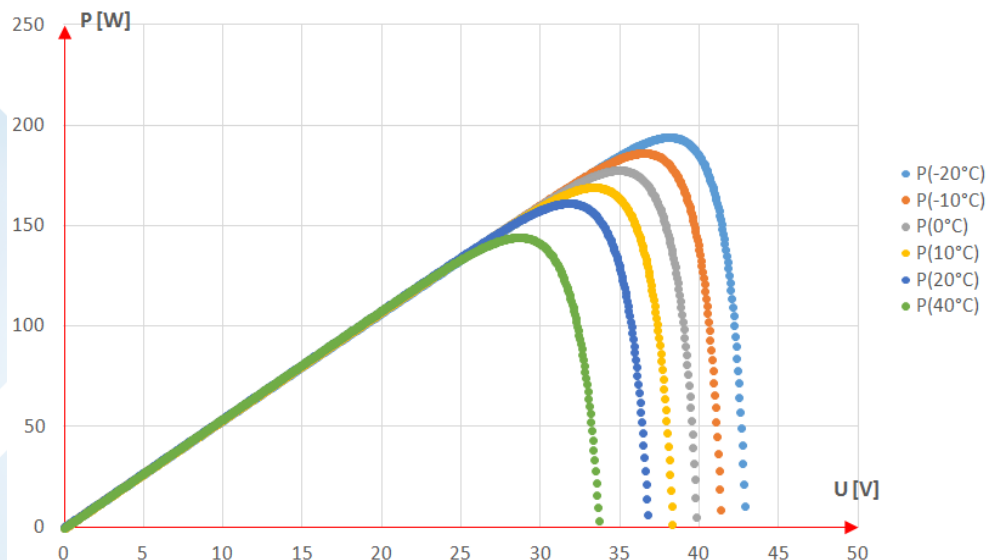


Rys. 11. Wpływ temperatury otoczenia  $t_{ot}$  na prąd nasycenia  $I_0$

Zmniejszenie wartości napięcia obwodu otwartego przy wzroście temperatury jest decydującym powodem obniżenia mocy modułu fotowoltaicznego (rys.12-13).

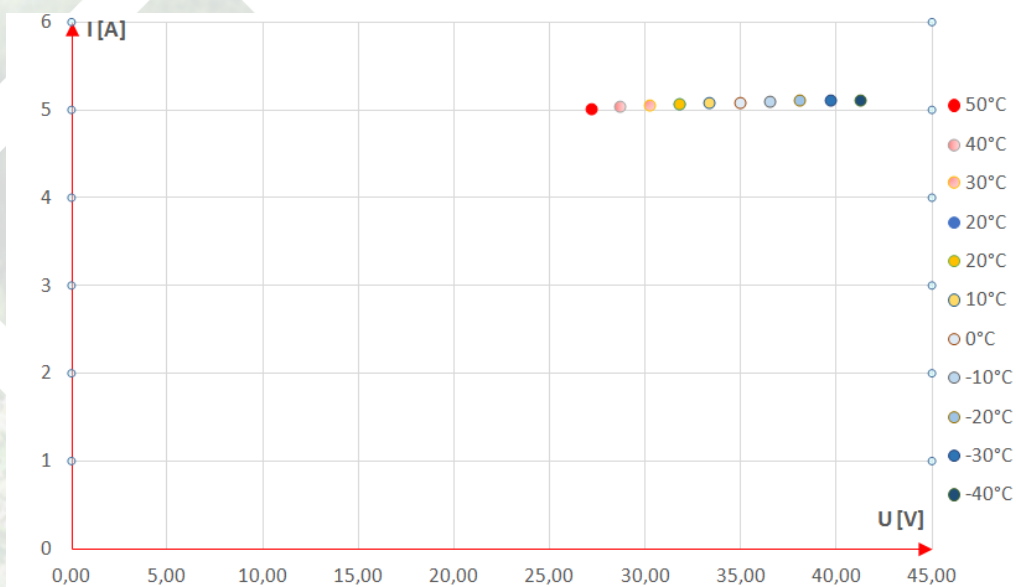


Rys. 12. Wpływ temperatury na charakterystyki  $I=f(U)$  oraz  $P=f(U)$



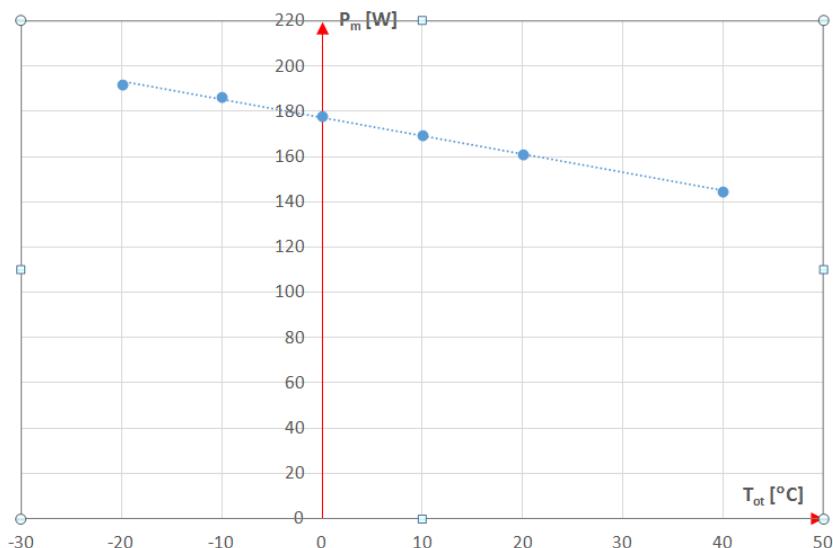
Rys. 13. Zmiana mocy modułu fotowoltaicznego w funkcji temperatury otoczenia  $t_{ot}$

Spadek temperatury otoczenia  $t_{ot}$  powoduje zwiększenie mocy wytworzonej przez moduł fotowoltaiczny. Przy ujemnych temperaturach moc modułu fotowoltaicznego przekracza wartości nominalne. Wzrost temperatury powoduje przesunięcie punktu maksymalnej mocy (PMM) na charakterystyce w kierunku wartości mniejszych od nominalnych. Zmianę położenia punktów PMM względem temperatury ilustruje rysunek 14.



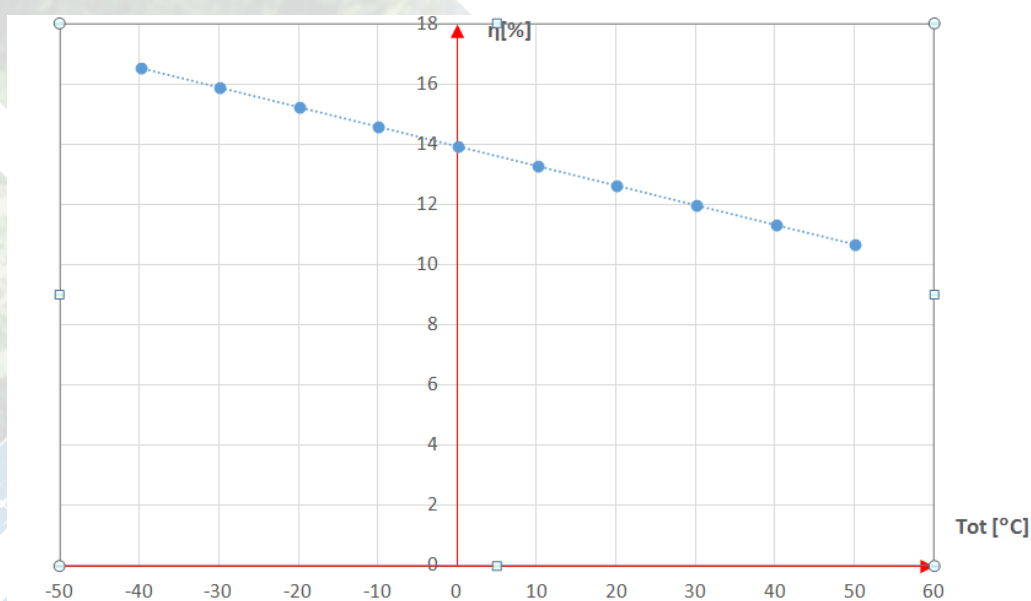
Rys. 14. Zmiana położenia punktów MPP na charakterystyce  $I=f(U)$



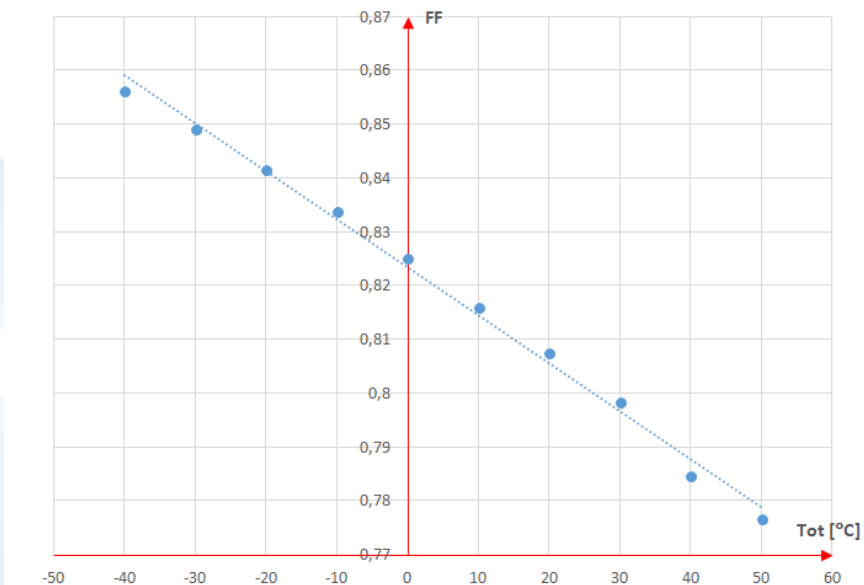


**Rys. 15.** Wpływ temperatury na moc maksymalną modułu fotowoltaicznych

Dla badanego modułu spadek mocy wraz ze wzrostem temperatury wyniósł  $0,597 \text{ W}/^\circ\text{C}$ , a zatem temperaturowy współczynnik mocy maksymalnej wynosi  $-0,332 \text{ } \%/^\circ\text{C}$ . Spadek mocy modułu skutkuje obniżeniem sprawności  $\eta$  oraz wartości współczynnika wypełnienia  $FF$  modułu fotowoltaicznego (rys. 16-17). Spadek wartości współczynnika sprawności  $\eta$  modułu fotowoltaicznego w funkcji temperatury otoczenia  $t_{ot}$  ma charakter liniowy. Wartość zmian wynosi  $0,066\%$  na każdy stopień wzrostu temperatury  $t_{ot}$ . Sprawność konwersji badanego modułu w granicach temperatury od  $-40^\circ\text{C}$  do  $+50^\circ\text{C}$  spadła o  $5,86\%$ . Spadek współczynnika wypełnienia jest zależnością również liniową w funkcji temperatury. W analizowanym zakresie temperatur zmieniał się od  $FF=0,85$  dla temperatury otoczenia  $t_{ot}$  bliskiej  $-30^\circ\text{C}$  do  $FF=0,78$  dla temperatury otoczenia  $t_{ot}$  bliskiej  $50^\circ\text{C}$ .



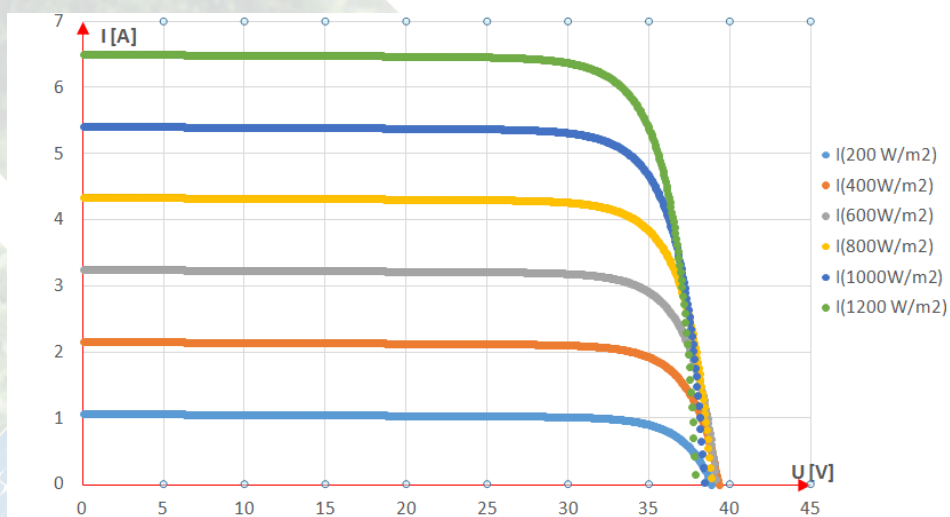
**Rys. 16.** Zmiana sprawności  $\eta$  modułu fotowoltaicznego w funkcji temperatury otoczenia  $t_{ot}$



Rys. 17. Wpływ temperatury otoczenia  $t_{ot}$  na współczynnik wypełnienia FF

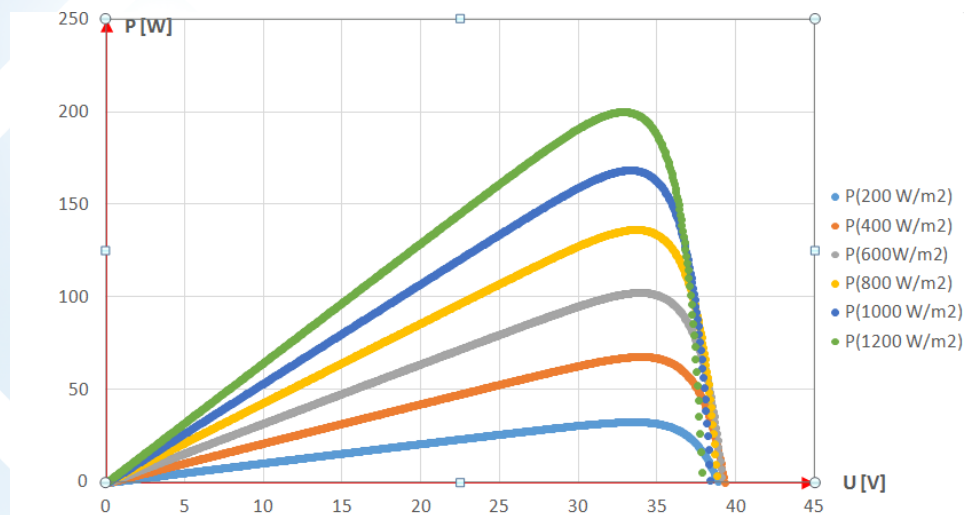
### 3.2. Wpływ zmian natężenia promieniowania słonecznego na pracę modułu fotowoltaicznego

Na podstawie modelu matematycznego modułu fotowoltaicznego przeprowadzono symulację pracy modułu fotowoltaicznego przy zmieniającym się natężeniu promieniowania słonecznego  $G_0$ . W obliczeniach przyjęto stałą wartość temperatury otoczenia  $T_{ot}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Wpływ zmian natężenia promieniowania słonecznego  $G_0$  na charakterystykę  $I=f(U)$  pokazano na rysunku 18.

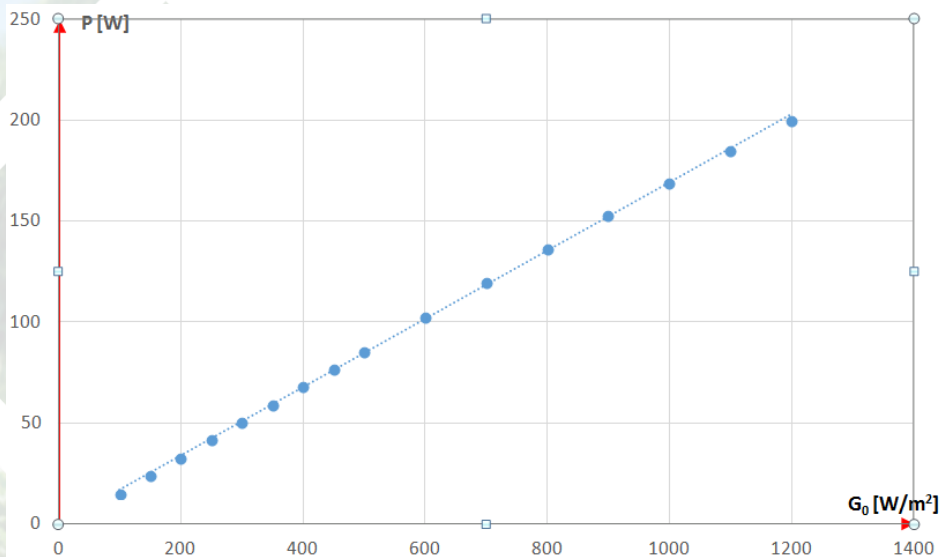


Rys. 18. Zmiana charakterystyki  $I=f(U)$  dla wybranych wartości  $G_0$  przy  $T_{ot}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Wzrost natężenia promieniowania słonecznego  $G_0$  powoduje wzrost prądu  $I$  modułu fotowoltaicznego. Zmiana wartości natężenia promieniowania słonecznego  $G_0$  powoduje niewielkie zmiany napięcia  $U$  generowanego przez moduł. Wzrost prądu  $I$  modułu fotowoltaicznego przy niewielkich zmianach napięcia  $U$  modułu fotowoltaicznego powoduje zwiększenie mocy  $P$  generowanej przez moduł fotowoltaicznego (rys. 19).

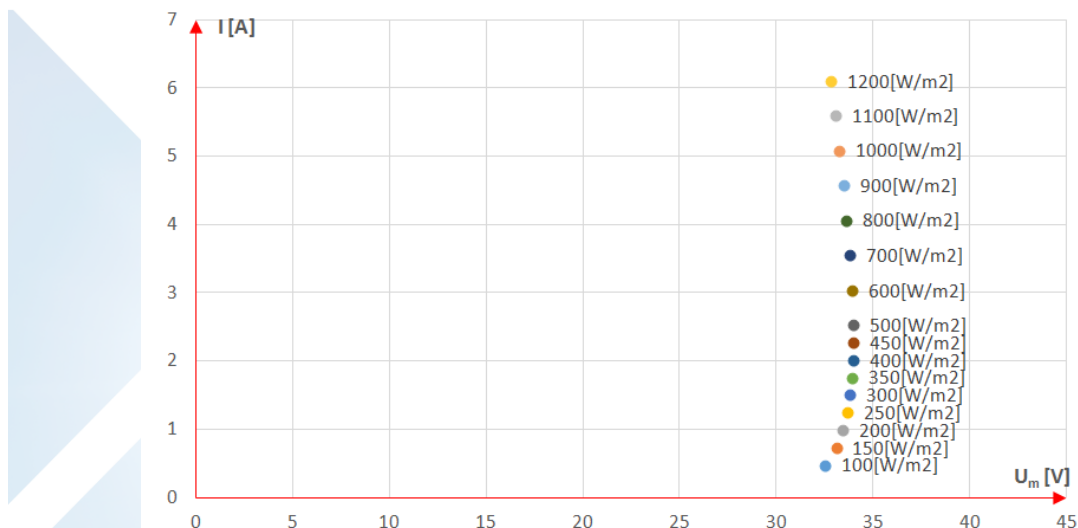


Rys. 19. Zmiana charakterystyki  $P=f(G_0)$  przy  $T_{ot}=20^{\circ}\text{C}$



Rys. 20. Zmiana wartości mocy maksymalnej  $P_m$  dla wybranych wartości natężenia promieniowania słonecznego  $G_0$  przy  $T_{ot}=20^{\circ}\text{C}$

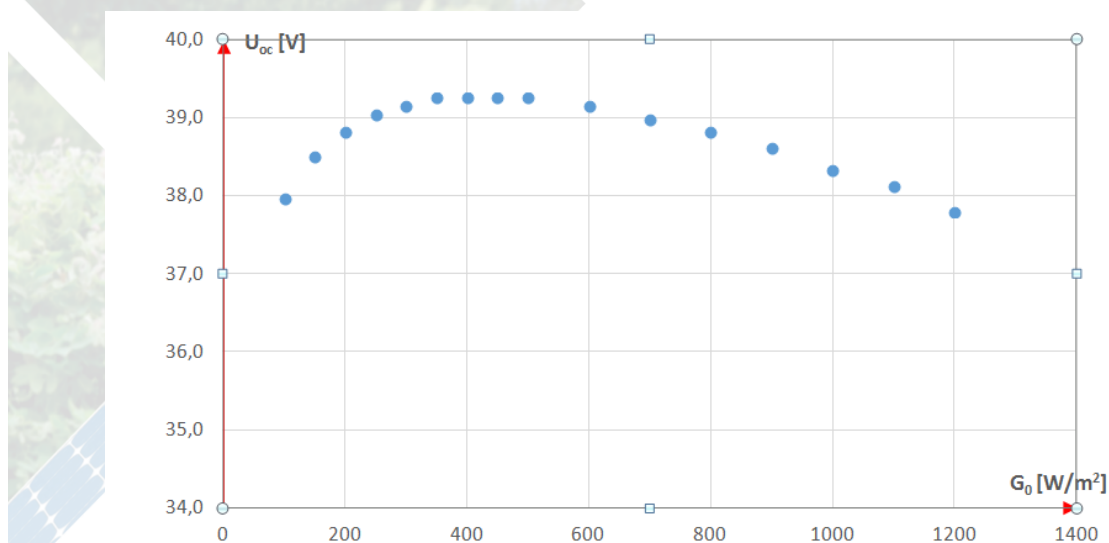




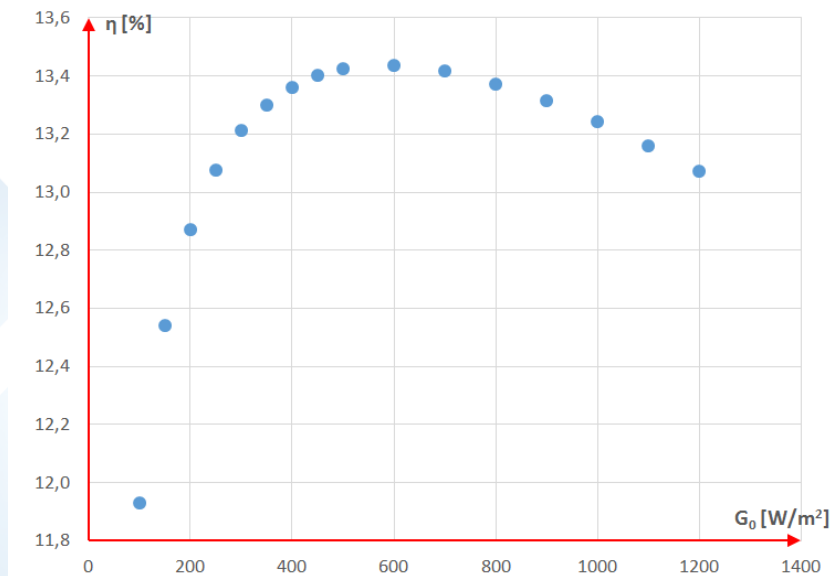
**Rys. 21.** Zmiana położenia PMM na charakterystyce prądowo-napięciowej dla wybranych wartości natężenia promieniowania słonecznego  $G_0$

Na rysunku 20 zilustrowano zależność wartości maksymalnych punktów mocy w zależności od natężenia promieniowania słonecznego. Wzrost mocy zależy liniowo od wartości natężenia promieniowania słonecznego  $G_0$ . Zmianę położenia punktu maksymalnej mocy (PMM) na charakterystyce prądowo-napięciowej modułu ilustruje rysunek 21. Wraz ze wzrostem natężenia promieniowania słonecznego punkty PMM przyjmują coraz większe wartości.

Wpływ zmian natężenia promieniowania słonecznego  $G_0$  na napięcie obwodu otwartego  $U_{OC}$  przedstawiono na rysunku 22. Napięcie obwodu otwartego  $U_{OC}$  początkowo rośnie do wartości 39,26 V przy  $G_0=350 \text{ W/m}^2$ , a następnie zmniejsza się do poziomu 37,8 V przy  $G_0=1200 \text{ W/m}^2$ . Przy zmieniającym się natężeniu promieniowania słonecznego spadek wartości  $U_{OC}$  nie ma jednak dużego wpływu na moc modułu w porównaniu ze zmianami temperatury otoczenia.



**Rys. 22.** Wpływ wzrostu wartości natężenia promieniowania słonecznego  $G_0$  na napięcie obwodu otwartego  $U_{OC}$



**Rys. 23.** Zmiana wartości współczynnika sprawności  $\eta$  ogniwa w funkcji natężenia promieniowania słonecznego  $G_0$

Zmianom wartości natężenia promieniowania słonecznego  $G_0$  towarzyszy zmiana sprawności przetwarzania energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną w ogniwie fotowoltaicznym (rys. 23). Nieliniowy charakter zmian współczynnika sprawności  $\eta$  w funkcji natężenia promieniowania słonecznego  $G_0$  uwarunkowany jest wieloma czynnikami takimi jak zmiana temperatury ogniwa oraz napięcia generowanego przez moduł fotowoltaiczny.

### 3.3. Wpływ prędkości wiatru na pracę modułu fotowoltaicznego

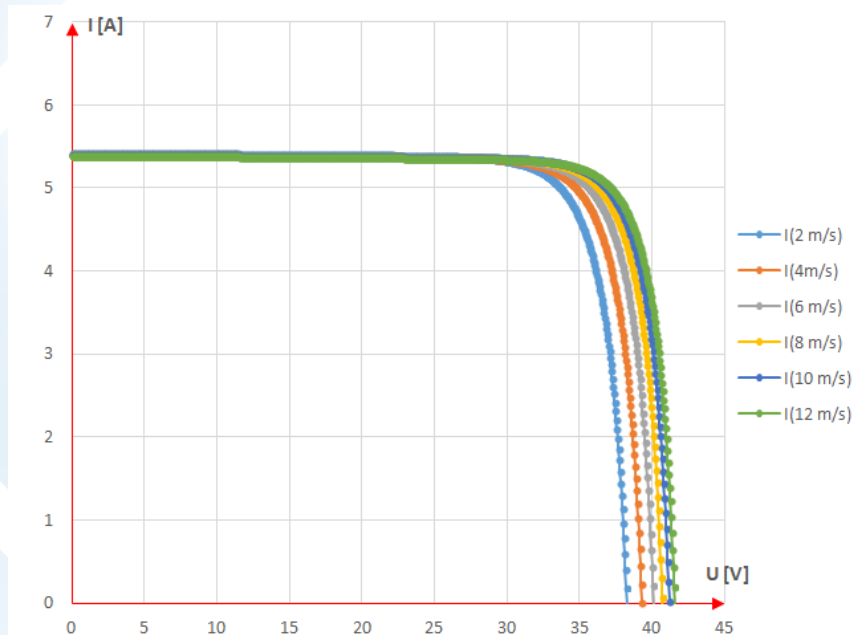
Na podstawie modelu matematycznego ogniwa fotowoltaicznego, przeprowadzono symulację pracy modułu fotowoltaicznego przy zmieniającej się prędkości wiatru  $\omega$  [m/s]. Założono stałą temperaturę otoczenia  $T_{ot}=20^\circ\text{C}$ , a temperaturę pracy ogniw fotowoltaicznych oparto na dwuskładnikowym modelu temperatury pracy ogniw, opracowanym przez Sandia National Laboratory (USA)[15].

Dwuskładnikowy model uwzględnia dodatkowo prędkość wiejącego wiatru, który jest czynnikiem chłodzącym moduł fotowoltaiczny wg zależności:

$$T_C = G_0 e^{(a+b\omega)} + T_{ot} \quad (9)$$

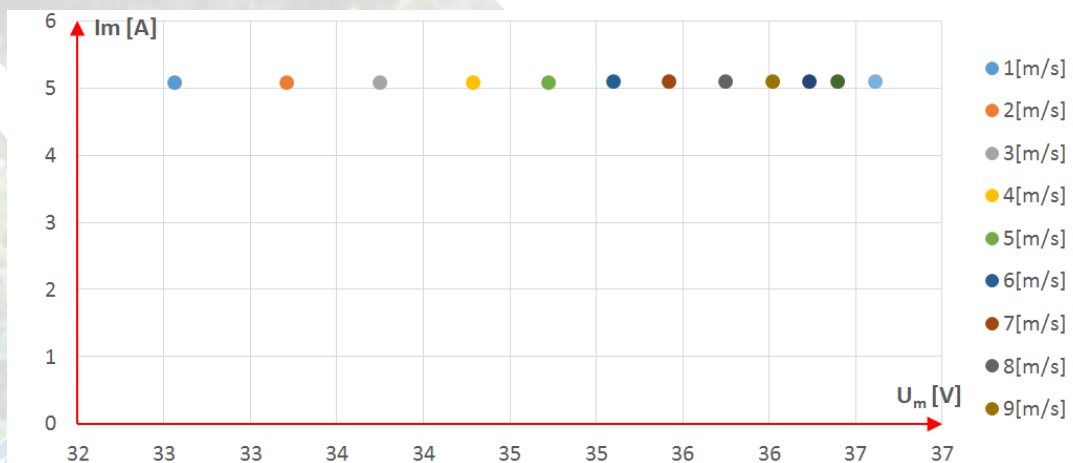
Gdzie:  $T_C$  – temperatura pracy ogniwa fotowoltaicznego [K],  
 $G_0$  – natężenie promieniowania słonecznego [W/m<sup>2</sup>],  
 $T_{ot}$  – temperatura otoczenia [K],  
 $a, b$  – współczynniki uzależnione od sposobu zamontowania modułu fotowoltaicznego i od technologii wykonania,  
 $\omega$  – prędkość wiatru [m/s].

Wiatr jest czynnikiem wpływającym na zwiększenie intensywności odbierania ciepła z modułu fotowoltaicznego. Wzrost prędkości wiatru  $\omega$  [m/s] obniża temperaturę  $T_c$  ogniw znajdujących się w modułach fotowoltaicznych, co powoduje wzrost napięcia  $U$  pracy modułu fotowoltaicznego i jednocześnie wzrost generowanej mocy maksymalnej (rys. 24).



Rys. 24. Wpływ prędkości wiatru  $\omega$  na zmianę charakterystyki prądowo- napięciowej modułu fotowoltaicznego

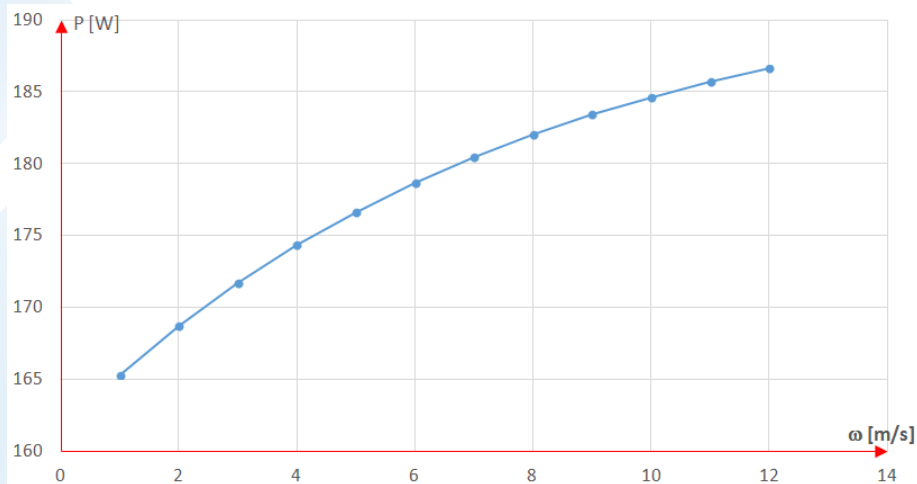
Zmianę położenia punktów PMM na charakterystyce prądowo-napięciowej modułu fotowoltaicznego dla wybranych prędkości wiatru  $\omega$  ilustruje rysunek 25. Należy zauważyć, że wartość prądu maksymalnego  $I_m$  przy zmianach prędkości wiatru pozostaje bez zmian.



Rys. 25. Zmiana położenia punktów PMM na charakterystyce prądowo-napięciowej dla wybranych prędkości wiatru

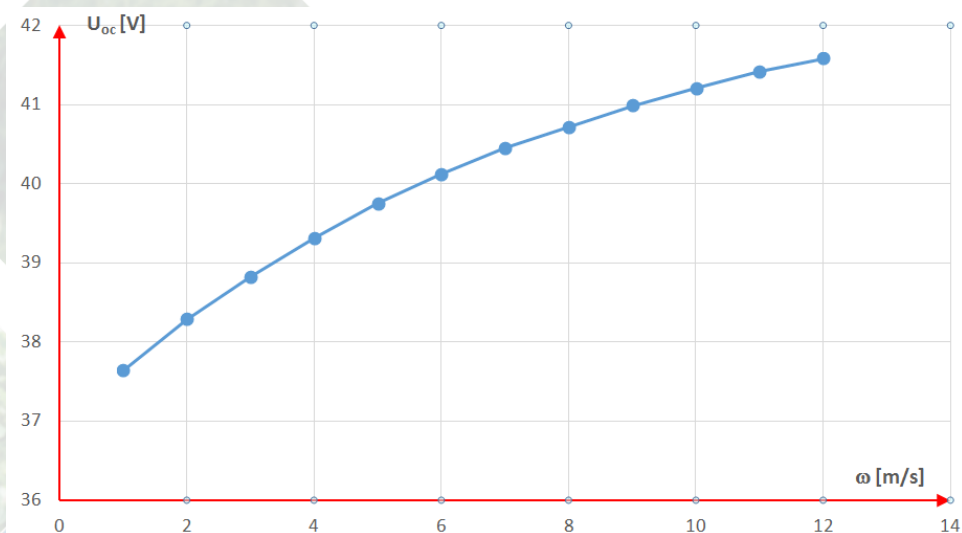


Wzrost prędkości wiatru  $\omega$  powoduje nieliniowy wzrost mocy modułu fotowoltaicznego (rys. 26). Jest to efekt zwiększającego się napięcia (rys. 28) przy obniżaniu temperatury  $T_C$  ogniwa fotowoltaicznego (rys. 27).

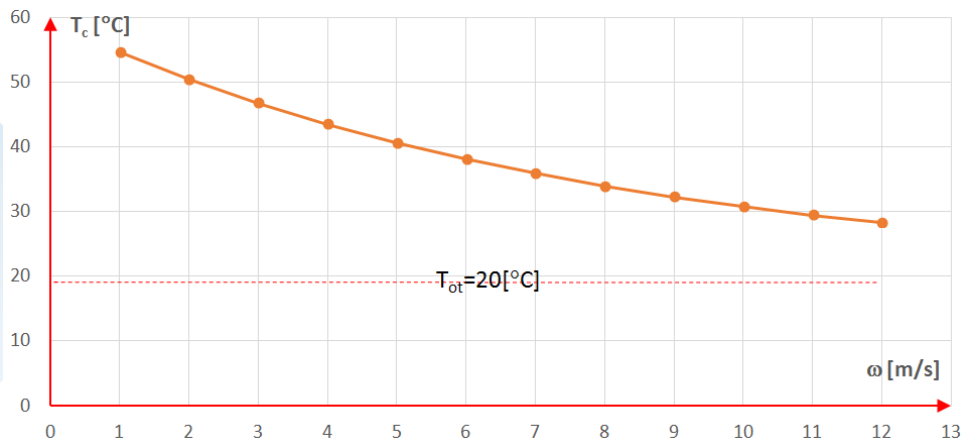


Rys. 26. Wpływ prędkości wiatru  $\omega$  na moc maksymalną modułu fotowoltaicznego

Napięcie  $U_{OC}$  ogniwa wzrasta nieliniowo wraz ze zwiększającą się prędkością wiatru  $\omega$ . Nieliniowa zmiana napięcia  $U_{OC}$  w funkcji prędkości wiatru  $\omega$  spowodowana jest nieliniową zdolnością obniżania temperatury  $T_C$  ogniwa fotowoltaicznego przy coraz większej prędkości wiatru  $\omega$  (rys. 28).

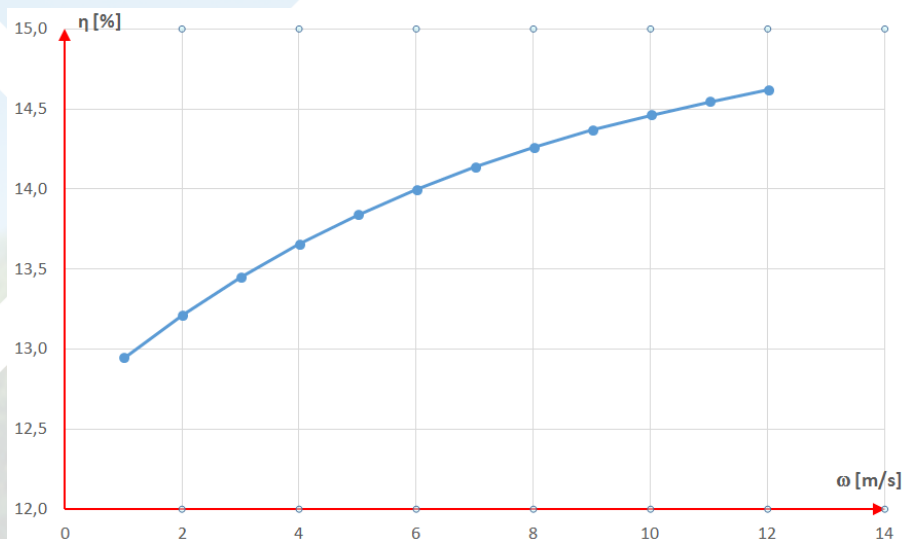


Rys. 27. Wpływ prędkości wiatru  $\omega$  na zmianę napięcia  $U_{OC}$  obwodu otwartego modułu



**Rys. 28.** Zmniejszenie temperatury pracy panelu fotowoltaicznego na skutek wzrostu prędkości wiatru

Obniżenie temperatury  $T_c$  ogniwa wywołane przez wiatr sprawia, że współczynnik sprawności  $\eta$  modułu fotowoltaicznego rośnie (rys. 29).



**Rys. 29.** Zmiana współczynnika sprawności  $\eta$  modułu fotowoltaicznego pod wpływem zmian prędkości wiatru  $\omega$

Wiatr korzystnie wpływa na pracę modułu fotowoltaicznego obniżając jego temperaturę. Im większa prędkość wiatru  $\omega$  tym niższa jest temperatura  $T_c$  ogniwa w module fotowoltaicznym i wyższe parametry wyjściowe modułu, a zarazem całego generatora fotowoltaicznego.

## Podsumowanie

W artykule przedstawione zostały podstawowe rodzaje ogniwa fotowoltaicznych z uwzględnieniem ich budowy i materiałów służących do i wytworzenia. Zaprezentowano wyniki analizy modelu matematycznego modułu fotowoltaicznego zbudowanego w oparciu o model

ogniwa fotowoltaicznego wykonanego w technologii polikrystalicznej. Model ogniwa uwzględniał wpływ natężenia promieniowania słonecznego, temperatury otoczenia oraz prędkości wiatru na pracę modułu. Przeanalizowano wpływ wymienionych czynników na elektryczne parametry pracy modułu fotowoltaicznego.

Artykuł ukazuje zależność mocy wyjściowej modułu fotowoltaicznego w zależności od czynników atmosferycznych. Pokazano, że wzrost temperatury otoczenia, ma negatywny wpływ na moc oraz współczynnik sprawności ogniw fotowoltaicznych poprzez zmniejszanie wartości napięcia całego modułu. Im wyższa jest temperatura otoczenia, tym większa jest temperatura pracy ogniwa fotowoltaicznego a tym samym mniejsze napięcie obwodu otwartego modułu. Istotne znaczenie ma wpływ wiatru, który w naturalny sposób obniża temperaturę pracy modułu fotowoltaicznego i poprawia niekorzystny wpływ wzrostu temperatury otoczenia na jego parametry pracy. Im większa prędkość wiatru tym większy jest współczynnik sprawności ogniwa fotowoltaicznego. Z analizy zawartej w artykule wynika, że wpływ temperatury otoczenia oraz chłodzenia modułu przez wiatr, mają bardzo niewielki wpływ na prądy płynące w module fotowoltaicznym. Można stwierdzić, że czynniki te nie wpływają ani na prąd zwarcia modułu ani na prąd w punkcie maksymalnej mocy.

Decydujący wpływ na wartości prądu modułu ma zmiana natężenia promieniowania słonecznego. Zmiana wartości prądu zwarcia jest wprost proporcjonalna do zmiany natężenia promieniowania słonecznego. Wzrost natężenia promieniowania słonecznego jest głównym czynnikiem wzrostu mocy modułu, ale powoduje też liniowy wzrost temperatury pracy modułu fotowoltaicznego. Wzrost temperatury pracy przekładają się na spadki napięcia wyjściowego modułu, a tym samym na spadek mocy. Są to jednak spadki pomijalnie małe w porównaniu z przyrostem mocy modułu pod wpływem przyrostu natężenia promieniowania słonecznego.

## Bibliografia

1. Figura R., *Laboratorium Fotowoltaiki-baza badawczo-dydaktyczna dla przemysłu*, 2010.
2. Gronowicz J., *Niekonwencjonalne Źródła Energii*, Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji PIB, 2010.
3. Jabłoński W., Wnuk J., *Zarządzanie odnawialnymi źródłami energii*, Oficyna Wydawnicza Humanitas, Sosnowiec 2009.
4. Jastrzębska G., *Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007.



5. Jastrzębska G., *Ogniwa słoneczne. Budowa, technologia i zastosowanie*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności sp. z o.o., Warszawa 2013.
6. Lewandowski W., *Proekologiczne odnawialne źródła energii* Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007.
7. Nowicki M., *Nadchodzi era Słońca* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.
8. Oszczak W., *Kolektory słoneczne i fotoogniwa w twoim domu* Wydawnictwa Komunikacji i Łączności sp. z o.o., Warszawa 2012.
9. Tytko R., *Odnawialne Źródła Energii*, Lotos Poligrafia sp. z o.o., 2009.
10. Tytko R., *Urządzenia i systemy energetyki odnawialnej*, Wydawnictwo i Drukarnia Towarzystwa Słowaków w Polsce, Kraków 2015.
11. Waclawek M., Rodziewicz T., *Ogniwa słoneczne. Wpływ środowiska naturalnego na ich pracę*, Wydawnictwo Naukowo Techniczne sp. z o.o., Warszawa 2014.
12. Walter J., *Nanokrystaliczne ogniwa fotowoltaiczne-budowa i właściwości elektrody pomocniczej* Politechnika Krakowska, Kraków 2014.
13. <http://solaris18.blogspot.com/2013/10/udzia-w-rynku-poszczegolnych.html>
14. <http://portalfotowoltaika.pl/panele-fotowoltaiczne-szyte-na-miare-kompleksowe-rozwiazania-dla-zakladow-produkcyjnych>
15. <https://pvpmc.sandia.gov/modeling-steps/2-dc-module-iv/module-temperature/sandia-module-temperature-model>

## Współpraca falownika hybrydowego z litowo-żelazowym magazynem energii

### Wprowadzenie

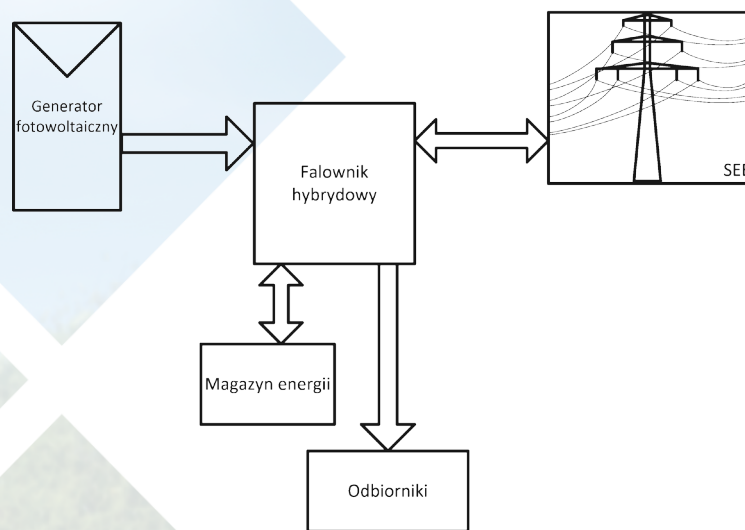
Systemy hybrydowe to kolejny krok w rozwoju systemów fotowoltaicznych służących do produkcji energii elektrycznej. Systemy te są przeznaczone dla osób, które chcą w całości zużywać energię produkowaną przez instalacje fotowoltaiczne na własne potrzeby oraz zapewnić działanie urządzeń w przypadku awarii sieci elektroenergetycznej. Do tej pory instalacje tego typu wymagały zastosowania kilku urządzeń [1]. Istotną wadą była również żywotność akumulatorów, która w zależności od wybranej technologii gwarantowała pracę akumulatorów jedynie od 3 do 7 lat. Kolejnym problemem była spadająca pojemność akumulatorów oraz konieczność utrzymania ich stanu naładowania na odpowiednim poziomie. Rozwiązania oferowane dziś dla inwestorów pozbawione są wyżej wymienionych wad oraz dają możliwość gromadzenia nadwyżek energii elektrycznej, która jest produkowana w instalacji fotowoltaicznej. Zgromadzone nadwyżki są wykorzystywane w okresie zwiększonego zapotrzebowania na energię elektryczną oraz podczas braku energii promieniowania słonecznego [2]. W przypadku wystąpienia awarii sieci elektroenergetycznej, sieć domowa zostaje przełączona na zasilanie z wyspowego źródła zasilania wykorzystującego zgromadzoną w akumulatorach energię elektryczną. Pomimo wyższych nakładów inwestycyjnych przy budowie instalacji hybrydowej w porównaniu z instalacją On-Grid, zwrot poniesionych kosztów może być krótszy, dzięki wykorzystywaniu całej wyprodukowanej energii na potrzeby własne. Zastosowanie hybrydowej instalacji fotowoltaicznej uniezależnia użytkownika od dostawcy energii elektrycznej oraz daje gwarancję, że nawet w przypadku awarii sieci elektroenergetycznej odbiorniki będą nadal zasilane [3, 8].

### Fotowoltaiczny falownik hybrydowy

Fotowoltaiczny falownik hybrydowy może zasilać urządzenia elektryczne energią pozyskaną z generatora fotowoltaicznego, z sieci energetycznej lub z magazynu energii w postaci akumulatora. Gdy moc wyjściowa z generatora fotowoltaicznego jest wystarczająca, możliwe

jest jednocześnie zasilanie odbiorników, ładowanie magazynu energii oraz dostarczanie nadwyżki wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej. Przy braku promieniowania słonecznego, falownik hybrydowy zasila odbiorniki energii elektrycznej z magazynu energii lub sieci elektroenergetycznej [5,8].

Falowniki hybrydowe posiadają możliwość konfigurowania parametrów dotyczących współpracy z siecią oraz magazynem energii. Możliwe jest ustawienie żądanych priorytetów dotyczących kolejności wykorzystania źródeł zasilania, ładowania/rozładowania magazynu energii, czy możliwości oddawania nadwyżek energii do systemu elektroenergetycznego (SEE). Przykładowa konfiguracja instalacji hybrydowej zilustrowana została na rysunku 1 [5, 7].



Rys. 1. Schemat blokowy instalacji hybrydowej

Falowniki hybrydowe zapewniają możliwość dwukierunkowego przepływu energii z siecią elektroenergetyczną oraz z magazynem energii. Połączenie z generatorem fotowoltaicznym oraz odbiornikami energii elektrycznej ma charakter jednokierunkowy (rys. 1) [5].

## Litowo-żelazowy magazyn energii

Zastosowanie magazynów energii w systemach fotowoltaicznych pozwala na gromadzenie nadwyżek występujących w trakcie produkcji energii elektrycznej. Zgromadzoną energię można wykorzystać przy braku promieniowania słonecznego spowodowanego niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi lub nocą [7, 8]. Zastosowanie technologii magazynowania energii w systemach hybrydowych to również możliwość zasilania odbiorników elektrycznych



w przypadku przerw w dostawie energii z systemu elektroenergetycznego. Wśród technologii magazynowania energii elektrycznej znajdują się litowo-żelazowe magazyny energii. Magazyny te charakteryzują się żywotnością do 20 lat oraz liczbą cykli ładowania i rozładowania dochodzącą do 7000 [4].

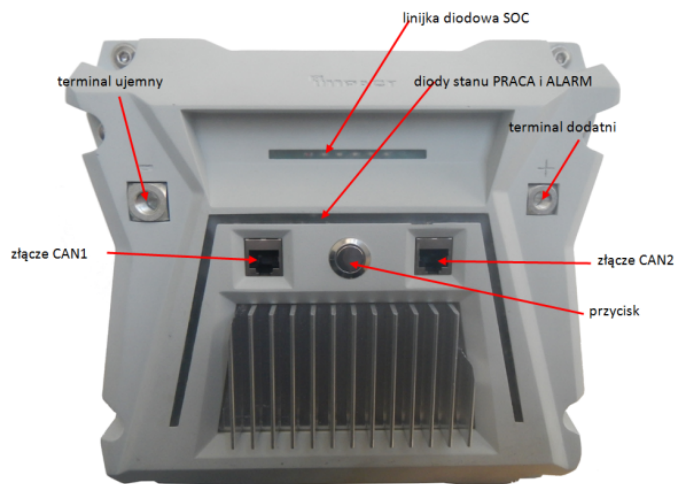
Litowe magazyny energii wymagają precyzyjnej kontroli parametrów pracy takich jak: temperatura ogniw czy napięcia ładowania i rozładowania. W tym celu każdy magazyn energii wykonany w technologii litowej wyposażony jest w zintegrowany lub zewnętrzny system zarządzania pracą magazynu energii BMS (*Battery Management System*) [4]. BMS w przypadku wykrycia uszkodzenia w magazynie energii ma możliwość wyłączenia poszczególnych ogniw lub odłącza cały magazyn energii. Wyłączenie magazynu może wystąpić w następujących przypadkach:

- przekroczenie dopuszczanej temperatury ogniwa,
- przekroczenie maksymalnej wartości napięcia ogniwa,
- przekroczenie minimalnej wartości napięcia ogniwa.

Wymienione stany awaryjne mogą doprowadzić do rozszczelnienia obudowy ogniwa. W trakcie rozszczelnienia ogniwa wydostający się na zewnątrz lit łącząc się z tlenem będącym w powietrzu prowadząc do samozapłonu ogniwa litowego.

Eksperymentalne stanowisko laboratoryjne przeznaczone do badań systemów hybrydowych zostało wyposażone w litowo-żelazowy magazyn energii (rys. 2) o następujących parametrach [4]:

- pojemność znamionowa ogniwa: 50 Ah,
- napięcie znamionowe: 50,4 V,
- napięcie pracy buforowej: 55,6 V,
- napięcie pracy: 40,6-57,4 V,
- nominalna pojemność magazynu: 2,5 kWh,
- prąd maksymalny ciągły: 45 A,
- maksymalna ciągła moc rozładowania: 2,25 kW,
- maksymalna ciągła moc ładowania: 2,25 kW,
- dop. zakres temperatur pracy przy rozładowaniu: -20 do 60°C,
- dopuszczalny zakres temperatury pracy ładowaniu: 0 do 60°C,
- max. liczba cykli (25°C i 80%) głębokości rozładowania: 7000,
- żywotność projektowana: 20 lat,
- masa: 25 kg.



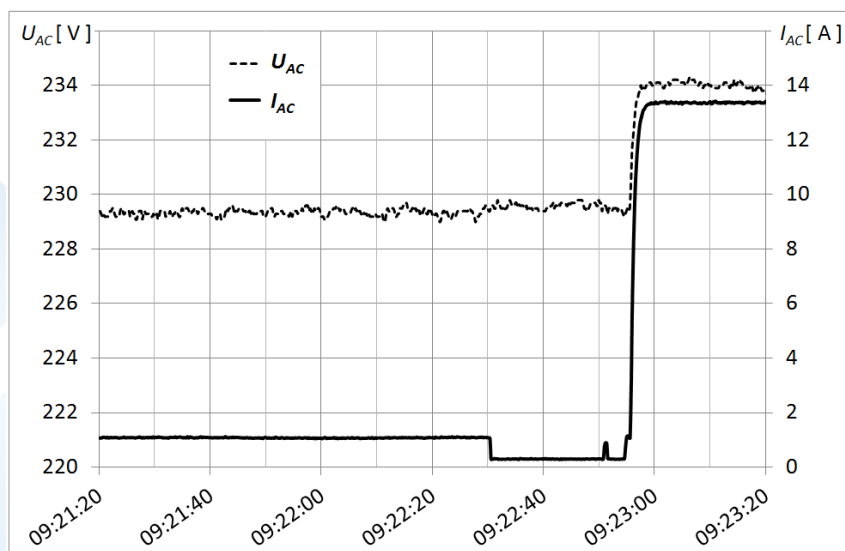
Rys. 2. Panel przedni litowo-żelazowego magazynu energii [4]

## Badania eksperymentalne

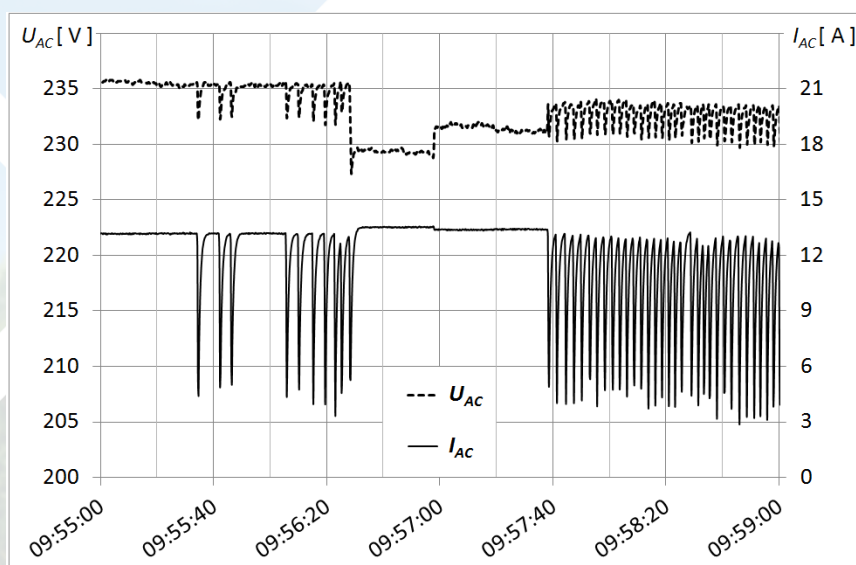
Celem badań była analiza parametrów elektrycznych falownika hybrydowego współpracującego z systemem elektroenergetycznym przy ładowaniu i rozładowaniu magazynu energii. Magazyn energii ładowany był za pośrednictwem falownika z sieci elektroenergetycznej. Proces rozładowywania magazynu odbywał się również poprzez falownik, a energia elektryczna dostarczana była do sieci elektroenergetycznej. Badania rozpoczęto przy naładowanym magazynie energii (rys. 3). Pomiary wykonywano wykorzystując analizator parametrów sieci PQM-701Z [6]

Na rysunku 3 przedstawiono włączenie falownika z naładowanym magazynem energii. Od 21 do 22 minuty i 30 sekund zarejestrowanych przebiegów falownik doładowuje magazyn energii prądem o wartości około 1 A, w 22 minucie i 30 sekundzie falownik przechodzi do stanu podtrzymania naładowanego magazynu energii, a prąd pobrany z sieci utrzymuje się na poziomie około 0,25 A. Takie zjawisko występuje gdy magazyn energii jest naładowany.

Zgodnie z zaleceniami producenta magazynu energii spadek prądu ładowania poniżej 0,5 A sygnalizuje konieczność wyłączenia ładowania lub zmianę stanu pracy falownika na rozładowanie magazynu. W analizowanym przypadku przed upływem 23 minuty rejestracji przebiegów rozpoczął się proces rozładowania magazynu. Proces rozładowania rozpoczyna się delikatnym, jednosekundowym skokiem prądu (22:50 min) a następnie na kilka sekund spada, żeby znów zacząć stabilną pracę falownika. W tym samym czasie zauważalny jest niewielki wzrost napięcia, który utrzymuje się aż do minuty (55:30).



Rys. 3. Włączenie falownika, rozpoczęcie rozładowania magazynu



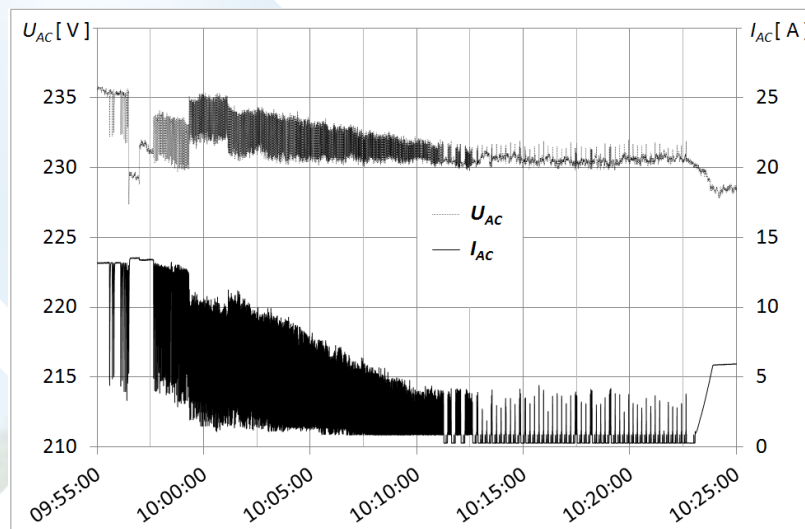
Rys. 4. Proces rozładowania magazynu energii

Rozpoczęciu procesu rozładowania towarzyszy wzrost napięcia  $U_{AC}$  na wejściu AC sieci elektroenergetycznej falownika. Napięcie  $U_{AC}$  wzrasta o około 5V. Energia dostarczana jest do sieci z mocą  $P_{AC}$  około 3kW. Wartość prądu  $I_{AC}$  na połączeniu falownika hybrydowego z siecią elektroenergetyczną wzrosła do 13,31 A. Podobnie jak napięcie  $U_{AC}$  prąd  $I_{AC}$  utrzymuje się na stałym poziomie do 55 minut i 30 sekund (rys. 4). Od tego momentu prąd  $I_{AC}$  zaczyna odnotowywać gwałtowne spadki o około 9A i powroty do wartości 13,31 A. Podczas wahań prądu  $I_{AC}$  w pewnym momencie osiągnięta jest wartość 13,26 A, która utrzymuje się przez parę minut. W tym czasie napięcie  $U_{AC}$  maleje. W pierwszym okresie rozładowywania prąd  $I_{AC}$  wynosił 13,31A natomiast w  $\frac{1}{4}$  i  $\frac{3}{4}$  okresu rozładowania prąd  $I_{AC}$  waha się w granicach około 13A.



Pod koniec procesu rozładowywania magazynu energii występują spadki wartości prądu  $I_{AC}$ , które stabilizują się, by po chwili znów wrócić do pracy niestabilnej. Napięcie  $U_{AC}$  odpowiednio zmniejszało wartość przy rosnącym prądzie  $I_{AC}$  i zwiększało się kiedy prąd  $I_{AC}$  utrzymywał się na niższym poziomie (rys. 5).

Na rysunku 5 można zaobserwować wahania prądu  $I_{AC}$  w przeciągu 27 minut (9:56 do 10:23). Doprowadzają one do całkowitego spadku wartości prądu  $I_{AC}$ , co wiąże się z rozładowaniem magazynu do zadanego napięcia minimalnego  $U_{DCmin}$ . Do końca procesu rozładowania napięcie  $U_{AC}$  waha się od około 226 do 236V (rys. 5).



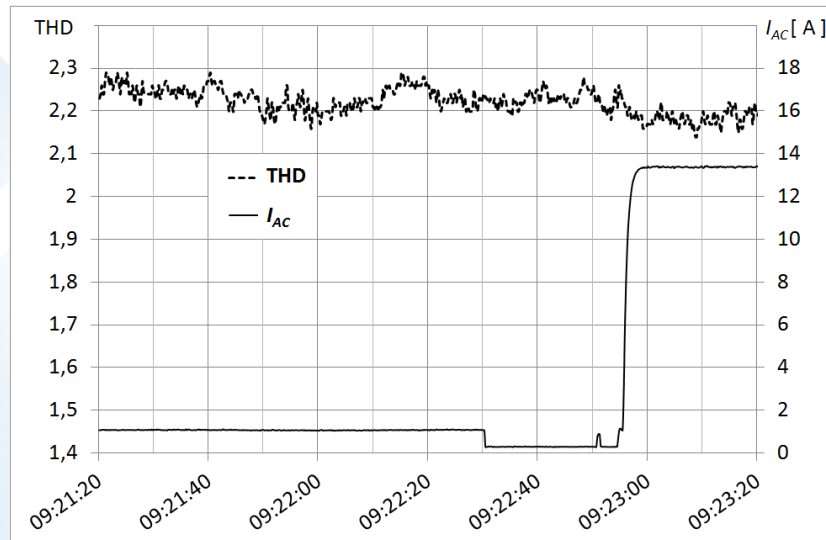
Rys. 5. Koniec procesu rozładowania magazynu energii

Nie rozładowano magazynu energii w 100% ponieważ falownik przy niskim stanie napięcia  $U_{DC}$  na zaciskach magazynu energii (46,2 V) przełączał pracę rozładowywania magazynu na jego ładowanie, po chwili wracał do rozładowania, pomimo tego, że zadane minimalne napięcie  $U_{ACmin}$  rozładowania magazynu energii przez falownik ustawione było na wartość 40,6 V.

Czas niestabilnej pracy falownika trwał kilka minut. Nie odnotowano zmian napięcia  $U_{DC}$  na zaciskach magazynu energii, a wartość prądu  $I_{AC}$  wahała się między 0,27 A a 3,78 A. Stan ten zachodził przy 38% naładowania magazynu energii. Osiągnięta eksperymentalnie głębokość rozładowania magazynu energii wynosiła jedynie 62%. Na tym etapie zakończono proces rozładowywania magazynu energii.

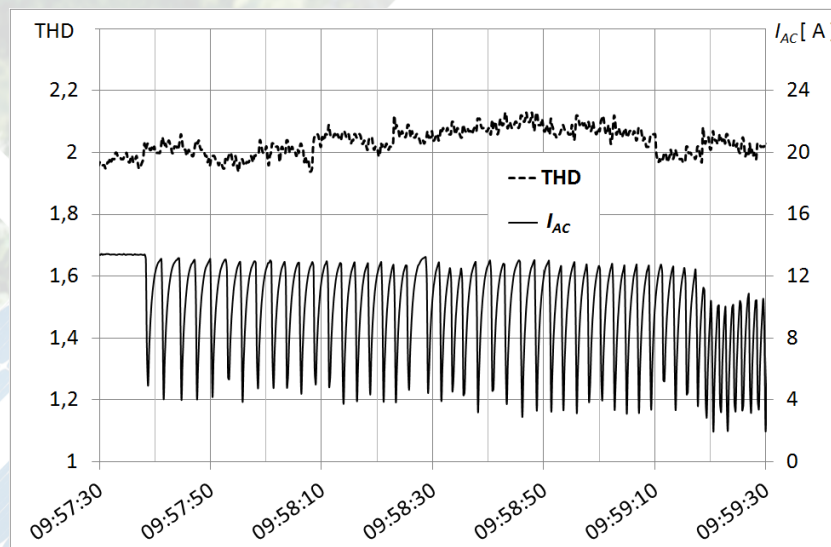
Rysunek 6 przedstawia zmianę wartości współczynnika THD podczas załączenia falownika w stan pracy rozładowywania magazynu energii. Początek przebiegu pokazuje ładowanie magazynu energii do pełnego naładowania. Wartość prądu  $I_{AC}$  spadała do minimalnej warto-

ści. Współczynnik THD utrzymywał się na poziomie 2,2 do 2,3. Wzrost prądu spowodował nieznaczny spadek współczynnika THD (do wartości nieprzekraczającej 2,2).

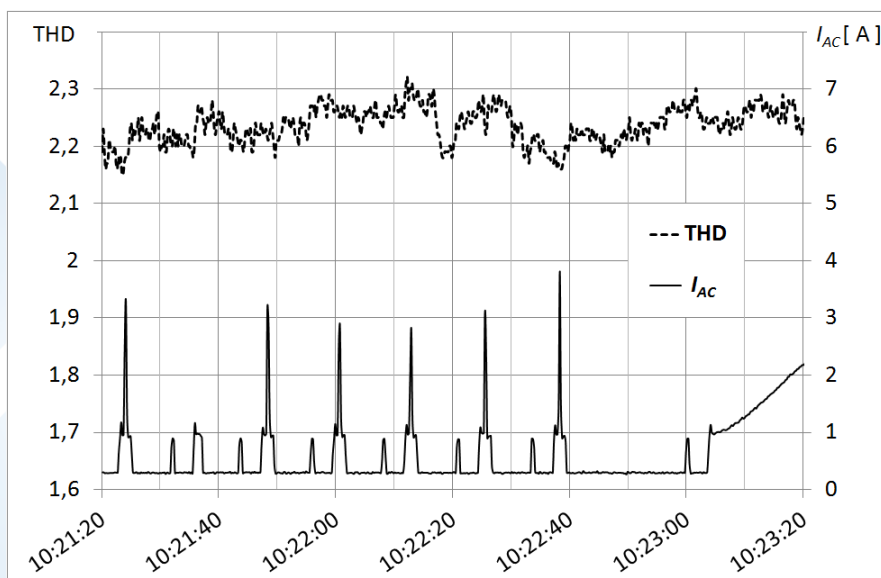


Rys. 6. Zmiana współczynnika THD oraz prądu  $I_{AC}$

W trakcie niestabilnej pracy falownika, przy wahaniami prądu  $I_{AC}$  rzędu od 4 do 13 A (rys. 7) współczynnik THD nadal zachowywał się stabilnie i nie przekraczał wartości 2,2. Wahania prądu  $I_{AC}$  obserwowane na rysunku 7 są spowodowane spadkiem napięcia  $U_{DC}$  magazynu energii. Pobór energii z magazynu powoduje spadek napięcia na zaciskach magazynu energii. Gdy napięcie  $U_{DC}$  na zaciskach magazynu spadnie poniżej wartości minimalnej  $U_{DCmin}$ , zadanej w oprogramowaniu falownika, to falownik przestaje obciążać magazyn energii. Napięcie nieobciążonego magazynu energii nieznacznie wzrasta. Falownik odczytuje wartość napięcia  $U_{DC}$ , która w porównaniu z napięciem  $U_{DCmin}$ , jest większa i rozpoczyna rozładowywanie magazynu. Jest to moment, w którym falownik niestabilnie obciąża magazyn energii (rys. 7).



Rys. 7. Zmiana współczynnika THD przy niestabilnej pracy falownika



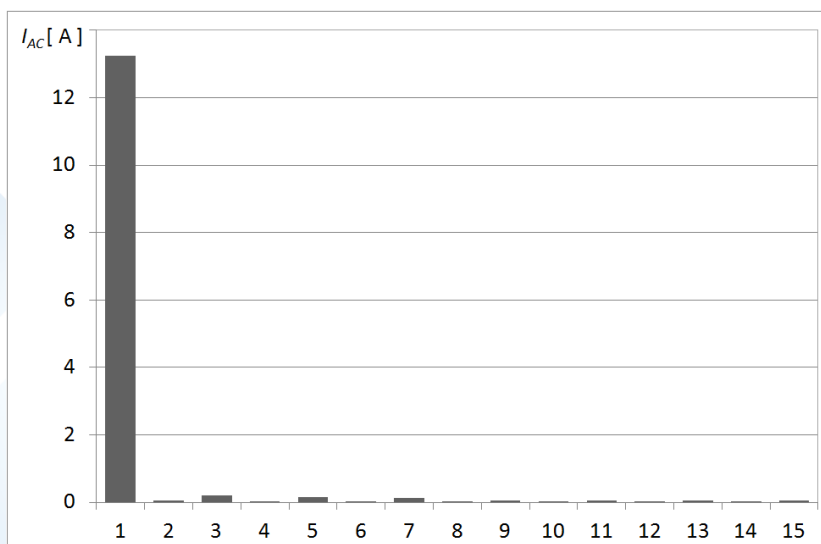
**Rys. 8.** Zmiana współczynnika THD przy rozładowanym magazynie

Gdy magazyn jest całkowicie rozładowany, falownik rozpoczyna ładowanie. Przy pustym magazynie energii oraz w trakcie rozpoczęcia jego ładowania, współczynnik THD utrzymuje swoją wartość na poziomie między 2,2 a 2,3.

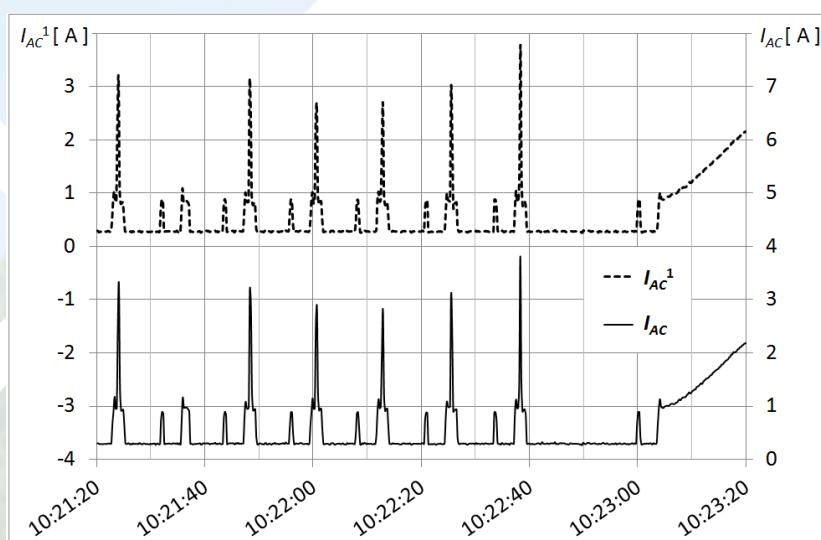
Niewielki poziom zawartości harmonicznych w trakcie stabilnego rozładowania magazynu można zaobserwować analizując rysunek 9. Pierwsza harmoniczna jest sygnałem o częstotliwości równej częstotliwości analizowanego sygnału okresowego, zaś częstotliwości kolejnych harmonicznych są wielokrotnościami tej częstotliwości. W badanym przypadku, pierwsza harmoniczna odpowiada wartości prądu o częstotliwości sieciowej, a każda kolejna jest jej całkowitą wielokrotnością (rys. 9). Pierwsza harmoniczna ma najwyższą wartość. Zauważalne są: trzecia, piąta i siódma harmoniczna. Mają one jednak wartości znacznie mniejsze i wprowadzają niewielkie zakłócenia do sieci elektroenergetycznej. Kolejne harmoniczne prądu  $I_{AC}$  (rys. 9) mają wartości bliskie zeru.

Największe harmoniczne prądu występują kiedy poziom naładowania magazynu energii jest coraz niższy, co powoduje niestabilną pracę falownika. Przebiegi prądu  $I_{AC}$  i jego pierwszej harmonicznej nie pokrywają się (rys. 10).





**Rys. 9.** Harmoniczne prądu  $I_{AC}$  w trakcie stabilnego rozładowywania magazynu energii



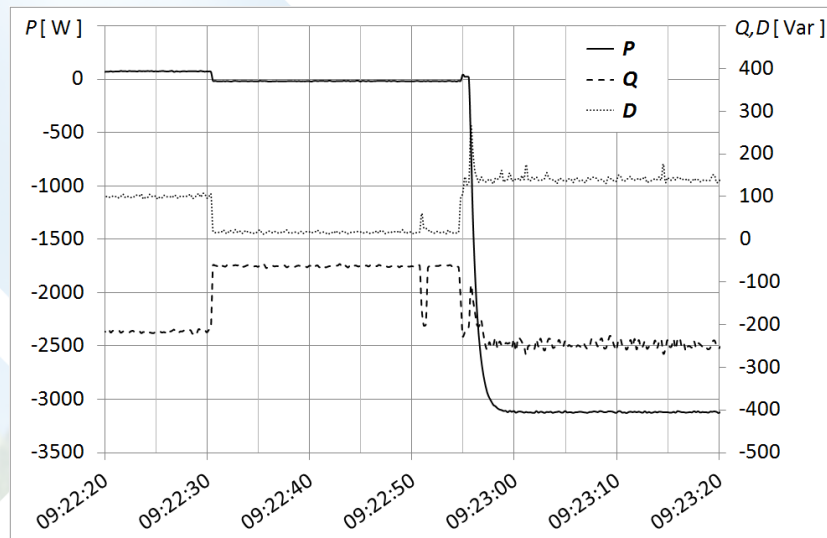
**Rys. 10.** Zmiana wart. prądu  $I_{AC}$  oraz jego pierwszej harmonicznej

Warto zwrócić uwagę na zachowanie się współczynnika mocy  $\cos\varphi$  w trakcie procesu rozładowywania magazynu energii do sieci elektroenergetycznej. W momencie kiedy falownik włącza tryb rozładowywania magazynu energii, wartość współczynnika mocy  $\cos\varphi$  spada do wartości ujemnej. Gdy prąd  $I_{AC}$  zaczyna rosnąć, wartość współczynnika  $\cos\varphi$  spada do wartości -1. Jest to efekt oddawania energii elektrycznej do sieci elektroenergetycznej. Podczas, gdy falownik zmienia swój tryb pracy na ładowanie magazynu energii i prąd  $I_{AC}$  rośnie do wartości 6A współczynnik mocy  $\cos\varphi$  osiąga wartość 1.

Kolejnymi parametrami analizowanymi w trakcie badań były moce falownika. Jedną z nich jest moc odkształcenia  $D$ , która jest wynikiem występowania przesunięć fazowych między harmonicznymi napięcia  $U_{AC}$  i prądu  $I_{AC}$  oraz niejednakowym rzędem tych harmonicznymi.

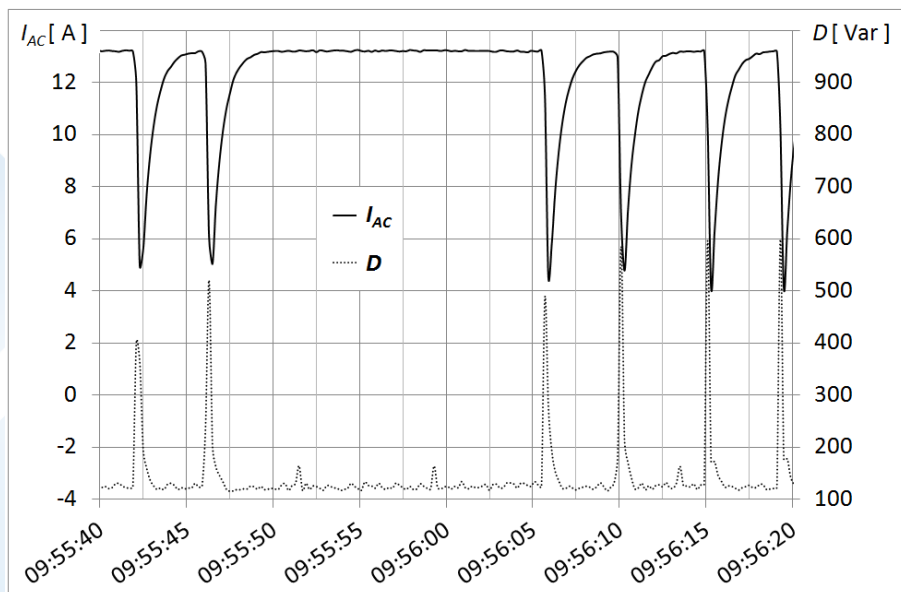
Drugą jest moc bierna  $Q$ , która w obwodach prądu przemiennego jest wielkością opisującą pulsowanie energii elektrycznej między elementami obwodu. Występowanie tej mocy powoduje zwiększenie natężenia prądu  $I_{AC}$ , co zwiększa straty energii elektrycznej w urządzeniach wytwarzających i przesyłających energię elektryczną prądu przemiennego.

W momencie załączenia procesu rozładowania magazynu energii zmienia się udział składowych w całkowitej mocy generowanej przez falownik. Moc czynna  $P$  oraz mocy bierna ( $Q$ ) mają wartości ujemną – energia oddawana jest do sieci, natomiast moc odkształcenia  $D$  ma wartość dodatnią i wynosi około 20 W (rys. 11).

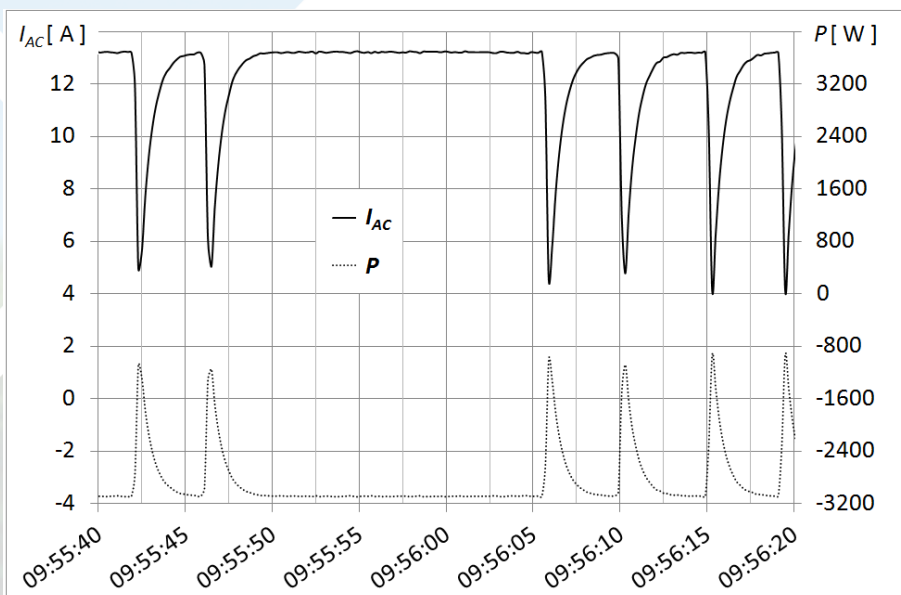


**Rys. 11.** Zmiana wartości mocy czynnej  $P$  oraz biernej  $Q$  w procesie rozładowywania magazynu energii

Gdy prąd rozładowywania  $I_{AC}$  osiąga wartość 13,31 A, moce  $P$  oraz  $Q$  utrzymują stałą wartość. Sytuacja ta utrzymuje się do momentu gdy wartość prądu  $I_{AC}$  zaczyna maleć. Wtedy przy każdorazowym spadku prądu  $I_{AC}$  wzrastają obydwie moce. Jednak to moc  $D$  odkształcenia wielokrotnie zwiększa swoją wartość (rys. 12). Gdy prąd  $I_{AC}$  chwilami wraca do swojej maksymalnej wartości to moce wracają do poprzednich poziomów. Takie zjawiska zaczynają występować przy osiągnięciu maksymalnego poziomu rozładowania magazynu energii.



**Rys. 12.** Moc odszkt.  $D$  i prąd  $I_{AC}$  przy niestabilnej pracy falownika

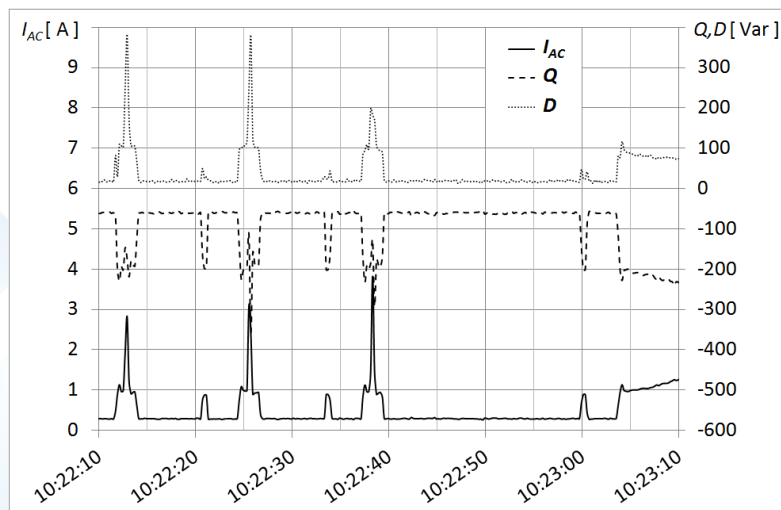


**Rys. 13.** Zmiana wartości mocy odształcenia  $D$  i prądu  $I_{AC}$  przy niestabilnej pracy falownika

Przy chwilowych wzrostach wartości prądu i pobieraniu ostatnich ładunków elektrycznych z magazynu energii odnotowano chwilowy wzrost mocy odształcenia  $D$  wynoszący do około 500 Var (rys. 12), a wzrost wartość mocy czynnej  $P$  waha się w granicach do -3200 Var (rys. 13).

Gdy magazyn energii zostanie rozładowany do zadanego minimalnego poziomu, występuje stan w którym pojawiają się krótkie piki prądowe (rys. 14).

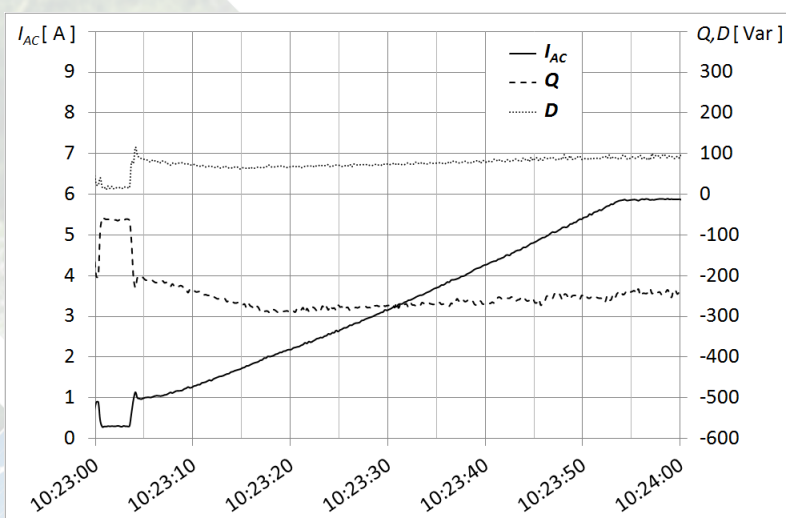




Rys. 14. Zmiana wartości mocy i prądu przy rozładowanym magazynie energii

Podczas ładowania magazynu energii falownikiem z sieci elektroenergetycznej, wartości mocy  $Q$  oraz  $D$  utrzymują podobny poziom pomimo wzrostu prądu  $I_{AC}$  (rys. 15). Jedynie chwilowy skok prądu  $I_{AC}$  wywołuje skoki mocy – mocy  $D$  oraz mocy  $Q$ .

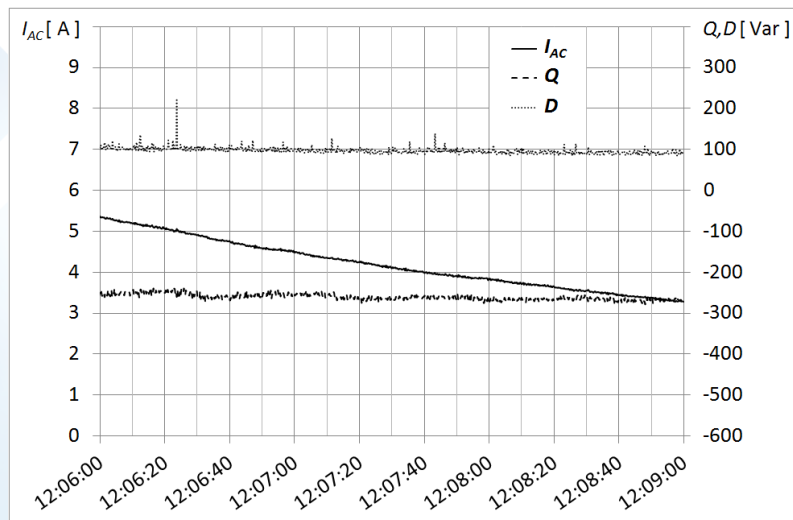
Przy wzroście prądu  $I_{AC}$  widocznym na rysunku 15 wartości mocy spadają do pewnego ustalonego poziomu, a kiedy prąd ładowania  $I_{AC}$  osiągnie stałą wartość to poziom mocy utrzymuje się odpowiednio w granicach 90-100 Var dla mocy odkształcenia  $D$  oraz 230 – 250 Var dla mocy biernej  $Q$ . Prąd  $I_{AC}$  przez czas ładowania magazynu energii wzrasta z poziomu 5,8A do poziomu 6,8A.



Rys. 15. Zmiana wartości mocy  $Q$  i  $D$  wywołana zmianą prądu  $I_{AC}$

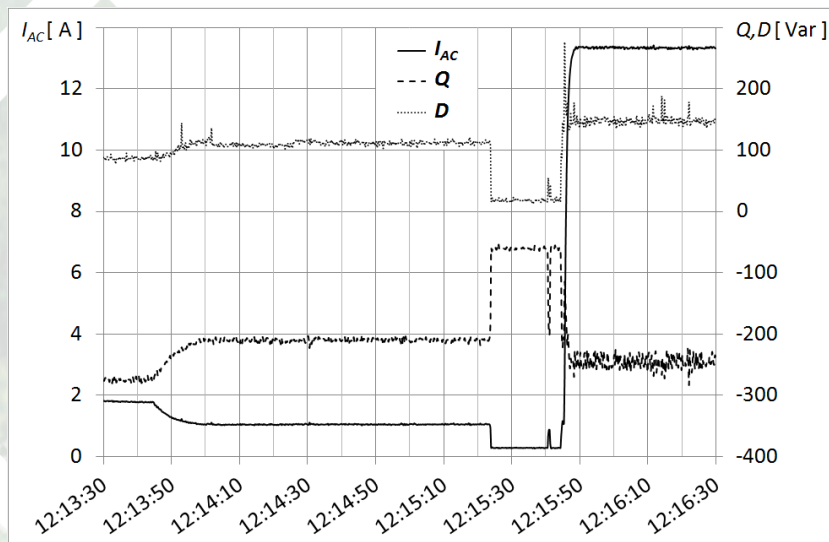
Gdy poziom naładowania magazynu energii jest coraz wyższy, prąd  $I_{AC}$  zaczyna spadać, a moce odkształcenia  $D$  oraz bierna  $Q$  odnotowują niewielkie spadki. Gdy prąd  $I_{AC}$  ma wartość 5A

moc odkształcenia  $D$  spada poniżej poziomu 100Var, a moc bierna  $Q$  osiąga wartość poniżej poziomu -250Var. Wahania przebiegów mocy wynoszą  $\pm 15\text{Var}$  (rys. 16).



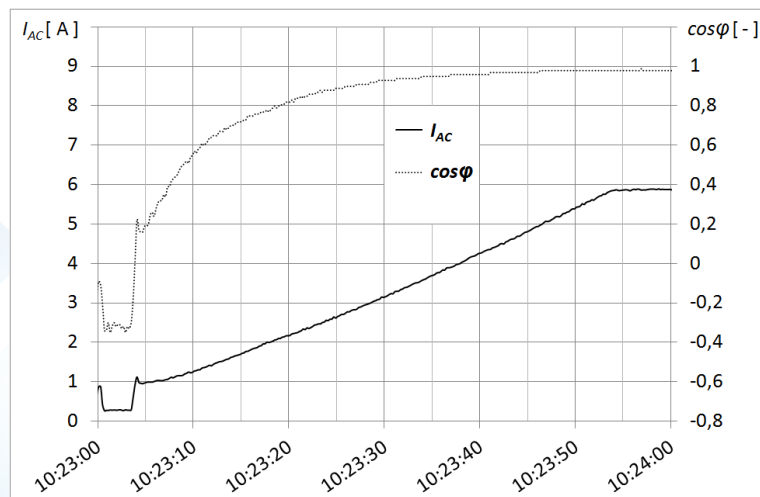
**Rys. 16.** Zmiana wartości mocy  $Q$  oraz  $D$  w trakcie ładowania magazynu energii

Po naładowaniu magazynu energii do poziomu 100% prąd ładowania  $I_{AC}$  spada poniżej 0,5A (rys. 17). Falownik przestaje ładować magazyn energii, aby uniknąć efektu przeładowania.



**Rys. 17.** Koniec procesu ładowania magazynu energii

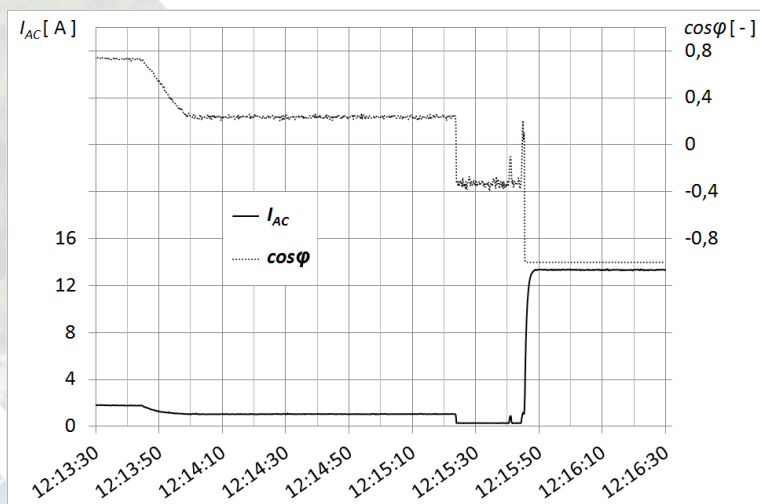
Przy zmniejszeniu wartości prądu ładowania  $I_{AC}$  można zaobserwować zmianę mocy odkształcenia  $D$  oraz biernej  $Q$ . Gdy prąd ładowania  $I_{AC}$  spada poniżej poziomu 0,5 A wartość mocy biernej  $Q$  zmienia się do poziomu - 60 Var, a wartość mocy odkształcenia przyjmuje wartość 20 Var.



**Rys. 18.** Zmiana współczynnika  $\cos\phi$  mocy przy ładowaniu magazynu energii

Kolejnym analizowanym parametrem procesu ładowania magazynu energii przez falownik jest współczynnik mocy  $\cos\phi$  (rys. 18). Współczynnik mocy  $\cos\phi$  rośnie wraz ze wzrostem wartości prądu  $I_{AC}$ . Gdy wartość prądu  $I_{AC}$  stabilizuje się na poziomie około 6A, współczynnik mocy  $\cos\phi$  osiąga wartości bliską jedności.

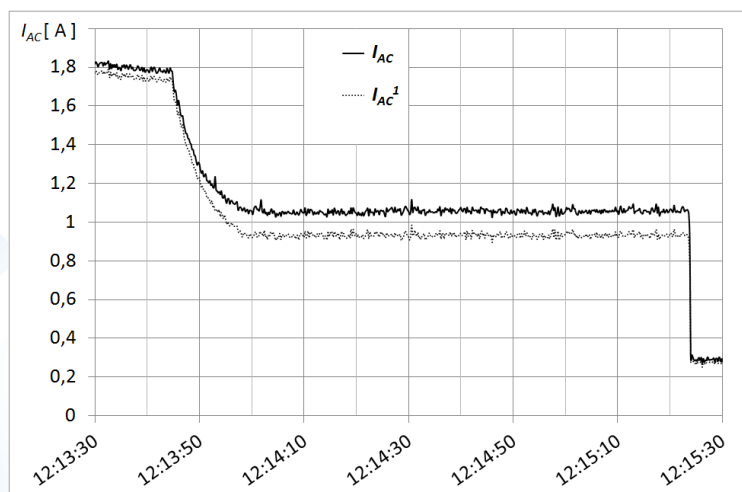
Współczynnik mocy  $\cos\phi$  utrzymuje się na poziomie 1, aż wartość prądu ładowania  $I_{AC}$  zaczyna maleć. Przez ostatnie 10 minut ładowania magazynu energii odnotowano spadek  $\cos\phi$  do wartości 1/3 do ponownego rozpoczęcia procesu rozładowywania (rys. 19).



**Rys. 19.** Zmiana prądu ładowania  $I_{AC}$  oraz współczynnika mocy  $\cos\phi$  magazynu energii

Przez prawie cały czas ładowania magazynu energii pierwsza harmoniczna prądu  $I_{AC}^1$  nakłada się na przebieg prądu  $I_{AC}$ . Trwa to do momentu zakończenia ładowania (rys. 20).





**Rys. 20.** Zmiana wartości prądu  $I_{AC}$  oraz wartości pierwszej harmonicznej prądu  $I_{AC}^1$

W trakcie procesu ładowania magazynu energii prąd ładowania  $I_{AC}$  płynął zgodnie z charakterystyką ładowania magazynu, a zakłócenia wprowadzane do sieci elektroenergetycznej przez falownik mieściły się w zakresie dopuszczalnym przez normę. Obydwie próby: ładowania i rozładowania magazynu energii pozwoliły na obserwację zjawisk towarzyszącym tym procesom. Niewątpliwie na uwagę zasługuje fakt niestabilnej pracy falownika zarówno w zakresie podtrzymania naładowanego magazynu energii jak i momentu całkowitego rozładowania magazynu.

## Podsumowanie

Litowo-żelazowe magazyny energii są coraz częściej wykorzystywane w celu magazynowania energii wytworzonej z odnawialnych źródeł. Są elementem stabilizującym wymianę energii z systemem elektroenergetycznym, oraz dają możliwość wykorzystania wyprodukowanej energii elektrycznej w okresie przerw w dostawie energii elektrycznej lub braku energii ze źródła odnawialnego. Współpraca litowo-żelazowego magazynu energii wymaga jednak precyzyjnego zaprogramowania urządzenia współpracującego z magazynem energii, ponieważ przekroczenie parametrów krytycznych pracy magazynu energii grozi jej uszkodzeniem i w konsekwencji pożarem wywołanym przez wyciekający z wnętrza magazynu energii lit. W zależności od konstrukcji falownika hybrydowego można spodziewać się wprowadzania zakłóceń do sieci elektroenergetycznej. Zakłócenia te związane są głównie z odkształceniem generowanego prądu wprowadzanego do SEE. W artykule zaprezentowano wyniki badań i analizę wybranych parametrów elektrycznych będących efektem współpracy falownika hy-

brydowego z siecią elektroenergetyczną w trakcie procesu ładowania i rozładowania litowo-żelazowego magazynu energii elektrycznej.

## Bibliografia

1. Figura R.: *Laboratorium fotowoltaiki – baza badawczo-dydaktyczna dla przemysłu*, Logistyka 6/2014 grudzień 2014, ISSN: 1231-5478.
2. Figura R., Gutowski R.: *Analiza uzysków energetycznych z instalacji fotowoltaicznej*, Logistyka 4/2015 sierpień 2015, ISSN: 1231-5478.
3. Dec B., Krupa J.: *Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w aspekcie ochrony środowiska*, Rzeszów, 2012.
4. ICPT: *Instrukcja obsługi baterii litowo-żelazowej „FONA”*, Pastów, 2015.
5. Orvaldi Power Protection: *Instrukcja użytkownika Orvaldi Solar Infini 3KW*, Długoleka.
6. Sonel SA.: *Instrukcja obsługi przyrządów pomiarowych, kamer termowizyjnych*.
7. Stala R.: *Sterowanie systemów fotowoltaicznych dołączonych do sieci elektroenergetycznej*, Kraków, 2012.
8. Szczerbowski R.: *Instalacje fotowoltaiczne- aspekty techniczno-ekonomiczne*, Poznań, 2014.

## Partner Contacts

The organisations contributing to the development of PV Trainer are listed below. Please feel able to contact them for more information and support.

### POLSKA

#### **Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji**

Pulaskiego 6/10

26-600 Radom

katarzyna.slawinska@itee.radom.pl, mirosław.zurek@itee.radom.pl

[www.itee.radom.pl](http://www.itee.radom.pl)

### POLSKA

#### **Stowarzyszenie Elektryków Polskich Oddział Radomski**

prof. W. Krukowskiego 1

26-600 Radom

ckf@sep.radom.pl, r.figura@sep.radom.pl

[www.sep.radom.pl](http://www.sep.radom.pl)

### POLSKA

#### **Polskie Towarzystwo Fotowoltaiki**

Pralatowska 5 lok. 50

03-510 Warsaw

pietruszko@pv-polska.pl

[www.pv-polska.pl](http://www.pv-polska.pl)

### RUMUNIA

#### **Universitatea Dunarea de Jos Din Galati**

Strada DOMNEASCA nr. 47

800008 GALATI

emilia.pecheanu@ugal.ro, adina.cocu@ugal.ro

[www.ugal.ro](http://www.ugal.ro)

### CYPR

#### **EDITC LTD**

16 Imvrou Street

1055 Nicosia

maria@editc.com

<http://www.editc.eu/>

### HISZPANIA

#### **Fundación Equipo Humano**

Passeig da la Petxina 12, bajo izuquierda

46008, Valencia

je.val@fundacionequipohumano.es, alfonso.cadenas@fundacionequipohumano.es

<https://www.fundacionequipohumano.es/es/>



ISBN 978-83-7789-604-4