

Rozdział 1: Wprowadzenie

1. Dlaczego potrzebne są ramy kompetencji AI dla uczniów?

Szybkie implementacje i rozprzestrzenianie się sztucznej inteligencji (AI) we wszystkich aspektach życia i we wszystkich sektorach stawiają nowe wyzwania dotyczące natury inteligencji maszynowej, gromadzenia i wykorzystywania danych osobowych, roli ludzi i maszyn w podejmowaniu decyzji oraz wpływu AI na zrównoważony rozwój społeczny i środowiskowy. Istotne jest, aby systemy edukacji wyposażały uczniów nie tylko w wiedzę i umiejętności niezbędne do korzystania z AI, ale także w wiedzę na temat potencjalnego wpływu technologii na społeczeństwa i środowisko jako całość. Biorąc pod uwagę transformacyjny potencjał AI dla społeczeństw ludzkich, kluczowe jest wyposażenie uczniów w wartości, wiedzę i umiejętności niezbędne do efektywnego wykorzystania i aktywnego współtworzenia AI. Edukacja, jako sektor publiczny, nie może być sprowadzona do poligonu doświadczalnego dla biernej adopcji AI. Rolą sektora edukacji jest nie tylko przygotowanie uczniów do adaptacji do społeczeństwa, które jest coraz bardziej przekształcane przez technologie AI; Odgrywa również kluczową rolę w umożliwieniu młodym ludziom współtworzenia zrównoważonej przyszłości poprzez przywrócenie równowagi w naszych relacjach nie tylko z innymi, ale także z technologią i środowiskiem. Definiując podstawowe kompetencje, których uczniowie prawdopodobnie będą potrzebować w miarę jak wkraczamy w erę sztucznej inteligencji, ostatecznym celem tych ram kompetencji AI dla uczniów (AI CFS) jest pomoc w kształtowaniu odpowiedzialnych i kreatywnych obywateli, którzy mogą współtworzyć tę pożądaną przyszłość. Rządy uznały pilną potrzebę rozwoju umiejętności czytania i pisanie w zakresie sztucznej inteligencji oraz bardziej zaawansowanych kompetencji w tym zakresie już w 2019 roku, kiedy przyjęły Konsensus Pekijski UNESCO w sprawie sztucznej inteligencji i edukacji. Rzeczywiście, Konsensus Pekijski podkreślił potrzebę wyposażenia ludzi w umiejętności czytania i pisanie w zakresie sztucznej inteligencji we wszystkich warstwach społecznych. Jednak według niedawnego badania przeprowadzonego w 190 krajach, tylko około 15 krajów opracowuje lub wdraża programy nauczania dotyczące sztucznej inteligencji w edukacji szkolnej (UNESCO, 2022b). Badanie wykazało również, że istnieją duże różnice w sposobie, w jaki kraje definiują umiejętności czytania i pisanie, umiejętności i kompetencje w zakresie sztucznej inteligencji. Wyniki badania podkreśliły zatem pilną potrzebę opracowania zharmonizowanego podejścia do integracji treści nauczania i uczenia się związanych ze sztuczną inteligencją z programami nauczania. Zbyt często definicja kompetencji uczniów w zakresie sztucznej inteligencji jest kształtowana przez szkolenia projektowane i/lub dostarczane przez firmy prywatne, które zazwyczaj koncentrują się na umiejętnościach technicznych niezbędnych do obsługi nastawionych na zysk platform sztucznej inteligencji. Takie podejścia rzadko podejmują szersze, krytyczne kwestie dotyczące wpływu sztucznej inteligencji na uczenie się i obywatelstwo w szerszym ujęciu. W zbyt wielu systemach edukacji istnieje obecnie luka w zakresie zatwierdzonych przez społeczeństwo ram wprowadzania treści i metod związanych ze sztuczną inteligencją do programów nauczania. Jednym z wyzwań, przed którymi stoją systemy edukacji publicznej, aby wypełnić tę lukę, jest brak międzynarodowych ram odniesienia dotyczących kompetencji uczniów w zakresie sztucznej inteligencji. Takie międzynarodowe ramy odniesienia mogą stanowić podstawę do projektowania krajowych/lokalnych ram kompetencji uczniów w zakresie sztucznej inteligencji, które promują krytyczne i etyczne podejście do narzędzi sztucznej inteligencji, a także rozwijają podstawową wiedzę niezbędną do ich efektywnego i sensownego wykorzystania w edukacji. Celem niniejszego CFS dotyczącego sztucznej inteligencji jest wypełnienie tej luki. Technologia sztucznej inteligencji to szybko ewoluujący cel. Dlatego kluczowe jest zapewnienie, aby wszyscy uczniowie posiadali podstawowy zestaw wiedzy, umiejętności i wartości, pozwalający na etyczną i skuteczną interakcję ze sztuczną inteligencją w teraźniejszości. Ten fundament może umożliwić uczniom wykorzystanie przyszłych iteracji technologii sztucznej inteligencji w sposób odpowiedni i zorientowany na człowieka. Program nauczania AI CFS wspiera

władze oświatowe w reagowaniu na te potrzeby poprzez zdefiniowanie podstawowego zestawu kompetencji dla uczniów, które obejmują cztery aspekty: nastawienie zorientowane na człowieka; etyka sztucznej inteligencji; techniki i zastosowania sztucznej inteligencji; oraz projektowanie systemów AI. Te cztery aspekty są ujęte na trzech poziomach zaawansowania lub opanowania (rozumienie, zastosowanie i tworzenie), co daje łącznie dwanaście bloków kompetencji. Dla każdego z tych bloków kompetencji program nauczania AI CFS proponuje szczegółowe specyfikacje dotyczące odpowiednich metodologii pedagogicznych i strategii planowania i dostarczania treści programowych związanych ze sztuczną inteligencją.

1.1 Cel i grupa docelowa

Celem AI CFS jest służyć jako przewodnik dla systemów edukacji publicznej w celu budowania kompetencji wymaganych od wszystkich uczniów i obywateli do skutecznego wdrażania krajowych strategii AI i budowania inkluzywnej, sprawiedliwej i zrównoważonej przyszłości w tej nowej erze technologicznej. Mówiąc dokładniej, AI CFS: (1) zapewnia globalne ramy odniesienia dla podstawowego zestawu kompetencji AI dla uczniów, aby poinformować o projektowaniu krajowych lub instytucjonalnych ram kompetencji AI; (2) określa typowe zachowania i zachowania odnoszące się do kluczowych aspektów kompetencji AI na różnych poziomach opanowania, aby pomóc w projektowaniu treści programowych związanych z AI dla uczniów; oraz (3) zaleca otwartą mapę drogową, aby pomóc w zaplanowaniu sekwencji nauczania AI na różnych poziomach nauczania. Jako globalne ramy odniesienia, AI CFS ma być dostosowany do zróżnicowanych poziomów gotowości lokalnych systemów edukacji pod względem programów nauczania, środowiska edukacyjnego sprzyjającego nauczaniu AI, przygotowania nauczycieli oraz wcześniejszej wiedzy i możliwości określonych grup uczniów. AI CFS jest skierowany przede wszystkim do decydentów, twórców programów nauczania, dostawców programów edukacyjnych na temat sztucznej inteligencji dla uczniów, dyrektorów szkół, nauczycieli i ekspertów w dziedzinie edukacji.

....

Rozdział 2: Kluczowe zasady

2.1 Wspieranie krytycznego podejścia do AI

Krytyczne myślenie to podstawowa umiejętność, której uczniowie potrzebują, aby w sposób znaczący angażować się w AI jako osoby uczące się, użytkownicy i twórcy. Uczniowie mają również obowiązek określić, jakie rodzaje AI powinny być rozwijane i jak powinny być wykorzystywane do kierowania społeczeństw ludzkich w stronę inkluzywnej, przyjaznej dla środowiska i wspólnej przyszłości. Uczniowie szkół średnich powinni być wspierani, aby stali się aktywnymi współtwórcami AI, a także potencjalnymi liderami, którzy będą definiować kolejne iteracje AI i jej interakcje ze społeczeństwem ludzkim dla obecnych i przyszłych pokoleń. Aby wesprzeć tę wizję, program nauczania AI CFS został zaprojektowany w celu wspierania krytycznego podejścia do AI poprzez angażowanie uczniów w fundamentalne pytania, takie jak: czy AI jest gotowa pomóc w rozwiązywaniu rzeczywistych problemów, przed którymi stoją ludzie, czy też stanowi dla nich nieprzezwyciężalne zagrożenie? Czy negatywny wpływ na klimat szkoleniowy i korzystanie z AI jest nieproporcjonalny do przewidywanych korzyści? Jakie społeczne, ekonomiczne, polityczne i demograficzne skutki wykorzystania AI należy dokładnie przeanalizować? Transformacja napędzana przez sztuczną inteligencję w różnych sektorach rozwoju ma głębokie implikacje dla ludzkiej sprawczości, interakcji międzyludzkich, równości społecznej, inkluzywności ekonomicznej i zrównoważonego rozwoju środowiska. Dlatego też, w pierwszej kolejności, od uczniów oczekuje się świadomości i znajomości zalet i ograniczeń istniejących możliwości sztucznej inteligencji. Warunkiem wstępnym odpowiedzialnego korzystania z niej jest umiejętność uczniów dostrzegania wiarygodności i proporcjonalności narzędzi sztucznej inteligencji. Program CFS w zakresie sztucznej inteligencji (AI CFS) ma na celu wyposażenie uczniów w wartości, wiedzę i umiejętności niezbędne do krytycznej analizy proporcjonalności sztucznej inteligencji z perspektywy etycznej. Obejmuje to badanie i zrozumienie jej wpływu na ludzką sprawczość, inkluzywność i równość społeczną, bezpieczeństwo instytucjonalne i indywidualne, różnorodność kulturową i językową, budowanie i wyrażanie różnorodnych opinii, a także na środowisko i ekosystemy. Oczekuje się, że uczniowie porzucą błędne przekonanie, że sztuczna inteligencja jest rozwiązaniem wszystkich problemów. Powinni stać się świadomymi decydentami w zakresie tego, kiedy systemy i aplikacje sztucznej inteligencji powinny, a kiedy nie powinny być wykorzystywane; jakie problemy mogą, a jakich nie mogą rozwiązać; oraz kiedy i jak

sztuczna inteligencja powinna być projektowana i wykorzystywana jako element szerszego rozwiązania. Celem programu AI CFS jest rozwijanie aspiracji uczniów do stosowania i projektowania narzędzi AI służących konkretnym, konkretnym celom lub rozwiązywaniu rzeczywistych wyzwań i promowaniu zrównoważonego rozwoju. Społeczeństwa wkraczają w erę AI w różnym tempie, ale uczniowie na całym świecie są lub będą obywatelami w kontekstach charakteryzujących się powszechną integracją AI. Będą musieli nie tylko przestrzegać przepisów prawnych i zasad etycznych, ale jako obywatele będą musieli również przyczyniać się do adaptacji standardów i przepisów dotyczących AI. Program podkreśla zatem wagę wspierania uczniów w stawianiu się odpowiedzialnymi i etycznymi użytkownikami AI, a także współtwórcami AI. Zachęca uczniów do refleksji nad kluczowymi kontrowersjami wokół AI, internalizacji zasad etycznych i zapoznania się z powiązanymi przepisami.

Program AI CFS przedstawia przyszłościową wizję obywatelstwa wymaganego przez społeczeństwa w coraz większym stopniu kształtowane przez AI. Proponuje on, aby uczniowie byli zachęceni do sensownego wykorzystywania AI do samorealizacji, oceny jej wpływu społecznego, ekonomicznego i środowiskowego; i przyczyniać się, w stopniu dostosowanym do ich wieku lub stopnia, do rozwoju przepisów dotyczących sztucznej inteligencji, pomagając w ten sposób kształtować nasze relacje z technologią w całym społeczeństwie.

2.2 Priorytetowe traktowanie interakcji z AI zorientowanej na człowieka

W erze AI interakcja między ludźmi a systemami i aplikacjami AI stanie się istotnym elementem usług publicznych, produkcji i handlu, praktyk społecznych, nauki i życia codziennego. Ustanowienie kompetencji niezbędnych do zrozumienia i zapewnienia interakcji z AI zorientowanej na człowieka w tych dziedzinach jest priorytetem dla Komitetu ds. Bezpieczeństwa i Rozwoju SI (AI CFS). Podejście UNESCO zorientowane na człowieka zakłada, że projektowanie i wykorzystywanie AI powinno służyć rozwojowi ludzkich możliwości, chronić ludzką godność i sprawczość oraz promować sprawiedliwość i zrównoważony rozwój w całym cyklu życia AI i we wszystkich możliwych pętlach interakcji człowiek–AI. Takie podejście musi być zgodne z zasadami praw człowieka i poszanowaniem różnorodności językowej i kulturowej, która definiuje wspólne zasoby wiedzy. Podejście zorientowane na człowieka wymaga również, aby AI była wykorzystywana w sposób zapewniający przejrzystość i możliwość wyjaśnienia, a także kontrolę i rozliczalność człowieka.

W miarę jak AI staje się coraz bardziej zaawansowana i powszechniej stosowana, kluczowym zagrożeniem jest jej potencjał podważania sprawczości człowieka i ograniczania rozwoju jego umiejętności intelektualnych. Chociaż sztuczna inteligencja może być wykorzystywana do kwestionowania i rozwijania ludzkiego myślenia, nie powinna ona zastępować ani zastępować krytycznego myślenia. Ochrona i wzmacnianie ludzkiej sprawczości powinny zatem zawsze stanowić podstawową zasadę przy projektowaniu programów nauczania i programów edukacyjnych z zakresu sztucznej inteligencji. Celem programu nauczania AI CFS jest wspieranie uczniów w zrozumieniu rodzajów danych, które sztuczna inteligencja może od nich gromadzić, metod, za pomocą których dane te mogą być wykorzystywane do trenowania modeli AI, oraz wpływu, jaki cykl danych może mieć na ich prywatność i szersze życie. Ma on na celu stymulowanie wewnętrznej motywacji uczniów do rozwoju i uczenia się jako jednostek oraz wzmacnianie ich autonomii w kontekstach, w których coraz częściej integrowane są zaawansowane systemy AI. Kluczowe kompetencje w zakresie sztucznej inteligencji, zaproponowane w tych ramach, mogą również pomóc uczniom zrozumieć wyjątkową wartość interakcji społecznych i dzieł twórczych tworzonych przez ludzi, których nie należy zastępować produktami sztucznej inteligencji. Poprzez rozwijanie kompetencji w zakresie zorientowanego na człowieka zaangażowania w sztuczną inteligencję, ramy te mają na celu zapobieganie uzależnieniu uczniów od sztucznej inteligencji oraz wspieranie zachowań, które pozwalają ludziom brać odpowiedzialność za decyzje o wysokim ryzyku.

2.3 Wspieranie zrównoważonej ekologicznie sztucznej inteligencji (AI)

Jako współtwórcy i potencjalni liderzy kolejnych generacji technologii AI, uczniowie muszą krytycznie rozumieć negatywny wpływ na środowisko nastawionych na zys podejść do projektowania, szkolenia i wdrażania modeli AI. Systemy edukacyjne ponoszą odpowiedzialność za zapewnienie, że uczniowie rozumieją emisję dwutlenku węgla, analizują podstawowe przyczyny zmian klimatu i podejmują rozsądne działania w celu ochrony klimatu i środowiska. W wyścigu o tworzenie coraz bardziej zaawansowanych modeli AI, zrównoważony rozwój środowiska jest często uważany za kwestię drugorzędną. W niektórych przypadkach był on wręcz celowo pomijany przez twierdzenia, że AI ma potencjał rozwiązania problemu zmian klimatu. Ponieważ światowi liderzy i decydenci pracują nad regulacjami dotyczącymi zużycia energii i ochrony środowiska, niezwykle ważne jest, aby uczniowie zrozumieli, w jaki sposób szkolenie modeli AI przyczynia się do niszczenia środowiska naturalnego. Nauka o AI powinna umożliwić im pilne poszukiwanie bardziej przyjaznych dla klimatu podejść do projektowania, szkolenia i wykorzystywania modeli AI. Centrum Szkolenia Sztucznej Inteligencji (AI CFS) zajmuje się tym, proponując studentom projektowanie i wdrażanie opartych na projektach zajęć edukacyjnych na temat wpływu wykorzystania i szkolenia w zakresie sztucznej inteligencji na środowisko, zachęcając studentów do poszukiwania potencjalnych rozwiązań mających na celu złagodzenie tego wpływu.

2.4 Promowanie inkluzywności w rozwoju kompetencji w zakresie AI

Dostęp do AI i kompetencje w zakresie AI reprezentują dwie strony podstawowych praw obywateli we współczesnym świecie. Wszyscy uczniowie powinni mieć inkluzywny dostęp do środowisk niezbędnych do nauki o AI na poziomie podstawowym, a także powinni być wspierani w nauce włączania zasady inkluzywności w projektowanie AI i przygotowaniu do budowania inkluzywnego społeczeństwa opartego na AI. Definiując kompetencje w zakresie AI, uczniowie powinni mieć możliwość zrozumienia i zastosowania zasady inkluzywności w całym cyklu życia AI. Obejmuje to wybór reprezentatywnych danych, wybór algorytmów niezależnych od uprzedzeń i metod szkolenia antydyskryminacyjnego, projektowanie dostępnych funkcjonalności, testowanie inkluzywności wyników AI oraz ocenę wpływu wykorzystania AI na integrację społeczną. W odniesieniu do projektowania systemów AI, uczniowie mogą pogłębić swoją wiedzę i umiejętności stosowania, aby ocenić potrzeby użytkowników o różnych zdolnościach, a także tych z różnych środowisk językowych i kulturowych. Przy wyborze modeli i kategorii technologii jako wektorów nauczania i uczenia się związanego ze sztuczną inteligencją (AI) należy zachować ostrożność, aby uniknąć faworyzowania określonych grup demograficznych kosztem innych. Rekomendując konkretne narzędzia AI do celów edukacyjnych, należy stosować rygorystyczne mechanizmy publicznej walidacji, aby uniknąć algorytmów z uprzedzeniami związanymi z płcią, sprawnością, statusem społeczno-ekonomicznym, językiem, pochodzeniem etnicznym i/lub kulturą. Priorytetowo należy traktować narzędzia AI zaprojektowane z myślą o wspieraniu osób z niepełnosprawnościami i promowaniu różnorodności językowej i kulturowej. W przypadku braku takich mechanizmów walidacji należy unikać rekomendowania konkretnych narzędzi AI do stosowania na dużą skalę. Przechodząc do realizacji programu nauczania, można określić konkretne środki zapewniające podstawowe warunki sprzyjające wdrożeniu programu nauczania opartego na AI CFS. Chociaż ramy lub programy edukacyjne AI powinny być projektowane tak, aby były dostępne dla wszystkich uczniów, w tym tych mieszkających w środowiskach o niskim poziomie zaawansowania technologicznego, korzystanie z AI bez dostępu do internetu i narzędzi AI ograniczy zakres i poziom opanowania kompetencji w zakresie AI. Rządy powinny zobowiązać się do promowania inkluzywnego dostępu do podstawowej łączności internetowej, zaktualizowanych urządzeń cyfrowych, programów i oprogramowania AI o otwartym kodzie źródłowym lub przystępnych cenowo, a także niezbędnych urządzeń AI, przy wsparciu środowiska akademickiego lub sektora prywatnego, w stosownych przypadkach. Po raz kolejny, działania te muszą zwracać szczególną uwagę na studentów z niepełnosprawnościami i/lub pochodzących z mniejszości językowych lub kulturowych.

2.5 Budowanie podstawowych kompetencji w zakresie AI dla uczenia się przez całe życie

Nauczanie i uczenie się związane z AI powinno służyć budowaniu podstawowych kompetencji w zakresie AI, które pozwolą studentom przyswajać nową wiedzę, a także adaptować się do rozwiązywania problemów w nowych kontekstach z wykorzystaniem nowatorskich technologii AI. Przede wszystkim, te podstawowe kompetencje muszą obejmować wartości związane z etyką i nastawieniem zorientowanym na człowieka. Studenci potrzebują wsparcia, aby stopniowo pogłębiać swoje zrozumienie poszczególnych praw człowieka – takich jak prawo do równości, niedyskryminacji, prywatności i pluralistycznej ekspresji – a także ich wpływu na różne formy interakcji człowiek–AI. Kompetencje odzwierciedlają również potrzebę zrozumienia kontrowersji wokół sztucznej inteligencji (AI) i kluczowych zasad etycznych, którymi kierują się regulacje, a także rozwijania praktycznych umiejętności zwalczania uprzedzeń, ochrony prywatności, promowania przejrzystości i odpowiedzialności oraz stosowania podejścia etycznego w projektowaniu do współtworzenia AI. Kluczowe kompetencje są niezależne od marki i produktu, co zapewnia uczniom możliwość odpowiedniego korzystania z szeregu narzędzi, a także z przyszłych iteracji technologii AI. Umożliwia im to rozwijanie odpowiedniego do wieku i stopniowo głębszego zrozumienia danych, algorytmów, modeli i projektowania systemów AI. Uczniowie muszą być wspierani w budowaniu tego zrozumienia poprzez łączenie koncepcji AI z rzeczywistymi wyzwaniami, aby rozwijać krytyczne umiejętności rozwiązywania problemów. Należy dodatkowo zachęcać uczniów do wykorzystywania swojej kreatywności w celu optymalizacji istniejących modeli AI lub współtworzenia bardziej znaczącej AI. Te kluczowe kompetencje stanowią podstawę dalszej nauki i bardziej wyspecjalizowanego wykorzystania AI w dalszej edukacji, pracy i życiu.

Rozdział 3: Struktura ram kompetencji AI dla studentów

3.1 Ramy

Ramy kompetencji AI CFS określają dwanaście bloków kompetencyjnych opartych na dwuwymiarowej macierzy. Pierwszy wymiar obejmuje cztery powiązane ze sobą aspekty kompetencji AI, natomiast drugi wymiar obejmuje trzy poziomy rozwoju lub biegłości, z którymi studenci powinni się iteracyjnie zapoznawać. Chociaż ramy kompetencji AI CFS opierają definicję kompetencji AI na trzech filarach, które kształtują szersze kompetencje podstawowe studentów – a mianowicie: wiedzy, umiejętnościach i wartościach – mają one również na celu promowanie etycznego rozumienia metod kierowanych przez człowieka, leżących u podstaw systemów AI. W oparciu o tę konceptualizację, ramy definiują cztery podstawowe elementy kompetencji AI studentów: nastawienie zorientowane na człowieka, etykę AI, techniki i zastosowania AI oraz projektowanie systemów AI. Elementy te koncentrują się na fundamentalnych wartościach, społecznej odpowiedzialności za przestrzeganie zasad etycznych, podstawowej wiedzy i umiejętnościach oraz umiejętnościach myślenia wyższego rzędu w projektowaniu systemów. Chociaż różne elementy można rozwijać poprzez naukę domenową i metody pedagogiczne, kompetencje w zakresie AI stanowią ostatecznie zbiór interdyscyplinarnych, ogólnych umiejętności i orientacji na wartości, wykraczających poza konkretne dziedziny lub narzędzia AI. Pierwszy aspekt pozycjonuje kompetencje studentów w ramach zorientowanego na człowieka podejścia do korzyści i zagrożeń związanych ze AI. Ma on również na celu wspieranie krytycznego zrozumienia proporcjonalności¹ konkretnych narzędzi AI dla naszych ludzkich potrzeb oraz dla zrównoważonego rozwoju środowiska i ekosystemów. Etyka AI, drugi aspekt, obejmuje społeczne i etyczne komponenty kompetencji studentów w zakresie AI, w tym umiejętności społeczne w zakresie nawigacji, rozumienia, praktykowania i przyczyniania się do adaptacji rosnącego zestawu zasad regulujących ludzkie zachowania w całym cyklu życia AI. Trzeci aspekt, techniki i zastosowania AI, reprezentuje zintegrowane spojrzenie na wewnętrznie powiązaną wiedzę koncepcyjną na temat AI i powiązane umiejętności operacyjne, z wykorzystaniem wybranych narzędzi AI i autentycznych zadań. Ostatni aspekt to projektowanie systemów AI, które obejmuje kompleksowe umiejętności inżynierskie, określające zakres problemu, budowanie architektury, szkolenie, testowanie i optymalizację systemów AI. Ten aspekt ma na celu zachęcenie uczniów do

głębszego zrozumienia systemów AI i umożliwienie im uczenia się eksploracyjnego w celu kontynuowania nauki w dziedzinie AI. Drugi wymiar ram przedstawia trzy poziomy postępu: Zrozumienie, Zastosowanie i Tworzenie, które mają odzwierciedlać poziom opanowania wszystkich czterech aspektów opisanych powyżej. Mogą one być wykorzystane do uzupełnienia programów nauczania AI o spiralną sekwencję nauki na różnych poziomach nauczania, aby pomóc uczniom w stopniowym budowaniu systematycznego i transferowalnego schematu kompetencji. Matryca ramowa obejmuje cztery aspekty dla trzech poziomów postępu lub opanowania (patrz Tabela 1). Na przecięciu tych poziomów i aspektów znajduje się dwanaście bloków składowych kompetencji AI, których cechy leżą u podstaw krytycznego myślenia, analizy etycznej, praktycznego zastosowania i iteracyjnego współtworzenia AI. Te bloki kompetencji należy rozumieć jako powiązane ze sobą jednostki służące do ujęcia kluczowych komponentów. Zamiast traktować je jako fragmentaryczne i rozbieżne tematy do nauki w izolacji, można je połączyć i spleść jako operacyjne organy kompetencji AI. Matryca stanowi plan efektów uczenia się na minimalnym poziomie opanowania w ramach określonego bloku kompetencji. Dokładniej rzecz ujmując, matryca ma na celu: (1) określenie zakresu głównych obszarów zainteresowania związanych ze sztuczną inteligencją i oczekiwanych poziomów opanowania, dostosowanych do lokalnej gotowości na sztuczną inteligencję i dostępnego czasu dydaktycznego; (2) identyfikację treści edukacyjnych związanych ze sztuczną inteligencją, które można zintegrować z istniejącymi programami nauczania, przedmiotami i poziomami nauczania; (3) zdefiniowanie poziomów biegłości i opracowanie kryteriów oceny w celu oceny ogólnych kompetencji uczniów w zakresie sztucznej inteligencji i ich postępów; oraz (4) zaprojektowanie i zbadanie odpowiednich dla wieku i specyfiki danej dziedziny, zwinnych metod nauczania i uczenia się. Wiele z tych czynników będzie miało kluczowe znaczenie przy lokalizacji tych ram w danym kraju, okręgu szkolnym lub szkole; wybór aspektów zainteresowania i określenie pożądanych poziomów opanowania będzie zależeć na przykład od istniejących kompetencji uczniów w zakresie sztucznej inteligencji, przeszkolenia i umiejętności nauczycieli, dostępności godzin dydaktycznych oraz lokalnej gotowości na sztuczną inteligencję, w tym dostępności i infrastruktury.

Tabela 1. Ramy kompetencji uczniów w zakresie sztucznej inteligencji

Aspekty kompetencji	Poziomy rozwoju		
	Zrozum	Zastosuj	Twórz
Myślenie skoncentrowane na człowieku	Sprawczość człowieka	Odpowiedzialność człowieka	Obywatelskość w erze AI
Etyka AI	Etyka „w praktyce”	Bezpieczne i odpowiedzialne użytkowanie	Etyka w projektowaniu
Techniki i zastosowania AI	Podstawy AI	Umiejętności aplikacyjne	Tworzenie narzędzi AI
Projektowanie systemów AI	Określanie zakresu problemu	Projektowanie architektury	Iteracja i pętla sprzężenia zwrotnego

3.2 Poziomy zaawansowania

Te trzy poziomy odzwierciedlają rosnące wyrafinowanie, biegłość i świadomość etyczną w korzystaniu z technologii AI i współtworzeniu jej. Oczekuje się, że studenci będą wzajemnie się rozwijać. Poziomy te, a także specyfikacje każdego bloku kompetencji, mogą stanowić podstawę zarówno oceny kształtującej, jak i podsumowującej kompetencji studentów w zakresie AI, a także służyć do projektowania odpowiednich kontekstowo i elastycznych metod nauczania.

Poziom 1: Zrozumienie

Ten pierwszy poziom jest przeznaczony dla wszystkich studentów. Wszyscy ludzie mają lub będą mieć kontakt z jakąś formą AI w ciągu swojego życia. Prawdą jest również, że dostawcy AI wydobywają i manipulują danymi od niemal wszystkich użytkowników internetu. Wszyscy studenci muszą zatem rozwijać wartości, wiedzę i umiejętności zorientowane na człowieka, niezbędne do bezpiecznego, świadomego i sensownego angażowania się w codzienne interakcje ze AI w różnych sferach życia. Na poziomie „Zrozumieć” od

uczniów oczekuje się rozwijania rozumienia, czym jest sztuczna inteligencja (AI) oraz konstruowania odpowiednich do wieku interpretacji wartości, kwestii etycznych, koncepcji, procesów i metod technicznych leżących u podstaw narzędzi AI i ich zastosowań. Powinni umieć wyjaśniać lub zilustrować swoją wiedzę, odnosząc się do rzeczywistych lub społecznych praktyk, a także przyswajać nową wiedzę poprzez integrowanie jej z własnymi schematami wiedzy. Ten poziom biegłości zapewnia niezbędne podstawy postawowe, poznawcze i praktyczne do dalszej nauki AI. Nie definiuje on kompetencji na poziomie wyjściowym dla konkretnych obszarów lub dziedzin AI jako całości.

Poziom 2: Zastosowanie

Biorąc pod uwagę, że wykorzystanie AI przeniknęło wszystkie sektory, a także wszystkie aspekty życia, w tym edukację i pracę, uczniowie w szkole powinni być przygotowani do stania się odpowiedzialnymi, aktywnymi i efektywnymi użytkownikami AI, zarówno dla dobra własnych interesów, jak i w celu sprostania wspólnym wyzwaniom w zakresie zrównoważonego rozwoju. Efekty na drugim poziomie, „Zastosowanie”, są zatem istotne dla wszystkich uczniów i mogą być wykorzystane do dostosowania zakresu, szerokości i poziomu trudności modułów tematycznych formalnego programu nauczania AI. Nauka na tym poziomie wymaga od uczniów nabycia podstawowej wiedzy na temat podejścia skoncentrowanego na człowieku i podstawowych zasad etycznych dotyczących AI, a także podstawowej wiedzy o AI i umiejętności jej stosowania. Na poziomie „Zastosowanie” od uczniów oczekuje się rozwijania, przenoszenia i dostosowywania nabytych wartości, wiedzy i umiejętności do nowych procesów uczenia się. Robią to poprzez rozwiązywanie pytań teoretycznych i/lub zadań praktycznych w bardziej złożonych kontekstach oraz poprzez krytyczną analizę zaawansowanych metod technicznych stojących za narzędziami AI. Po osiągnięciu tego poziomu uczniowie zbudują solidne i możliwe do przeniesienia podstawy wiedzy koncepcyjnej i powiązanych z nią zestawów umiejętności z zakresu AI. Powinni również umieć zastosować podejście skoncentrowane na człowieku i perspektywę etyczną do oceny, badania i praktycznego wykorzystania narzędzi AI. Uczniowie na tym poziomie mogą przejść do trzeciego, bardziej specjalistycznego poziomu, „Tworzenie”. Możliwe jest jednak, że niektórzy uczniowie nie będą wykazywać dużego zainteresowania sztuczną inteligencją lub nie będą mieli wystarczająco dużo czasu lub możliwości, aby doskonalić swoje kompetencje w tym zakresie w ramach formalnego środowiska edukacyjnego w szkole. Dla wielu osób „Zastosowanie” na poziomie 2 będzie punktem wyjścia do rozwoju kompetencji związanych ze sztuczną inteligencją, przynajmniej w szkole.

Poziom 3: Tworzenie

Wykładnicze tempo innowacji w sektorze sztucznej inteligencji (AI) oznacza, że dostawcy technologii definiują warunki transformacji naszych społeczeństw. Rozwijanie kluczowych kompetencji w zakresie AI ma kluczowe znaczenie dla zapewnienia, że projektowanie, wdrażanie i użytkowanie AI odpowiada potrzebom użytkowników i przynosi korzyści społeczeństwu. Uczniowie powinni być przygotowani do tworzenia godnych zaufania narzędzi AI i odgrywania wiodącej roli w definiowaniu i projektowaniu technologii AI nowej generacji. Na poziomie „Tworzenie” od uczniów oczekuje się, że staną się świadomymi współtwórcami AI, opracowując rozwiązania zorientowane na człowieka, które pozytywnie wpłyną na projektowanie i użytkowanie AI. Nauka na tym poziomie wymaga zintegrowanego zastosowania nabytych wartości, wiedzy i umiejętności z zakresu AI w celu projektowania, wdrażania i testowania rozwiązań AI, które mogą pomóc w rozwiązywaniu rzeczywistych problemów. Uczniowie będą krytycznie wykorzystywać swoją wiedzę i umiejętności dotyczące danych, algorytmów i etycznego projektowania; aktywnie tworzyć aplikacje AI; oraz rozważać dostosowanie przepisów dotyczących AI. Na poziomie „Tworzenie” od uczniów oczekuje się wzmocnienia zainteresowania innowacjami w dziedzinie sztucznej inteligencji (AI) i rozwoju nowych narzędzi AI opartych na otwartych i/lub konfigurowalnych zbiorach danych, narzędziach programistycznych lub modelach AI. W trakcie iteracyjnego procesu dostosowywania i testowania technologii AI, uczniowie powinni wzmocnić poczucie bycia współtwórcą AI i przynależności do szerszej społeczności, pomagając w kierowaniu projektowaniem i wykorzystaniem AI zorientowanym na człowieka. Na tym poziomie od uczniów oczekuje się

również rozwijania umiejętności krytycznej oceny społecznych implikacji AI i personalizacji obowiązków wynikających z bycia obywatelem w społeczeństwach napędzanych przez AI. Nauka na poziomie „Tworzenie” ma również na celu rozwijanie u uczniów umiejętności kreatywnego rozwiązywania problemów oraz proaktywnej postawy w propagowaniu etycznych praktyk w zakresie AI. Pełne spełnienie wymagań tego poziomu będzie wymagało odpowiedniego przydziału czasu i przestrzeni na naukę w ramach programu nauczania (np. cały semestr lub kilka semestrów). Program nauczania musi również zapewniać niezbędne zasoby AI i wspierać innowacyjne metody nauczania dostosowane do wieku. W przypadku studentów, którzy nie są silnie zainteresowani pogłębianiem wiedzy w tej dziedzinie, efekty kształcenia na tym poziomie, w szczególności w ramach aspektu „Projektowanie systemów AI”, powinny być oferowane jako przedmioty fakultatywne, a nie jako wymagania obowiązkowe dla wszystkich studentów.

3.3 Aspekty

Te cztery aspekty określają podstawowe elementy kompetencji w zakresie AI, które studenci muszą rozwijać i stale aktualizować, aby stać się odpowiedzialnymi użytkownikami i aktywnymi współtwórcami AI oraz potencjalnymi liderami w definiowaniu i rozwijaniu kolejnych generacji AI.

Myślenie zorientowane na człowieka

Aspekty kompetencji	Poziomy rozwoju		
	Zrozum	Zastosuj	Twórz
Myślenie skoncentrowane na człowieku	Sprawczość człowieka	Odpowiedzialność człowieka	Obywatelskość w erze AI

Aspekt „Nastawienie skoncentrowane na człowieku” koncentruje się na wartościach, przekonaniach i umiejętnościach krytycznego myślenia studentów, stosowanych do badania przydatności sztucznej inteligencji (AI) do zamierzonego celu, zasadności jej wykorzystania, sposobu interakcji z nią przez ludzi oraz odpowiedzialności, jaką jednostki i instytucje powinny wziąć na siebie, aby przyczynić się do budowania bezpiecznych, inkluzywnych i sprawiedliwych społeczeństw opartych na AI. Nastawienie skoncentrowane na człowieku stanowi podstawę do dalszego zaangażowania we wszystkie aspekty AI. Pełne ucieleśnienie tego aspektu obejmuje również tożsamość człowieka w relacji ze sztuczną inteligencją, przyjmowanie odpowiedzialności społecznej i obywatelskiej oraz realizację lub pogłębianie osobistych zainteresowań w erze AI. Wartości i umiejętności, które ten aspekt ma pielęgnować, można scharakteryzować za pomocą następujących trzech bloków kompetencyjnych:

Sprawczość człowieka: Oczekuje się, że studenci będą w stanie rozpoznać, że sztuczna inteligencja jest kierowana przez człowieka i że decyzje jej twórców wpływają na sposób, w jaki systemy AI oddziałują na prawa człowieka, interakcje człowiek–AI, a także na ich własne życie i społeczeństwa. Oczekuje się, że zrozumieją konsekwencje ochrony sprawczości człowieka w całym procesie projektowania, dostarczania i użytkowania sztucznej inteligencji. Uczniowie rozumieją, co oznacza, że sztuczna inteligencja jest kontrolowana przez ludzi i jakie mogą być konsekwencje, gdy tak nie jest.

Odpowiedzialność człowieka: Od uczniów oczekuje się, że zrozumieją, że odpowiedzialność człowieka jest prawnym obowiązkiem twórców sztucznej inteligencji i dostawców usług AI, a także zrozumieją, jaką odpowiedzialność człowieka powinni przyjąć podczas projektowania i użytkowania sztucznej inteligencji. Powinni również rozwinąć świadomość, że odpowiedzialność człowieka jest prawną i społeczną odpowiedzialnością w przypadku wykorzystywania sztucznej inteligencji do wspomagania procesu decyzyjnego, a ludzki wybór nie powinien być cedowany na sztuczną inteligencję w przypadku podejmowania decyzji o wysokiej wadze.

Obywatelstwo w erze sztucznej inteligencji: Od uczniów oczekuje się krytycznego zrozumienia wpływu sztucznej inteligencji na społeczeństwa ludzkie oraz promowania odpowiedzialnego i inkluzywnego projektowania i użytkowania sztucznej inteligencji dla zrównoważonego rozwoju. Powinni mieć świadomość swojej obywatelskiej i społecznej odpowiedzialności jako obywateli w erze sztucznej inteligencji. Oczekuje się również, że uczniowie rozwiną chęć dalszego uczenia się o sztucznej inteligencji i korzystania z niej przez całe życie, aby wspierać samorealizację.

Etyka sztucznej inteligencji

Aspekty kompetencji	Poziomy rozwoju		
	Zrozum	Zastosuj	Twórz
Etyka AI	Etyka „w praktyce”	Bezpieczne i odpowiedzialne użytkowanie	Etyka w projektowaniu

Aspekt „Etyka AI” reprezentuje etyczne osądy wartości, ucieleśnione refleksje oraz umiejętności społeczne i emocjonalne, których studenci potrzebują, aby poruszać się, rozumieć, praktykować i przyczyniać się do adaptacji rosnącego zestawu zasad i przepisów dotyczących całego cyklu życia systemów AI. Oczekuje się, że studenci zrozumieją i zastosują wiedzę na temat zarządzania etyką na styku globalnych implikacji i lokalnych kontekstów. W miarę jak szybkie iteracje AI wywołują głębsze kontrowersje, zakres etyki AI rozszerza się, a nowe regulacje, prawa i zasady są przyjmowane. Trzy bloki kompetencyjne dla tego aspektu określają kluczowe kroki, dzięki którym studenci mogą stopniowo internalizować zasady etyczne, a także przyzwyczaić się do przestrzegania przepisów dotyczących AI. Etyka w praktyce: Oczekuje się, że studenci rozwiną podstawowe zrozumienie kwestii leżących u podstaw kluczowych debat etycznych dotyczących AI, w tym wpływu AI na prawa człowieka, sprawiedliwość społeczną, włączenie społeczne, równość i zmiany klimatu w ich lokalnym kontekście i życiu osobistym. Uczniowie zrozumieli, zinternalizowali i przyjęli następujące zasady w swoich refleksyjnych praktykach i wykorzystaniu narzędzi AI w nauce i poza nią:

- **Nie szkodzić:** Uczniowie wykazują zrozumienie, że systemy AI nie powinny być wykorzystywane do celów, które mogłyby być szkodliwe dla ludzi (takich jak rozpoznawanie twarzy w celu nadzoru lub przypisywania statusu społecznego, czy algorytmy predykcyjne do oceniania egzaminów). Obejmuje to umiejętność oceny, czy dane rozwiązanie AI narusza wartości i prawa człowieka, w szczególności prywatność danych, oraz decydowania, czy dana metoda AI jest zgodna z przepisami globalnymi lub lokalnymi.
- **Proporcjonalność:** Uczniowie rozwijają zdolność – odpowiednio do swojego wieku i poziomu sprawności – do oceny, czy wykorzystanie konkretnego systemu AI jest korzystne dla osiągnięcia uzasadnionego celu oraz czy dana metoda AI jest odpowiednia w danym kontekście.
- **Niedyskryminacja:** Uczniowie są świadomi i potrafią rozpoznać uprzedzenia związane z płcią, pochodzeniem etnicznym, kulturą i innymi czynnikami tkwiącymi w narzędziach AI lub ich wynikach. Ponadto uczniowie są świadomi różnic w obszarze sztucznej inteligencji (AI) w obrębie krajów i między nimi oraz rozumieją potrzebę podjęcia działań w celu ich rozwiązania i zapewnienia większej dostępności i inkluzywności.
- **Zrównoważony rozwój:** Uczniowie potrafią wyjaśnić i zilustrować implikacje systemów AI dla zrównoważonego rozwoju środowiska.
- **Determinacja człowieka we współpracy człowiek – AI:** Uczniowie potrafią wykazać, dlaczego ludzie powinni ponosić etyczną i prawną odpowiedzialność za korzystanie ze sztucznej inteligencji; potrafią zilustrować, w jaki sposób ludzie mogą zachować odpowiedzialność w procesach decyzyjnych wspomaganych przez AI, zamiast oddawać tę determinację maszynom.
- **Przejrzystość i możliwość wyjaśnienia:** Uczniowie są świadomi, że użytkownicy mają prawo żądać od projektantów i dostawców informacji wyjaśniających, jak działają narzędzia AI, jak ich wyniki są generowane w oparciu o algorytmy i modele, a także w jakim stopniu wdrożenie i zastosowanie niektórych narzędzi AI jest odpowiednie dla użytkowników w określonym wieku lub o określonym poziomie sprawności.
- **Bezpieczne i odpowiedzialne użytkowanie:** Oczekuje się, że uczniowie będą potrafili korzystać ze sztucznej inteligencji w sposób odpowiedzialny, zgodnie z zasadami etycznymi i lokalnymi przepisami. Studenci są świadomi ryzyka związanego z ujawnianiem prywatności danych i podejmują środki w celu zapewnienia, że ich dane są gromadzone, wykorzystywane, udostępniane, archiwizowane i usuwane wyłącznie za ich świadomą zgodą. Są również świadomi specyficznych zagrożeń związanych z niektórymi systemami sztucznej inteligencji (AI) i potrafią chronić własne bezpieczeństwo, a także bezpieczeństwo swoich rówieśników, korzystając z AI.
- **Etyka w projektowaniu:** Od studentów oczekuje się stosowania podejścia etycznego w projektowaniu do projektowania, oceny i użytkowania narzędzi AI, a także do przeglądu i adaptacji przepisów dotyczących AI. Studenci są świadomi, że ocena intencji stojącej za projektowaniem AI obejmuje analizę wszystkich etapów cyklu życia AI, począwszy od etapu konceptualizacji. Studenci powinni być w stanie ocenić zgodność narzędzia AI z przepisami etycznymi, a także dokonać przeglądu przepisów dotyczących AI i informować o ich adaptacji.

Techniki i zastosowania AI

Aspekty kompetencji	Poziomy rozwoju		
	Zrozum	Zastosuj	Twórz
Techniki i zastosowania AI	Podstawy AI	Umiejętności aplikacyjne	Tworzenie narzędzi AI

Aspekt „Techniki i zastosowania AI” reprezentuje nierozzerwalnie powiązaną wiedzę koncepcyjną na temat AI i powiązane umiejętności operacyjne w powiązaniu z konkretnymi narzędziami AI lub autentycznymi zadaniami. Aspekt ten stanowi najważniejszą i najbardziej transferowalną podstawę techniczną dla konkretnego zrozumienia i zastosowania podejścia skoncentrowanego na człowieku i związanych z nim zasad etycznych. Podstawowa struktura wiedzy i praktyczne umiejętności dotyczące danych i programowania AI stanowią fundament zdolności projektowania i budowania systemów AI, szczególnie dla studentów o silnych zainteresowaniach i umiejętnościach w tej dziedzinie. Aspekt „Techniki i zastosowania AI” zakłada, że od studentów oczekuje się zapoznania się z przykładowymi narzędziami AI, aby uzyskać wgląd w sposób, w jaki AI jest rozwijana w oparciu o dane i algorytmy. Studenci będą jednocześnie nabywać umiejętności programowania AI i wzmacniać transferowalność swojej wiedzy i umiejętności poprzez zastosowanie ich w tworzeniu narzędzi AI. W ramach trzech poziomów zaawansowania od uczniów oczekuje się również integracji aspektów etycznych, kulturowych i społecznych oraz utrwalenia interdyscyplinarnej wiedzy i umiejętności podstawowych z zakresu nauk ścisłych, technologii, inżynierii, matematyki, sztuki, języków i nauk społecznych. Podstawy sztucznej inteligencji: Od uczniów oczekuje się, że będą w stanie zbudować podstawową wiedzę i umiejętności w zakresie sztucznej inteligencji, szczególnie w odniesieniu do danych i algorytmów, rozumiejąc znaczenie interdyscyplinarnej wiedzy podstawowej niezbędnej do stopniowego pogłębiania rozumienia danych i algorytmów. Uczniowie powinni również potrafić łączyć wiedzę koncepcyjną na temat sztucznej inteligencji z działaniami w społeczeństwie i życiu codziennym, konkretyzując antropocentryczne podejście i zasady etyczne poprzez zrozumienie, jak działa sztuczna inteligencja i jak wchodzi ona w interakcje z ludźmi.

Umiejętności praktyczne: Od uczniów oczekuje się, że będą w stanie zbudować odpowiednie do wieku zrozumienie danych, algorytmów sztucznej inteligencji i programowania, a także nabyć umiejętności praktyczne. Oczekuje się, że uczniowie będą potrafili krytycznie oceniać i wykorzystywać bezpłatne i/lub otwarte narzędzia sztucznej inteligencji, biblioteki programistyczne i zbiory danych. Tworzenie narzędzi AI: Oczekuje się, że studenci będą potrafili pogłębiać i stosować wiedzę oraz umiejętności dotyczące danych i algorytmów, aby dostosować istniejące zestawy narzędzi AI do tworzenia narzędzi AI opartych na zadaniach. Oczekuje się, że studenci zintegrują swoje nastawienie skoncentrowane na człowieku i względy etyczne z oceną istniejących zasobów AI. Oczekuje się również, że rozwiną umiejętności społeczne i emocjonalne niezbędne do tworzenia z wykorzystaniem AI, w tym poprzez adaptacyjność, złożoną komunikację i umiejętności pracy zespołowej.

Projektowanie systemów AI

Aspekty kompetencji	Poziomy rozwoju		
	Zrozum	Zastosuj	Twórz
Projektowanie systemów AI	Określanie zakresu problemu	Projektowanie architektury	Iteracja i pętla sprzężenia zwrotnego

Aspekt „Projektowania systemów AI” koncentruje się na systemowym myśleniu projektowym i kompleksowych umiejętnościach inżynierskich wymaganych do określania zakresu problemu, projektowania, budowania architektury, szkolenia, testowania i optymalizacji systemów AI. Ten aspekt ma na celu zakwestionowanie wyjaśnialności systemów AI i umożliwienie eksploracyjnego uczenia się studentom, którzy będą kontynuować programy studiów w tej dziedzinie. Oczekuje się również, że studenci pogłębią i przećwiczą „etykę poprzez projektowanie”. Chociaż metodologia systemowego myślenia projektowego, powiązane z nią wartości zorientowane na człowieka i zasady etyczne oraz wymagana wiedza i umiejętności dotyczące AI mogą być osadzone we wszystkich innych aspektach kompetencji studentów w zakresie AI, aspekt ten jest skierowany głównie do studentów,

którzy są szczególnie zainteresowani i zaangażowani w pogłębianie swojej wiedzy i umiejętności w tej dziedzinie. Określanie zakresu problemu: Oczekuje się, że studenci będą w stanie zrozumieć znaczenie „określania zakresu problemu AI” jako punktu wyjścia dla innowacji w zakresie AI. Oczekuje się, że będą w stanie zbadać, czy AI powinna być używana w konkretnych sytuacjach, z perspektywy prawnej, etycznej i logicznej; i zdefiniować granice, cele i ograniczenia problemu przed podjęciem próby wytrenowania modelu AI w celu jego rozwiązania. Oczekuje się również, że studenci zdobędą wiedzę i umiejętności planowania projektu niezbędne do konceptualizacji i budowy systemu AI, w tym umiejętność oceny adekwatności różnych technik AI, zdefiniowania zapotrzebowania na dane oraz opracowania metryk testowania i sprzężenia zwrotnego. Projektowanie architektury: Oczekuje się, że studenci będą w stanie rozwinąć podstawową wiedzę metodologiczną i umiejętności techniczne w celu skonfigurowania skalowalnej, łatwej w utrzymaniu i wielokrotnego użytku architektury systemu AI, obejmującej warstwę danych, algorytmów, modeli i interfejsów aplikacji. Oczekuje się, że studenci rozwiną umiejętności interdyscyplinarne niezbędne do wykorzystania zbiorów danych, narzędzi programistycznych i zasobów obliczeniowych do budowy prototypowego systemu AI. Obejmuje to oczekiwanie, że zastosują pogłębione wartości zorientowane na człowieka i zasady etyczne w konfiguracji, konstrukcji i optymalizacji. Iteracja i sprzężenie zwrotne: Oczekuje się, że studenci poszerzą i zastosują swoją interdyscyplinarną wiedzę i praktyczne metody oceny adekwatności i metodologicznej solidności modelu AI oraz jego wpływu na poszczególnych użytkowników, społeczeństwa i środowisko. Powinni być w stanie nabyć umiejętności techniczne odpowiednie do wieku, aby poprawić jakość zbiorów danych, rekonfigurować algorytmy i ulepszać architektury w odpowiedzi na wyniki testów i informacje zwrotne. Powinni umieć stosować podejście zorientowane na człowieka i zasady etyczne w symulacji procesu decyzyjnego dotyczącego momentu wyłączenia systemu AI i sposobów minimalizacji jego negatywnego wpływu. Oczekuje się również, że będą pielęgnować swoją tożsamość jako współtwórców w szerszej społeczności AI.

Rozdział 4: Specyfikacje kompetencji uczniów w zakresie AI

Poniższe specyfikacje AI CFS wyjaśniają, co obejmuje każdy blok kompetencji pod względem celów programowych, pożądanych metod pedagogicznych i wymaganych środowisk nauczania, z uwzględnieniem inkluzywności oraz zróżnicowania poziomów gotowości do AI. Poniższe specyfikacje opierają się na założeniu, że kompetencje uczniów w zakresie AI są wynikiem zintegrowanych interwencji krajowych programów nauczania AI, programów pozalekcyjnych, nieformalnego uczenia się za pośrednictwem różnych mediów, w tym internetu, oraz zaangażowania rodzin i społeczności lokalnych. Aby ukierunkować opracowywanie programu nauczania AI, AI CFS określa oczekiwane rezultaty uczenia się i zachowania formalnego programu nauczania AI, uwzględniając jednocześnie wpływ nieformalnego uczenia się w kontekstach społecznych. Uczenie się związane z AI – wprowadzane do programów nauczania jako odrębny przedmiot lub jako moduły w ramach pokrewnych dyscyplin, takich jak informatyka lub technologie informacyjno-komunikacyjne (ICT) – powinno być przydzielone w odpowiednim wymiarze czasu dydaktycznego w ciągu semestru, a najlepiej w ciągu kilku semestrów. Określone cele programowe określają wartości, wiedzę i umiejętności specyficzne dla danej dziedziny, które można zastosować u uczniów w różnym wieku i o różnym poziomie sprawności, którzy po raz pierwszy zetkną się z nauką związaną ze sztuczną inteligencją. Do krajowych lub instytucjonalnych agencji programowych należy zdefiniowanie konkretnych celów edukacyjnych dla poszczególnych grup uczniów, w oparciu o ich gotowość do stosowania sztucznej inteligencji i gotowość ich nauczycieli, dostępny czas dydaktyczny oraz lokalne środowiska edukacyjne. Specyfikacje zawierają zalecenia dotyczące konfiguracji tych środowisk zgodnie z celami programowymi, z uwzględnieniem inkluzywności, potencjału rozwiązań open source oraz udostępniania zasobów sztucznej inteligencji instytucjom akademickim i sektorowi prywatnemu. Specyfikacje proponują również metodologie pedagogiczne dla poszczególnych dziedzin sztucznej inteligencji na określonym poziomie zaawansowania. Mogą one zainspirować nauczycieli i uczniów do zgłębiania zwinnych metod nauczania, odpowiednich dla konkretnych kontekstów i potrzeb.

4.1 Poziom 1: Zrozumienie

Głównym celem tego poziomu jest wsparcie wszystkich uczniów w zrozumieniu istoty sztucznej inteligencji oraz w budowaniu odpowiednich do wieku interpretacji wartości, kwestii etycznych, koncepcji, procesów i

metod technicznych leżących u podstaw narzędzi sztucznej inteligencji i ich zastosowań. Uczniowie powinni również otrzymać wsparcie w nawiązywaniu powiązań między swoją wiedzą na temat sztucznej inteligencji (AI) a doświadczeniami z życia realnego, a także między wiedzą z zakresu danej dziedziny na temat AI a wiedzą z pokrewnych obszarów nauczania.

Cele programowe przedstawione w Tabeli 2 pomagają określić zbiór fundamentalnych wartości, zasad etycznych, wiedzy i zrozumienia, które mogą zapewnić właściwe i efektywne wykorzystanie AI przez uczniów – umiejętność czasami określaną jako „umiejętność posługiwania się AI”. Sugerowane metody pedagogiczne mają na celu ułatwienie stosowania praktyk nauczania i uczenia się odpowiednich do wieku i dziedziny, które mogą potencjalnie stymulować zainteresowania uczniów i wspierać ich ścieżkę uczenia się w oparciu o konkretne narzędzia, osobiste doświadczenia i scenariusze zastosowań w świecie rzeczywistym. Specyfikacje zalecają również podstawowe środowiska nauczania, które obejmują ćwiczenia z wykorzystaniem rozwiązań odłączonych od sieci i rozwiązań low-tech.

Tabela 2. Bloki kompetencji dla poziomu 1: Zrozumienie

	KOMPETENCJE UCZNIA	CELE PROGRAMOWE (programy nauczania AI powinny...)	SUGEROWANE METODY PEDAGOGICZNE (Placówki i nauczyciele mogą rozważyć i dostosować następujące metody nauczania.)	ŚRODOWISKO NAUKI (Powinno się zapewnić i dostosować następujące środowiska nauki.)
Myślenie skoncentrowane na człowieku	4.1.1 Sprawczość człowieka Oczekuje się, że uczniowie będą w stanie rozpoznać, że sztuczna inteligencja jest kierowana przez człowieka i że decyzje jej twórców wpływają na to, jak systemy sztucznej inteligencji oddziałują na prawa człowieka, interakcje człowiek-sztuczna inteligencja oraz ich własne życie i społeczeństwa. Oczekuje się, że zrozumieją konsekwencje ochrony sprawczości człowieka na każdym etapie projektowania, dostarczania i użytkowania sztucznej inteligencji. Uczniowie zrozumieją, co oznacza, że sztuczna inteligencja jest kontrolowana przez człowieka i jakie mogą być konsekwencje, gdy tak się nie dzieje.	CG 4.1.1.1 Wspieranie zrozumienia, że sztuczna inteligencja jest kierowana przez człowieka: Na podstawie wybranych narzędzi sztucznej inteligencji wyjaśnij uczniom, że sztuczna inteligencja jest kierowana przez człowieka; ułatw uczniom stopniowe i całościowe zrozumienie ludzkiej sprawczości, które może obejmować zasady dotyczące własności i prywatności danych, ochrony praw człowieka w procesie gromadzenia i przetwarzania danych, wyjaśnialności metod sztucznej inteligencji, kontroli człowieka we wdrażaniu oraz determinacji człowieka w wykorzystywaniu sztucznej inteligencji do podejmowania decyzji. Uświadomienie uczniom, że sztuczna inteligencja nie może zastąpić ludzkiego myślenia ani rozwoju intelektualnego. CG 4.1.1.2 Ułatwianie zrozumienia konieczności sprawowania wystarczającej kontroli człowieka nad sztuczną inteligencją: Zapoznaj uczniów z rzeczywistymi scenariuszami i pomóż im doświadczyć systemów na poziomie regulacyjnym, instytucjonalnym i indywidualnym, aby chronić ludzkie bezpieczeństwo, moralność i godność. CG 4.1.1.3 Rozwijanie krytycznego myślenia na temat dynamicznej relacji między sprawczością człowieka a sprawczością maszyny: Zapoznaj uczniów z rzeczywistymi przypadkami, w których sztuczna inteligencja może wspierać ludzką sprawczość i ludzkie pętle decyzyjne, ułatw uczniom zrozumienie, jak ludzie mogą prawidłowo wchodzić w interakcje ze sztuczną inteligencją, aby wzmocnić ludzkie możliwości. Pomóż studentom w prowadzeniu debat opartych na konfliktach dotyczących dynamicznych granic między sprawczością człowieka a sprawczością sztucznej inteligencji, ujawniając sytuacje, w których może być potrzebny pewien zakres sprawczości maszyny (np. wykrywanie wzorców medycznych, które są niewidoczne dla lekarzy diagnozujących rzadkie choroby, automatyczne sprawdzanie pisowni i autokorekta podczas tworzenia raportów, automatyczne dodawanie napisów lub automatyzacja produkcji wideo podczas tworzenia materiałów dydaktycznych, automatyczne tłumaczenie językowe itp.). Promować krytyczny pogląd, że chociaż sprawczość człowieka musi być uwzględniana podczas wykorzystywania sztucznej inteligencji do podejmowania decyzji o wysokim ryzyku, to relacja między sprawczością człowieka a sprawczością maszyny w sytuacjach rzeczywistych powinna być analizowana w oparciu o konkretne potrzeby i czynniki kontekstowe.	- Wizualizacja abstrakcyjnej koncepcji sprawczości człowieka w całym cyklu życia sztucznej inteligencji (AI): Poproś uczniów o narysowanie map koncepcyjnych sprawczości człowieka w kluczowych etapach cyklu życia wybranych narzędzi AI, w tym własności danych, poszanowania prywatności danych podczas gromadzenia i przetwarzania danych, wyjaśnialności algorytmów i modeli AI, kontrolowanej przez człowieka oceny wyników AI oraz ludzkiej determinacji w procesie podejmowania decyzji wspomaganych przez AI. Mapy koncepcyjne powinny również odzwierciedlać potencjalne konsekwencje utraty sprawczości człowieka na każdym etapie, zarówno dla jednostki, jak i dla społeczeństwa. - Symulacja debaty sądowej w ramach Ustawy o AI w celu oceny intencji twórców zakazanych systemów AI: W oparciu o odpowiednią dla wieku interpretację definicji systemów AI zakazanych na mocy Ustawy o AI Unii Europejskiej, zorganizuj uczniów, aby wcielili się w ławę przysięgłych i ocenili wybrane przykłady systemów AI, które mają zostać zakazane na mocy Ustawy o AI, zastanawiając się nad możliwymi intencjami i motywacjami ich twórców. Pomóż uczniom zrozumieć, jak te systemy mogą szkodzić ludziom, zwłaszcza poprzez podważanie ich sprawczości: na przykład system AI może stosować techniki osłabiające świadomość człowieka lub celowo utrudniać mu podejmowanie świadomych decyzji. - Scenariuszowe rozumienie interakcji ze sztuczną inteligencją sterowaną przez człowieka: Wybierz przykłady lub scenariusze, w których narzędzia AI są używane w miejscu pracy lub w życiu codziennym, wskazując, jaki wkład wnoszą one i ich użytkownicy w realizację docelowych jednostek zadań. Zachęć uczniów do rozpoznania wkładu, jaki sztuczna inteligencja może wnieść w sytuacjach, w których ludzkie możliwości i inteligencja mogą być ograniczone, podkreślając znaczenie wykorzystania sztucznej inteligencji do wzmocnienia ludzkich możliwości przy jednoczesnym zapewnieniu kontroli. - Deбата nad dynamiczną granicą między sprawczością człowieka a sprawczością maszyny: Opierając się na rzeczywistych przypadkach dylematów związanych z zależnością człowieka od sprawczości maszyn, zachęć uczniów do przeprowadzenia debaty na temat zmieniających się ról, jakie ludzie i sztuczna inteligencja mogą odgrywać w procesach rozwiązywania problemów i podejmowania decyzji wspomaganych przez AI. Pomóż uczniom zwiualizować abstrakcyjne granice między sprawczością człowieka a sprawczością maszyn w różnych kontekstach.	- Zasoby do nauki bez dostępu do sieci, takie jak artykuły papierowe, drukowane materiały do czytania i arkusze ćwiczeń. - Lokalnie dostępne narzędzia AI, w tym telefony komórkowe z aplikacjami AI. - Wstępnie pobrane lub nagrane filmy i inne zasoby związane z konkretnymi studiami przypadków lub scenariuszami, które stwarzają dylemat. - Wyszukiwarki, filmy online i uzupełniające kursy online.

	KOMPETENCJE UCZNIA	CELE PROGRAMOWE (programy nauczania AI powinny...)	SUGEROWANE METODY PEDAGOGICZNE (Placówki i nauczyciele mogą rozważyć i dostosować następujące metody nauczania.)	ŚRODOWISKO NAUKI (Powinno się zapewnić i dostosować następujące środowiska nauki.)
Etyka AI	4.1.2 Etyka „w praktyce” • Oczekuje się, że studenci będą w stanie rozwinąć podstawową wiedzę na temat kwestii etycznych związanych ze sztuczną inteligencją (AI) oraz jej potencjalnego wpływu na prawa człowieka, sprawiedliwość społeczną, inkluzję, równość i zmiany klimatu w kontekście lokalnym i w odniesieniu do ich życia osobistego. Zrozumieją i przyswoją sobie następujące kluczowe zasady etyczne, a następnie przełożą je na refleksyjne praktyki i wykorzystanie narzędzi AI w życiu codziennym i nauce: • Nie szkodzić: Ocena zgodności AI z przepisami i potencjalnego naruszenia praw człowieka • Proporcjonalność: Ocena korzyści AI w stosunku do ryzyka i kosztów; ocena adekwatności do kontekstu • Niedyskryminacja: Wykrywanie uprzedzeń i promowanie inkluzywności i zrównoważonego rozwoju (zrozumienie wpływu AI na środowisko i społeczeństwo) • Determinacja człowieka: Podkreślanie ludzkiej sprawczości i odpowiedzialności w korzystaniu z AI • Przejrzystość: Wspieranie praw użytkowników do zrozumienia działania i decyzji AI	CG4.1.2.1 Zilustruj dylematy związane ze sztuczną inteligencją i zidentyfikuj główne przyczyny konfliktów etycznych: W oparciu o konkretne narzędzia sztucznej inteligencji, pomóż uczniom w zidentyfikowaniu dylematów, które indywidualni lub korporacyjni twórcy muszą podjąć podczas projektowania i rozwoju sztucznej inteligencji (np. maksymalizacja skali gromadzenia danych a ochrona ich własności, rejestrowanie prywatnych danych użytkowników do szkolenia modeli sztucznej inteligencji a ochrona ich prywatności, promowanie sterowania maszynowego w celu generowania zysków a gwarantowanie prymatu sprawczości człowieka oraz priorytetowe traktowanie bezpieczeństwa sztucznej inteligencji a przyspieszenie iteracji sztucznej inteligencji). Wspieraj uczniów w kojarzeniu perspektyw dotyczących tych dylematów z przyczynami konfliktów etycznych związanych ze sztuczną inteligencją. • CG 4.1.2.2 Ułatwiał zrozumienie zasad etycznych dotyczących sztucznej inteligencji i ich osobistych implikacji w oparciu o scenariusze: Zaoferuj uczniom możliwość omówienia adekwatnych do wieku przypadków z życia wziętych, dotyczących sześciu podstawowych zasad etycznych sztucznej inteligencji: (1) „nie szkodzić”, (2) proporcjonalność, (3) niedyskryminacja, (4) zrównoważony rozwój, (5) ludzka determinacja (6) przejrzystość i wyjaśnialność. Poprowadź uczniów w budowaniu ram wiedzy na temat etyki sztucznej inteligencji i jej praktyki.	• Studia przypadków dotyczące scenariuszy zawierających kontrowersje wokół sztucznej inteligencji: Przedstaw odpowiednie dla wieku scenariusze z życia wzięte lub symulowane i pomóż uczniom w dotarciu do kontrowersji związanych z narzędziami sztucznej inteligencji i ich zastosowaniami. Omów główne przyczyny takich konfliktów etycznych i zachęć uczniów do rysowania infografik lub map koncepcyjnych ilustrujących podstawowe zasady etyczne sztucznej inteligencji. • Indywidualna lub grupowa refleksja nad osobistymi implikacjami dylematów etycznych: Zaangażuj uczniów w grupową dyskusję i wymianę opinii na temat dylematów etycznych, które mogą wynikać z wykorzystania sztucznej inteligencji w życiu codziennym i nauce w lokalnych kontekstach (np. czy duże modele językowe powinny wykorzystywać dane lokalnych społeczności w swoim szkoleniu, czy nie; w jakim stopniu sztuczna inteligencja ma negatywny wpływ na środowisko lub łagodzi zmiany klimatu; z jakiego stopnia użytkownicy powinni zrezygnować ze swojej prywatności, aby uzyskać korzyści płynące z usług sztucznej inteligencji). Pomóż uczniom w prezentowaniu swoich opinii w formatach odpowiednich do wieku, takich jak eseje, plakaty, rysunki lub storyboardy. • Poszukiwanie i weryfikacja przykładów „AI dla dobra publicznego”: Zorganizuj indywidualne lub grupowe badanie zakresu przykładów narzędzi AI lub podejść do wykorzystania AI, które wspierają dobro publiczne, w tym promowanie równości i integracji osób z niepełnosprawnościami, zachowanie różnorodności językowej i kulturowej oraz zwiększanie sprawiedliwości społecznej i zrównoważonego rozwoju środowiska. Poprowadź uczniów w zbieraniu dowodów i omawianiu przykładów, które rzeczywiście służą dobru publicznemu; weryfikacja i kategoryzacja tych przykładów.	• Środowiska i zasoby do nauki bez dostępu do sieci, w tym drukowane historie lub studia przypadków, arkusze ćwiczeń i plakaty. • Lokalnie dostępne narzędzia sztucznej inteligencji, w tym te dostępne za pośrednictwem aplikacji na telefony komórkowe. • Wstępnie pobrane lub nagrane filmy i inne zasoby związane z konkretnymi przypadkami lub scenariuszami, które stwarzają dylemat. • Wyszukiwarki, filmy online lub zasoby związane ze studiami przypadków.

	KOMPETENCJE UCZNIA	CELE PROGRAMOWE (programy nauczania AI powinny...)	SUGEROWANE METODY PEDAGOGICZNE (Płacówki i nauczyciele mogą rozważyć i dostosować następujące metody nauczania.)	ŚRODOWISKO NAUKI (Powinno się naśladujące środowiska nauki.)
Techniki i zastosowania AI	4.1.3 Podstawy sztucznej inteligencji Oczekuje się, że studenci rozwiną podstawową wiedzę, zrozumienie i umiejętności w zakresie sztucznej inteligencji, szczególnie w odniesieniu do danych i algorytmów, a także zrozumieją znaczenie interdyscyplinarnej wiedzy podstawowej niezbędnej do stopniowego pogłębiania rozumienia danych i algorytmów. Studenci powinni również potrafić łączyć wiedzę koncepcyjną na temat sztucznej inteligencji z działaniami w społeczeństwie i życiu codziennym, konkretyzując nastawienie skoncentrowane na człowieku i zasady etyczne poprzez zrozumienie, jak działa sztuczna inteligencja i jak wchodzi ona w interakcje z ludźmi.	CG 4.1.3.1 Zilustruj definicję i zakres sztucznej inteligencji (AI): Na podstawie przykładów narzędzi AI (np. do rozpoznawania twarzy, rekomendacji w mediach społecznościowych, analizy wzorców leżących u podstaw danych naukowych, diagnoz medycznych, samochodów autonomicznych i przewidywania ryzyka niespłacania kredytów) ułatw uczniom zrozumienie, czym jest, a czym nie jest AI; pomóż uczniom znaleźć i udostępnić przykładowe narzędzia w głównych kategoriach technologii AI oraz wyjaśnić ich główne funkcje i techniki w sposób odpowiedni do wieku. CG 4.1.3.2 Rozwijaj wiedzę koncepcyjną na temat trenowania AI w oparciu o dane i algorytmy: Wspieraj abstrakcję wiedzy koncepcyjnej uczniów na temat trenowania modeli uczenia maszynowego z wykorzystaniem danych i algorytmów, opartą na przykładach; pomóż uczniom rozwinąć odpowiednie do wieku zrozumienie trzech typów algorytmów AI, a mianowicie uczenia nadzorowanego, uczenia nienadzorowanego i uczenia przez wzmacnianie. Powinno to obejmować sposób pozyskiwania i oznaczania danych leżących u podstaw tych trzech typów algorytmów AI. Obal twierdzenia, że AI automatyzuje programowanie algorytmów i że ludzie nie muszą uczyć się o algorytmach. CG 4.1.3.3 Wspieranie otwartego myślenia o sztucznej inteligencji (AI) i interdyscyplinarnych podstaw AI: Umożliwienie uczniom zdobycia odpowiedniej wiedzy na temat metod AI i tematów badawczych, takich jak zastosowanie sztucznych sieci neuronowych (AI) oraz różnica między silną a słabą AI. Zaoferowanie uczniom, którzy wykazują silne zainteresowania i zdolności w dziedzinie AI, poszerzonych możliwości nauki o danych i algorytmach. Pomoc uczniom w zrozumieniu wzajemnych powiązań między wiedzą o AI a wiedzą z zakresu STEM (nauka, technologia, inżynieria, inżynieria danych i nauki społeczne) oraz zachęcenie ich do utrwalenia powiązanej wiedzy interdyscyplinarnej i refleksji na temat wzajemnego wpływu AI na pokrewne dziedziny. CG 4.1.3.4 Konkretyzacja zagadnień zorientowanych na człowieka w projektowaniu i użytkowaniu AI: Organizacja opartych na narzędziach refleksji na temat AI, aby nadać formę zrozumieniu przez uczniów jej wpływu na życie, pracę i relacje społeczne. Podkreślenie roli ludzi w kluczowych etapach cyklu życia AI (np. badaczy, inżynierów architektury, inżynierów danych, pracowników danych, beta testerów, regulatorów etyki i bezpieczeństwa, specjalistów ds. interfejsów człowiek-AI oraz audytorów zgodności systemów). Zapoznać studentów z podstawowymi zagadnieniami etycznymi związanymi z wykorzystaniem danych do szkolenia systemów sztucznej inteligencji.	- Bazujące na przykładach definiowanie rozumienia i zakresu sztucznej inteligencji AI: Zbadaj i przeprowadź eksperymenty z przykładami narzędzi AI (np. w medycynie z wykorzystaniem uczenia nadzorowanego i klasyfikacji obrazów w diagnostyce nowotworów lub w biznesie z wykorzystaniem przetwarzania języka naturalnego i sztucznej inteligencji generatywnej do automatycznego sporządzania protokołów i tworzenia przeglądów literatury). Na podstawie wybranych przykładów pomóż uczniom zrozumieć, czym jest, a czym nie jest AI, oraz główne kategorie technologii AI stosowane w życiu codziennym, a także w działalności gospodarczej i społecznej. Prowadź uczniów w eksploracji kluczowych etapów cyklu życia AI; w razie potrzeby narysuj schemat cyklu dla konkretnych systemów AI i opisz kluczowe techniki AI. - Uczenie się spiralne od przykładów do abstrakcyjnych koncepcji i od koncepcji do konkretnych technik: Wykorzystaj wybrane przykłady, aby pomóc uczniom w abstrakcyjnym rozumieniu, jak trenowany jest model uczenia maszynowego, w tym etapów definiowania problemu, gromadzenia danych, przetwarzania danych, szkolenia, oceny, wdrożenia i iteracji w oparciu o testy i informacje zwrotne. Wspieraj rozwój uczniów w zakresie wiedzy (oraz, tam gdzie to możliwe, podstawowych umiejętności operacyjnych) dotyczącej wykorzystania technik sztucznej inteligencji (AI), obejmujących zbiory danych, algorytmy, architekturę AI, konfigurację środowisk obliczeniowych, projektowanie funkcjonalności i interfejsów oraz planowanie scenariuszy wdrożenia. - Analiza przypadków innowacyjnych narzędzi AI i innowacyjnych zastosowań AI: Zorganizuj uczniów do poszukiwania potencjalnie innowacyjnych narzędzi AI i/lub innowacyjnych zastosowań AI; pomóż im zidentyfikować kluczowe techniki i główne kategorie AI wykorzystywane w tych zastosowaniach. Umożliw im napisanie eseju argumentacyjnego lub ustną obronę na temat tego, w jakim stopniu technologie AI mogą pomóc ludziom w projektowaniu innowacji w ich osobistych praktykach, modelach ekonomicznych lub biznesowych, usługach społecznych, i/lub na temat ryzyka, jakie konkretne technologie AI mogą stwarzać dla zasad etycznych i sprawczości człowieka. - Ugruntowanie multidyscyplinarnych podstaw AI ze szczególnym uwzględnieniem matematyki: Opierając się na wykładach i analizie problemów, pomóż uczniom zrozumieć, że współczesne systemy AI mają swoje korzenie w matematyce, a nauka o danych i algorytmach wymaga doskonałej znajomości matematyki i multidyscyplinarnego zestawu wiedzy. Rozwijaj podstawowe umiejętności matematyczne i interdyscyplinarne uczniów w zakresie rozwoju sztucznej inteligencji (AI), w tym istotne materiały z algebry, rachunku prawdopodobieństwa i statystyki, struktur danych i algorytmów, takich jak algorytm K-najbliższych sąsiadów, klasteryzacja K-średnich, regresja liniowa oraz drzewa decyzyjne CART. Rozwijaj wiedzę uczniów na wyższym poziomie z algebry liniowej w zakresie reprezentacji złożonych danych i matematyki macierzowej, rachunku różniczkowego i całkowitego w zakresie propagacji wstecznej oraz spadku gradientowego w celu zrozumienia uczenia maszynowego i sieci neuronowych. Wspieraj uczniów w utrwalaniu i poszerzaniu ich wiedzy z innych dziedzin, zwłaszcza z zakresu nauk ścisłych, technologii i inżynierii.	- Środowiska i zasoby do nauki bez dostępu do sieci, w tym podręczniki, eseje, arkusze ćwiczeń i materiały drukowane. - Filmy online lub do pobrania i inne media prezentujące innowacje lub narzędzia AI. - Lokalnie dostępne narzędzia AI, w tym podstawowe aplikacje wspomagane przez AI zainstalowane na smartfonach. - Internetowe narzędzia AI, na przykład kreatory obrazów i/lub wideo, generatywny model AI i rekomendacje wideo w mediach społecznościowych.

	KOMPETENCJE UCZNIA	CELE PROGRAMOWE (programy nauczania AI powinny...)	SUGEROWANE METODY PEDAGOGICZNE (Placówki i nauczyciele mogą rozważyć i dostosować następujące metody nauczania.)	ŚRODOWISKO NAUKI (Powinno się zapewnić i dostosować następujące środowiska nauki.)
Projektowanie systemów AI	4.1.4 Określanie zakresu problemu • Oczekuje się, że studenci będą w stanie zrozumieć znaczenie „określania zakresu problemu AI” jako punktu wyjścia dla innowacji w dziedzinie AI. Oczekuje się, że będą potrafili zbadać, czy AI powinna być stosowana w określonych sytuacjach z perspektywy prawnej, etycznej i logicznej; będą potrafili zdefiniować granice, cele i ograniczenia problemu przed podjęciem próby wytrenowania modelu AI w celu jego rozwiązania; oczekuje się również, że studenci zdobędą wiedzę i umiejętności planowania projektów niezbędne do konceptualizacji i budowy systemu AI, w tym poprzez ocenę adekwatności różnych technik AI, zdefiniowanie zapotrzebowania na dane oraz opracowanie metryk testowych i sprzężenia zwrotnego.	CG 4.1.4.1 Kształtowanie umiejętności krytycznego myślenia w kontekście sytuacji, w których nie należy stosować sztucznej inteligencji: Opierając się na przykładach, pomóż uczniom rozwinąć umiejętności krytycznej analizy, aby zbadać powody, dla których sztuczna inteligencja powinna lub nie powinna być wykorzystywana do rozwiązywania konkretnych wyzwań w świecie rzeczywistym (np. poprawy produktywności instytucji, zrównoważonego rozwoju społeczności lub precyzji i efektywności ludzkiego podejmowania decyzji) w odniesieniu do implikacji dla ludzi i środowiska. Wyjaśnij, kiedy i w jakich warunkach sztuczna inteligencja nie może i/lub nie powinna być stosowana do rozwiązywania problemów (np. gdy rozwiązywanie nieoparte na sztucznej inteligencji zapewniłoby taką samą wydajność przy niższym ryzyku etycznym i wpływie na środowisko lub gdy zastosowanie sztucznej inteligencji osłabiłoby ludzką świadomość lub manipulowałoby ludzkimi działaniami). • CG 4.1.4.2 Wspieranie nabywania i utrwalania umiejętności określania zakresu problemu, który ma rozwiązać system AI: Na podstawie projektu symulacyjnego wspieranie nauki i ćwiczenia umiejętności identyfikowania i określania zakresu problemu, który powinien i mógłby zostać rozwiązany poprzez zbudowanie nowego modelu AI (np. trenowanie modelu AI na języku mniejszości, aby lepiej służyć swojej społeczności, lub zbudowanie modelu do automatycznego śledzenia migracji w regionach docelowych). Uczniowie mogą doskonalić swoje umiejętności analityczne, formułując stwierdzenia problemów, które mogą pomóc uniknąć marnowania czasu i wysiłku na słabo zdefiniowane problemy. • CG 4.1.4.3 Rozwijanie umiejętności oceny zapotrzebowania systemów AI na dane, algorytmy i zasoby obliczeniowe: Zapewnienie uczniom możliwości rozwijania umiejętności planowania poprzez ocenę zapotrzebowania na dane, algorytmy i języki programowania, oprogramowanie, możliwości obliczeniowe i sprzęt; badanie wykonalności projektu AI pod kątem dostępnych danych, biorąc pod uwagę ograniczenia regulacyjne i etyczne oraz całkowite koszty wymaganego przetwarzania i inżynierii danych, możliwości obliczeniowych i sprzętu.	• Symulacja przeglądu propozycji projektowych: Zorganizuj uczniów do symulacji przeglądu propozycji projektowej i procesu jej uzasadniania. Propozycje mogą na przykład dotyczyć budowy lub wyboru systemu AI. Przeprowadź debatę na temat tego, czy AI powinna, czy nie powinna zostać wykorzystana w projekcie do rozwiązania problemu, biorąc pod uwagę takie czynniki, jak dostępność wystarczających danych szkoleniowych, implikacje etyczne, wpływ na środowisko oraz to, czy rozwiązania nieoparte na AI mogłyby osiągnąć podobne rezultaty przy mniejszym ryzyku. Poproś uczniów o zaznaczenie pola wyboru dla przeglądu. • Symulacja określania zakresu problemu i uzasadniania projektu nowego systemu AI: Umożliw uczniom badanie problemów w ich codziennym życiu lub społecznościach (np. w szkole lub w ramach wolontariatu) i identyfikację problemu, który potencjalnie mógłby zostać rozwiązany przez AI (np. automatyczne podlewanie szkolnego ogrodu lub pomoc niedosłyszącemu dziadkowi w wykrywaniu alarmów). Pomóż uczniom w określeniu zakresu i zdefiniowaniu problemu, przewidując kluczowe funkcje, w tym algorytmy AI i zbiory danych, oraz opracuj odpowiednie sformułowanie problemu. • Laboratorium wstępnego przetwarzania danych: Korzystając z podstawowego zbioru danych i architektury istniejącego modelu sztucznej inteligencji, zorganizuj eksperymenty dotyczące trenowania modelu w oparciu o wariacje zbioru danych (np. zadanie polegające na klasyfikowaniu tajemniczych obrazów). Wspieraj uczniów w stosowaniu różnych technik wstępnego przetwarzania danych, takich jak dostosowywanie kodowania (np. augmentacja danych, obsługa wartości odstających i analiza skosów/nierównowagi zbioru danych). Wspieraj ich w trenowaniu modelu w oparciu o zmodyfikowane zbiory danych i obserwuj, jak wstępne przetwarzanie danych wpłynęło na jego wydajność.	• Środowiska uczenia się bez dostępu do sieci, w tym arkusze kalkulacyjne, papierowe studia przypadków oraz wydruki prototypów lub planów projektowania systemów AI. • Urządzenia cyfrowe z połączeniem internetowym. • Wybrane systemy AI online.