

04.05.2020

Opis zakończony, po konsultacjach wewnętrznych w IBE

Opisywanie kwalifikacji rynkowej – formularz

Opis kwalifikacji rynkowej (nazwa kwalifikacji)

Programowanie 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.

Typ wniosku
Wniosek o włączenie kwalifikacji do ZSK
Nazwa kwalifikacji (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> – jednoznacznie identyfikować kwalifikację, – różnić się od nazw innych kwalifikacji, – różnić się od nazwy zawodu, stanowiska pracy lub tytułu zawodowego, uprawnienia, – być możliwie krótka, – nie zawierać skrótów, – być oparta na rzeczowniku odczasownikowym, np. „gromadzenie”, „przechowywanie”, „szycie”.
Programowanie modeli uczenia maszynowego (machine learning)
Skrót nazwy (150 znaków)

Pole nieobowiązkowe.

Programista 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 samodzielnie programuje model ML (machine learning) zgodnie z dokumentacją wykonawczą modelu ML. Dobiera odpowiedni framework i inne narzędzia potrzebne do zaprogramowania modelu. Analizuje dokumentację projektową i wykonuje działania na podstawie instrukcji zawartych w projekcie stworzonym przez architekta ML. Implementuje i testuje model. Tworzy dokumentację kodu. Przekazuje zaprogramowany model innym specjalistom w standaryzowanym formacie, zapewnia interfejs programistyczny aplikacji (np. typu rest lub mobilny). Stosuje zasady porządkowania kodu. Wykonując zadania zawodowe, posługuje się wiedzą z dziedziny ML oraz wiedzą programistyczną.

Osoba posiadająca kwalifikację może znaleźć zatrudnienie w start-upach technologicznych, bankach, koncernach przemysłowych i elektronicznych, telekomach, koncernach IT (Information Technology), firmach konsultingowych, instytutach badawczo-rozwojowych, uczelniach wyższych, agendach rządowych, na przykład jako: programista systemów ML; doradca technologiczny; konsultant technologiczny; pracownik działu badań, rozwoju i wdrożeń w firmach typu: software house, hardware house.

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.

360 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.

Następujące grupy osób mogą być szczególnie zainteresowane uzyskaniem kwalifikacji:

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

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

x 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

Technik informatyk 351203

Technik programista 351406

INF.03. Tworzenie i administrowanie stronami i aplikacjami internetowymi oraz bazami danych

INF.04. Projektowanie, programowanie i testowanie aplikacji

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 IV poziomem PRK

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 IV poziomem PRK
- Oświadczenie o znajomości min. jednego języka programowania umożliwiającego programowanie modeli ML, np. Python, Java, R, C++

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 wydobywania 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 uważa¹. Według firmy badawczej International Data Corporation (IDC) globalne wydatki na technologie AI (Artificial Intelligence), 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 dolarów². 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 dolarów³. 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”⁴. 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 sposobów⁵. 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”.

¹ AI in Business Gets Real Research Report; MIT Sloan Management Review 2018

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

³ Monitoring trendów w innowacyjności, Raport 7 2019, PARP.

⁴ „Polityka Rozwoju Sztucznej Inteligencji w Polsce na lata 2019–2027”.

⁵ https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf.

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 tego jest wzrost zapotrzebowania na specjalistów ML zarówno ze strony firm, które wykorzystują te technologie, jak i tych, które je tworzą. Również szybko rośnie liczba start-upów, które pracują nad rozwiązaniami wykorzystującymi ML.

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 wiedzę i umiejętności 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 kształci się umiejętności podobne do tych opisanych w kwalifikacji⁶. Szacunki dla Polski wskazują, że do roku 2025 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.⁷

Kwalifikacja „Programowanie modeli uczenia maszynowego (machine learning)” odpowiada na potrzeby rynkowe, ponieważ niezbędnym etapem tworzenia modeli ML jest ich zaprogramowanie. Wiele firm potrzebuje więc specjalistów, którzy znając języki programowania, np. Python, Java, R czy C++, potrafią implementować model ML zgodnie z potrzebami zamawiających, korzystając przy tym ze stworzonej przez architekta ML dokumentacji wykonawczej. Dla osoby posiadającej te umiejętności naturalnym uzupełnieniem może być kwalifikacja obejmująca budowanie architektury modeli ML. W praktyce rynkowej wiele osób łączy bowiem kompetencje programisty systemów ML oraz architekta ML. Jest to jednak jedynie możliwość, nie zaś konieczność rynkowa. Na chłonnym rynku ML bardzo potrzebni są zarówno specjaliści od programowania ML, jak i architekci ML.

Wzrost nakładów firm inwestujących w rozwiązania ML oraz funduszy inwestowanych w firmy rozwijające technologie ML na świecie jest obecnie na poziomie 5,1 mld dolarów⁸ i będzie

⁶ „Polityka Rozwoju Sztucznej Inteligencji w Polsce na lata 2019–2027”.

⁷ „Polityka Rozwoju Sztucznej Inteligencji w Polsce na lata 2019–2027”.

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

rósł, pociągając za sobą gwałtowny wzrost popytu na specjalistów ML. Presję na rynek pracy, a także na kształcenie i jego poziom w obszarze ML, będą wywierać również instytucje publiczne, np. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR), 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 uniijnym rynku ofert grantowych (w ramach programu Horyzont 2020) widoczny jest trend 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 „Programowanie modeli uczenia maszynowego (machine learning)” 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 budowania architektury modeli ML. Kwalifikacje te są podobne, ponieważ obie dotyczą obszaru ML. Różnią się jednak zasadniczo pod względem specyficznych dla każdej z nich efektów uczenia się. Kwalifikacja „Programowanie modeli uczenia maszynowego” zawiera efekty uczenia się dotyczące zagadnień programistycznych, których brak w kwalifikacji architekta ML. Z kolei kwalifikacja „Budowanie architektury modeli uczenia maszynowego” obejmuje większy zakres zagadnień teoretycznych z obszaru ML oraz wiedzę z zakresu statystyki i analizy danych, której w kwalifikacji programisty ML brak. Są to kwalifikacje komplementarne względem siebie i odpowiadają etapom tworzenia modeli ML: projektowaniu i programowaniu.

Ponadto kwalifikacja „Programowanie modeli uczenia maszynowego” może zawierać pewne wspólne efekty uczenia się z kwalifikacjami pełnymi takimi jak studia I i II stopnia na kierunkach: informatyka, matematyka stosowana. Zakres kwalifikacji rynkowej różni się jednak zasadniczo od kwalifikacji pełnych, stawiając w głównej mierze na wąsko i konkretnie określone umiejętności zawodowej z zakresu programowania modeli ML.

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

X 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

BRANŻA TELEINFORMATYCZNA (INF)

- 4. Eksploatacja baz danych
- 7. Programowanie w języku Python
- 9. Tworzenie i testowanie aplikacji

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 jako:

- programista systemów ML;
- doradca technologiczny; konsultant technologiczny;
- pracownik działu badań, wdrożeń i rozwoju w firmach typu: software house, hardware house, start-upy technologiczne, banki, koncerny przemysłowe i elektroniczne, telekomy, koncerny IT, firmy konsultingowe, instytuty badawcze, uczelnie wyższe, agendy rządowe.

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: zaprogramowanie modelu na podstawie wytycznych od komisji/projektu architektury ML; test błędnego modelu – wskazanie niedziałających lub błędnych podejść;
 - studium przypadku: analiza problemów;
- analiza dowodów i deklaracji, w tym np.: portfolio kandydata (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), zaprogramowany model ML na podstawie wytycznych od komisji; dokumentacja kodu;
- wywiad swobodny lub wywiad ustrukturyzowany (rozmowa z komisją) na temat zaprogramowanego modelu.

1.2. Zasoby kadrowe

Komisja walidacyjna składa się z trzech osób.

Przewodniczący komisji musi spełniać następujące warunki:

- być autorem/ką lub współautorem/ką 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/programistów modeli ML, przy czym jeden z nich musi pełnić funkcję kierowniczą;

- cztery lata doświadczenia w tworzeniu (projektowaniu i programowaniu) modeli ML.

1.3. Sposób organizacji walidacji oraz warunki organizacyjne i materialne

Instytucja certyfikująca ma obowiązek zapewnić:

- salę do zadań praktycznych oraz rozmowy, warunki umożliwiające programowanie modeli ML), rzutnik, flipchart i komputer z dostępem do internetu.

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 samodzielnie programuje model ML zgodnie z dokumentacją wykonawczą modelu ML. Dobiera odpowiedni framework i inne narzędzia potrzebne do zaprogramowania modelu. Analizuje dokumentację projektową i wykonuje działania na podstawie instrukcji zawartych w projekcie stworzonym przez architekta ML. Implementuje i testuje model. Tworzy dokumentację kodu. Przekazuje zaprogramowany model innym specjalistom w standaryzowanym formacie, zapewnia interfejs programistyczny aplikacji (np. typu rest lub mobilny). Stosuje zasady porządkowania kodu (np. wg systemu Python Enhancement Proposals – PEP). Wykonując zadania zawodowe, posługuje się wiedzą z dziedziny ML oraz wiedzą programistyczną.

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. Podstawy teoretyczne implementacji ML (120 h, 5 PRK)

02. Implementacja modelu ML (200 h, 6 PRK)

03. Posługiwanie się wiedzą o interpretowalnym uczeniu maszynowym (IML) oraz o wyjaśnialnych modelach sztucznej inteligencji (XAI) (40 h, 6 PRK)

łącznie: 360 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. „rozdzielić”, „uzasadniać”, „montować”).

Zestaw efektów uczenia się:

01. Podstawy teoretyczne implementacji ML

Umiejętności	Kryteria weryfikacji
Charakteryzuje pojęcia z zakresu ML	– omawia zagadnienie ML; – omawia pojęcia overfitting i underfitting.
Posługuje się wiedzą programistyczną	– omawia mocne i słabe strony różnych języków programowania; – porównuje różne języki programowania pod kątem możliwości ich wykorzystania do implementacji algorytmów ML; – omawia wybrane frameworki, które są możliwe do zastosowania w ML (np. Scikitlearn, mlr3, caret, mahout)
Omawia gotowe algorytmy ML w wybranych językach programowania	– omawia możliwości implementacji algorytmów ML (np.: klastrowanie metodą k-średnich, random forest, Support Vector Machines – SVM, sieci neuronowe, XGBoost, SVD/PCA, optymalizacyjne) w wybranym języku programowania; – omawia możliwości implementacji metod uwzględniających wiele algorytmów (ensemble methods) i podaje przykłady takich metod; – omawia możliwości implementacji algorytmów typu AutoML; – omawia możliwości implementacji miar ocen jakości modeli (np.: krzywa ROC, AUC, R^2); – omawia możliwości implementacji strategii kontroli jakości algorytmu ML (np.: warianty resampling-u: krosvalidacja, out-of-bag bootstrap, subsampling/krosvalidacja Monte-Carlo); – omawia pojęcia związane z typem i możliwościami przygotowania danych: dane ustrukturyzowane, nieustrukturyzowane, preprocessing, encoding, dane testowe/treningowe; – omawia zastosowanie technik/algorytmów statystycznych w uczeniu maszynowym, w tym modele regresyjne, klasyfikatory bayesowskie.
Zestaw efektów uczenia się:	02. Implementacja modelu ML
Umiejętności	Kryteria weryfikacji
Posługuje się dokumentacją modelu	– analizuje dokumentację modelu przygotowaną przez architekta systemów ML; – identyfikuje niejasności i braki w dokumentacji; – podaje przykłady informacji, które powinien uzyskać od architekta.

Programuje model ML	– dobiera frameworki i inne narzędzia potrzebne do zaprogramowania modelu ML; – wykonuje projekt w wybranym języku programowania; – dokumentuje kod w wybranym języku naturalnym.
Testuje zaprogramowany model ML	– uruchamia model ML zgodnie z zaleceniami z dokumentacji; – raportuje efekty wykonania modelu; – wprowadza modyfikacje kodu zgodnie z wynikami testów modelu.
Przygotowuje zaprogramowany model do użytku	– buduje API dla modelu; – przygotowuje dokumentację techniczną kodu wykonawczego modelu ML.
Zestaw efektów uczenia się:	03. Posługiwanie się wiedzą o interpretowalnym uczeniu maszynowym (IML) oraz o wyjaśnialnych modelach sztucznej inteligencji (XAI)
Umiejętności	Kryteria weryfikacji
Charakteryzuje zasady budowania interpretowalnych modeli maszynowych (IML) oraz wyjaśnialnych modeli sztucznej inteligencji (XAI)	– omawia sposoby określenia, które dane i w jaki sposób zaważyły na decyzjach podjętych przez model IML; – omawia sposoby określenia, które dane i w jaki sposób zaważyły na decyzjach podjętych przez model XAI; – omawia znaczenie parametrów feature importance; – omawia znaczenie relacji zmiennej w modelu.
Charakteryzuje zasady IML	– wymienia zasady IML; – omawia rolę stosowania zasad IML w odniesieniu do etyki biznesowej.
Charakteryzuje zasady XAI	– wymienia zasady XAI; – omawia rolę stosowania zasad XAI w odniesieniu do etyki biznesowej.
Wnioskodawca <i>Pole obowiązkowe (art. 83 ust. 1 pkt 7). Z listy rozwijanej w formularzu w ZRK należy wybrać podmiot wnioskodawcy.</i>	
–	

Minister właściwy

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.

minister cyfryzacji

Okres ważności dokumentu potwierdzającego nadanie kwalifikacji i warunki przedłużenia jego ważności (2000 znaków)

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.

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