

infuture
institute



Kompetencje
**INŻYNIERA
PRZYSZŁOŚCI**

Kompetencje

INŻYNIERA PRZYSZŁOŚCI

Raport opracowany przez **INFUTURE.INSTITUTE**
na zlecenie **AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ**

Kraków 2024

Spis treści

Wstęp	3
Redefinicja roli inżyniera	5
Obszary gospodarek przyszłości	8
Kompetencje inżyniera przyszłości	12
Analiza sieciowa	16
Metodologia	23

1

Wstęp

Szanowni Państwo,

oddajemy w Państwa ręce drogowskaz, którym sami będziemy się posługiwać w ciągu najbliższych lat. Niniejsze opracowanie dotyczące kompetencji inżyniera przyszłości wskazuje, w jakim kierunku chce podążać Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, kogo będziemy kształcić i jak będziemy dostosowywać się do dynamicznych zmian w świecie napędzanym technologią. W dobie intensywnych przeobrażeń społecznych, kulturowych, geopolitycznych chcemy wzmacniać w naszych studentkach i studentach oraz absolwentach cechy i umiejętności niezbędne do sprawnego poruszania się w rzeczywistości, która jest cyfrowa, zautomatyzowana i nasycona sztuczną inteligencją.

Zmapowanie kompetencji inżyniera przyszłości było dla nas ważne z kilku powodów. Zależało nam na pozyskaniu wiedzy, w oparciu o którą będziemy rozbudowywać naszą strategię działania na najbliższe lata. Dzięki wskazaniu kluczowych kompetencji przyszłości jesteśmy w stanie jeszcze precyzyjniej kształtować naszą ofertę i odpowiadać na potrzeby młodych ludzi. Wreszcie dzięki wskazówkom

pozyskanym z raportu możemy wyznaczać nowe, do tej pory nieobecne w uczelniach obszary badawcze.

Dynamicznie zmieniający się rynek pracy, pojawiające się nowe gałęzie przemysłu, powstające nowe firmy są dla uczelni, w tym dla AGH, determinantami zmian w obszarze kształcenia czy prowadzonych badań. Aktywność w obszarach, które jeszcze kilkanaście lat temu były nieobecne na polskich uniwersytetach, jak np. inżynieria kosmiczna, to jasny przykład tego, że uczelnie muszą wyprzedzać zmiany, a oferta edukacyjna – uwzględniać prognozowane zawirowania na rynkach pracy.

Opieramy działalność AGH na kilkunastu kluczowych dyscyplinach naukowych. To są nasze filary badań, kształcenia, twórczego poszukiwania. Jednak bieżące tendencje i prognozy dotyczące najbliższych lat coraz wyraźniej wskazują na konieczność odejścia od technokratycznego rozumienia świata i skoncentrowania wysiłków na edukacji technologicznych humanistów – ludzi o rozbudowanych zdolnościach cyfrowych czy technologicznych, ale wyposażonych równie solidnie we wrażliwość społeczną pozwalającą im z uwagą śledzić zmiany w społeczeństwach, otaczającym świecie czy w środowisku.

Jednym z najważniejszych dla nas wniosków, które płyną z raportu, jest konieczność przededefiniowania roli inżyniera przyszłości. Aktualne trendy wskazują, że coraz mocniej będzie zacierała się granica między naukami ścisłymi, technicznymi i humanistycznymi. Z tego zaś nowego krajobrazu wyłania się obraz człowieka, inżyniera, studenta, absolwenta o szerokiej wiedzy cyfrowej, ale równocześnie bogatego w wiedzę z obszaru zmian środowiskowych, ekonomicznych czy geopolitycznych.

Zależy nam, aby inżynierowie i inżynierki opuszczający mury AGH w Krakowie w ciągu najbliższych dziesięcioleci byli świadomi tego, że swoją pracą i szerokim interdyscyplinarnym spojrzeniem przyczyniają się do poprawy jakości życia na Ziemi. W takie właśnie kompetencje będziemy chcieli jeszcze skuteczniej wyposażyć naszych absolwentów.

Badania przeprowadzone dla AGH posłużą m.in. do wskazywania kierunków rozwoju samej edukacji, która odbywa się w czasach nacechowanych niestabilnością i szybkimi zmianami. Już teraz chcemy projektować kształcenie dla zawodów, które dopiero pojawią się na rynkach pracy, i tym skuteczniej odpowiadać na zapotrzebowanie młodych ludzi oraz gospodarek krajowych i światowych.

Mam nadzieję, że również Państwu lektura tego dokumentu pozwoli lepiej zrozumieć czekające nas w niepewnej przyszłości zmiany i wyzwania.

prof. dr hab. inż. Jerzy Lis

Rektor Akademii Górniczo-Hutniczej
im. Stanisława Staszica w Krakowie

2

Redefinicja roli inżyniera



Młode pokolenia uczą się do świata, którego nie znamy. Do świata technologizowanego, opartego na sztucznej inteligencji, ukierunkowanego na nowe gospodarki, zmieniające się potrzeby społeczeństw czy kolejne wyzwania klimatyczne. **To edukacja zdeterminuje sposób, w jaki przyszłe pokolenia będą radzić sobie z doświadczeniami i problemami, których dziś nawet nie potrafimy sobie do końca wyobrazić.** Będzie to wymagało wzmocnienia kompetencji, które pozwolą nam nie tylko biernie w tym świecie funkcjonować, ale i odpowiedzialnie go kształtować.

Kiedy myślimy o osobach, które mają realny wpływ na to, jak wygląda nasz świat, często wskazujemy na inżynierów. Ich kolejne pokolenia będą odgrywać kluczową rolę w odpowiadaniu na nowe wyzwania i projektowaniu przełomowych rozwiązań.

W kontekście zmian gospodarczych, technologicznych, społecznych i środowiskowych **konieczne jest zredefiniowanie tego, kim w przyszłości ma być inżynier.** Już dziś trzy czwarte firm skoncentrowanych na inżynierii doświadcza trudności w związku z ograniczoną

dostępnością talentów, zwłaszcza w obszarach inżynierii danych i analityki, cyberbezpieczeństwa czy internetu rzeczy¹. Tworzenie rozwiązań odpowiadających na realne problemy wymaga dziś nie tylko stałej aktualizacji wiedzy technicznej i technologicznej, ale przede wszystkim wiedzy kontekstowej z zakresu etyki, ekologii czy zmian społecznych. Badania pokazują, że świadomość zmian środowiskowych prowadzi do głębokich redefinicji sektora inżynierskiego.

W ciągu ostatnich 5 lat o ponad połowę (53%) wzrosła liczba ogłoszeń o pracę dla inżynierów, w której wymagane są tzw. umiejętności zielone². Z kolei inne badania mówią o tym, że aż 92% respondentów twierdzi, że należy skupić się na wyzwaniach związanych z etyką w inżynierii³.

Coraz wyraźniej rośnie rola naszej odpowiedzialności za to, jak zmienia się świat. Coraz wyraźniej rozumiemy, że świat to system naczyń połączonych. Ważna staje się umiejętność rozumienia współzależności. Pojawia się wrażliwość na zmiany klimatu czy konieczność transformacji energetycznej. Może i zaczyna się ona, w przypadku energii, od wysokich rachunków za prąd czy ogrzewanie, ale idzie społecznie krok dalej, w kierunku szukania nowych rozwiązań, optymalizacji i zmiany myślenia o status quo. A to będzie tylko postępować.

DAWID ZIELIŃSKI
prezes spółki Columbus Energy, główny akcjonariusz i prezes spółki Gemstone ASI, członek Rady Nadzorczej spółki Saule Technologies

¹ Engineering and R&D Report 2023. Innovation, talent, and the quest to create value, Bain&Company, 2023.

² Engineering skills needs – now and into the future, Lightcast for Engineering, 2023.

³ Why Are Ethics Important in Engineering?, HBS Online.

Redefinicja roli inżyniera w przyszłości powinna zatem uwzględniać **zmianę w kierunku technologicznego humanisty, łączącego wiedzę z nauk ścisłych, inżynierii, humanistyki, etyki, zmian środowiskowych czy społecznych**. To z kolei prowadzi do zmian w edukacji, która musi przekraczać granice tradycyjnych dyscyplin inżynierskich, integrując je z wiedzą z nauk społecznych i humanistycznych⁴.



⁴ Who is an engineer in 2040? Elise Barrella, Terry Bristol, Michael Poznic & Pieter Vermaas, (PDF) Who is an engineer in 2040? | Terry Bristol and Michael Poznic – Academia.edu.

Istotne jest, aby nie ograniczać się jedynie do swojej dziedziny, ale otworzyć się na inne obszary wiedzy, przełamując tradycyjne podziały na dyscypliny humanistyczne i ścisłe. Osobiście dążę do łączenia tych dwóch światów w mojej pracy, co uważam za bardzo ważny kierunek – dążenie do holistycznego podejścia do wyzwań, przed którymi stoimy. Lawrence Buell trafnie zauważył, że kryzys klimatyczny oraz kryzys różnorodności biologicznej są w istocie kryzysem wyobraźni. To stwierdzenie jest głęboko prawdziwe.

OLGA SARNA
prezeska Zarządu Fundacji MARE

Na znaczeniu zyskuje **kultura uczenia się przez całe życie** (lifelong learning), która wpływa na świadome uczestnictwo społeczeństwa w życiu publicznym. Biorąc pod uwagę redefinicję roli inżyniera w przyszłości, ten model powinien stać się podstawą do budowania edukacji inżynierskiej.

Konieczne są też zmiany w wymiarze praktycznym i systemowym oraz znalezienie wspólnej płaszczyzny z przemysłem, organizacjami pozarządowymi i innymi instytucjami społecznymi, co może pozwolić lepiej zmapować wyzwania i lepiej na nie odpowiadać. Mamy przed sobą zatem dwa kluczowe pytania: Jak zmienia się świat? oraz Jak powinna się zmienić rola inżyniera?

3

Obszary gospodarek przyszłości



Świat, w którym żyjemy, to świat polikryzysu – rzeczywistości, w której kryzysy występują jednocześnie i oddziałują na siebie. Mowa tu m.in. o zmianach klimatycznych, zwiększających się nierównościach społeczno-ekonomicznych, utracie bioróżnorodności, dynamicznym i nieuregulowanym postępie technologicznym, globalnych pandemiach i konfliktach zbrojnych. Polikryzys działa jak system naczyń połączonych – czynniki te są ze sobą pośrednio i bezpośrednio związane i wpływają na siebie nawzajem, tworząc sieć wyzwań.

Polikryzys może być jednak postrzegany jako okazja do redefinicji starych i nie działających schematów i modeli.

Na podstawie analizy obecnych zmian zespół infuture.institute zdefiniował **6 obszarów gospodarek przyszłości**.

Każda z nich odnosi się do czynników determinujących erę polikryzysu oraz określa główne zmiany wynikające z jej funkcjonowania.

1. obszar gospodarki przyszłości:

GOSPODARKA AI



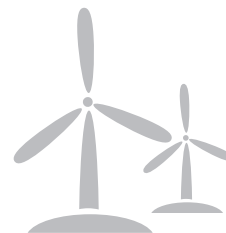
Gospodarka, którą warunkują zmiany technologiczne i rozwój sztucznej inteligencji. Struktury gospodarcze przechodzą transformację w kierunku gospodarki metawersyjnej i gospodarki uwagi. Społeczeństwo nabiera struktury hybrydowej, co oznacza, że życie w świecie cyfrowym jest równoważne życiu w świecie fizycznym. Algorytmy, uczenie maszynowe, sieci neuronowe i robotyka rewolucjonizują m.in. edukację, opiekę zdrowotną i stosunki międzynarodowe. Nowe technologie kształtują także nowe modele biznesowe i inicjują powstanie nowych gałęzi przemysłu, przekształcając w sposób fundamentalny dotychczasowe struktury gospodarcze.

ZMAPOWANE ZMIANY:

- ▶ rozwój nowych gałęzi gospodarki napędzanych AI
- ▶ osiągnięcie przełomu w obszarach ClimateTech, MedTech, AgeTech, EduTech
- ▶ hamowanie technoautorytaryzmu i technokracji
- ▶ rozwój demokratyzacji danych
- ▶ demokratyzacja kreatywności
- ▶ kształtowanie struktury hybrydowej w społeczeństwie
- ▶ pogłębienie nierówności społecznych i polaryzacji

2. obszar gospodarki przyszłości:

EKONOMIA ZRÓWNOWAŻONEJ ENERGII



Gospodarka, w której systemy energetyczne tworzone są w oparciu o energie odnawialne. Dzieje się to zarówno na poziomie organizacji, jak i rządów. Tradycyjne, często szkodliwe modele produkcji energii wypierane są przez inwestycje w nowe, efektywne energetycznie modele. Wraz z rozwojem gospodarki o obiegu zamkniętym i dążeniem do osiągnięcia neutralności emisyjnej, rosną innowacje w zakresie magazynowania energii czy efektywności konwersji energii.

ZMAPOWANE ZMIANY:

- ▶ koncentracja na czystych i odnawialnych źródłach energii oraz neutralności węglowej
- ▶ optymalizacja zużycia energii poprzez technologie monitorowania i zarządzania
- ▶ rozwój biogospodarki
- ▶ wdrażanie założeń gospodarki o obiegu zamkniętym
- ▶ hamowanie zjawiska biopiractwa
- ▶ sprawiedliwy rozdział zasobów energetycznych dla społeczności

3. obszar gospodarki przyszłości:

NIEBIESKA GOSPODARKA



Gospodarka, w której wysiłki skupiane są na regeneracji i zachowaniu środowiska morskiego i w której właśnie to środowisko ma kluczowe znaczenie dla dobrostanu ludzi i ekosystemu. Woda stanowi najbardziej fundamentalny zasób, jednak jest traktowana podmiotowo. Duży nacisk położony jest na opracowywanie regulacji traktowania wody jako aktora nieludzkiego (woda ma posiadać prawa do czystości, do życia, do ochrony). Priorytetem dla organizacji i rządów jest ochrona ekosystemów wodnych oraz zachowanie bioróżnorodności w środowisku wodnym. Wzrost i rozwój odnotowują gałęzie gospodarki związane z ekoturystyką morską, ochroną środowiska morskiego oraz technologiami związanymi z oczyszczaniem i monitorowaniem wód.

ZMAPOWANE ZMIANY:

- ▶ koncentracja na czystych i odnawialnych źródłach energii oraz neutralności węglowej
- ▶ wdrażanie założeń gospodarki o obiegu zamkniętym
- ▶ wzrost zrównoważonej produkcji żywności
- ▶ wzrost inwestycji w odbudowę i ochronę oceanicznej bioróżnorodności
- ▶ hamowanie zjawiska biopiractwa
- ▶ monitorowanie, optymalizacja i analiza zasobów morskich w czasie rzeczywistym
- ▶ automatyzacja morskich operacji logistycznych

4. obszar gospodarki przyszłości:

GOSPODARKA KOSMICZNA



Gospodarka, w której eksploracja głębokiej przestrzeni kosmicznej ma ogromne znaczenie naukowe oraz potencjał do przyszłych aplikacji praktycznych. Z drugiej strony stawia przed ludzkością nowe wyzwania techniczne, finansowe i etyczne. Gospodarka kosmiczna opiera się na wykorzystaniu zasobów technologicznych takich jak satelity, stacje kosmiczne, sondy kosmiczne, a także zasobów naturalnych (metali, minerałów, wody), które mogą być wydobywane na innych planetach lub asteroidach.

ZMAPOWANE ZMIANY:

- ▶ rozwój nowych gałęzi gospodarki związanych z eksploracją kosmosu
- ▶ walki o wpływ i surowce między państwami
- ▶ pozyskiwanie energii ze źródeł kosmicznych
- ▶ rozwój technologii kosmicznych
- ▶ tworzenie systemów podtrzymywania życia i habitatów
- ▶ zanieczyszczenie przestrzeni kosmicznej odpadami generowanymi przez człowieka

5. obszar gospodarki przyszłości: **EKONOMIA DŁUGOWIECZNOŚCI**



Gospodarka, w której priorytet stanowią działania mające na celu przeciwdziałanie starzeniu się. Skoncentrowane są zarówno na dążeniu do zdrowego i aktywnego życia w starszym wieku, jak i eliminacji lub znacznym ograniczeniu chorób i ograniczeń fizycznych związanych z wiekiem.

Wpływ zjawiska starzenia się uwzględniany jest w różnych obszarach gospodarki – przez opiekę zdrowotną, politykę społeczną czy kulturę, aż po rynek pracy i inwestycje.

ZMAPOWANE ZMIANY:

- ▶ budowanie i rozwijanie społeczeństwa dobrostanu
- ▶ wykorzystywanie gerontechnologii, technologii augmentacji i inżynierii genetycznej do wzmacniania psychicznego i fizycznego potencjału człowieka
- ▶ wykorzystywanie projektowania uniwersalnego jako głównej strategii rozwoju infrastruktury
- ▶ rozwój demokratyzacji danych
- ▶ rozwijanie modelu upskillingu i reskillingu

6. obszar gospodarki: **EKONOMIA KONFLIKTU**



Gospodarka, w której wszelkie zachowania ekonomiczne określane są przez rosnącą liczbę konfliktów i napięć, zarówno na poziomie globalnym (konflikty terytorialne, wojny handlowe, rywalizacja o zasoby naturalne czy konflikty ideologiczne), jak i lokalnym (konflikty społeczne, strajki, bunty).

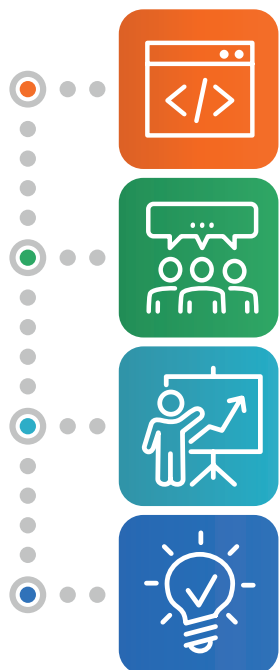
Napięcia te napędzane są przez zmiany geopolityczne i środowiskowe i prowadzą do walki o zasoby oraz do utraty integralności terytorialnej państw.

ZMAPOWANE ZMIANY:

- ▶ zmieniające się struktury demograficzne państw
- ▶ destabilizacja gospodarek i łańcuchów dostaw
- ▶ wzmocnienie działań zapewniających bezpieczeństwo cyfrowe
- ▶ rozwój technoautorytaryzmu i technokracji
- ▶ rozwój infrastruktury zrównoważonej i samowystarczalnej
- ▶ rozwój technologii humanitarnych

4

Kompetencje inżyniera przyszłości



Rola inżyniera przyszłości będzie wychodzić poza ramy techniki i technologii. Wymagać będzie szerokiego spektrum kompetencji. **Stosowanie podziału na umiejętności twarde i miękkie w kontekście kształcenia inżynierów przyszłości jest więc mocno ograniczające.**

Poniżej znajduje się **lista 28** zdefiniowanych przez infuture.institute **kompetencji przyszłości**. Zostały one podzielone na 4 obszary tematyczne: kompetencje cyfrowe, społeczno-humanistyczne, związane z zarządzaniem oraz projektowe i kreatywne.

1. Kompetencje cyfrowe

- ▶ **analiza danych powierzchniowych** (surface data insights): tworzenie użytecznych insightów na bazie danych meteorologicznych mierzonych na powierzchni Ziemi
- ▶ **biegłość cyfrowa** (digital literacy): zaawansowana umiejętność korzystania z technologii cyfrowych i oceny informacji w sieci
- ▶ **cyfrowa współpraca** (digital collaboration): umiejętność współpracy i komunikacji z ludźmi i aktorami nieludzkimi (man-made oraz nature-made) w środowisku cyfrowym
- ▶ **myślenie obliczeniowe** (computational thinking): zdolność do analizowania problemów i rozwiązywania ich za pomocą podejścia algorytmicznego
- ▶ **tworzenie modeli uczenia maszynowego** (developing machine learning models): projektowanie, budowanie i ocena modeli uczenia maszynowego.
- ▶ **wykorzystywanie otwartych systemów baz danych** (using open-source database systems): wykorzystywanie zaawansowanych otwartych systemów baz danych do przechowywania, zarządzania i analizowania danych
- ▶ **zarządzanie big data** (big data intelligence): wykorzystanie zaawansowanych narzędzi i technik do analizy i interpretacji dużych zbiorów danych
- ▶ **zbieranie i analiza danych** (data collection and analysis): zdolność do skutecznego zbierania danych i ich analizowania w celu wydobycia wartościowych informacji i wniosków

2. Kompetencje społeczno-humanistyczne

- ▶ **budowanie zaufania** (inspiring trust): tworzenie atmosfery zaufania i wiarygodności, która sprzyja lepszemu rozumieniu wyzwań i radzeniu sobie z nimi
- ▶ **definiowanie użytecznych insightów** (generating actionable insights): wydobywanie z danych praktycznych informacji, które mogą być wykorzystane do podejmowania kluczowych decyzji biznesowych
- ▶ **międzykulturowa empatia** (cross-cultural empathy): umiejętność rozumienia różnych kontekstów kulturowych i budowania włączających rozwiązań
- ▶ **międzygatunkowe rozwiązywanie problemów** (interspecific problem solving): umiejętność rozwiązywania problemów uwzględniających potrzeby ludzi i aktorów nieludzkich
- ▶ **wspieranie inkluzywności** (fostering inclusiveness): działanie na rzecz różnorodności i włączania różnych grup wykluczonych

3. Kompetencje związane z zarządzaniem i etyką

- ▶ **bezpieczeństwo psychospołeczne** (psychosocial safety): tworzenie rozwiązań uwzględniających ochronę zdrowia psychicznego i fizycznego
- ▶ **etyka sztucznej inteligencji** (AI ethics): stosowanie zasad moralnych w projektowaniu, wdrażaniu i stosowaniu sztucznej inteligencji, zapewniające równowagę między innowacją a odpowiedzialnością społeczną

- ▶ **proaktywne zarządzanie cyberbezpieczeństwem** (proactive cybersecurity management): tworzenie i wdrażanie strategii cyberbezpieczeństwa skoncentrowane na zapobieganiu incydentom i reagowaniu na nie
- ▶ **projektowanie nowych ekonomii** (new economics development): kreowanie nowych modeli gospodarczych, które uwzględniają m.in. zrównoważony rozwój i sprawiedliwość społeczną
- ▶ **stosowanie etyki inżynierskiej** (global engineering ethics): stosowanie zasad etycznych w praktyce inżynierskiej na skalę globalną, ze świadomością szerokiego kontekstu konsekwencji podejmowanych działań
- ▶ **zarządzanie perspektywą wyzwań zdrowotnych** (global health perspective management): rozumienie wpływu globalnych wyzwań zdrowotnych na projektowane rozwiązania i mierzenie się z nimi
- ▶ **zarządzanie talentami** (talent management): skuteczne identyfikowanie i rozwijanie talentów
- ▶ zarządzanie kontekstem klimatycznym (climate dimensions literacy): zrozumienie i wdrażanie różnorodnych aspektów zmian klimatycznych
- ▶ zarządzanie niepewnością (uncertainty management): umiejętność kształtowania rezyliencji oraz podejmowania decyzji w warunkach niepewności
- ▶ **zarządzanie obciążeniem poznawczym** (cognitive load management): umiejętność efektywnego zarządzania poziomem obciążenia poznawczego i dbałość o własne zdrowie psychiczne i emocjonalne

4. Kompetencje projektowe i kreatywne

- ▶ **myślenie adaptacyjne** (novel and adaptive thinking): kreatywne i elastyczne podejście do rozwiązywania problemów oraz zdolność do dostosowywania się do zmieniających się sytuacji
- ▶ **myślenie projektowe i twórcze** (design mindset): podejście, które kładzie nacisk na twórcze myślenie, innowacyjność i rozwiązywanie problemów za pomocą procesu projektowego
- ▶ **myślenie systemowe** (system thinking): analiza złożonych systemów, identyfikacja wzajemnych zależności i wpływów
- ▶ przełamywanie schematów (breaking orthodoxies): odrzucanie tradycyjnych norm i podejmowanie odważnych decyzji, które prowadzą do nowych rozwiązań

Inżynier w przyszłości będzie musiał posiadać **interdyscyplinarną wiedzę na 3 poziomach**: dlaczego coś się dzieje (know-why), czym jest (know-what) i jak coś zrobić (know-how).



know-why: zrozumienie przyczyn lub teorii stojących za czymś, analiza szerszego kontekstu;



know-what: posiadanie faktów lub informacji na temat czegoś, świadomość konkretnych szczegółów lub danych;



know-how: praktyczne stosowanie wiedzy w celu wykonania zadania lub osiągnięcia celu, oparte na doświadczeniu i umiejętnościach praktycznych.

Zespół
infuture.institute
zestawił

**28 kompetencji
z 3 kategoriami.**

W kategorii
know-why
znalazło się
14 kompetencji,
w kategorii
know-what 12,
a w kategorii
know-how
16 kompetencji.



**Analiza
3 kategorii
kompetencji
przyszłości**

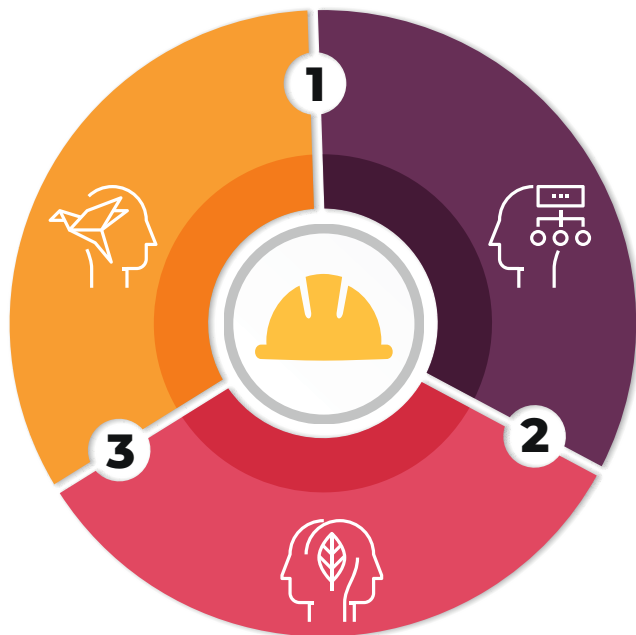
NAZWA KOMPETENCJI

- analiza danych powierzchniowych
- analiza i rozumienie uprzedzeń
- bezpieczeństwo psychospołeczne
- biegłość cyfrowa
- budowanie zaufania
- cyfrowa współpraca
- definiowanie użytecznych insightów
- etyka sztucznej inteligencji
- międzygatunkowe rozwiązywanie problemów
- międzykulturowa empatia
- myślenie adaptacyjne
- myślenie obliczeniowe
- myślenie projektowe i twórcze
- myślenie systemowe
- proaktywne zarządzanie cyberbezpieczeństwem
- projektowanie nowych ekonomii
- przełamywanie schematów
- stosowanie etyki inżynierskiej
- tworzenie modeli uczenia maszynowego
- wspieranie inkluzywności
- wykorzystywanie otwartych systemów baz danych
- zarządzanie big data
- zarządzanie kontekstem klimatycznym
- zarządzanie niepewnością
- zarządzanie obciążeniem poznawczym
- zarządzanie perspektywą wyzwań zdrowotnych
- zarządzanie talentami
- zbieranie i analiza danych

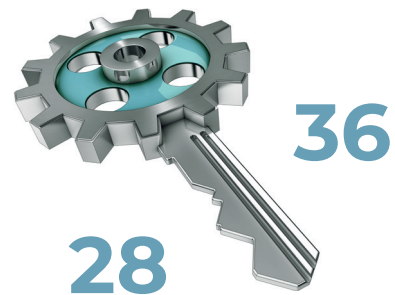
	KNOW-WHY	KNOW-WHAT	KNOW-HOW
		○	○
○			
○		○	
		○	
○			
			○
			○
○		○	
		○	○
○			○
			○
○		○	
			○
○		○	
			○
			○
		○	○
○		○	
			○
			○
○			
		○	○
		○	○

5

Analiza sieciowa



Zespół infuture.institute postanowił sprawdzić, które z **kompetencji** z listy są **najbardziej kluczowe** w kontekście aktywnego wdrażania zmian wynikających z obszarów gospodarek przyszłości. W analizie sieciowej zestawiono **36 zmian gospodarczych** (z 6 obszarów gospodarek przyszłości) i **28 kompetencji**.



- gospodarka AI
- ekonomia zrównoważonej energii
- niebieska gospodarka
- gospodarka kosmiczna
- ekonomia długowieczności
- ekonomia konfliktu

GOSPODARKI PRZYSZŁOŚCI – GŁÓWNE ZMIANY

demokratyzacja kreatywności	●
destabilizacja gospodarek i łańcuchów dostaw	●
rozwój infrastruktury zrównoważonej i samowystarczalnej	●
hamowanie zjawiska biopiractwa	●
rozwój biogospodarki	●
hamowanie zjawiska biopiractwa	●
rozwój technologii kosmicznych	●
wdrażanie założeń gospodarki o obiegu zamkniętym	●
wdrażanie założeń gospodarki o obiegu zamkniętym	●
wzrost zrównoważonej produkcji żywności	●
zanieczyszczenie przestrzeni kosmicznej odpadami generowanymi przez człowieka	●
walki o wpływ i surowce między państwami	●
pogłębienie nierówności społecznych i polaryzacji	●
sprawiedliwy podział zasobów energetycznych dla społeczności	●

GOSPODARKI PRZYSZŁOŚCI

myślenie systemowe	międzygatunkowe rozwiązywanie problemów	stosowanie etyki inżynierskiej	zbieranie i analiza danych	zarządzanie kontekstem klimatycznym	analiza i rozumienie uprzedzeń	analiza danych powierzchniowych	zarządzanie big data	międzykulturowa empatia	zarządzanie niepewnością	definiowanie użytecznych insightów	projektowanie nowych ekonomii	myślenie obliczeniowe	wspieranie inkluzywności	myślenie adaptacyjne	zarządzanie perspektywą wyzwań zdrowotnych	zarządzanie talentami	etyka sztucznej inteligencji	proaktywne zarządzanie cyberbezpieczeństwem	wykorzystywanie otwartych systemów baz danych	przełamywanie schematów	myślenie projektowe i twórcze	cyfrowa współpraca	budowanie zaufania	bezpieczeństwo psychospołeczne	biegłość cyfrowa	tworzenie modeli uczenia maszynowego	zarządzanie obciążeniem poznawczym
--------------------	---	--------------------------------	----------------------------	-------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	----------------------	-------------------------	--------------------------	------------------------------------	-------------------------------	-----------------------	--------------------------	----------------------	--	-----------------------	------------------------------	---	---	-------------------------	-------------------------------	--------------------	--------------------	--------------------------------	------------------	--------------------------------------	------------------------------------

KOMPETENCJE PRZYSZŁOŚCI

●	■	●	■	●	■	●	■	●	■	●	■	●	■	●	■	●	■	●	■	●	■	●	■	●	■	●	■	17
●	●	●	●	●	■	●	●	●	●	■	●	■	■	■	●	●	■	●	■	■	■	●	■	■	■	■	■	17
●	●	●	●	●	■	●	●	●	●	■	■	■	■	●	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	16
●	●	●	●	●	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	16
●	●	●	●	●	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	15
●	●	●	●	●	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	15
●	●	●	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	15
●	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	14
●	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	14
●	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	14
●	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	14
●	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	13
●	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	10
●	■	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	11

- gospodarka AI
- ekonomia zrównoważonej energii
- niebieska gospodarka
- gospodarka kosmiczna
- ekonomia długowieczności
- ekonomia konfliktu

GOSPODARKI PRZYSZŁOŚCI – GŁÓWNE ZMIANY

- wzrost inwestycji w odbudowę i ochronę oceanicznej bioróżnorodności ●
- monitorowanie, optymalizacja i analiza zasobów morskich w czasie rzeczywistym ●
- rozwój nowych gałęzi gospodarki związanych z eksploracją kosmosu ●
- optymalizacja zużycia energii poprzez technologie monitorowania i zarządzania ●
- koncentracja na czystych i odnawialnych źródłach energii oraz neutralności węglowej ●
- koncentracja na czystych i odnawialnych źródłach energii oraz neutralności węglowej ●
- automatyzacja morskich operacji logistycznych ●
- pozyskiwanie energii ze źródeł kosmicznych ●

GOSPODARKI PRZYSZŁOŚCI



KOMPETENCJE PRZYSZŁOŚCI

Analiza ta pozwoliła na wyciągnięcie następujących wniosków:

Kluczowymi kompetencjami inżyniera przyszłości są:

- ▶ **myślenie systemowe** (system thinking): analiza złożonych systemów, identyfikacja wzajemnych zależności i wpływów (36/36 połączeń);
- ▶ **międzygatunkowe rozwiązywanie problemów** (interspecific problem solving): umiejętność rozwiązywania problemów uwzględniających potrzeby ludzi i aktorów nie-ludzkich (33/36 połączeń);
- ▶ **stosowanie etyki inżynierskiej** (global engineering ethics): stosowanie zasad etycznych w praktyce inżynierskiej na skalę globalną, ze świadomością szerszego kontekstu konsekwencji podejmowanych działań (30/36 połączeń).



Myślenie systemowe w pracy inżyniera podkreśla konieczność zmiany paradygmatu z rozwiązań skoncentrowanych głównie na człowieku na projektowanie z uwzględnieniem szerszego kontekstu klimatycznego, a co za tym idzie, branie pod uwagę także aktorów nie-ludzkich. To z kolei prowadzi do stworzenia nowego systemu wartości pracy inżyniera, w którym jednym z głównych fundamentów są etyka i odpowiedzialność.

Znaczenie tych kompetencji podkreślali także ekspertki i eksperci biorący udział w procesie pracy nad raportem.

Kluczowa staje się zdolność do kwestionowania narzuconych przez społeczeństwo schematów myślenia i założeń. Aby umożliwić zmianę systemową, musimy zadać sobie fundamentalne pytania o sens i cel naszych działań oraz ich wartość dla społeczeństwa.

OLGA SARNA
prezeska Zarządu Fundacji MARE

Niezbędne jest holistyczne postrzeganie działań w szerszym kontekście, traktując pojedyncze projekty jako elementy większej całości – system naczyń połączonych. Takie podejście pozwala zrozumieć, że każdy projekt wpływa na inne, tworząc zintegrowany świat, w którym działamy.

AGNIESZKA JAWORSKA-MARTYCZ
ekspertka Instytutu Emerytalnego,
członkini Rady ds. Polityki Senioralnej
KPRM, członkini Sustainable Investment
Forum Poland (POLSIF)

Coraz ważniejsza staje się holistyczna, szeroka wiedza, ciekawość i świadomość tego, jak można nasze działania połączyć z innymi. Weźmy na przykład skomplikowane projekty, jak baza na Księżycu czy łazik marsjański. Nie jesteśmy w stanie dobrze zaprojektować kosmicznego robota, jeżeli nie rozumiemy, jak, gdzie i po co on będzie działał, nie będziemy wiedzieli, w jakich warunkach się porusza, jakie zadania będzie realizował. Nawet jeżeli ktoś jest specjalistą w bardzo wąskim temacie, musi rozumieć te zależności między różnymi aspektami misji, gdyż wszyscy członkowie zespołu mają wspólny cel. Dziś jest to trudne, bo my kształcimy się mimo wszystko w niszach i wręcz jest nam ciężko, żeby po studiach jeszcze bardziej się specjalizować. Projekty przyszłości będą jednak coraz bardziej skomplikowane, więc myślę, że to staje się dużym wyzwaniem nie tylko dla uczelni, ale dla nas wszystkich jako społeczeństwa, żeby widzieć różne powiązania i szerszy kontekst spraw.

JUSTYNA PELC
współzałożycielka InnSpace &
PTAstroBio & Space Robotics Society,
Członek Zarządu Polskiego Towarzystwa
Astrobiologicznego

Z analizy wynika także, że **gospodarka kosmiczna, gospodarka AI oraz ekonomia konfliktu** to obszary gospodarek przyszłości, nad którymi piecza wymaga **najszerzego wachlarza kompetencji**. Każdy z nich angażuje średnio 75% wszystkich zdefiniowanych umiejętności.

Należy zwrócić uwagę na to, że kwestie technologii kosmicznych, AI oraz konfliktów zbrojnych są w społecznym odbiorze często obarczane błędnymi przekonaniami. Nie oznacza to jednak, że nie generują wyzwań i zagrożeń, tylko w ich przypadku nierzadko kierujemy się obawami, które z kolei wynikają w dużym stopniu z braku odpowiedniej wiedzy.

Dlatego tak ważne jest budowanie na temat tych zmian takich narracji, które pozwolą lepiej zrozumieć przyczyny wdrażania niektórych rozwiązań i ich konsekwencje. Wśród kompetencji zdefiniowanych przez zespół infuture.institute znajdują się trzy, na które szczególnie warto zwrócić tutaj uwagę. Są to:

- ▶ **budowanie zaufania** (inspiring trust): tworzenie atmosfery zaufania i wiarygodności, która sprzyja lepszemu rozumieniu wyzwań i radzeniu sobie z nimi;
- ▶ **przełamywanie schematów** (breaking orthodoxies): odrzucanie tradycyjnych norm i podejmowanie odważnych decyzji, które prowadzą do nowych rozwiązań;
- ▶ **myślenie adaptacyjne** (novel and adaptive thinking): kreatywne i elastyczne podejście do rozwiązywania problemów oraz zdolność do dostosowywania się do zmieniających się sytuacji.

Narracja, sposób mówienia o kryzysach, dotarcie do zbiorowej wyobraźni, by realizować nasze cele jest tutaj kluczowe.

OLGA SARNA
prezeska Zarządu Fundacji MARE

Ważna jest nauka tego, jak myśleć długoterminowo. Jak zrozumieć, że nasze działania dziś budują przyszłość. Jak wybrać i zaufać tym, którzy idą w słusznym kierunku dla nas wszystkich, dla świata, dla klimatu i bezpieczeństwa, a nie za tymi, którzy obiecują tylko krótkoterminowe korzyści.

ADAM AUGUSTYNIAK
współzałożyciel i prezes zarządu
NNT Sp. z o.o.

6

Metodologia

KROK 1: OPRACOWANIE ZMIAN GOSPODARCZYCH

Zespół infuture.institute zdefiniował 36 zmian gospodarczych w spektrum 6 gospodarek: (Gospodarka AI, Gospodarka zrównoważonej energii, Niebieska gospodarka, Gospodarka kosmiczna, Ekonomia długowieczności, Ekonomia konfliktu).

KROK 2: ZDEFINIOWANIE KOMPETENCJI

Zespół infuture.institute na bazie desk researchu zdefiniował 28 kompetencji przyszłości. Następnie przeprowadził ich analizę i podzielił je na 3 poziomy: know-why, know-what, know-how.

KROK 3: SIECIOWANIE ZMIAN I KOMPETENCJI

W tym kroku na bazie wiedzy eksperckiej oraz wiedzy infuture.institute zestawiono zmiany gospodarcze z kompetencjami przyszłości i przeprowadzono analizę sieciową. Do zmian gospodarczych przydzielono kompetencje kluczowe w kontekście ich realizowania lub przeciwdziałania im.

Podczas pracy nad sieciowaniem zmian i kompetencji infuture.institute wsparli swoją wiedzą eksperci i ekspertki związani z 6 obszarami gospodarek przyszłości. Byli to:

- ▶ **JUSTYNA PELC**, współzałożycielka InnSpace & PTAstroBio & Space Robotics Society, laureatka Forbes 30 under 30 i Forbes Women 23 w 2023, inżynier, laureatka międzynarodowych nagród, m.in. ESA Grand Prix w Student Aerospace Challenge, Future Mars Life, Mars Colony Prize. Członek Zarządu Polskiego Towarzystwa Astrobiologicznego
- ▶ **OLGA SARNA**, prezeska Zarządu Fundacji MARE, jedynej organizacji pożytku publicznego w Polsce, której działania skupiają się wyłącznie na ochronie ekosystemów morskich. Absolwentka Ochrony Środowiska na Politechnice Warszawskiej oraz Filologii Angielskiej na Uniwersytecie Warszawskim. Członkini licznych projektów dotyczących odpadów morskich (w tym sieci widm), zrównoważonego rybołówstwa i innych tematów związanych z ochroną środowiska morskiego i gospodarki morskiej.
- ▶ **AGNIESZKA JAWORSKA-MARTYCZ**, ekspertka Instytutu Emerytalnego, członkini Rady ds. Polityki Senioralnej KPRM, członkini Sustainable Investment Forum Poland (POLSiF), ekspertka w dziedzinie zabezpieczenia społecznego, menedżerka międzynarodowych instytucji finansowych, edukatorka finansowa i emerytalna.
- ▶ **DAWID ZIELIŃSKI**, prezes spółki Columbus Energy, pracował w Heidelberg Technology Centre, w Air BP w Londynie, główny akcjonariusz i prezes spółki Gemstone ASI, członek Rady Nadzorczej spółki Saule Technologies, absolwent Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki AGH w Krakowie.
- ▶ **ADAM AUGUSTYNIAK**, współzałożyciel i prezes zarządu NNT Sp. z o.o., firmy założonej przez polskich naukowców i przedsiębiorców z intencją rozwijania i wdrażania do praktyki przemysłowej innowacyjnych rozwiązań w celu poprawy efektywności w przemyśle, w tym w zbrojeniowym.

Realizacja badań i opracowanie merytoryczne

- **infuture** infuture.institute
- **institute** Plac Porozumienia Gdańskiego 1
80-864 Gdańsk
<https://infuture.institute>

Opracowanie graficzne



Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
al. Mickiewicza 30
30-059 Kraków
agh.edu.pl