

Podsumowanie konsultacji opisu kwalifikacji

Nr 28 Programowanie sieci głębokiego uczenia maszynowego

Przeprowadzonych w ramach umowy nr 53/2020 z 28.02.2020

Część 1. Analiza kwalifikacji – tabela szczegółowa

Lp.	Wybrane pole wniosku	Zapis budzący wątpliwość wraz z propozycją zmiany (recenzenci)	Uwaga – uzasadnienie (recenzenci)	Odniesienie się do uwag (zespół ekspercki)
1.	Nazwa kwalifikacji	Recenzent 1 -		
		Recenzent 2 Programowanie sieci głębokiego uczenia maszynowego (deep learning)	Określenie 'Programista głębokich sieci' można rozumieć przynajmniej na dwa sposoby i z opisu kwalifikacji nie wynika które interpretacji dotyczy ta kwalifikacja. Jedna możliwa interpretacja to, że programista składa sieci głębokie z gotowych klocków dostępnych w określonych frameworkach (np pytorch). W tym przypadku zadań	Kwalifikacja dotyczy obu tych opcji. Uważamy, że nazwa kwalifikacji sugeruje obydwie interpretacje. Osoba posiadająca kwalifikację będzie musiała się odnaleźć w każdej z opisanych przez recenzenta sytuacji. Uwaga nieuwzględniona.

			programistycznych nie ma zbyt wiele, ale ważna jest znajomość określonych frameworków. Druga możliwa interpretacja to programista który w Pythonie, C++, java czy innym języku implementuje „od zera” głęboką sieć razem z mechanizmem trenowania sieci. Ta opcja wymaga zdecydowanie większych umiejętności programistycznych, ale też wydaje się że zapotrzebowanie na nią jest znacznie mniejsze. Zdecydowana większość sieci jest oparta o gotowe frameworki. Tak czy inaczej, w opisie specjalizacji powinna zostać sprecyzowane czy chodzi o programistę budującego sieć w określonych frameworkach czy takiego który ma to zrobić od podstaw (i też znacznie lepiej rozumieć mechanizmy rozpraszania obliczeń, kwestię architektury sprzętowej GPU/TPU) Określenie 'głębokiego uczenia maszynowego' to sklejenie	
--	--	--	---	--

			dwóch funkcjonujących określeń, 'głębokie uczenie' dotyczące głębokich sieci i 'uczenie maszynowe'. Nie jest jasne czy 'głębokiego uczenia maszynowego' jest czymś innym niż 'głębokiego uczenia'. Lepiej pozostać przy popularnie stosowanych określeniach. Skrót nazwy 'Programista DL' zawiera skrót nazwy angielskiej 'deep learning' co źle wygląda i nie jest potrzebne. Można zastąpić skrót określeniem „Programista głębokich sieci”	Odnosnie do nazw angielskich – postulujemy pozostanie przy tej wersji. Dominującym językiem dla dziedziny jest język angielski. Wprowadzenie polskich odpowiedników mogłoby wprowadzić nieporozumienia związane z ich interpretacją. Uwaga nie została uwzględniona. Ze względu na dokumentację zamówienia proponuje się pozostanie przy pierwotnej nazwie, jednak podmiot składający wniosek o wpisanie kwalifikacji do rejestru może uznać za stosowane zmienić nazwę na: „Programista głębokich sieci”. Uwaga nieuwzględniona.
2	Krótką charakterystyką kwalifikacji oraz orientacyjny koszt uzyskania dokumentu potwierdzającego otrzymanie danej kwalifikacji	Recenzent 1 W opisie zostało zdefiniowane, że osoba posiadająca kwalifikację może być audytorem systemów DL. Sądzę, że to jednak zbyt wysokie wymaganie dla kwalifikacji, którą odczytuje jako opis młodszego specjalisty DL.		Zgadzam się z sugestią. Usunęliśmy z formularza zapis „audytor systemów DL”. Uwaga uwzględniona.



		Proponuję wykreślić stwierdzenie „audytor systemów DL” Kwota 4500 zł w żaden sposób nie jest uzasadniona. Nie wiadomo z czego wynika. Trudno się zatem do tej kwoty merytorycznie odnieść. Podobnie jest w przypadku orientacyjnego nakładu pracy - liczba godzin nie jest w żaden sposób uzasadniona. Zwróciłbym jeszcze uwagę na to, że skoro osoba taka programuje, złożone, głębokie modele, to zgodnie z reguła KISS (keep it simple, stupid), powinna też umieć programować prostsze modele Ucznia Maszynowego. Zatem programista modeli DL jest rozszerzeniem programisty modeli ML o dodatkową wiedzę z zakresu DL. Brakuje mi stwierdzenia, że programista DL to rozszerzenie kwalifikacji „Programowanie modeli uczenia maszynowego.”		Nie zgadzamy się z subiektywną oceną recenzenta dotyczącą kosztów kwalifikacji i liczby godzin. Koszt uzyskania certyfikatu został zaproponowany w oparciu o następujące kategorie: wynagrodzenie członków komisji projektującej walidację, wynagrodzenie członków komisji walidacyjnej, koszt wynajmu pomieszczeń itd. Jest to orientacyjny koszt uzyskania kwalifikacji i może się zmieniać. Orientacyjny nakład pracy szacowany był w oparciu o studia podyplomowe. Natomiast rzeczywisty czas zależy od indywidualnych możliwości osoby przystępującej do walidacji. Uwagi nieuwzględnione. Zgodnie z opisem kwalifikacji architekt dobiera metodę „adekwatną” – zatem uwaga ta nie stosuje się. Uwaga nieuwzględniona.
--	--	--	--	---

		Recenzent 2 Koszt 4500zł	Brak uzasadnienia skąd ten koszt. Poza tym: - w opisie nie jest jasne czy określenie „implementuje i testuje sieć” dotyczy generycznej sieci która będzie trenowana na różnych danych. W tym przypadku testowanie sieci dotyczy testowania procesu trenowania sieci. Czy też chodzi o konkretną wytrenowaną sieć neuronową. W tym przypadku testowanie sieci oznacza weryfikację jak dobra jest określona, konkretna, wytrenowana sieć. - Kolokwialne określenie „pakuje sieć w API” lepiej zastąpić bardziej precyzyjnym opisem o jakie API chodzi, czy kwestia dostępności przez serwisy	Koszt uzyskania certyfikatu został zaproponowany w oparciu o następujące kategorie: wynagrodzenie członków komisji projektującej walidację, wynagrodzenie członków komisji walidacyjnej, koszt wynajmu pomieszczeń itd. Jest to orientacyjny koszt uzyskania kwalifikacji i może się zmieniać. Uwaga nieuwzględniona. Zamieniliśmy w formularzu zapis: „implementuje i testuje sieć” na zapis: <u>„implementuje i testuje generyczną sieć, która będzie trenowana na danych”</u>. Uwaga uwzględniona.

			typu REST czy o transfer na konkretne urządzenie (np. mobilne). 'Zasady porządkowania kodu' to mało precyzyjny opis. Jeżeli chodzi o standardy czystego kodu stosowane w inżynierii oprogramowania to warto wskazać o jakie zasady chodzi (można wskazać np. książkę Clean Code)	<u>Dziękujemy recenzentowi za wychwycenie oczywistego kolokwializmu.</u> Zamieniliśmy w formularzu zapis: „pakuje się w API” na zapis: „zapewnia interfejs programistyczny aplikacji (np. typu rest lub mobilny)”. Uwaga uwzględniona. Zamieniliśmy w formularzu zapis: „Zasady porządkowania kodu” na zapis: „Zasady porządkowania kodu (np. wg Clean Code)”. Uwaga uwzględniona.
3.	Grupy osób, które mogą być zainteresowane uzyskaniem kwalifikacji	Recenzent 1 - Recenzent 2 pracownicy dużych firm technologicznych	Czy pracownicy małych firm technologicznych nie będą zainteresowani?	Oczywiście również oni mogą być zainteresowani. To pole nie stanowi wyczerpującego katalogu osób zainteresowanych. Uwaga nieuwzględniona.

4.	Wymagane kwalifikacje poprzedzające	Recenzent 1 -		
		Recenzent 2 Kwalifikacja pełna z VI poziomem Polskiej Ramy Kwalifikacji	Jeżeli dobrze rozumiem to kwalifikacja VI odpowiada tytułowi inżyniera/licencjata. Jeżeli tak to trzeba określić w jakim zakresie, czy chodzi o inżyniera/licencjata, informatyki czy też dowolnego	Wykształcenie to nie tylko rzemieślnicze umiejętności, lecz także umiejętność uczenia się i rozwiązywania problemu. Zakłada się, że „Kwalifikacja pełna z VI poziomem Polskiej Ramy Kwalifikacji” jest wystarczającym wymogiem. Uwaga nieuwzględniona.
5.	W razie potrzeby warunki, jakie musi spełniać osoba przystępująca do walidacji:	Recenzent 1 -		
		Recenzent 2	To pole zostało chyba omyłkowo skopiowane z wiersza 21. Czy w tym miejscu powinno znaleźć się umiejętność programowania?	Nie, to pole powinno pozostać w takiej wersji jak we wniosku. Uwaga nieuwzględniona.
6.	Zapotrzebowanie na kwalifikację	Recenzent 1	Opis ten jest bardzo podobny do opisu adekwatnych kwalifikacji z zakresu Sztucznej Inteligencji i Głębokiego Uczenia Maszynowego (patrz: dyskusja w części „inne uwagi”). To pokazuje jak podobne do siebie są te kwalifikacje. Wskazuje to na potencjalną nadmiarowość kwalifikacji dotyczących głębokiego uczenia maszynowego i Sztucznej Inteligencji.	Zgadzamy się z opinią recenzenta. Uwaga uwzględniona.

		Recenzent 2	Za każdym razem gdy pojawiają się skróty (ML/AI/R&D) powinny najpierw się pełne nazwy. W tej chwili w opisie przemieszane są polskie skróty (np. SI) z angielskimi skrótami opisującymi tą samą rzecz (np. AI). Zamiast R&D można spokojnie pisać B+R (od Badania i Rozwój).	Odniesienie do nazw angielskich – postulujemy pozostanie przy tej wersji. Dominującym językiem dla dziedziny jest język angielski. Wprowadzenie polskich odpowiedników mogłoby wprowadzić nieporozumienia związane z ich interpretacją. Uwaga częściowo uwzględniona.
7.	Odniesienie do kwalifikacji o zbliżonym charakterze oraz wskazanie kwalifikacji ujętych w ZRK zawierających wspólne zestawy efektów uczenia się	Recenzent 1 W przypadku pozostawienia kwalifikacji „Programowanie modeli uczenia maszynowego”, należy w tym punkcie koniecznie wskazać, że są to kwalifikacje o bardzo zbliżonym charakterze. Być może nawet, jak wykazuję w dyskusji w części „inne uwagi”, są to nawet tożsame kwalifikacje. Wymaga to na pewno uporządkowania. W przypadku głębokiego uczenia maszynowego, należy wskazać, że rozpatrywana kwalifikacja jest powiązana z kwalifikacją Programowanie modeli uczenia maszynowego, w taki sposób, że		Wszystkie pięć opisywanych kwalifikacji ma zbliżony w pewnym sensie charakter – problem ten został opisany w uwagach ogólnych w dalszej części dokumentu.



		głębokie uczenie maszynowe jest poddziedziną uczenia maszynowego. Więcej o tym w dyskusji w części „Inne uwagi”.		
	Recenzent 2 W praktyce rynkowej wiele osób łączy kompetencje programisty systemów DL oraz architekta DL.	Zgadzam się ze zdaniem, że w praktyce rynkowej wiele osób łączy kompetencje programisty i architekta. Wynika to z faktu, że systemy AI/ML są zazwyczaj budowane z użyciem zwinnych metodyk gdzie rozróżnienie pomiędzy projektem architektury a implementacją nie jest wyraźne. W klasycznej inżynierii oprogramowania wyróżnia się role architekta systemu (najczęściej pojedyncze osoby) oraz programistów (często duże zespoły). Architekt nakreśla projekt którego realizacja może wymagać dziesiątek osobomiesięcy pracy programistów.	Zgadzamy się z opinią recenzenta. Uważamy, że z punktu widzenia podziału efektów uczenia się – każda z tych opcji jest poprawna (a nawet możliwe są warianty kombinowane). Podmiot składający wniosek o wprowadzenie wytworzonych opisów do rejestru powinien podjąć świadomą decyzję, który z wariantów wybiera, opierając się na analizie rynku i planowanym modelu biznesowym procesu walidacji i certyfikacji. Uwaga częściowo uwzględniona.	

			W przypadku obszaru AI/ML specyfika pracy jest inna. Poza nielicznymi wąskimi zastosowaniami, zazwyczaj budowanie sieci to składanie z gotowych komponentów wielu różnych wariantów sieci/różnych modeli. Z tego powodu sugeruję połączenie obu kwalifikacji (programisty DL i architekta DL) lub wyraźniejsze określenie różnic pomiędzy tymi kwalifikacjami.	
8.	Typowe możliwości wykorzystania kwalifikacji	Recenzent 1 Należy usunąć punkt „audytor systemów DL”	Audytor systemów DL sprawdza też poprawność zaprojektowanych algorytmów, a to wykracza poza tę kwalifikację.	Zgadzamy się z opinią recenzenta, usunęliśmy z formularza zapis: „audytor systemów DL”. Uwaga uwzględniona.
		Recenzent 2 -		
9.	Wymagania dotyczące walidacji i podmiotów przeprowadzających walidację	Recenzent 1 -		



		Recenzent 2 - 1. konto kandydatki/kandydata na <i>GITHUBie</i>, architektura: aktywność na portalach typu STACK OVERFLOW, 2. czasopisma naukowe z dziedziny ML i DL.	Ad 1. Serwisy typu GitHub mogą być modne w jednym roku a niemodne za dwa lata (patrz GitLab, SVN itp). Lepiej w tym miejscu opisać co będzie analizowane (wytrenowane modele, opisy przypadków użycia, kody źródłowe) a nie miejsce w którym te artefakty będą przechowywane. Tym bardziej, że praktycy pracujący w formach AI/ML rzadko umieszczają kody na publicznych repozytoriach GitHuba. Ad 2. Jeżeli chodzi o czasopisma to należy wymienić albo liczbę albo wskazać czasopisma z nazwy. Wszystkich czasopism ML/AI jest bardzo wiele, większość płatna i wątpię by którakolwiek instytucja była w stanie zapewnić dostęp do wszystkich.	Dodaliśmy w formularzu zapis: „na serwisie typu GITHUB”. Uwaga uwzględniona. Uważamy, że zapis „czasopisma naukowe z dziedziny ML i DL” jest wystarczający i nikt nie zakłada, że muszą to być wszystkie czasopisma z tej dziedziny, wyboru dokona IC. Uwaga nieuwzględniona.
--	--	---	---	---

10.	Opis efektów uczenia się obejmujący syntetyczną charakterystykę efektów uczenia się, zestawy efektów uczenia się, poszczególne efekty uczenia się w zestawach wraz z kryteriami weryfikacji ich osiągnięcia Syntetyczna charakterystyka efektów uczenia się Zestawy efektów uczenia się:	Recenzent 1 Brak uzasadnienia dla liczby godzin przypisanych do zestawów efektów uczenia.		Metodyka opisu kwalifikacji rynkowej nie wymaga uzasadnienia liczby godzin zaproponowanych dla zestawów uczenia się. Uwaga nieuwzględniona.
		Recenzent 2 1. Omawia sposoby tworzenia generatorów danych jako wkładu do modeli 2. Omawia mocne i słabe strony (w tym możliwości sprzętowe) różnych języków programowania; Omawia wybrane frameworki, które są możliwe do zastosowania w DL.	Ad 1. nie jest jasne czy chodzi o generowanie sztucznych danych czy o generatywne modele Ad 2. nie jest jasne jak możliwości sprzętowe mają się do języków programowania. Czy chodzi o wykorzystanie dodatkowych peryferiów sprzętowych (GPU/TPU)? Czy chodzi o charakterystykę języków wspierających zrównoleglanie na poziomie wątków? Ad 3. warto wskazać o jakie przykładowe frameworki chodzi.	Ad. 1 . Zamieniliśmy w formularzu zapis: „Omawia sposoby tworzenia generatorów danych jako wkładu do modeli” na zapis: „Omawia sposoby tworzenia generatywnych modeli tworzących sztuczne dane”. Uwaga uwzględniona. Ad. 2. Usunęliśmy z formularza zapis: „(w tym możliwości sprzętowe)”. Zapis uogólniono. Uwaga uwzględniona. Ad. 3. Do zapisu formularza: „Omawia wybrane frameworki, które są możliwe do zastosowania w DL” dodaliśmy zapis: „(np. keras, TensorFlow, pytorch)”. Uwaga uwzględniona.
11.	Okres ważności dokumentu potwierdzającego	Recenzent 1 W związku z dynamicznymi zmianami zachodzącymi w		Uważamy, że procesy i technologie opisane w efektach uczenia się nie ulegają zmianie

	nadanie kwalifikacji i warunki przedłużenia jego ważności	dziedzinie uczenia maszynowego (ostatnie 10 lat to rewolucja w zakresie metod analizy obrazu i metod analizy języka naturalnego, nawet w dziedzinie „klasycznego” uczenia maszynowego pojawiły się nowe algorytmy, takie jak choćby XGBoost) należy rozważyć, czy certyfikatu nie powinno się odnawiać częściej, czyli co 5 lat. Tak sugerowałbym		radikalnie. W związku z powyższym uwaga nie została uwzględniona. Ze względów praktycznych i prawnych (konstrukcja ustawy o ZSK) nie rekomendujemy certyfikacji co pięć lat. Zmiany rzeczywiście zachodzą w obszarze AI/ML/DL dość szybko, jednak wiedza i umiejętności potwierdzone wspomnianym certyfikatem mogą stanowić, nawet za kilka lat, gwarancje dla pracodawcy, że osoba legitymująca się certyfikatem jest w stanie opanować również nowe elementy pojawiające się w dziedzinie. Uwaga nie została uwzględniona.
		Recenzent 2 -		
12.	Nazwa dokumentu potwierdzającego nadanie kwalifikacji	Recenzent 1 -		
		Recenzent 2 -		
13.	Uprawnienia związane z posiadaniem kwalifikacji	Recenzent 1 -		
		Recenzent 2		

		-		
14.	Kod dziedziny kształcenia	Recenzent 1		
		-		
		Recenzent 2		
		-		
15.	Kod PKD	Recenzent 1		
		-		
		Recenzent 2		
		-		

Część 2. Ogólne uwagi na temat kwalifikacji

Pytania ogólne	Uwaga – uzasadnienie (recenzenci)	Odniesienie się do uwag (zespół ekspercki)
Czy projekt opisu kwalifikacji zawiera informacje wyraźnie pokazujące potrzebę jej włączenia do ZSK?	Recenzent 1 TAK Projekt opisu kwalifikacji we właściwy sposób przedstawia potrzebę włączenia kwalifikacji do ZSK. Należy jednak zwrócić uwagę, że opis ten jest bardzo podobny do opisu podobnych kwalifikacji z zakresu Sztucznej Inteligencji i Uczenia Maszynowego (patrz dyskusja w „inne uwagi”). To pokazuje jak podobne do siebie są te kwalifikacje. Wskazuje to na potencjalną nadmiarowość kwalifikacji dotyczących głębokiego uczenia maszynowego i Sztucznej Inteligencji.	Całkowicie zgadzamy się z uwagami recenzenta. Warto zauważyć, że opisy pięciu kwalifikacji: 3) Budowanie architektury głębokiego uczenia maszynowego, 4) Budowanie architektury modeli uczenia maszynowego, 28) Programowanie sieci głębokiego uczenia maszynowego, 29) Programowanie modeli uczenia maszynowego, 32) Projektowanie architektury systemów sztucznych inteligencji zostały zamówione w postępowaniu prowadzonym przez Instytut Badań Edukacyjnych i jako przedmiot zamówienia te właśnie pięć kwalifikacji zostało opisane. Dyskutując wspólnie nad opisem pięciu wymienionych kwalifikacji, przyjęliśmy liczbę pięciu opisów i ich podział jako narzucony przez IBE i tak też zostało wykonane zadanie. Jednak w zależności od przyjętej perspektywy – bardziej rynkowej (aplikacyjnej) czy też naukowej – rekomendujemy podmiotom korzystającym z wytworzonych opisów analizę swoich potrzeb i planów biznesowych, a

		następnie podjęcie decyzji o zgłoszeniu pięciu kwalifikacji (takich jak powstały) lub trzech (obejmujących tematy: 1) sztucznej inteligencji; 2) architektury i programowania modeli deep learning; 3) architektury i programowania modeli machine learning) lub jednej (obejmującej zintegrowane zagadnienia pojawiające się we wszystkich pięciu kwalifikacjach). Uważamy, że z punktu widzenia podziału efektów uczenia się – każda z tych opcji jest poprawna (a nawet możliwe są warianty kombinowane). Podmiot składający wniosek o wprowadzenie wytworzonych opisów do rejestru powinien podjąć świadomą decyzję, który z wariantów wybiera, opierając się na analizie rynku i planowanym modelu biznesowym procesu walidacji i certyfikacji.
	Recenzent 2 TAK Opis z sekcji „zapotrzebowanie na kwalifikacje” opisuje rosnące zainteresowanie umiejętnościami z obszaru sztucznej inteligencji, w tym głębokich sieci neuronowych. Zgadza się to też z moimi obserwacjami, również uważam że zapotrzebowanie na takie umiejętności będzie rosło. Nie jestem jednak przekonany czy potrzebne są dwie bardzo podobne kwalifikacje (jedna dotyczy architektury, druga programowania). Jeżeli tak rozdrabniać zadania to można dodać jeszcze kwalifikacje dotyczącą walidacji/audytu sieci głębokich. Jednak zamiast rozdrabniać proponuję połączyć dwie kwalifikacje (‘Budowa architektury	j.w.

	głębokiego uczenia maszynowego’ i ‘Programowanie sieci głębokiego uczenia maszynowego’) w jedną.	
Czy w Pani/Pana odczuciu można spodziewać się dużego zainteresowania otrzymaniem certyfikatu wydanego przez instytucję certyfikującą w ramach Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji?	Recenzent 1 NIE Prawdopodobnie taka kwalifikacja może być wymagana w przetargach publicznych związanych outsourcingiem specjalistów z zakresu Głębokiego Uczenia Maszynowego. Głębokie Uczenie Maszynowe jest jednak pojęciem węższym niż Uczenie Maszynowe, więc myślę, że w takich przetargach w zupełności wystarczyłby certyfikat związany z Učeniem Maszynowym. Wydaje mi się, że zainteresowanie takim certyfikatem dotyczącym głębokiego uczenia maszynowego może być małe. W przypadku zatrudniania członków zespołów Data Science, w firmach, które się w tej tematyce specjalizują, certyfikat taki raczej nie będzie potrzebny, bo firmy takie właściwie oceniają umiejętności kandydata podczas rozmowy kwalifikacyjnej. Trudno jest jednoznacznie wskazać stopień zainteresowania, ale w mojej opinii nakład środków na stworzenie i utrzymanie kwalifikacji będzie zdecydowanie niewspółmierny do potencjalnych korzyści i zainteresowania kwalifikacją.	Opinia recenzenta może być prawdziwa, jednak jest to bardzo uzależnione od sytuacji na rynku pracy i segmentu, w którym pracuje firma.

	Recenzent 2 TAK Nie wiem co oznacza w tym miejscu słowo 'duże'. Moje szacunki są takie, że uczelnie na poziomie magisterskim kształcą obecnie kilkaset do kilku tysięcy osób o podanym profilu umiejętności. Można oczekiwać, że ta liczba wzrośnie w najbliższych latach kilkukrotnie.	Zgadzamy się z opinią recenzenta.
Czy nazwa kwalifikacji, nazwy zestawów, efekty uczenia się i kryteria weryfikacji stanowią spójną całość?	Recenzent 1 TAK Nazwa kwalifikacji, nazwy zestawów, efekty uczenia się i kryteria weryfikacji stanowią spójną całość, z zastrzeżeniami sformułowanymi w punkcie 2. i 10. w części 1. Zaznaczyłem odpowiedź „TAK” przy założeniu uwzględnienia tych poprawek.	Zgadzamy się z opinią recenzenta.
	Recenzent 2 TAK Opisy są dosyć spójne. Szczegółowe uwagi do nazw i opisów umieściłem powyżej, w pierwszej części recenzji.	Zgadzamy się z opinią recenzenta.
Czy projekt opisu kwalifikacji zawiera wszystkie efekty uczenia się i kryteria weryfikacji niezbędne	Recenzent 1 TAK	Zgadzamy się z opinią recenzenta.



do wykonywania czynności wskazanych w kwalifikacji?	Projekt opisu kwalifikacji zawiera wszystkie efekty uczenia się i kryteria weryfikacji niezbędne do wykonywania czynności wskazanych w kwalifikacji, z zastrzeżeniami sformułowanymi w punkcie 10. w części 1. Zaznaczyłem odpowiedź „TAK” przy założeniu uwzględnienia tych poprawek.	
	Recenzent 2 Opis kwalifikacji i kryteria weryfikacji pokrywają większość niezbędnych czynności. Aby ocenić na ile są kompletne, niezbędne jest dodefinitowanie czy kwalifikacja dotyczy programowania sieci w gotowych frameworkach czy też zakłada implementację od zera. Jeżeli chodzi wyłączenie o składanie sieci z gotowych komponentów to opis jest kompletny. Jeżeli dotyczyłby implementacji sieci „od zera” to niezbędne jest rozszerzenie efektów związanych z umiejętnością testowania zaimplementowanych programów (np. unit testy, budowa bibliotek).	Zgadzamy się z opinią recenzenta.
Czy efekty uczenia się w kwalifikacji są spójne ze wskazaną grupą adresatów?	Recenzent 1 TAK Efekty uczenia się w kwalifikacji są spójne ze wskazaną grupą adresatów. Wiele osób obecnie chciałoby się przekwalifikować w kierunku Uczenia Maszynowego, w tym Głębokiego Uczenia Maszynowego. Są to grupy osób wymienione w opisanie kwalifikacji. Ponadto potwierdzam, że praktycy nie mający formalnego	Zgadzamy się z opinią recenzenta.

	wykształcenia w tym kierunku mogą chcieć potwierdzić te umiejętności odpowiednim certyfikatem. Myślę jednak, że w tym przypadku kluczowe jest ich doświadczanie projektowe i ocena przez kierownika zatrudniającego kandydata.	
	Recenzent 2 TAK Jeżeli to pytanie dotyczy spójności efektów uczenia się z oczekiwaniami adresatów to tak, po sugerowanych powyżej uzupełnieniach te opisy będą spójne.	Zgadzamy się z opinią recenzenta.
Czy projekt opisu kwalifikacji w opinii recenzenta jest zrozumiały dla osób zainteresowanych uzyskaniem kwalifikacji?	Recenzent 1 TAK Projekt opisu kwalifikacji w opinii recenzenta jest zrozumiały dla osób zainteresowanych uzyskaniem kwalifikacji. Wątpliwość może jedynie budzić to, czy opis kwalifikacji dotyczący Głębokiego Uczenia Maszynowego potwierdza równocześnie kompetencje w zakresie Uczenia Maszynowego.	Zgadzamy się z opinią recenzenta.
	Recenzent 2 TAK	Zgadzamy się z opinią recenzenta.

	Jest dostatecznie zrozumiały. Zdecydowanie pomogłoby umieszczenie w tych opisach odniesień do literatury, opracowań naukowych, książek i innych materiałów doszczegóławiających zamieszczone krótkie opisy.	
Czy zaproponowana walidacja jest adekwatna do efektów uczenia się wskazanych w projekcie opisu kwalifikacji?	Recenzent 1 TAK Zaproponowana walidacji jest adekwatna do efektów uczenia się wskazanych w opisie kwalifikacji, również w zakresie opisu metody walidacji. Pozostawia możliwość indywidualnego kształtowania pytań przez komisję, oraz interpretacji odpowiedzi kandydata. Taka ocena nie będzie na pewno w pełni obiektywna. Jest to jednak konieczne. Trudno na tym etapie definiować zamkniętą liczbę pytań, bo dziedzina jaką jest Głębokie Uczenie Maszynowe zmienia się bardzo szybko i należy na bieżąco adaptować procedurę walidacji do nowych osiągnięć naukowych. Należy zaufać, że członkowie komisji spełniający wymienione w opisie warunki są w stanie we właściwy sposób zweryfikować kandydata, biorąc pod uwagę wytyczne z opisu kwalifikacji.	Zgadzamy się z opinią recenzenta.
	Recenzent 2 TAK Klasycznym sposobem weryfikacji wskazanych umiejętnościach podczas studiów na kierunkach data science są egzaminy ustne lub pisemne i projekty.	Zgadzamy się z opinią recenzenta.

	Zaproponowana forma walidacji działań na podobnej zasadzie.	
--	--	--

Inne uwagi recenzentów	Odniesienie się do uwag (zespół ekspercki)
Recenzent 1 Jako recenzent dostałem 5 kwalifikacji do oceny: 1. Budowanie architektury głębokiego uczenia maszynowego (deep learning) 2. Budowanie architektury modeli uczenia maszynowego 3. Programowanie sieci głębokiego uczenia maszynowego (deep learning) 4. Programowanie modeli uczenia maszynowego 5. Projektowanie systemów architektury systemów Sztucznej Inteligencji Ze względu na duże podobieństwo tych kwalifikacji postanowiłem główną dyskusję przeprowadzić łącznie dla tych pięciu kwalifikacji. Moim zdaniem rozpatrywanie ich oddzielnie nie ma sensu. Opisy wymienionych wyżej kwalifikacji są do siebie bardzo podobne, chociaż każdy z pojedynczych opisów przedstawia tę kwalifikację jako niezależną od pozostałych (pomimo pewnych zauważanych przez autora w opisie podobieństw). Aby zatem ocenić opisy tych kwalifikacji w kontekście poprawności i spójności opisu oraz przede wszystkim w kontekście uzasadnienia włączenia kwalifikacji do ZSK, należy w pierwszej kolejności zdefiniować pojęcia uczenia maszynowego, głębokiego uczenia maszynowego oraz Sztucznej Inteligencji, oraz pokazać relacje między tymi pojęciami.	Zgadza się z opinią recenzenta. Podjęliśmy próby stworzenia opisów adekwatnych dla różnych firm i dla zespołów o różnym doświadczeniu. Rozumiemy, że czasem doświadczenia konkretnych osób mogą się różnić. Wierzymy, że znaleźliśmy złoty środek i wypracowany opis jest dostosowany do większości kandydatów i ich potrzeb.

Najszerszym z wyżej wymienionych pojęć jest Sztuczna Inteligencja. Poddziedziną Sztucznej Inteligencji jest Uczenie Maszynowe. A więc Uczenie Maszynowe jest częścią dziedziny nazwanej Sztuczną Inteligencją. Czasami oba terminy, tj. Uczenie Maszynowe i Sztuczna Inteligencja stosowane są wymiennie. Jak więc rozróżnić te dwa pojęcia? Tom Mitchell z Uniwersytetu Carnegie Mellon w USA w książce pod tytułem "Machine Learning", twierdzi, że obszar naukowy najlepiej definiować przez główne pytanie, na jaki naukowcy z tego obszaru starają się znaleźć odpowiedź. W przypadku Uczenia Maszynowego pytanie to brzmi: „Jak można zbudować system informatyczny, którego umiejętności będą automatycznie rosły wraz ze wzrostem doświadczenia i jakie podstawowe prawa opisują procesy uczenia”. Przez doświadczenie rozumie się dane dostarczane do algorytmów uczenia maszynowego. Uczenie Maszynowe to dziedzina, w której pracuje się nad rozwojem algorytmów komputerowych, które automatycznie zwiększają swoje umiejętności w rozwiązywaniu danego problemu poprzez doświadczenie zawarte w danych. Uczenie Maszynowe może być więc traktowane jako środek do osiągnięcia celu jakim jest Sztuczna Inteligencja. Główne typy uczenia maszynowego to: supervised learning, unsupervised learning oraz reinforcement learning. Nie będę definiował dalej tych pojęć. Zwracam tylko uwagę, że stanowią one podklasę algorytmów Uczenia Maszynowego.

Można mieć wrażenie, że definicja uczenia maszynowego nie jest ścisła. Niestety pojęcie Sztucznej Inteligencji jest jeszcze mniej precyzyjne. Nikt nie kwestionuje, że Uczenie Maszynowe jest częścią Sztucznej Inteligencji, jednak pojęcie Sztucznej Inteligencji jest nieostre i zmieniało się. Andrew Moore ze wspomnianego Uniwersytetu Carnegie Mellon Sztuczną Inteligencją nazywa obszar nauki i techniki starający się opracować systemy komputerowe, które zachowują się w sposób, który do tej pory, przypomina ludzką inteligencję. W tym zdaniu ważne jest stwierdzenie „do tej pory”. Pół wieku temu, komputery grające w szachy były uznawane za Sztuczną Inteligencję. W 1997 komputer Deep Blue pokonał mistrza szachowego i zostało to odebrane jako szczytowe osiągnięcie Sztucznej Inteligencji. Zastosowano wówczas algorytm, który przeszukiwał drzewo możliwych

ruchów i wybierał taką kombinację ruchów, która zbliżała gracza do wygranej. 20 lat później takie podejście nazwalibyśmy „brutalnym” i nie mającym nic wspólnego ze Sztuczną Inteligencją. Przykład ten pokazuje, że Sztuczna Inteligencja to raczej ewoluujący cel, do którego dążymy. Do osiągnięcia tego celu wykorzystujemy różne algorytmy, w tym algorytmy Uczenia Maszynowego.

Wnioskiem z powyżej dyskusji jest moim zdaniem brak uzasadnienia dla kwalifikacji „Projektowanie systemów architektury systemów Sztucznej Inteligencji”. Z samego opisu kwalifikacji wynika, że pasuje ona w 100% do kwalifikacji dotyczącej Uczenia Maszynowego. Nie ma w niej nic co wykraczałoby poza Uczenie Maszynowe. Sądzę, że nie ma więc sensu tworzyć dodatkowego, sztucznego bytu.

W definicjach kwalifikacji pojawia się też pojęcie Głębokiego Uczenia Maszynowego. Pojęcie to jest podkategorią Uczenia Maszynowego. Głębokie Uczenie Maszynowe to technika polegająca na tworzeniu bardziej złożonych algorytmów niż w przypadku klasycznego Uczenia Maszynowego, głównie głębokich architektur Sztucznych Sieci Neuronowych, najczęściej przy rozwiązywaniu problemów dotyczących analizy obrazów, lub analizy języka naturalnego. Nie są to oczywiście jedyne konteksty zastosowań. Trudno zdefiniować przy jakiej ilości warstw ukrytych i neuronów Sztuczna Sieć Neuronowa z „klasycznej” (mieszczącej się w dziedzinie Uczenia Maszynowego, ale nie w poddziedzinie Głębokiego Uczenia Maszynowego) staje się „głęboka”. Granica jest płynna i zmienia się w czasie. Niemniej jednak specjaliści Uczenia Maszynowego nie mają problemu z intuicyjnym rozróżnieniem między głębokimi, złożonymi, dedykowanymi pewnemu problemowi (np. analiza języka naturalnego) sieciami neuronowymi a małymi, klasycznymi Sztucznymi Sieciami Neuronowymi (np. perceptron wielowarstwowy z dwoma ukrytymi warstwami). W tym kontekście ujęcie poddziedziny Głębokiego Uczenia Maszynowego w osobnej kwalifikacji może być uzasadnione. Niemniej jednak należy pamiętać, że jest to poddziedzina Uczenia Maszynowego, a nie niezależny obszar kompetencji. Nie można twierdzić, że ktoś ma kwalifikacje z zakresu Głębokiego Uczenia Maszynowego, a nie ma kwalifikacji z zakresu Uczenia Maszynowego. To

trochę jakby uważać, że jakiś matematyk ma kompetencje w rozwiązywaniu całek, ale nie ma kompetencji w operacji dodawania. Aby więc lepiej zrozumieć to zagadnienie, przyjrzymy się typowej ścieżce rozwoju specjalistów Uczenia Maszynowego.

Od 16 lat zawodowo i naukowo zajmuje się rozwojem i wdrażaniem algorytmów Sztucznej Inteligencji (w tym Uczenia Maszynowego) w przemyśle i medycynie. W moich zespołach pomagałem rozwijać się specjalistom Uczenia Maszynowego, od tzw. „juniorów” po tzw. „seniorów”. Obserwowałem też później ich dalsze kariery.

Pracownicy bez większego doświadczenia zaczynają jako „juniorzy” i pod okiem doświadczonych specjalistów Uczenia Maszynowego uczą się:

- jak właściwie identyfikować problem i cele biznesowe podczas spotkań z klientami,
- jak właściwie zsyntezować problem i cele do postaci, która umożliwi wybór odpowiednich algorytmów Uczenia Maszynowego (w tym Głębokiego Uczenia Maszynowego),
- jak poprawnie ocenić algorytm, jak go utrzymywać i jak wdrożyć algorytm do tzw. „produkcji”.

Z czasem, jak w każdej dziedzinie, juniorzy stają się coraz bardziej samodzielni, coraz więcej obowiązków zaczynają wykonywać samodzielnie i nie potrzebują już tak wielu konsultacji z bardziej doświadczonymi specjalistami. Przy okazji w naturalny sposób zachodzi proces specjalizacji wynikający z już zrealizowanych projektów i z zainteresowań pracownika. Istotną rolę w kształtowaniu się specjalizacji (może być ich kilka) odgrywa dziedzina biznesowa, dając kontekst dla opracowanych algorytmów (rozpoznawanie obrazów, analiza języka naturalnego, modele predykcyjne w medycynie itp.). Odnosząc się do zagadnienia głębokiego uczenia maszynowego, niektórzy bardzo wcześnie mogą wejść na drogę tej specjalizacji, a inni w całej swojej karierze mogą ani razu nie przetrenować głębokiej sieci neuronowej. Niemniej jednak, jeżeli zaczynają specjalizować się w głębokim uczeniu maszynowym, to muszą posiadać pewną podstawę

wiedzy z zakresu Uczenia Maszynowego. Stają w końcu przed tymi samymi problemami jak wszyscy specjaliści Uczenia Maszynowego (np. przetrenowanie modelu, właściwe zrozumienie celu biznesowego, ocena modelu, dostępność danych i ich wariancja, utrzymywania modelu w tym algorytmy adaptacji modelu itp.). W tym kontekście Głębokiego Uczenia Maszynowego nie można rozważać niezależnie od Uczenia Maszynowego. Z czasem doświadczeni specjaliści Uczenia Maszynowego stają się tzw. „seniorami”, kierownikami zespołów, architektami i coraz mniej zajmują się faktycznym programowaniem, a skupiają się raczej na projektowaniu algorytmów uczenia maszynowego, które rozwiązują postawiony problem biznesowy lub naukowy. W tym kontekście zaproponowany podział na kwalifikacje związane z programowaniem modeli i budowaniem architektury modeli rozumiem jako rozróżnienie między początkującymi specjalistami uczenia maszynowego, nie mającymi wystarczającej wiedzy i doświadczenia aby samemu zaprojektować najlepszy algorytm, a doświadczonymi specjalistami, którzy już w mniejszym stopniu zajmują się kodowaniem, a bardziej koncentrują się na projektowaniu najlepszych algorytmów. Rozróżnienie takie wydaje się więc zasadne. Rodzi się pytanie, czy kwalifikacja „budowanie architektury modelu” nie powinna zawierać w sobie kwalifikacji „programowania modelu”. Jest to w pewien sposób naturalne, aczkolwiek jestem w stanie też przyjąć argumentację zawartą w opisach, że kwalifikacje te możemy rozpatrywać niezależnie. Mogę wyobrazić sobie sytuacje, w której architekt powoli traci kompetencje związane z programowaniem modeli. Tym niemniej w większości przypadków tak chyba nie jest, dzięki ścisłej współpracy architekta z programistami modeli.	
Recenzent 2 BRAK	

Konkluzja recenzji	Odniesienie się do konkluzji (zespół ekspercki)
Recenzent 1 Uwzględniając m.in. dyskusję z części „Inne uwagi”, uważam, że włączenie kwalifikacji jest nieuzasadnione. Głębokie Uczenie Maszynowe jest poddziedziną Uczenia Maszynowego i wyróżnienie tej kwalifikacji na równi z Uczeniem Maszynowym nie ma sensu. Można by tę kwalifikację wdrożyć jako rozszerzenie kwalifikacji „Programowanie modeli uczenia maszynowego”. Wydaje mi się jednak, że rozsądniej byłoby najpierw wdrożyć szerszą kwalifikację „Programowanie modeli uczenia maszynowego”, uwzględniającą elementy głębokiego uczenia maszynowego, następnie w ciągu trzech lat ocenić realne zapotrzebowanie na certyfikat z tej kwalifikacji i dopiero wówczas myśleć o rozszerzeniu do osobnej kwalifikacji dotyczącej głębokiego uczenia maszynowego.	Zgadza się z opinią recenzenta.
Recenzent 2 W mojej opinii włączenie analizowanej kwalifikacji do ZSK jest uzasadnione, proponuję jednak zmodyfikować opis kwalifikacji. W opisie walidacji przedstawiono argumenty za rosnącym zapotrzebowaniem związanym z umiejętnościami projektowania systemów uczenia głębokich sieci neuronowych. Opisane efekty kształcenia oraz sposób weryfikacji pokrywa się ze sposobem weryfikacji wiedzy na kierunkach kształcących osoby o podobnym profilu.	Zgadza się z opinią recenzenta – połączenie kwalifikacji jest jednym z dobrych rozwiązań.

Proponowane modyfikacje dotyczą dwóch obszarów:

1. uszczegółowienie czy chodzi o rolę programisty sieci „nisko poziomowego” czy „wysoko poziomowego”.
2. ewentualnego połączenia dwóch kwalifikacji w jedną, z uwagi na podobieństwo zakresów (‘Budowa architektury głębokiego uczenia maszynowego’ i ‘Programowanie sieci głębokiego uczenia maszynowego’)