

04.05.2020

Opis zakończony, po konsultacjach wewnętrznych w IBE

## Opisywanie kwalifikacji rynkowej – formularza

Opis kwalifikacji rynkowej (nazwa kwalifikacji)

### **Budowanie architektury modeli uczenia maszynowego**

Materiał roboczy opracowany przy wsparciu Instytutu Badań Edukacyjnych w ramach projektu systemowego „Wspieranie realizacji II etapu wdrażania Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji na poziomie administracji centralnej oraz instytucji nadających kwalifikacje i zapewniających jakość nadawania kwalifikacji” współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach programu Operacyjnego Wiedza, Edukacja, Rozwój, Priorytet II: Efektywne polityki publiczne dla rynku pracy, gospodarki i edukacji, Działanie 2.13 Przejrzysty i spójny Krajowy System Kwalifikacji.

Zadanie 2: Wspieranie podmiotów zainteresowanych włączeniem do ZSK kwalifikacji nadawanych poza systemami oświaty i szkolnictwa wyższego, w tym kwalifikacji rynkowych.

<b>Typ wniosku</b>
Wniosek o włączenie kwalifikacji do ZSK
<b>Nazwa kwalifikacji</b> (300 znaków) <i>Pole obowiązkowe (art. 15 ust. 1 pkt 2) lit. a). Pełna nazwa kwalifikacji, która ma być widoczna w ZRK i być umieszczana na dokumencie potwierdzającym jej uzyskanie.</i>  <i>Nazwa kwalifikacji (na ile to możliwe) powinna:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- jednoznacznie identyfikować kwalifikację,</li><li>- różnić się od nazw innych kwalifikacji,</li><li>- różnić się od nazwy zawodu, stanowiska pracy lub tytułu zawodowego, uprawnienia,</li><li>- być możliwie krótka,</li><li>- nie zawierać skrótów,</li><li>- być oparta na rzeczowniku odczasownikowym, np. „gromadzenie”, „przechowywanie”, „szycie”.</li></ul>
Budowanie architektury modeli uczenia maszynowego (machine learning)

**Skrót nazwy (150 znaków)**

*Pole nieobowiązkowe.*

Architekt ML

**Rodzaj kwalifikacji**

*Wskazanie, czy kwalifikacja jest: kwalifikacją pełną, czy kwalifikacją częściową.*

częściowa

**Proponowany poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji**

*Pole obowiązkowe (art. 15 ust. 1 pkt 4). Proponowany poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji.*

6 poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji

**Krótką charakterystyką kwalifikacji oraz orientacyjny koszt uzyskania dokumentu potwierdzającego otrzymanie danej kwalifikacji (4000 znaków)**

*Pole obowiązkowe (art. 15 ust. 1 pkt 2) lit. d). Wybrane informacje o kwalifikacji skierowane do osób zainteresowanych uzyskaniem kwalifikacji oraz do pracodawców, które pozwolą im szybko ocenić, czy dana kwalifikacja jest właśnie tą, której poszukują.*

*Krótką charakterystyką może odpowiadać na pytanie: „Jakie działania lub zadania jest w stanie podejmować osoba posiadająca daną kwalifikację?”.*

Osoba posiadająca kwalifikację potrafi zarówno samodzielnie, jak i w zespole projektować architekturę ML tak, by było możliwe zaprogramowanie modelu ML. Architekturę modelu projektuje zgodnie z potrzebami zamawiającego. Odczytuje zamówioną specyfikację systemu, cele działania systemu, określa efekty działania systemu. Operacjonalizuje problem i dobiera modele do niego adekwatne. Analizuje wykonalność modelu. Przygotowuje dokumentację wykonawczą modelu ML dla programisty i projektuje testy modelu. Wykonując zadania zawodowe, posługuje się wiedzą z dziedziny ML oraz statystyki i analizy danych.

Osoba posiadająca kwalifikację może znaleźć zatrudnienie jako: architekt systemów ML; audytor systemów ML; doradca technologiczny; konsultant technologiczny; pracownik naukowy w firmach typu software house, hardware house, startupach technologicznych, bankach, koncernach przemysłowych i elektronicznych, telekomach, koncernach IT (Information Technology), firmach konsultingowych, instytutach badawczych, uczelniach wyższych, agendach rządowych.

Orientacyjny koszt uzyskania dokumentu potwierdzającego otrzymanie kwalifikacji to: 4500 zł.

**Orientacyjny nakład pracy potrzebny do uzyskania kwalifikacji [godz.]**

*Pole obowiązkowe (art. 15 ust. 1 pkt 2) lit. c). Przeciętna liczba godzin, które trzeba poświęcić na osiągnięcie efektów uczenia się wymaganych dla danej kwalifikacji oraz na ich walidację (1 godzina = 60 minut).*

*W pierwszej kolejności warto ustalić orientacyjny nakład pracy dla poszczególnych zestawów efektów uczenia się. orientacyjny nakład pracy dla kwalifikacji odpowiada sumie nakładu pracy potrzebnego do uzyskania wyodrębnionych w niej zestawów efektów uczenia się.*

490 godzin

**Grupy osób, które mogą być zainteresowane uzyskaniem kwalifikacji (2000 znaków)**

*Pole obowiązkowe (art. 15 ust. 1 pkt 2) lit. f). Informacja na temat grup osób, które mogą być szczególnie zainteresowane uzyskaniem danej kwalifikacji, np. osoby zarządzające nieruchomościami, specjaliści z zakresu telekomunikacji, kobiety powracające na rynek pracy.*

Zainteresowane uzyskaniem kwalifikacji mogą być szczególnie następujące grupy osób:

- pracownicy działów badań, statystycy i analitycy zainteresowani potwierdzeniem kompetencji ML;
- praktycy, którzy są zainteresowani formalnym potwierdzeniem swoich kwalifikacji z obszaru ML;
- pracownicy dużych firm technologicznych, informatycy chcący przebranżowić się na stanowiska ML;
- osoby z branży IT zainteresowane pracą w innych krajach UE i formalnym potwierdzeniem swoich kompetencji w zakresie ML.

**Należy zaznaczyć poniższe pole jeśli dotyczy (pole wprowadzone od 1.09.2019 r.)**

**Kwalifikacja może być przydatna dla uczniów szkół branżowych lub techników kształcących się w określonych zawodach**  
[Rozporządzenie MEN z dnia 16 maja 2019 r.](#)

*W szkole prowadzącej kształcenie zawodowe kształcenie odbywa się w oparciu o podstawy programowe określone w rozporządzeniu MEN z dnia 16 maja 2019 r. w sprawie podstaw programowych kształcenia w zawodach szkolnictwa branżowego oraz dodatkowych umiejętności zawodowych w zakresie wybranych zawodów szkolnictwa branżowego (Dz. U. poz. 991).*

*Część godzin zajęć może zostać przeznaczona na realizację obowiązkowych zajęć edukacyjnych przygotowujących uczniów do uzyskania kwalifikacji rynkowej funkcjonującej w ZSK, związanej z nauczaniem zawodem (§ 4 ust 5 pkt 2 rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 3 kwietnia 2019 r. w sprawie ramowych planów nauczania dla publicznych szkół (Dz. U. poz. 639)).*

*Należy wskazać zawody (zgodnie z klasyfikacją zawodów szkolnictwa branżowego określoną w załączniku nr 2 do rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 15 lutego 2019 r. w sprawie ogólnych celów i zadań kształcenia w zawodach szkolnictwa branżowego oraz klasyfikacji zawodów szkolnictwa branżowego (Dz. U. poz. 316)), w przypadku których zasadne jest przygotowywanie uczniów do uzyskania kwalifikacji rynkowej objętej wnioskiem.*

**Wskazanie zawodów szkolnictwa zawodowego, z którymi związana jest kwalifikacja**

Jeżeli w punkcie 7a wskazano przydatność kwalifikacji, to z rozwijanej listy branż i zawodów należy wybrać te zawody, z którymi związana jest wnioskowana kwalifikacja

nie dotyczy

**Wymagane kwalifikacje poprzedzające** (2000 znaków)

*Pole nieobowiązkowe. Kwalifikacje pełne i cząstkowe, które musi posiadać osoba ubiegająca się o kwalifikację, by przystąpić do procesu weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się wymaganych dla kwalifikacji.*

Kwalifikacja pełna z VI poziomem Polskiej Ramy Kwalifikacji

**W razie potrzeby warunki, jakie musi spełniać osoba przystępująca do walidacji** (2000 znaków)

*Pole obowiązkowe (art. 15 ust.1 pkt 2) lit. g). Określenie (w razie potrzeby) warunków, które musi spełniać osoba, aby przystąpić do walidacji i móc uzyskać kwalifikację (np. wymagany poziom wykształcenia).*

*Podczas określania tych warunków warto mieć na uwadze, że nie są one tożsame z warunkami zatrudnienia (np. ważnymi badaniami lekarskimi). Doświadczenie zawodowe powinno być wskazywane jako warunek jedynie w uzasadnionych przypadkach – kompetencje wynikające z praktyki zawodowej powinny być odzwierciedlone przede wszystkim w efektach uczenia się wymaganych dla kwalifikacji.*

*Wskazane warunki przystąpienia do walidacji powinny być możliwe do zweryfikowania.*

Kwalifikacja pełna z VI poziomem Polskiej Ramy Kwalifikacji

**Zapotrzebowanie na kwalifikację** (10000 znaków)

*Pole obowiązkowe (art. 15 ust.1 pkt 2) lit. i). Wykazanie, że kwalifikacja odpowiada na aktualne oraz przewidywane potrzeby społeczne i gospodarcze (regionalne, krajowe, europejskie).*

*Możliwe jest odwołanie się do opinii organizacji gospodarczych, trendów na rynku pracy, prognoz dotyczących rozwoju technologii, a także strategii rozwoju kraju lub regionu.*

Gromadzenie coraz większej ilości informacji i danych formie cyfrowej z różnych obszarów aktywności człowieka stawia przed nami zadanie umiejętnego ich przetwarzania i analizowania w celu wydobycia użytecznej, syntetycznej informacji, którą można efektywnie wykorzystać w procesach decyzyjnych i poznawczych. Dziedziną nauki i techniki, która dostarcza możliwość realizacji ww. zadań, jest szeroko rozumiane uczenie maszyn/komputerów wykonywania zadań danej klasy abstrakcji bez konieczności szczegółowego programowania konkretnych problemów. Rozwój tej technologii na całym świecie i coraz szersze wykorzystanie jej w praktyce w różnych dziedzinach społecznych i gospodarczych implikują konieczność kształcenia specjalistów potrafiących z niej korzystać i ją rozwijać.



Coraz więcej państw inwestuje ogromne środki w rozwój technologii i jej praktyczne wykorzystanie. Ponadto technologia stanowi podstawę czwartej rewolucji przemysłowej i w najbliższym czasie będzie decydować o tym, które państwa mają szansę na dynamiczny rozwój – będąc aktywnymi twórcami rozwiązań i użytkownikami jej – a które pozostaną z tyłu, popadając w stopniową stagnację. Obecne analizy wskazują, że aż 91% firm w rozwiniętych gospodarkach uważa, że w skali pięciu lat technologie typu ML/DL (Deep Learning) spowodują wzrost wartości ich biznesu – z tego 81%, które obecnie nie są aktywne w tym obszarze, też tak uważa<sup>1</sup>. Według firmy badawczej International Data Corporation (IDC) globalne wydatki na technologie AI (Artificial Intelligence), a w tym ML/DL sięgnęły w 2019 r. 35,8 mld dolarów i były o 44% wyższe niż w 2018 r. Ta sama firma wskazuje, że średnioroczny wzrost tych nakładów w latach 2018–2022 r. będzie wynosił 38% i w ostatnim roku prognozy rynek rozwiązań będzie wart 79 mld dolarów, czyli dwa razy więcej niż w 2019 r. Zaangażowanie środków w prace R&D (Research and Development) w ML/DL do 2019 r. wyniosło 5,1 mld dolarów<sup>2</sup>. Szacuje się, że na prace R&D w ogólnie pojętym obszarze AI do roku 2022 zostanie wydane 60 mld dolarów, a sam rynek związany z tymi technologiami osiągnie w 2025 r. wartość 190 mld dolarów<sup>3</sup>. Również w Polsce dostrzeżono problemy, ale i szanse związane z rozwojem technologii AI. Wynikiem analiz i prac w tym obszarze jest dokument rządowy pt. „Polityka Rozwoju Sztucznej Inteligencji w Polsce na lata 2019–2027”<sup>4</sup>. Dokument szacuje, że do 2023 r. Polska powinna przeznaczyć na rozwój technologii z obszaru AI do 9,5 mld zł pochodzących z różnych źródeł.

Komisja Europejska 19 lutego 2020 r. zaprezentowała „Białą księgę w sprawie sztucznej inteligencji – Europejskie podejście do doskonałości i zaufania”. Zauważa w nim, że AI zmieni nasze życie dzięki poprawie opieki zdrowotnej (np. bardziej precyzyjna diagnostyka, lepsze zapobieganie chorobom), zwiększeniu wydajności rolnictwa, przyczynieniu się do adaptacji do zmiany klimatu i jej łagodzenia, poprawie wydajności systemów produkcji w wyniku konserwacji predykcyjnej, zwiększeniu bezpieczeństwa Europejczyków oraz na wiele innych sposobów<sup>5</sup>. Zwłaszcza w pierwszej części dokumentu KE zwraca uwagę, że „wykorzystanie zdolności UE do inwestowania w technologie i infrastrukturę nowej generacji oraz w kompetencje cyfrowe, takie jak umiejętność korzystania z danych, zwiększy technologiczną suwerenność Europy w zakresie kluczowych technologii wspomagających i infrastruktury gospodarki opartej na danych”.

Technologie wykorzystujące ML znajdują zastosowanie w medycynie – np. automatyczna diagnostyka, transporcie – np. prace nad pojazdami autonomicznymi, usługach komunalnych – prace nad smart city, przemyśle – sterowanie i kontrola produkcji itd. Efektem czego jest wzrost zapotrzebowania na specjalistów ML zarówno ze strony firm, które wykorzystują te technologie, jak i tych, które je tworzą. Również silnie rośnie liczba start-upów, które pracują nad rozwiązaniami wykorzystującymi ML.

<sup>1</sup> AI in Business Gets Real Research Report; MIT Sloan Management Review 2018

<sup>2</sup> Według dr. Andrzeja Wodeckiego (adiunkt na Wydziale Zarządzania Politechniki Warszawskiej), Konferencja Oracle Cloud Day 2019.

<sup>3</sup> Monitoring trendów w innowacyjności, Raport 7, 2019, PARP.

<sup>4</sup> „Polityka Rozwoju Sztucznej Inteligencji w Polsce na lata 2019–2027”.

<sup>5</sup> [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf).



Drugą stroną medalu jest to, że pojęcie ML jest bardzo szerokie i zawiera w sobie mocno interdyscyplinarne podejście do rozwiązywania problemu ML. To natomiast powoduje, że pracodawcom trudno jest w procesie rekrutacji jasno określić, jaką wiedzą i umiejętnościami powinien się legitymować specjalista od ML. Wprowadzenie kwalifikacji ML do ZSK na pewno ułatwi ten proces, w szczególności firmom, które są odbiorcami technologii – nie tworzą jej – ale potrzebują fachowców do jej obsługi i ewentualnego dostosowania jej do ich potrzeb. Wystandaryzowane ramy wiedzy, umiejętności oraz metody ich sprawdzania wspomogą więc rekrutację specjalistów od budowania architektury modeli ML. Wprowadzenie kwalifikacji ML do ZSK powinno również ułatwić politykę edukacyjną państwa polskiego w kształceniu takich specjalistów. Diagnoza stanu obecnego w Polsce, szczególnie w kontekście globalnego wyścigu technologicznego, wskazuje na poważne braki kadrowe, zarówno wśród nauczycieli akademickich, jak i absolwentów uczelni w specjalnościach, na których kształcą się umiejętności podobne do tych opisanych w kwalifikacji<sup>6</sup>. Szacunki dla Polski wskazują, że do 2025 r. potrzebnych będzie 200 tys. specjalistów związanych z technologiami AI, w tym ML. Jako cel wskazuje się też na konieczność powstania 700 kluczowych firm wykorzystujących w swej działalności technologie AI, ML, DL itp.<sup>7</sup>

Kwalifikacja „Budowanie architektury modeli uczenia maszynowego” odpowiada na potrzeby rynkowe, ponieważ naturalnym etapem tworzenia modeli ML jest ich wcześniejsze dokładne zaprojektowanie. Wiele firm potrzebuje więc specjalistów, którzy będą potrafili rozpoznać potrzeby zamawiających i stworzyć na ich podstawie projekt architektury ML tak, by było możliwe zaprogramowanie modelu ML. Dla osoby posiadającej umiejętności profesjonalnego projektowania architektury modeli ML naturalnym uzupełnieniem może być kwalifikacja obejmująca programowanie modeli ML. W praktyce rynkowej wiele osób łączy bowiem kompetencje architekta ML oraz programisty systemów ML. Jest to jednak jedynie możliwość, nie zaś konieczność rynkowa. Na chłonnym rynku ML bardzo potrzebni są zarówno specjaliści budowania architektury modeli ML, jak i ci od ich programowania.

Wzrost nakładów firm inwestujących w rozwiązania ML oraz funduszy inwestowanych w firmy rozwijające technologie ML na świecie jest obecnie na poziomie 5,1 mld dolarów<sup>8</sup> i będzie rósł, pociągając za sobą gwałtowny wzrost popytu na specjalistów ML. Presję na rynek pracy, a także na kształcenie i jego poziom w obszarze ML, mogą wywierać również instytucje publiczne, np. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR), w związku z rosnącą podażą środków na badania w dziedzinie ML, a co za tym idzie koniecznością rekrutacji osób o odpowiednich kwalifikacjach, które mogą brać udział w tego typu projektach. Na unijnym rynku ofert grantowych (w ramach programu Horyzont 2020) widoczny jest trend

<sup>6</sup> „Polityka Rozwoju Sztucznej Inteligencji w Polsce na lata 2019–2027”.

<sup>7</sup> „Polityka Rozwoju Sztucznej Inteligencji w Polsce na lata 2019–2027”.

<sup>8</sup> Według dr. Andrzeja Wodeckiego (adiunkt na Wydziale Zarządzania Politechniki Warszawskiej), Konferencja Oracle Cloud Day 2019.

wzrastającej liczby ofert grantowych, które wymagają umiejętności wykonywania działań w obszarze ML. Wymienione aspekty finansowe generujące silny popyt na pracowników ML są kolejnym, mocnym argumentem przemawiającym za włączeniem kwalifikacji „Budowanie architektury modeli uczenia maszynowego” do ZSK.

**Odniesienie do kwalifikacji o zbliżonym charakterze oraz wskazanie kwalifikacji ujętych w ZRK zawierających wspólne zestawy efektów uczenia się (3000 znaków)**

*Pole obowiązkowe (art. 15 ust. 1 pkt 2 lit. k). Wyjaśnienie, czym kwalifikacja różni się od wybranych kwalifikacji o zbliżonym charakterze. Punktem odniesienia powinny być kwalifikacje funkcjonujące w ZSK. Ponadto wskazanie kwalifikacji wpisanych do ZRK, które zawierają co najmniej jeden taki sam zestaw efektów.*

W praktyce rynkowej wiele osób łączy kompetencje programisty systemów ML oraz architekta ML. Kwalifikacją o zbliżonym charakterze jest więc kwalifikacja rynkowa obejmująca umiejętności programowania modeli ML. Kwalifikacje te są podobne, ponieważ obie dotyczą modeli ML. Różnią się jednak zasadniczo pod względem specyficznych dla każdej z nich efektów uczenia się. Kwalifikacja „Budowanie architektury modeli uczenia maszynowego” obejmuje większy zakres zagadnień teoretycznych z obszaru ML niż kwalifikacja „Programowanie modeli uczenia maszynowego” oraz wiedzę z zakresu statystyki i analizy danych, której w drugiej kwalifikacji brak. Ponadto potwierdza ona umiejętność projektowania architektury ML. Z kolei kwalifikacja obejmująca programowanie modeli ML zawiera specyficzne efekty uczenia się dotyczące zagadnień programistycznych, których brak w kwalifikacji architekta ML. Są to kwalifikacje komplementarne względem siebie i odpowiadają etapom tworzenia modeli ML: projektowaniu i programowaniu.

Kwalifikacja „Budowanie architektury modeli uczenia maszynowego” może zawierać pewne wspólne efekty uczenia się z kwalifikacjami pełnymi, które można uzyskać po ukończeniu kierunków studiów o potencjale AI prowadzonych najczęściej w dziedzinie nauk technicznych (Wydziały Elektroniki i Telekomunikacji, Mechaniczny, Mechatroniki, Matematyki, Fizyki Technicznej, Informatyki Szkół Wyższych Politechnicznych czy też Polsko-Japońskiej Akademii Technik Komputerowych), jednakże coraz częściej pojawiających się także na uczelniach biznesowych (np. Management and Artificial Intelligence – Akademia Leona Koźmińskiego, Neuropsychologia – Uniwersytet SWPS, Kognitywistyka – UW). Zakres kwalifikacji rynkowej różni się jednak zasadniczo od kwalifikacji pełnych, stawiając w głównej mierze na wąsko i konkretnie określone umiejętności zawodowe z zakresu budowania architektury modeli ML.

<https://www.sztucznainteligencja.org.pl/kierunki-studiow-o-potencjale-si/>

**Należy zaznaczyć poniższe pole jeśli dotyczy (pole wprowadzone od 1.09.2019 r.)**

**Kwalifikacja zawiera wspólne lub zbliżone zestawy efektów kształcenia z „dodatkowymi umiejętnościami zawodowymi” w zakresie wybranych zawodów szkolnictwa branżowego**

**[Dodatkowe umiejętności zawodowe](#)**

Należy wybrać z listy „dodatkowe umiejętności zawodowe” (określone w rozporządzeniu MEN z dnia 16 maja 2019 r. w sprawie podstaw programowych kształcenia w zawodach szkolnictwa branżowego oraz dodatkowych umiejętności zawodowych w zakresie wybranych zawodów szkolnictwa branżowego, załącznik Nr 33) zawierające wspólne lub zbliżone zestawy efektów kształcenia z zestawami efektów uczenia się określonymi w kwalifikacji rynkowej.

**Wskazanie „dodatkowych umiejętności zawodowych” w zakresie wybranych zawodów szkolnictwa branżowego zawierających wspólne lub zbliżone zestawy efektów kształcenia**

**(Branża – Zawód – Umiejętność)**

Jeżeli w punkcie 11a udzielono pozytywnej odpowiedzi, to z rozwijanej listy branż, zawodów i dodatkowych umiejętności zawodowych należy wybrać te umiejętności, które zawierają wspólne lub zbliżone zestawy efektów kształcenia z wnioskowaną kwalifikacją

nie dotyczy

**Typowe możliwości wykorzystania kwalifikacji (4000 znaków)**

*Pole obowiązkowe (art. 15 ust. 1 pkt 2) lit. j). Omówienie perspektyw zatrudnienia i dalszego uczenia się, najistotniejszych z punktu widzenia rozwoju osobistego i zawodowego osób zainteresowanych uzyskaniem kwalifikacji.*

Możliwe jest wskazanie przykładowych stanowisk pracy, na które będzie mogła aplikować osoba posiadająca daną kwalifikację.

Osoba posiadająca kwalifikację może znaleźć zatrudnienie w firmach typu: software house, hardware house, startupach technologicznych, bankach, koncernach przemysłowych i elektronicznych, telekomach, koncernach IT, firmach konsultingowych, instytutach badawczych, uczelniach wyższych, agendach rządowych.

**Wymagania dotyczące walidacji i podmiotów przeprowadzających walidację (10000 znaków)**

*Pole obowiązkowe (art. 15 ust. 1 pkt 2) lit. h). Określenie wymagań stanowiących podstawę do przeprowadzania walidacji w różnych instytucjach. Wymagania powinny dotyczyć:*

- *metod stosowanych w walidacji – służących weryfikacji efektów uczenia się wymaganych dla kwalifikacji, ale także (o ile to potrzebne) identyfikowaniu i dokumentowaniu efektów uczenia się;*
- *osób projektujących i przeprowadzających walidację;*
- *sposobu prowadzenia walidacji oraz warunków organizacyjnych i materialnych, niezbędnych do prawidłowego prowadzenia walidacji.*

*Wymagania dotyczące walidacji mogą być wskazane dla pojedynczych zestawów efektów*



uczenia się lub dla całej kwalifikacji.

Wymagania mogą być uzupełnione o dodatkowe wskazówki dla instytucji oraz osób projektujących i przeprowadzających walidację, a także dla osób ubiegających się o uzyskanie kwalifikacji.

## 1. Weryfikacja

### 1.1. Metody

Do weryfikacji efektów uczenia się zawartych w kwalifikacji stosuje się następujące metody:

- test teoretyczny;
- obserwacja w warunkach symulowanych:
  - zadania praktyczne w tym: test błędnego modelu – wskazanie nie działających lub błędnych podejść;
  - studium przypadku: analiza problemów,
  - analiza różnych podejść do projektowania modeli ML;
  - zadanie projektowe: projekt modelu ML wraz z dokumentacją na podstawie zadanych przez komisję wytycznych;
- analiza dowodów i deklaracji, w tym np.: portfolio kandydata (autorskie projekty modeli ML, dowody na programowanie modeli: na serwisie typu GITHUB,; na serwisie typu STACK OVERFLOW, publikacje, w tym pokonferencyjne, wpisy na blogu lub zbliżone, dowody na doradztwo i projektowanie modeli), analiza strategii analitycznej opisaną przez kandydata w języku naturalnym, wraz ze schematami,
- wywiad swobodny lub wywiad ustrukturyzowany (rozmowa z komisją) na temat zaprojektowanego modelu.

### 1.2. Zasoby kadrowe

Komisja walidacyjna składa się z trzech osób.

Przewodniczący komisji musi spełniać następujące warunki:

- autorstwo/współautorstwo co najmniej dwóch publikacji naukowych z ostatnich pięciu lat dotyczących metod ML w punktowanych czasopismach (zamieszczonych w aktualnym wykazie czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych zgodnym z rozporządzeniem ministra nauki i szkolnictwa wyższego);
- min. dwuletnie doświadczenie w przeprowadzaniu egzaminów.

Członkowie komisji muszą spełniać następujące warunki:

- co najmniej od czterech lat wykonywać pracę architektów modeli ML, przy czym jeden z nich musi pełnić funkcję kierowniczą;
- cztery lata doświadczenia w tworzeniu (projektowaniu lub programowaniu) modeli uczenia maszynowego.

### 1.3. Sposób organizacji walidacji oraz warunki organizacyjne i materialne

Instytucja certyfikująca ma obowiązek zapewnić:

- salę do zadań praktycznych oraz rozmowy,
- dostęp do komputera (z oprogramowaniem specjalistycznym wspomagającym projektowanie modeli ML), rzutnika, flipchartu i internetu;

- czasopisma naukowe z dziedziny ML.

## 2. Etapy identyfikowania i dokumentowania

Nie określa się warunków dla etapu identyfikowania i dokumentowania.

### **Propozycja odniesienia do poziomu sektorowych ram kwalifikacji (o ile dotyczy) (1000 znaków)**

*Jeśli ustanowiono w danym sektorze lub branży Sektorową Ramę Kwalifikacji, to wypełnienie tego pola jest obowiązkowe (art. 15 ust. 1 pkt 4). Podaj propozycję odniesienia do poziomu odpowiednich Sektorowych Ram Kwalifikacji, jeśli są one włączone do ZSK.*

nie dotyczy

### **Syntetyczna charakterystyka efektów uczenia się (2000 znaków)**

*Pole obowiązkowe (art. 15 ust. 1 pkt 3) oraz art. 9 ust. 1 pkt 1) lit. a). Zwięzła, ogólna charakterystyka wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych poprzez określenie działań, do których podjęcia będzie przygotowana osoba posiadająca daną kwalifikację.*

*Syntetyczna charakterystyka efektów uczenia się powinna nawiązywać do charakterystyki odpowiedniego poziomu PRK, w szczególności odpowiadać na pytania o przygotowanie osoby posiadającej kwalifikację do samodzielnego działania w warunkach mniej lub bardziej przewidywalnych, wykonywania działania o różnym poziomie złożoności, podejmowania określonych ról w grupie, ponoszenia odpowiedzialności za jakość i skutki działań (własnych lub kierowanego zespołu).*

Osoba posiadająca kwalifikację omawia z interesariuszami cele biznesowe lub naukowe i inne czynniki rzutujące na sposób rozwiązania problemu, odczytuje zamówioną specyfikację systemu, cele działania systemu, określa efekty działania systemu, architekturę ML tak, by było możliwe zaprogramowanie modelu ML. Architekturę modelu projektuje zgodnie z potrzebami zamawiającego. Odczytuje zamówioną specyfikację systemu, cele działania systemu, określa efekty działania systemu. Operacjonalizuje problem i dobiera modele do niego adekwatne. Analizuje wykonalność modelu. Przygotowuje dokumentację wykonawczą modelu ML dla programisty i projektuje testy modelu. Wykonując zadania zawodowe, posługuje się wiedzą z dziedziny u ML oraz statystyki i analizy danych.

### **Wyodrębnione zestawy efektów uczenia się**

*Wykaz zestawów efektów uczenia się wymaganych dla kwalifikacji, zawierający: numer porządkowy (1, 2, ...), nazwy zestawów, orientacyjne odniesienie każdego zestawu do poziomu PRK oraz orientacyjny nakład pracy potrzebny do osiągnięcia efektów uczenia w każdym zestawie.*

*Nazwa zestawu powinna:*

- *nawiązywać do efektów uczenia się wchodzących w skład danego zestawu lub odpowiadać specyfice wchodzących w jego skład efektów uczenia się,*



- być możliwie krótka,
- nie zawierać skrótów,

*gdy jest to możliwe, być oparta na rzeczowniku odczasownikowym, np. „gromadzenie”, „przechowywanie”, „szycie”.*

01. Posługiwanie się wiedzą z dziedziny ML (200 h, 6 PRK)
02. Posługiwanie się wiedzą o interpretowalnym uczeniu maszynowym (IML) oraz o wyjaśnialnych modelach sztucznej inteligencji (XAI) (40 h, 6 PRK)
03. Przygotowanie modelu ML (150 h, 6 PRK)
04. Przygotowanie dokumentacji wykonawczej (100 h, 6 PRK)

Łączna liczba godzin: 490 h

### **Poszczególne efekty uczenia się w zestawach**

*Zestaw efektów uczenia się to wyodrębniona część efektów uczenia się wymaganych dla danej kwalifikacji. Poszczególne efekty uczenia się powinny być wzajemnie ze sobą powiązane, uzupełniające się oraz przedstawione w sposób uporządkowany (np. od prostych do bardziej złożonych).*

*Poszczególne efekty uczenia się są opisywane za pomocą: umiejętności (tj. zdolności wykonywania zadań i rozwiązywania problemów) oraz kryteriów weryfikacji, które doprecyzowują ich zakres oraz określają niezbędną wiedzę i kompetencje społeczne.*

*Poszczególne efekty uczenia się powinny być:*

- jednoznaczne – niebudzące wątpliwości, pozwalające na zaplanowanie i przeprowadzenie walidacji, których wyniki będą porównywalne, oraz dające możliwość odniesienia do poziomu PRK,
- realne – możliwe do osiągnięcia przez osoby, dla których dana kwalifikacja jest przewidziana,
- możliwe do zweryfikowania podczas walidacji,
- zrozumiałe dla osób potencjalnie zainteresowanych kwalifikacją.

*Podczas opisywania poszczególnych efektów uczenia się korzystne jest stosowanie czasowników operacyjnych (np. „rozdziela”, „zasadnia”, „montuje”).*

<b>Zestaw efektów uczenia się:</b>	01. Posługiwanie się wiedzą z dziedziny ML
<b>Umiejętności</b>	<b>Kryteria weryfikacji</b>

<p>Charakteryzuje pojęcia z zakresu uczenia maszynowego (machine learning – ML)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– omawia zagadnienie ML;</li> <li>– omawia zastosowania i możliwości implementacji ML w wybranych domenach problemowych (np. rozpoznawanie mowy);</li> <li>– omawia zastosowania i możliwości implementacji ML w wybranych obszarach (np. gałęzie gospodarki, sektory, obszary badań);</li> <li>– wyjaśnia różnice pomiędzy różnymi rodzajami zadań ML (np.: klasyfikacja, regresja, klastrowanie, redukcja wymiarowości, wykrywanie anomalii, optymalizacja);</li> <li>– omawia mocne i słabe strony metod/popularnych algorytmów ML (np.: klastrowanie metodą k-średnich, random forest, SVM, sieci neuronowe, XGBoost, SVD/PCA, optymalizacyjne);</li> <li>– wyjaśnia różnice pomiędzy strategiami uczenia się: modele nadzorowane/nienadzorowane/uczenie przez wzmocnienie;</li> <li>– omawia mocne i słabe strony metod uwzględniających wiele algorytmów (ensemble methods) i podaje przykłady takich metod;</li> <li>– omawia mocne i słabe strony algorytmów typu AutoML;</li> <li>– omawia pojęcia overfitting i underfitting;</li> <li>– omawia mocne i słabe strony miary oceny jakości modeli (np.: krzywa ROC, AUC, <math>R^2</math>);</li> <li>– omawia mocne i słabe strony strategii kontroli jakości algorytmu ML (np.: warianty resampling-u: krosvalidacja, out-of-bag bootstrap, subsampling/krosvalidacja Monte-Carlo);</li> <li>– omawia zagadnienie logiki rozmytej w ujęciu uczenia maszynowego.</li> </ul>
<p>Omawia pojęcia z zakresu statystyki i analizy danych potrzebne w budowaniu architektury modeli uczenia maszynowego</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wyjaśnia wzajemną relację pojęć: uczenie maszynowe, głębokie sieci neuronowe, statystyka, sztuczna inteligencja;</li> <li>– omawia pojęcia związane z typem i możliwościami przygotowania danych: dane ustrukturyzowane, nieustrukturyzowane, preprocessing, encoding, dane testowe/treningowe;</li> <li>– omawia zastosowanie technik/algorytmów statystycznych w uczeniu maszynowym, w tym modele regresyjne, wnioskowanie bayesowskie.</li> </ul>
<p><b>Zestaw efektów uczenia się:</b></p>	<p>02. Posługiwanie się wiedzą o interpretowalnym uczeniu maszynowym (IML) oraz o wyjaśnialnych modelach sztucznej inteligencji (XAI)</p>
<p><b>Umiejętności</b></p>	<p><b>Kryteria weryfikacji</b></p>

Charakteryzuje zasady budowania interpretowalnych modeli maszynowych (IML) oraz wyjaśnialnych modeli sztucznej inteligencji (XAI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– omawia sposoby określenia, które dane i w jaki sposób zaważyły na decyzjach podjętych przez model IML;</li> <li>– omawia sposoby określenia, które dane i w jaki sposób zaważyły na decyzjach podjętych przez model XAI;</li> <li>– omawia znaczenie parametrów feature importance;</li> <li>– omawia znaczenie relacji zmiennej w modelu.</li> </ul>
Charakteryzuje zasady IML	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wymienia zasady IML;</li> <li>– omawia rolę stosowania zasad IML w odniesieniu do etyki biznesowej.</li> </ul>
Charakteryzuje zasady XAI	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wymienia zasady XAI;</li> <li>– omawia rolę stosowania zasad XAI w odniesieniu do etyki biznesowej.</li> </ul>
<b>Zestaw efektów uczenia się:</b>	03. Przygotowanie modelu uczenia maszynowego
<b>Umiejętności</b>	<b>Kryteria weryfikacji</b>
<b>Prowadzi wywiad techniczny z klientem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– pozyskuje informacje na temat dostępnych danych i ich typów;</li> <li>– ustala warunki techniczne realizacji zamówienia m.in. kryteria odbioru, format przekazania zamówienia;</li> <li>– identyfikuje typ problemu na podstawie zamówienia od klienta;</li> <li>– szacuje wykonalność projektu na podstawie próbek danych.</li> </ul>
<b>Analizuje wykonalność modelu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– określa efekty działania modelu na podstawie specyfikacji;</li> <li>– określa ilość, jakość i użyteczność danych;</li> <li>– weryfikuje dane pod kątem możliwości ich wykorzystania;</li> <li>– identyfikuje problemy, do których całkowicie wystarczające jest zastosowanie algorytmiki lub dostępnych gotowych rozwiązań chmurowych;</li> <li>– podejmuje decyzje o wykonalności/niewykonalności zlecenia.</li> </ul>
<b>Projektuje rozwiązania</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– proponuje sposoby przygotowania danych do modelu;</li> <li>– przedstawia strategię podziału zbioru danych na część uczącą i część testową;</li> <li>– przedstawia wady i zalety przygotowanych rozwiązań;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wybiera optymalny model;</li> <li>– proponuje sposoby optymalizacji modelu (np. hiperparametry, optymalizator funkcji kosztu);</li> <li>– porównuje miary oceny skuteczności zaproponowanych modeli;</li> <li>– reaguje na problemy i modyfikuje architekturę systemu zgodnie z wybranym metodyką (np. CRSIP-DM, ASUM-DM).</li> </ul>
<b>Zestaw efektów uczenia się:</b>	04. Przygotowanie dokumentacji wykonawczej
<b>Umiejętności</b>	<b>Kryteria weryfikacji</b>
Przygotowuje dokumentację wykonawczą architektury modelu	<ul style="list-style-type: none"> <li>– przygotowuje schemat modelu m.in. architektura sieci;</li> <li>– przygotowuje rekomendacje dotyczące architektury danych, sieci;</li> <li>– przygotowuje rekomendacje możliwych rozwiązań funkcjonalnych.</li> </ul>
Przygotowuje dokumentację i plan testów	<ul style="list-style-type: none"> <li>– opisuje zakres i cele testów modelu architektury;</li> <li>– opisuje możliwości zmiany zestawów hiperparametrów modelu;</li> <li>– opisuje zbiory danych przeznaczonych do testów.</li> </ul>
<b>Wnioskodawca</b>	
<i>Pole obowiązkowe (art. 83 ust. 1 pkt 7). Z listy rozwijanej w formularzu w ZRK należy wybrać podmiot wnioskodawcy.</i>	
–	
<b>Minister właściwy</b>	
<i>Pole obowiązkowe (art. 16 ust. 1). Należy wskazać odpowiedniego ministra, który zdaniem wnioskodawcy jest właściwy do rozpatrzenia wniosku i po włączeniu kwalifikacji do ZSK powinien odpowiadać za kwalifikację.</i>	
minister cyfryzacji	
<b>Okres ważności dokumentu potwierdzającego nadanie kwalifikacji i warunki przedłużenia jego ważności (2000 znaków)</b>	
<i>Pole obowiązkowe (art. 15 ust. 1 pkt 2) lit. b). W przypadku kwalifikacji nadawanej na czas określony wskaż, po jakim czasie konieczne jest odnowienie ważności kwalifikacji oraz określ warunki, jakie muszą być spełnione, aby ważność dokumentu została przedłużona.</i>	
bezterminowo	

**Nazwa dokumentu potwierdzającego nadanie kwalifikacji**

*Pole obowiązkowe (art. 15 ust. 1 pkt 2) lit. b). Np. dyplom, świadectwo, certyfikat, zaświadczenie.*

Certyfikat

**Uprawnienia związane z posiadaniem kwalifikacji (2500 znaków)**

*Pole obowiązkowe (art. 15 ust. 1 pkt 2) lit. e). Podaj, o jakie uprawnienia może się ubiegać osoba po uzyskaniu kwalifikacji. Jeśli z uzyskaniem kwalifikacji nie wiąże się uzyskanie uprawnień, należy wpisać "Nie dotyczy".*

Nie dotyczy

**Kod dziedziny kształcenia**

*Pole obowiązkowe (art. 15 ust. 1 pkt. 7). Kod dziedziny kształcenia, o którym mowa w przepisach wydanych na podstawie art. 40 ust. 2 ustawy z dnia 29 czerwca 1995 r. o statystyce publicznej (Dz. U. z 2012 r. poz. 591, z późn. zm.).*

52 Inżynieria i technika

**Kod PKD**

*Pole obowiązkowe (art. 15 ust. 1 pkt 7). Kod Polskiej Klasyfikacji Działalności (PKD).*

PKD 62.09.Z – Pozostała działalność usługowa w zakresie technologii informatycznych i komputerowych