



2026

ANALIZA DESK RESEARCH

**Wpływ AI i technologii na rynek pracy,
ze szczególnym uwzględnieniem województwa
mazowieckiego.**

Autorzy: dr Anna Kozak, Paweł Rabiej

Spis treści

WSTĘP	3
GŁÓWNE WNIOSKI I KLUCZOWE LICZBY	4
STRESZCZENIE	6
ROZDZIAŁ 1. TRANSFORMACJA RYNKU PRACY I MODELI ZATRUDNIENIA W ERZE AI.....	12
1.1. AUTOMATYZACJA ZADAŃ A NIE ZAWODÓW	12
1.2. GOSPODARKA OPARTA NA DANYCH I NOWE ZAWODY.....	13
1.3. WSPÓŁPRACA NA LINII CZŁOWIEK-MASZYNA	14
1.4. NOWE MODELE ŚWIADCZENIA PRACY	16
2.1. DUALIZM ROZWOJOWY REGIONU	18
2.2. INTELIGENTNE SPECJALIZACJE I INICJATYWY WSPIERAJĄCE MŚP	19
2.3. CYFRYZACJA ROLNICTWA I OBSZARÓW WIEJSKICH.....	21
2.4. ROZWÓJ E-USŁUG I INFRASTRUKTURY W REGIONIE	22
ROZDZIAŁ 3. NOWY PARADYGMAT KOMPETENCJI ZAWODOWYCH (KOMPETENCJE PRZYSZŁOŚCI).....	23
3.1. NOWA HIERARCHIA UMIEJĘTNOŚCI	23
3.2. KOMPETENCJE ADAPTACYJNE I GOTOWOŚĆ DO ZMIAN	24
3.3. KRYTYCZNE MYŚLENIE I SELEKCJA INFORMACJI	25
3.4. RENESANS KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH I INTERPERSONALNYCH	26
3.5. „FUTURES LITERACY” I ETYKA.....	27
ROZDZIAŁ 4. TRANSFORMACJA EDUKACJI I KONCEPCJA <i>LIFELONG LEARNING</i>.....	29
4.1. ZMIANA FILOZOFII KSZTAŁCENIA	29
4.2. NOWE ROLE NAUCZYCIELA I UCZNIA	30
4.3. KSZTAŁCENIE USTAWICZNE DOROSŁYCH I SENIORÓW (<i>LIFELONG LEARNING – LLL</i>).....	31
ROZDZIAŁ 5. BARIERY, RYZYKA I WYZWANIA SYSTEMOWE	32
5.1. NOWE NIERÓWNOŚCI SPOŁECZNE.....	32
5.2. LĘKI I OBawy PRACOWNIKÓW	33
5.3. CYBERBEZPIECZEŃSTWO I OCHRONA DANYCH.....	35
ROZDZIAŁ 6. WNIOSKI I REKOMENDACJE DLA RPW ZSU	36
6.1. INTEGRACJA NARZĘDZI AI I EDUKACJI CYFROWEJ W SZKOLNICTWIE FORMALNYM	36
6.2. STRATEGIE ADAPTACYJNE DLA PRZEDSIĘBIORSTW (MŚP) I STYMULOWANIE RYNKU PRACY.....	36
6.3. NIWELOWANIE CYFROWEGO DUALIZMU REGIONALNEGO I INKLUZJA SPOŁECZNA	37
BIBLIOGRAFIA	38

Badania finansowane w ramach projektu „Zbudowanie systemu koordynacji i monitorowania regionalnych działań na rzecz kształcenia zawodowego, szkolnictwa wyższego oraz uczenia się przez całe życie, w tym uczenia się dorosłych” realizowanego w ramach Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności - Komponent A – Odporność i konkurencyjność gospodarki”, inwestycja A3.1.1 „Wsparcie rozwoju nowoczesnego kształcenia zawodowego, szkolnictwa wyższego oraz uczenia się przez całe życie”.

Wstęp

Rozwój sztucznej inteligencji (AI) jest obecnie jednym z najważniejszych procesów transformujących współczesne społeczeństwa, gospodarki oraz modele funkcjonowania rynku pracy. Świat stoi obecnie u progu ery, w której coraz bardziej zaawansowane rozwiązania oparte na sztucznej inteligencji stanowią podstawę dla nowej rewolucji przemysłowej i ekonomicznej. Celem niniejszej analizy jest diagnoza wpływu AI i nowoczesnych technologii na rynek pracy. W opracowaniu sztuczna inteligencja nie jest traktowana wyłącznie jako kolejna innowacja technologiczna zwiększająca efektywność procesów gospodarczych, lecz jako zjawisko o charakterze systemowym, które prowadzi do głębokiej przebudowy relacji pomiędzy człowiekiem, technologią i samą pracą.

Proces transformacji cyfrowej będzie miał szczególnie silny wpływ na młodzież i młodych dorosłych, którzy wchodzi obecnie na rynek pracy lub będą na nim funkcjonować zawodowo w perspektywie najbliższych dekad. To właśnie to pokolenie będzie pierwszym, którego całe życie zawodowe przebiegać będzie w warunkach gospodarki silnie opartej na danych, postępującej automatyzacji oraz nierozdzielnej współpracy człowieka z inteligentnymi systemami. W praktyce zjawisko to oznacza **fundamentalne odejście od tradycyjnego modelu pracy**, opierającego się na względnej stabilności i wykonywaniu jednego zawodu przez całe życie, na rzecz rynku charakteryzującego się ciągłą zmianą technologiczną, koniecznością nieustannego aktualizowania kompetencji oraz rosnącą elastycznością modeli zatrudnienia.

Niniejsze opracowanie zostało przygotowane w oparciu o metodologię *desk research*. Stanowi ono syntezę wniosków płynących z aktualnych raportów, badań, analiz i artykułów naukowych z lat 2020–2026 o zasięgu globalnym, europejskim oraz krajowym. Aby zapewnić diagnozie wysoką użyteczność w kontekście regionalnych polityk publicznych, analiza została silnie osadzona w uwarunkowaniach lokalnych Województwa Mazowieckiego. W tym celu poddano analizie kluczowe dokumenty strategiczne regionu, w szczególności „Program Transformacji Cyfrowej Województwa Mazowieckiego na lata 2025-2026” oraz „Strategię Rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego Województwa Mazowieckiego na lata 2020-2030”.

Wnioski płynące z poniższej diagnozy barier, trendów i nowych paradygmatów kompetencyjnych stanowią integralną część szerszego projektu badawczego i posłużą bezpośrednio do wypracowania rekomendacji wspierających aktualizację Regionalnego Programu Wdrożeniowego Zintegrowanej Strategii Umiejętności (ZSU).

Główne wnioski i kluczowe liczby

Podatność rynku pracy na automatyzację

- **30,3% miejsc pracy w Polsce** (ok. 5,08 mln stanowisk) wykazuje podatność na automatyzację przez generatywną AI, z czego **4,9% zatrudnionych** (817,5 tys. osób) wykonuje zawody o najwyższym ryzyku.
- **71,2% pracowników biurowych** w Polsce (ok. 900 tys. osób) realizuje zadania możliwe do zautomatyzowania, a **47,2%** z nich znajduje się w grupie najwyższego ryzyka transformacji.
- **31% pracowników na Mazowszu** wykonuje zawody silnie narażone na zmiany strukturalne wywołane sztuczną inteligencją.

Cyfrowy dualizm Województwa Mazowieckiego

- **Rozbieżność gospodarcza:** Region Warszawski Stołeczny (NUTS WS) generuje **155% średniej unijnej PKB**, podczas gdy Region Mazowiecki Regionalny (NUTS MR) osiąga zaledwie **70%**.
- **Nierówność kompetencji (2024 r.):** Podstawowe umiejętności cyfrowe posiada **69,7% mieszkańców NUTS WS** wobec zaledwie **44,4% w NUTS MR**.
- **Korzystanie z e-administracji:** Do kontaktów z urzędami Internetu używa **83,4% populacji NUTS WS**, ale tylko **54,2% w NUTS MR**.
- **Edukacja dorosłych (2020 r.):** Wskaźnik uczestnictwa w kształceniu ustawicznym wynosi **8,6% w NUTS WS** i zaledwie **1,4% w NUTS MR**, co rodzi ryzyko **20-procentowego bezrobocia strukturalnego** na terenach peryferyjnych.

Luki kadrowe i wektory technologiczne

- **Cyberbezpieczeństwo:** Krajowy deficyt wynosi **17,5 tys. nieobsadzonych stanowisk** (7 wakatów na 1 kandydata). Do 2030 roku **ponad 50% firm na Mazowszu** powoła dedykowane stanowisko ds. bezpieczeństwa cyfrowego.
- **Data Science:** Zapotrzebowanie pracodawców na specjalistów przetwarzania danych przewyższa dostępną podaż **aż pięciokrotnie**.
- **Robotyzacja i Przemysł 4.0:** Gęstość robotyzacji w Polsce to zaledwie **42 urządzenia na 10 tys. pracowników** (średnia UE: 114). Mimo to **58% firm globalnych** (i 71% z branży dóbr konsumpcyjnych) planuje wdrożenie systemów autonomicznych do 2030 roku. Na Mazowszu do 2040 roku coboty przejmą **co najmniej połowę zadań manualnych**.

Edukacja i postawy młodego pokolenia

- **Wykorzystanie AI:** Narzędzi sztucznej inteligencji do nauki używa **40% uczniów klas siódmych** szkół podstawowych i aż **55% uczniów drugich klas** szkół średnich.
- **Niewydolność systemu:** **59,8% młodzieży** twierdzi, że placówki oświatowe nie przygotowały ich do korzystania z AI, przez co **74,3%** uczy się technologii samodzielnie, a **57%** czerpie wiedzę z mediów społecznościowych.
- **Sceptycyzm i weryfikacja:** Tylko **0,94% młodych Polaków** w pełni ufa treściom z AI, a około **72–75%** aktywnie stosuje strategie weryfikacji i *fact-checkingu*.

Streszczenie

Transformacja rynku pracy i modeli zatrudnienia w erze AI

1. Automatyzacja zadań, a nie zawodów

AI zmienia charakter stanowisk **poprzez automatyzację powtarzalnych i rutynowych składowych pracy kognitywnej, a nie całkowitą eliminację całych zawodów.**

Najbardziej narażeni są pracownicy administracji, księgowości i biur, którzy w Polsce w 71,2% wykonują zadania podatne na automatyzację. Prawdopodobieństwo przejścia rutynowych prac biurowych przez algorytmy wynosi globalnie 0,80.

2. Wzrost produktywności i koncentracja na złożonych zadaniach eksperckich

Eliminacja rutyny pozwala na augmentację kadr – asystenci AI skracają czas poświęcany na wyszukiwanie informacji o 20%, co podnosi produktywność w sektorze komercyjnym o 14%. **Pracownicy ewoluują w stronę nadzorców i weryfikatorów systemów autonomicznych (*citizen developers*), co przesuwą wartość kapitału ludzkiego w kierunku krytycznej interpretacji i myślenia wyższego rzędu.**

3. Gospodarka oparta na danych i nowe zawody

Modele biznesowe są ściśle uzależnione od transferu danych, co do 2030 r. zmieni strukturę 86% przedsiębiorstw i wygeneruje popyt na analityków Big Data oraz inżynierów uczenia maszynowego. W Polsce zapotrzebowanie na specjalistów Data Science przewyższa podaż 5-krotnie, a wdrożenie Industry 4.0 i IoT stymuluje popyt na integratorów automatyki. Do 2040 r. na Mazowszu coboty przejmą co najmniej połowę prac manualnych.

4. Rosnące znaczenie ekspertów ds. cyberbezpieczeństwa

Integracja IoT i systemów AI w Przemysle 4.0 podnosi ryzyko cyberataków, generując potężną lukę kadrową (17,5 tys. wolnych stanowisk w Polsce). Na Mazowszu do 2030 roku **co najmniej połowa podmiotów będzie zmuszona powołać specjalne stanowisko ds. bezpieczeństwa cyfrowego.**

5. Współpraca na linii człowiek-maszyna

Rynek pracy **oprze się na kohabitacji z algorytmami i robotami współpracującymi (cobotami).** Gęstość robotyzacji w Polsce (42 roboty na 10 tys. pracowników) gwałtownie wzrośnie do 2030 roku. Zautomatyzowane wsparcie maszynowe staje się koniecznością ze względu na kryzys demograficzny – do 2050 r. polskie zasoby siły roboczej skurczą się o blisko 20%.

6. Nowe modele świadczenia pracy

Infrastruktura cyfrowa i chmurowa decentralizują rynek pracy – 84% globalnych firm planuje cyfryzację procesów, co umożliwi przejście 44% zatrudnionych na pracę zdalną. **W Polsce 40% osób realizuje zadania poza biurem.** Praca zdalna rodzi jednak zacieranie granic (47% hybrydowych pracowników pracuje w czasie wolnym), a 81% pracodawców dostrzega trudności w komunikacji zespołowej. Stabilność tego modelu zależy od infrastruktury 5G i eliminacji białych plam szerokopasmowych.

Regionalne uwarunkowania technologiczne

– specyfika Mazowsza

Dualizm rozwojowy regionu

Województwo mazowieckie jest silnie spolaryzowane między Regionem Warszawskim Stołecznym (155% średniej PKB UE, wysokie nasycenie ICT, 31% pracowników w zawodach eksponowanych na AI) a Regionem Mazowieckim Regionalnym (70% średniej PKB UE, dominacja rolnictwa i przemysłu tradycyjnego). Dysproporcja ta przekłada się na kapitał ludzki: blisko 70% mieszkańców aglomeracji warszawskiej ma podstawowe umiejętności cyfrowe, podczas gdy na prowincji wskaźnik ten spada do 44,4%.

Inteligentne specjalizacje i inicjatywy wspierające MŚP

MŚP tworzą 99,9% gospodarki regionu, ale barierą dla Przemysłu 4.0 są niskie nakłady na innowacje (tylko 1,9% mikrofirm wydaje na nie powyżej 1 mln zł). Transformację wspierają programy publiczne: projekt PROACTsme wdraża proaktywne usługi AI dla biznesu, a Europejski Hub Innowacji Cyfrowych WaMa Innovation Hub oferuje bezpłatne testowanie technologii (RPA, AI, IoT) i upskilling, zmniejszając ryzyko inwestycyjne firm.

Cyfryzacja rolnictwa i obszarów wiejskich

Wieś stanowi 94% terytorium Mazowsza, a mała średnia wielkość gospodarstw (8,9 ha) opóźnia cyfryzację. Strategia zakłada wdrażanie koncepcji Smart Villages i Rolnictwa 4.0 przez platformę ROLMApp oraz Mobilne Centrum Badania i Analizy Gleby. Projekt „Smart Villages 2” (2025–2027) rozwinie robotykę sadowniczą i teledetekcję szkodników, co drastycznie zredukuje etaty manualne na rzecz specjalistów ds. IoT i systemów GIS.

Rozwój e-usług i infrastruktury w regionie

Infrastruktura sieci szkieletowej „Internet dla Mazowsza” podniosła odsetek gospodarstw domowych z dostępem do internetu do 84,9%. Cyfryzacja administracji publicznej (90,8% urzędów na ePUAP, systemy EZD) oraz e-Zdrowia (16 z 23 szpitali wojewódzkich z e-usługami) automatyzuje rutynę urzędniczą. AI wymusza pojawienie się nowych profesji (kuratorzy danych, inspektorzy zgodności) oraz permanentne szkolenie kadr medycznych i administracyjnych.

Nowy paradygmat kompetencji zawodowych (kompetencje przyszłości)

Nowa hierarchia umiejętności

Odtwórcze procedury tracą wartość rynkową. Myślenie analityczne uznawane jest za kluczową kompetencję przez 70% globalnych przedsiębiorstw. W Polsce redefinicja ta obnaża braki kadrowe – 48% firm zgłasza deficyt kreatywności, a 36% brak krytycznego

myślenia u pracowników. Przewagą człowieka nad systemami staje się unikalna zdolność do twórczego myślenia.

Kompetencje adaptacyjne i gotowość do zmian

W środowisku VUCA kluczem staje się odporność psychiczna, zwinność i elastyczność poznawcza. Zdolność działania w niepewności to najwyżej punktowana umiejętność przyszłości w Polsce (4,21/5). 64% pracodawców przewiduje konieczność ciągłego szkolenia pracowników, ze względu na konieczność radykalnego przekwalifikowania w okresie 6 miesięcy.

Krytyczne myślenie i selekcja informacji

Z powodu ryzyka halucynacji systemów GenAI oraz 10-procentowego wskaźnika fałszywych alarmów algorytmów, kluczowa staje się umiejętność weryfikacji i fact-checkingu. Ponad 20% młodych Polaków nie ufa wynikom AI, a blisko 75% samodzielnie poszukuje błędów w generowanych danych, uznając selekcję informacji za najważniejszy czynnik bezpieczeństwa.

Renesans kompetencji społecznych i interpersonalnych

AI nie posiada empatii, co napędza popyt na kompetencje miękkie. Najbardziej poszukiwane i najlepiej płatne są role łączące wiedzę STEM ze sprawnością interpersonalną. W Polsce praca zespołowa jest jednak towarem deficytowym – braki zgłasza 41% firm ogółem i aż 61% z branży ICT. Na Mazowszu dynamicznie wzrośnie zatrudnienie w ochronie zdrowia i pomocy społecznej.

„Futures literacy” i etyka

Pracownicy muszą opanować myślenie systemowe (ocena 3,87/5 w prognozach na rok 2035) oraz identyfikację dylematów etycznych (uprzedzenia algorytmiczne, prywatność). W Polsce występuje tu luka edukacyjna – 10,37% młodych nie wie nic o etyce AI, a 32,89% nie potrafi wykryć stronniczości danych. Branie odpowiedzialności za decyzje maszyn (ocena 3,99/5) stymuluje powstawanie ról inspektorów etyki AI.

Transformacja edukacji i koncepcja Lifelong Learning

Zmiana filozofii kształcenia

Szybkie generowanie informacji przez AI wymusza odwrót od edukacji pamięciowej ku personalizacji nauczania za pomocą LLM i inteligentnych systemów tutoringowych (ITS, np. InstaLing). Globalny rynek EdTech osiągnie potężne wzrosty (CAGR 31,2% do 2030 r.). Szkoła musi uczyć samoregulacji oraz selekcji treści, odpowiadając na potrzeby uczniów (gdzie 55% młodzieży szkół średnich regularnie korzysta z AI).

Nowe role nauczyciela i ucznia

Nauczyciel staje się mentorem, odciążonym przez AI z zadań administracyjnych (co jako główny zysk wskazuje 64% pedagogów). Integracja wymaga jednak podniesienia kwalifikacji nauczycieli (100% uczestników programu AI4Youth zgłasza potrzebę szkoleń). Samorząd

wdraża projekt „Warszawa programuje!” (2025–2026) szkolący z Pythona i Scratcha. System musi chronić przed zjawiskiem *false mastery* (pozornego uczenia się przez AI).

Kształcenie ustawiczne dorosłych i seniorów (Lifelong Learning – LLL)

Ustawiczna edukacja to warunek utrzymania aktywności na rynku pracy, jednak w Polsce uczestniczy w niej tylko 23,5% dorosłych (UE: 32,1%). Osoby powyżej 50. roku życia mają o 6,2% mniejsze szanse na szkolenia. Samorząd wdraża programy włączenia cyfrowego seniorów („Barometr Kompetencji Cyfrowych” za 8 mln zł) oraz systemy teleopieki dedykowane dla 1046 osób starszych na Mazowszu w 2025 roku.

Bariery, ryzyka i wyzwania systemowe

Nowe nierówności społeczne

Algorytmy AI w pierwszej kolejności faworyzują pracowników wysoko wykwalifikowanych, pogłębiając polaryzację płacową. Tylko 26% polskiej siły roboczej posiada umiejętności cyfrowe powyżej podstawowych. Cyfrowy dualizm Mazowsza (69,7% kompetencji w NUTS WS vs 44,4% w NUTS MR) grozi odcięciem peryferii od korzyści Przemysłu 4.0 i ucieczką talentów do Warszawy.

Lęki i obawy pracowników

Aż 68,6% młodych obawia się AI, a 42% Polaków uważa, że technologia zlikwiduje więcej miejsc pracy niż stworzy. Sceptycyzm rośnie wraz z ekspozycją na AI (29,3% pracowników zawodów zagrożonych boi się zwolnień) oraz u kobiet (24,5%). Brak zaufania potęgują halucynacje maszynowe i luki komunikacyjne (51% osób nie zna reguł korzystania z AI w firmie). Przekłada się to na 57-procentowy opór organizacyjny w urzędach.

Cyberbezpieczeństwo i ochrona danych

Złożoność systemów IoT i AI sprzyja wyciekom danych korporacyjnych i urzędowych. W województwie mazowieckim ponad 80% internautów nie chroni prywatności w sieci, a tylko 16% firm zatrudnia specjalistę ds. bezpieczeństwa sieci. 32,89% młodych nie wie nic o ochronie danych w kontekście AI. Sytuację pogarsza krajowy deficyt specjalistów i długa rekrutacja w branży (7 wakatów na 1 kandydata).

Wnioski i rekomendacje dla Regionalnego Programu Wdrożeniowego ZSU

Integracja narzędzi AI i edukacji cyfrowej w szkolnictwie formalnym

Konieczna jest redefinicja podstaw programowych, porzucenie metod pamięciowych na rzecz nauki fact-checkingu i odporności poznawczej uczniów. Należy wdrożyć systemowe szkolenia metodyczne dla nauczycieli z zakresu AI i STEAM oraz zadbać o higienę informacyjną młodzieży, eliminując ryzyko pozornego uczenia się.

Strategie adaptacyjne dla przedsiębiorstw (MŚP) i stymulowanie rynku pracy

Rekomenduje się finansowe wsparcie programów *reskillingu* i *upskillingu* za pośrednictwem hubów technologicznych (np. WaMa Innovation Hub). Samorząd powinien wspierać rozwój

kierunków dedykowanych zawodom przyszłości (Big Data, cybersec, UX/UI) oraz pomóc wypracować wewnętrzne standardy prawne regulujące bezpieczeństwo danych w pracy rozproszonej i hybrydowej.

Niwelowanie cyfrowego dualizmu regionalnego i inkluzja społeczna

Środki publiczne należy celowo kierować na podniesienie dojrzałości cyfrowej subregionów peryferyjnych (NUTS MR) w celu uniknięcia bezrobocia strukturalnego. Kluczowa jest automatyzacja rolnictwa mazowieckiego za pomocą programów „Smart Villages 2” przy jednoczesnym przygotowaniu kadr wiejskich do ról technicznych. Programy LLL muszą zostać zintensyfikowane i powiązane z wdrażaniem systemów „age tech” i teleopieki dla seniorów.

ROZDZIAŁ 1. Transformacja rynku pracy i modeli zatrudnienia w erze AI

1.1. Automatyzacja zadań a nie zawodów

- przesunięcie z eliminacji całych profesji na automatyzację powtarzalnych, opartych na regułach zadań rutynowych (np. administracja, prace biurowe, księgowość)
- rutynowe czynności administracyjne najbardziej podatne na automatyzację

Systemowa transformacja charakteru pracy

Rozwój sztucznej inteligencji prowadzi do systemowej transformacji charakteru pracy poprzez automatyzację konkretnych zadań, a nie bezpośredni zanik całych profesji (Figiel i in., 2025). Najbardziej zagrożone są czynności powtarzalne, przewidywalne, oparte na jasno określonych procedurach oraz niewymagające złożonych kompetencji poznawczych (Figiel i in., 2025; Strategia Rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego Województwa Mazowieckiego na lata 2020-2030, 2020). W skali kraju 30,3% miejsc pracy (ok. 5,08 mln stanowisk) wykazuje podatność na automatyzację za pomocą generatywnej AI, a 4,9% zatrudnionych (817,5 tys. osób) wykonuje zawody o najwyższym ryzyku pełnej automatyzacji (Troszyński i in., 2025). W województwie mazowieckim odsetek pracowników w zawodach silnie narażonych na zmiany strukturalne wynosi aż 31% (Korgul, Witczak i Świącicki, 2024).

Rutynowe czynności administracyjne jako najbardziej podatne na automatyzację

Sektorami najbardziej podatnymi na algorytmiczną automatyzację są administracja, księgowość i prace biurowe. Aż 71,2% pracowników biurowych w Polsce (ok. 900 tys. osób) realizuje zadania możliwe do zautomatyzowania, a 47,2% należy do grupy najwyższego ryzyka (Troszyński i in., 2025). W skali globalnej prawdopodobieństwo automatyzacji rutynowych czynności administracyjnych, takich jak zarządzanie danymi czy korespondencja, wynosi 0,80 (ILO, 2023), a ogólny odsetek takich zadań o wysokim potencjale automatyzacji przekracza 50% (Egan-delSol i Vargas-Faulbaum, 2024). Na Mazowszu szacuje się, że do 2030 roku pełnej automatyzacji ulegnie co najmniej połowa zadań administracyjnych w przedsiębiorstwach (Figiel i in., 2025). Stanowiska takie jak pracownicy wprowadzania danych, sekretarki oraz kadry ds. płac odnotowują strukturalny spadek zapotrzebowania (World Economic Forum, 2020).

30%	Prawie 1/3 miejsc pracy w Polsce wykazuje podatność na automatyzację za pomocą generatywnej AI.
5%	817,5 tys. zatrudnionych w Polsce osób wykonuje zawody o najwyższym ryzyku pełnej automatyzacji.
31%	Prawie 1/3 pracowników w województwie mazowieckim wykonuje zawody mocno narażone na zmiany strukturalne.

71%	Prawie $\frac{3}{4}$ pracowników biurowych w Polsce (około 900 tys. osób) realizuje zadania możliwe do zautomatyzowania.
14%	Zastosowanie asystentów AI w środowisku komercyjnym podnosi produktywność.

Wzrost produktywności i koncentracja na złożonych zadaniach eksperckich

Redukcja rutyny prowadzi do augmentacji kadr¹ i wzrostu produktywności. Wdrożenie systemów AI pozwala na eliminację czynności związanych z poszukiwaniem informacji, które dotychczas pochłaniały pracownikom wiedzy około **20% czasu** (McKinsey & Company, 2023). Zastosowanie asystentów AI w środowisku komercyjnym podnosi produktywność o **14%** (Brynjolfsson i in., 2023), umożliwiając pracownikom koncentrację na złożonych zadaniach eksperckich (World Economic Forum, 2025). Oznacza to ewolucję roli pracownika, który staje się nadzorcą i weryfikatorem procesów realizowanych przez maszyny (Przegalińska, 2022). Dochodzące do **40% obowiązków zawodowych** możliwości automatyzacji otwierają przestrzeń dla tzw. obywateli programistów (*citizen developers*) optymalizujących środowisko pracy (Fazlagić, 2022). W przeciwieństwie do wcześniejszych fal informatyzacji, obecna transformacja wpływa na nierutynowe zadania kognitywne (Egan-delSol i Vargas-Faulbaum, 2024), umożliwiając automatyzację czynności zajmujących dotychczas **od 60% do 70% czasu pracy** (McKinsey & Company, 2023).

1.2. Gospodarka oparta na danych i nowe zawody

- wzrost zapotrzebowania na specjalistów ds. danych, inżynierów robotyki, specjalistów ds. cyberbezpieczeństwa oraz projektantów usług opartych na danych
- postępująca integracja łańcuchów wartości w ramach Przemysłu 4.0

Uzależnienie gospodarki od analizy i transferu danych

Współczesne modele biznesowe i procesy operacyjne są silnie uzależnione od analizy i transferu danych (Strategia Rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego..., 2020). Transformacja ta nie oznacza wyłącznie redukcji zatrudnienia, ponieważ historycznie automatyzacja tworzyła więcej miejsc pracy niż likwidowała (Strategia Rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego..., 2020). Do 2030 roku AI i zaawansowane przetwarzanie informacji przekształcą modele 86% przedsiębiorstw, generując globalny popyt na analityków i naukowców ds. danych, inżynierów AI i uczenia maszynowego oraz specjalistów ds. Big Data (World Economic Forum, 2025). W efekcie kompetencje związane z interpretacją informacji stają się bazowym elementem funkcjonowania sektorów gospodarki (Figiel i in., 2025).

¹ Augmentacja kadr (ang. *staff augmentation*) to elastyczna strategia biznesowa, polegająca na zatrudnianiu zewnętrznych specjalistów w celu uzupełnienia braków kompetencyjnych lub zwiększenia mocy przerobowych zespołu na czas trwania projektu.

86%	AI i zaawansowane przetwarzanie informacji przekształci ponad $\frac{3}{4}$ przedsiębiorstw do 2030 roku.
25%	$\frac{1}{4}$ przedsiębiorstw przemysłowych deklaruje zapotrzebowanie na ekspertów ds. sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego
36%	Ponad 1/3 przedsiębiorstw zgłasza bardzo wysokie zapotrzebowanie na analityków ds. bezpieczeństwa informacji i kodowania

Zawody przyszłości

W Polsce zaawansowaną analizę Big Data prowadzi obecnie **26% dużych firm** (przy unijnej średniej **31%**) oraz **7% podmiotów z sektora MŚP** (Digital Poland, 2021). Zapotrzebowanie pracodawców na specjalistów obsługujących środowiska programistyczne Data Science przekracza dostępną podaż aż pięciokrotnie (Digital Poland, 2020). W województwie mazowieckim transformacja ta generuje rosnący popyt na inżynierów danych oraz projektantów interakcji i doświadczeń użytkownika (UX/UI) (Figiel i in., 2025). Zapotrzebowanie na ekspertów ds. sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego deklaruje **25% przedsiębiorstw przemysłowych**, a ekstremalne zapotrzebowanie na analityków ds. bezpieczeństwa informacji i kodowania zgłasza blisko 36% przedsiębiorstw przemysłowych (Łapińska i in., 2022). Dane regionalne wskazują również na gwałtowny wzrost zapotrzebowania na specjalistów ds. projektowania nowych procesów, ekspertów ds. danych oraz ekspertów ds. cyberbezpieczeństwa (Figiel i in., 2025).

1.3. Współpraca na linii człowiek-maszyna

- rozwój „cobotów” (robotów współpracujących) przejmujących zadania monotonne, przesuując pracę człowieka ku funkcjom nadzorczym, kreatywnym i organizacyjnym •

Współpraca człowieka z inteligentnymi systemami

W perspektywie długoterminowej rynek pracy będzie silnie opierał się na współpracy człowieka z inteligentnymi systemami wspierającymi codzienne funkcjonowanie (OECD, 2025). Młodzi pracownicy będą realizować obowiązki wspólnie z algorytmami i systemami rekomendacyjnymi automatyzującymi procesy decyzyjne, szczególnie w finansach, logistyce, marketingu, administracji publicznej oraz ochronie zdrowia. Tradycyjne, izolowane maszyny są zastępowane przez roboty współpracujące (*coboty*), zaprojektowane do bezpiecznej interakcji z ludźmi ramię w ramię dzięki czujnikom siły i systemom wizyjnym. Coboty przejmują zadania monotonne, niebezpieczne oraz wymagające wysokiej precyzji, co przesuwa wartość ludzkiej pracy ku funkcjom nadzorczym, organizacyjnym i kreatywnym, opartym na interpretacji, refleksyjności oraz kompetencjach społecznych. Zgodnie z prognozami foresightowymi dla województwa mazowieckiego, do 2040 roku *coboty* staną

się powszechne w lokalnym przemyśle oraz usługach, przejmując wykonanie przynajmniej połowy dotychczasowych zadań manualnych (Figiel i in., 2025).

Nowy podział obowiązków między ludźmi a maszynami

Wprowadzenie cobotów i algorytmów redefiniuje strukturę rynku pracy w wymiarze makroekonomicznym. Nowy podział obowiązków między ludźmi a maszynami doprowadzi do likwidacji 85 milionów etatów na świecie, generując jednocześnie 97 milionów nowych ról zawodowych (World Economic Forum, 2020). W Polsce powszechny dostęp do technologii cyfrowych staje się dominującym czynnikiem transformacji zatrudnienia do 2030 roku (World Economic Forum, 2025). Przemiany te obrazują głębokie spadki dynamiki zatrudnienia netto w zawodach tradycyjnych, gdzie dla asystentów administracyjnych wskaźnik ten wynosi -14%, natomiast dla pracowników wprowadzania danych sięga aż -30% (World Economic Forum, 2025). Spadek ten rekompensowany jest przez przesunięcie pracowników do ról zarządczych oraz operowania zaawansowanymi systemami konwersacyjnymi (Ładna i in., 2026).

2040 rok	Do 2040 roku <i>coboty</i> staną się powszechne w lokalnym przemyśle oraz usługach w województwie mazowieckim.
85 mln.	Nowy podział obowiązków między ludźmi a maszynami doprowadzi do likwidacji 85 milionów etatów na świecie.
97 mln.	Nowy podział obowiązków między ludźmi a maszynami doprowadzi do powstania 97 milionów nowych ról zawodowych.
-14%	Dla asystentów administracyjnych w Polsce wskaźnik zatrudnienia netto wynosi -14%.
-30%	Dla pracowników wprowadzania danych w Polsce wskaźnik zatrudnienia netto wynosi -30%.
58%	Ponad połowa przedsiębiorstw planuje aktywną adopcję robotów i systemów autonomicznych do 2030 roku.

Zastępowanie rutynowej pracy fizycznej przez maszyny jako trend i konieczność

Globalne trendy wskazują, że aż 58% przedsiębiorstw planuje aktywną adopcję robotów i systemów autonomicznych do 2030 roku, a w produkcji dóbr konsumpcyjnych wskaźnik ten osiąga 71% (World Economic Forum, 2025). Wdrożenie to staje się makroekonomiczną koniecznością, ponieważ do 2050 roku polskie zasoby siły roboczej w wieku 20–64 lat skurczą się o blisko 20% (Figiel i in., 2025). Szeroka implementacja robotów współpracujących pozwoli zrównoważyć te niedobory kadrowe, rozwijając model „współpracującej sztucznej inteligencji” (*collaborative AI*), traktujący technologię jako partnera potęgującego efekty synergii (Fazlagić, 2022). Podnosi to produktywność kadr poprzez eliminację powtarzalnych komponentów obowiązków, przekształcając pracowników w weryfikatorów systemów autonomicznych (Egan-deISol i Vargas-Faulbuam, 2024; Figiel i in., 2025).

1.4. Nowe modele świadczenia pracy

- decentralizacja rynku pracy • rozwój pracy zdalnej i hybrydowej dzięki usługom chmurowym i rozwojowi infrastruktury (np. sieci 5G) •

Decentralizacja modeli pracy

Rozwój infrastruktury cyfrowej i usług chmurowych stanowi fundamentalny katalizator decentralizacji modeli pracy, umożliwiając wykonywanie części obowiązków niezależnie od miejsca zamieszkania (Strategia Rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego..., 2020). Aż 84% globalnych pracodawców planuje cyfryzację procesów roboczych, co pozwala przenieść do 44% ogółu zatrudnionych do pracy zdalnej, podczas gdy w Polsce 71,4% przedsiębiorstw systemowo rozszerza opcję pracy poza biurem (World Economic Forum, 2020). Obecnie 40% pracowników w Polsce wykonuje zadania poza siedzibą pracodawcy (w tym 23% codziennie, a 33% co najmniej raz w tygodniu) (Trąpczyński i in., 2023). W ujęciu europejskim 3% zatrudnionych wykonuje obowiązki całkowicie zdalnie, a 9% funkcjonuje w modelu hybrydowym (PARP, 2026).

84%	Niemal wszyscy globalni pracodawcy planują cyfryzację procesów roboczych.
71%	Prawie $\frac{3}{4}$ przedsiębiorstw w Polsce systemowo rozszerza opcję pracy poza biurem.
40%	Obecnie ponad 1/3 pracowników w Polsce wykonuje zadania poza siedzibą pracodawcy.
47%	Prawie połowa pracowników hybrydowych w Polsce deklaruje realizację obowiązków w czasie wolnym.
81%	Zdecydowana większość polskich pracodawców uważa, że modele pracy hybrydowej utrudniły współpracę w zespołach.

Wyzwania związane z pracą zdalną

Rozproszenie kadr rodzi wyzwania organizacyjne – 47% pracowników hybrydowych deklaruje realizację obowiązków w czasie wolnym, podczas gdy wśród pracowników stacjonarnych odsetek ten wynosi 26% (PARP, 2026). Z kolei 81% pracodawców uważa, że modele te utrudniły współpracę w zespołach, przez co powrót do biur ograniczył autonomię wyboru miejsca pracy do 53% (Randstad, 2026). W konsekwencji 38% przedsiębiorstw w Polsce zgłasza pilną potrzebę zmian w prawie pracy regulujących zdalne modele zatrudnienia (World Economic Forum, 2025).

Uzależnienie stabilności rozproszonych modeli zatrudnienia od rozwoju szerokopasmowej infrastruktury i sieci 5G

Stabilność rozproszonych modeli zatrudnienia jest uzależniona od rozwoju sieci 5G, oferującej przepustowość powyżej 10 Gb/s oraz minimalne opóźnienia rzędu 1 milisekundy (Zarząd Województwa Mazowieckiego, 2020). W skali europejskiej zasięg 5G obejmuje **81% obszarów zaludnionych** (Komisja Europejska, 2023). Zgodnie z celami cyfrowymi do 2025 roku gospodarstwa domowe powinny posiadać dostęp do sieci o przepustowości minimum 100 Mb/s (Strategia Rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego..., 2020). Na Mazowszu postęp stymulowany jest przez projekt „Internet dla Mazowsza” (Strategia Rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego..., 2020). Te przemiany technologiczne tworzą nowe szanse, ale i bezwzględny wymóg konkurencyjności dla młodych ludzi (Strategia Rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego..., 2020).

ROZDZIAŁ 2. Regionalne uwarunkowania technologiczne – specyfika Mazowsza

2.1. Dualizm rozwojowy regionu

- wyraźne różnice w tempie rozwoju i infrastrukturze pomiędzy Regionem Warszawskim Stołecznym (NUTS WS) a Regionem Mazowieckim Regionalnym (NUTS MR), wpływające na nierówny poziom kompetencji cyfrowych

Województwo mazowieckie charakteryzuje się głębokim dualizmem rozwojowym dzielącym obszar na innowacyjne centrum metropolitalne oraz peryferie (Zarząd Województwa Mazowieckiego, 2021). W 2023 roku Region Warszawski Stołeczny (NUTS WS) wygenerował produkt krajowy brutto (PKB) na poziomie 155% średniej unijnej, podczas gdy Region Mazowiecki Regionalny (NUTS MR) osiągnął zaledwie 70% (GUS, 2025). PKB na mieszkańca w NUTS WS wyniósł 181,9 tys. zł (przekraczając średnią krajową o 101,2%), natomiast w NUTS MR osiągnął jedynie 82,0 tys. zł (9,3% poniżej średniej krajowej) (GUS, 2025). W NUTS WS funkcjonuje sektor usług nowoczesnych i ICT skupiający ponad 649 tysięcy podmiotów, podczas gdy NUTS MR skupia ich zaledwie 205 tysięcy (Regionalna Strategia Innowacji..., 2021).

Różnice w poziomie kapitału ludzkiego oraz kompetencji cyfrowych

Ekonomiczna polaryzacja bezpośrednio determinuje nierówny poziom kapitału ludzkiego oraz kompetencji cyfrowych. W 2019 roku w regionie stołecznym podstawowe lub ponadpodstawowe umiejętności cyfrowe posiadało 64,2% mieszkańców, a w części regionalnej wskaźnik ten wynosił zaledwie 42,5% (wobec średniej dla Polski wynoszącej 44,5%). Luki odnotowano też w zakresie umiejętności informacyjnych (84,9% w NUTS WS względem 68,8% w NUTS MR) oraz umiejętności komunikacyjnych w środowisku cyfrowym (86,5% wobec 66,9%) (Strategia Rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego..., 2020). W 2024 roku podstawowe umiejętności cyfrowe posiadało 69,7% mieszkańców NUTS WS wobec 44,4% w części regionalnej (Program Transformacji Cyfrowej..., 2025).

70%	Prawie ¾ mieszkańców Regionu Warszawski Stołeczny (NUTS WS) posiada podstawowe umiejętności cyfrowe.
44%	Mniej niż połowa mieszkańców Regionu Mazowiecki Regionalny (NUTS MR) posiada podstawowe umiejętności cyfrowe.
57%	Ponad połowa mieszkańców NUTS WS (Regionu Warszawski Stołeczny) w kontaktach z administracją publiczną korzysta z Internetu.
36%	Tylko 1/3 mieszkańców NUTS MR (Regionu Mazowiecki Regionalny) w kontaktach z administracją publiczną korzysta z Internetu.
31%	Prawie 1/3 pracowników w subregionie stołecznym wykonuje zawody o najwyższej ekspozycji na zmiany wywołane przez algorytmy AI.

20%

Przewidywany w foresight poziom bezrobocia strukturalnego na Mazowszu wywołany automatyzacją zadań rutynowych.

Zróznicowany poziom wykorzystania infrastruktury cyfrowej oraz zaawansowanych e-usług przez społeczeństwo i biznes

Ten dualizm rozwojowy wpływa na poziom wykorzystania infrastruktury cyfrowej oraz zaawansowanych e-usług przez społeczeństwo i biznes. W kontaktach z administracją publiczną z Internetu korzystało 35,8% mieszkańców NUTS MR wobec 57% w NUTS WS. W sektorze małych i średnich przedsiębiorstw rozwiązania oparte na zewnętrznych chmurach obliczeniowych wdrożyło 30,3% firm w regionie stołecznym i zaledwie 10,3% w mazowieckim regionalnym (*Strategia Rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego...*, 2020). Dodatkowo wskaźnik innowacyjności przedsiębiorstw w sektorze usługowym w NUTS WS sięgał 29,4%, podczas gdy w NUTS MR wynosił 19,5%, tworząc bariery dyfuzji technologicznej (*Regionalna Strategia Innowacji...*, 2021).

Kierunki ewolucji rynku pracy w erze sztucznej inteligencji

Dysproporcje te determinują strukturę zatrudnienia i kierunki ewolucji rynku pracy w erze sztucznej inteligencji. W subregionie stołecznym 31% pracowników wykonuje zawody o najwyższej ekspozycji na zmiany wywołane przez algorytmy AI (Polski Instytut Ekonomiczny, 2024). Koncentracja ta napędza popyt na specjalistów ds. danych i inżynierów AI, skutkując jednocześnie drenażem kapitału ludzkiego i odpływem talentów z mniejszych ośrodków (Zarząd Województwa Mazowieckiego, 2021; *Regionalna Strategia Innowacji...*, 2021). Zgodnie z prognozami foresightowymi niska dojrzałość cyfrowa i brak systemowego reskillingu mogą doprowadzić do sytuacji, w której bezrobocie strukturalne wywołane automatyzacją zadań rutynowych osiągnie na Mazowszu poziom 20%, uderzając najsilniej w obszary poza aglomeracją warszawską (Figiel i in., 2025).

2.2. Inteligentne specjalizacje i inicjatywy wspierające MŚP

• działania na rzecz podnoszenia konkurencyjności firm z wykorzystaniem ICT • PROACTsme (wykorzystanie nauki o danych i AI do obsługi MŚP) • WaMa Innovation Hub (stymulowanie dojrzałości cyfrowej MŚP)

Deficyty technologii

Gospodarka województwa mazowieckiego opiera się w 99,9% na sektorze MŚP, w którym mikrofirmy stanowią 96,1% struktur w regionie stołecznym oraz 96,6% w regionalnym. Budowanie przewagi konkurencyjnej realizowane jest poprzez Regionalną Strategię Innowacji (RIS Mazovia 2030), skupioną wokół czterech inteligentnych specjalizacji: bezpiecznej żywności, inteligentnych systemów w przemyśle i infrastrukturze, nowoczesnego ekosystemu biznesowego oraz wysokiej jakości życia. Włączenie firm w globalne łańcuchy wartości Industry 4.0 blokują jednak niskie nakłady finansowe – zaledwie 1,9% tutejszych

mikrofirm przeznaczyło na innowacje kwoty powyżej 1 mln zł (Regionalna Strategia Innowacji..., 2021).

Odpowiedź na deficyty technologiczne

Odpowiedzią na te deficyty technologiczne jest projekt PROACTsme (*Applied Data-Science and AI for proactive SME service*) w ramach programu Interreg Europa 2021-2027, który rozwija spersonalizowane i proaktywne e-usługi dla MŚP przy użyciu AI, chmury i big data (Fundusze Europejskie dla Mazowsza 2021-2027). Wsparcie procesu transformacji zapewnia także Europejski Hub Innowacji Cyfrowych WaMa Innovation Hub (*WAMA EDIH*), dofinansowany z programu Digital Europe oraz FEM (WaMa Innovation Hub, 2023). Oferuje on MŚP usługi audytu technologicznego, Proof of Concept (PoC) oraz dedykowane moduły upskillingu wspierane przez Intel Technology Poland, co pozwala bezpiecznie wdrażać rozwiązania z zakresu AI, robotyki czy IoT (Załącznik nr 7 do Regulaminu... WaMa Innovation Hub). Wdrożenia te redefiniują profile kadr, przesuwając popyt z powtarzalnych prac administracyjnych na ekspertów analitycznych (Figiel i in., 2025; Regionalna Strategia Innowacji..., 2021).

Pożądane profile kompetencyjne kadr

Wdrażanie ICT i AI redefiniuje profile kompetencyjne kadr, w tym w MŚP, na Mazowszu (*Regionalna Strategia Innowacji...*, 2021). Następuje systemowe przesunięcie popytu z powtarzalnych prac administracyjnych na ekspertów analitycznych (Figiel i in., 2025). Nowe środowisko pracy wymaga od kadr elastycznego rozwiązywania problemów i ścisłej kooperacji na linii człowiek-maszyna (Strojny i in., 2021). Jako główną strategię adaptacji do rozwoju sztucznej inteligencji 46% przedsiębiorstw w Polsce wskazuje przekwalifikowanie (*reskilling*) obecnych pracowników (13% prognozuje konieczność redukcji zatrudnienia). Firmy, które postrzegają sztuczną inteligencję jako rewolucyjną technologię, ponad dwa razy częściej inwestują w rozwój kompetencji (61%), niż te, które są wobec niej sceptyczne (PARP, 2025).

46%	Prawie połowa przedsiębiorstw w Polsce wskazuje przekwalifikowanie (<i>reskilling</i>) obecnych pracowników jako główną strategię adaptacji do rozwoju AI.
13%	Niewielki odsetek polskich przedsiębiorstw prognozuje konieczność redukcji zatrudnienia z racji rozwoju AI.
61%	Więcej niż połowa firm w Polsce, które postrzegają sztuczną inteligencję jako rewolucyjną technologię, inwestują w rozwój kompetencji pracowników.

2.3. Cyfryzacja rolnictwa i obszarów wiejskich

- wdrażanie koncepcji Smart Villages – rolnictwo precyzyjne i budowa systemów wspomagających nowoczesną produkcję rolną (np. projekt Smart Villages 2) •

Rozwój Rolnictwa 4.0 i wdrażanie koncepcji Smart Villages

Województwo mazowieckie charakteryzuje się największym w Polsce potencjałem rolniczym, gdzie obszary wiejskie zajmują około 94% terytorium regionu i są zamieszkiwane przez 1,8 miliona osób (35% ogółu ludności). Mimo to lokalne rolnictwo wykazuje tradycyjną i rozdrobnioną strukturę obszarową: przeciętna wielkość gospodarstwa wynosi zaledwie 8,9 ha (przy średniej krajowej 11,4 ha), a aż 91,5% gospodarstw dysponuje powierzchnią nieprzekraczającą 20 ha (Mroczkowski, 2023). Struktura ta stanowi barierę kapitałową i infrastrukturalną opóźniającą adopcję technologii. Wobec tych ograniczeń konieczne staje się systemowe wdrażanie koncepcji Rolnictwa 4.0, integrującej AI oraz Big Data w celu optymalizacji produkcji (Figiel i in., 2025).

Strategicznym działaniem samorządu jest wdrożenie koncepcji Smart Villages, opartej na systemie ROLMApp, który wspomaga decyzje rolników w zakresie planowania i monitoringu upraw. Narzędzie to zintegrowano z Mobilnym Centrum Badania i Analizy Gleby, wyposażonym w spektrometry NIR oraz XRF (model EDX 3300S) z pompą próżniową. Zautomatyzowane badanie właściwości gleby stanowi podstawę do przyznawania Certyfikatu Mazowieckiego, promującego zrównoważoną produkcję, co pozwala rolnikom redukować koszty operacyjne (Mroczkowski, 2023). Dalsza ewolucja sektora realizowana będzie w ramach operacji strategicznej „Smart Villages 2” (lata 2025–2027), zakładającej rozbudowę aplikacji o funkcjonalności zdalnej detekcji zanieczyszczeń gleby, prognozowania plonów, konstrukcję robota sadowniczego oraz budowę centrum kompetencyjnego (Mroczkowski, 2023; Fundusze Europejskie dla Mazowsza 2021-2027).

Spadek zapotrzebowania na manualną pracę fizyczną na obszarach wiejskich przy jednoczesnym wzroście popytu na zaawansowane kompetencje techniczne i inżynierskie w rolnictwie

Implementacja rolnictwa precyzyjnego opartego na dronach, czujnikach i systemach GIS wywoła głęboką restrukturyzację lokalnego rynku pracy (Figiel i in., 2025). Procesy te doprowadzą do drastycznego spadku zapotrzebowania na rutynową i manualną pracę fizyczną na obszarach wiejskich (Mroczkowski, 2023; Figiel i in., 2025). W perspektywie do 2040 roku powszechne wykorzystanie maszyn zautomatyzowanych zredukuje etaty oparte na podstawowych umiejętnościach manualnych (Figiel i in., 2025). Ograniczanie tradycyjnego zatrudnienia jest jednak bezpośrednio kompensowane przez wzrost popytu na nowe role, takie jak inżynierowie robotyki rolniczej, specjaliści ds. uczenia maszynowego, analitycy ogromnych zbiorów danych (Big Data) oraz eksperci systemów informacji geograficznej (GIS) i teledetekcji (Figiel i in., 2025).

2.4. Rozwój e-usług i infrastruktury w regionie

- konieczność zapewnienia szerokopasmowego Internetu (projekt „Internet dla Mazowsza”)
- rozwój e-Administracji i e-Zdrowia, które stymulują popyt na kompetencje cyfrowe •

Baza pod implementację rozwiązań chmurowych oraz systemów AI

W 2019 roku ogólny odsetek mazowieckich gospodarstw domowych z dostępem do szerokopasmowego Internetu osiągnął poziom **84,9%**, z czego **59,7%** stanowiły łącza stacjonarne, a **62,7%** mobilne (Strategia Rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego..., 2020). Równolegle odsetek osób łączących się z sieciami poza domem i miejscem pracy przy użyciu urządzeń mobilnych wyniósł **64,6%** (Strategia Rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego..., 2020). Rozbudowa ta tworzy bazę pod implementację rozwiązań chmurowych oraz systemów AI, stymulując popyt na zaawansowane kompetencje cyfrowe. Służy temu również dynamiczny rozwój e-Administracji i e-Zdrowia. W 2018 roku **90,8% urzędów** wdrożyło skrzynkę podawczą na platformie ePUAP, a **91% instytucji** świadczyło usługi drogą elektroniczną. Systemy elektronicznego zarządzania dokumentacją (EZD) objęły **81,8% jednostek samorządowych**, pełniąc funkcję podstawowego modelu dokumentowania spraw w **46,6% urzędów** regionu stołecznego i w **21,1%** części regionalnej (Fundusze Europejskie dla Mazowsza 2021-2027). W obszarze e-Zdrowia na przełomie lat 2019 i 2020 publiczne usługi on-line oferowało **16 z 23 podmiotów leczniczych** podległych samorządowi województwa.

79%	Ponad ¾ mazowieckich urzędników dostrzega potencjał sztucznej inteligencji w zakresie wyszukiwania i analizy dokumentacji merytorycznej.
------------	--

Ewolucja e-administracji generująca zapotrzebowanie na nowe kompetencje, role, zawody i ścieżki kariery

Digitalizacja oparta na rozbudowie sieci szerokopasmowej napędza automatyzację zadań rutynowych w sektorze publicznym. Aż **79% mazowieckich urzędników** dostrzega potencjał sztucznej inteligencji w zakresie wyszukiwania i analizy dokumentacji merytorycznej (Ładna i in., 2026). Przejęcie tych powtarzalnych czynności przez algorytmy redukuje zapotrzebowanie na personel wykonujący proste prace biurowe, przesuując kadry ku funkcjom o wyższej wartości dodanej (Figiel i in., 2025). Jednocześnie ewolucja e-administracji generuje zapotrzebowanie na nowe zawody i ścieżki kariery, do których należą inspektorzy ds. zgodności, kuratorzy danych, specjaliści ds. cyberbezpieczeństwa oraz analitycy procesów (Figiel i in., 2025). Budowa inteligentnych usług publicznych, implementacja systemów informatycznych w aptekach szpitalnych oraz platform teleopieki nakładają na pracowników wymóg nabycia twardych kompetencji do bezpiecznej obsługi aplikacji i cyberbezpieczeństwa (Program Transformacji Cyfrowej..., 2025). Aby zminimalizować ryzyko wykluczenia zawodowego pod wpływem zmian technologicznych,

kluczowe staje się wyposażenie pracowników w umiejętności pozwalające na skuteczną walidację procesów realizowanych przez maszyny (Fazlagić, 2022).

ROZDZIAŁ 3. Nowy paradygmat kompetencji zawodowych (kompetencje przyszłości)

3.1. Nowa hierarchia umiejętności

- spadek znaczenia reprodukcji informacji • wzrost znaczenia kompetencji poznawczych, kreatywnych i adaptacyjnych •

Myślenie analityczne kluczową kompetencją bazową

Rozwój sztucznej inteligencji redefiniuje istotę kompetencji zawodowych, marginalizując odtwórcze procedury i reprodukcję informacji na rzecz zaawansowanych procesów poznawczych. Algorytmy przejmują rutynowe zadania oparte na wiedzy, co wymusza przesunięcie aktywności ludzkiej ku obowiązkom kognitywnym (Egan-delSol i Vargas-Faulbaum, 2024). W erze AI myślenie analityczne staje się kluczową kompetencją bazową, uznawaną za priorytetową przez blisko 70% globalnych przedsiębiorstw (World Economic Forum, 2025). Zmiany te zderzają się z luką kompetencyjną na polskim rynku pracy. Badania wskazują, że aż 48% krajowych firm odnotowuje głęboki deficyt kreatywności w znajdowaniu nieoczywistych rozwiązań, a 36% zgłasza wyraźne braki w obszarze krytycznego myślenia i racjonalnego wnioskowania (Polski Instytut Ekonomiczny, 2022). Ta wyraźna redefinicja wymusza przejście od odtwórczego przetwarzania danych do ich krytycznej ewaluacji.

70%	Globalne przedsiębiorstwa jako kluczową, priorytetową kompetencją bazową w erze AI wskazują myślenie analityczne.
48%	Niemal połowa krajowych firm odnotowuje głęboki deficyt kreatywności w znajdowaniu nieoczywistych rozwiązań wśród swoich pracowników.
36%	Ponad 1/3 polskich firm zgłasza wyraźne braki w obszarze krytycznego myślenia i racjonalnego wnioskowania swoich pracowników.

Kreatywność, komunikatywność i elastyczność poznawcza jako kluczowe umiejętności

W zautomatyzowanym środowisku gospodarczym unikalna ludzka zdolność do rozpoznawania rzeczywistych związków przyczynowo-skutkowych pozostaje kompetencją absolutnie niezastępowalną (Figiel i in., 2025). Sztuczna inteligencja nie zastępuje umiejętności wyższego rzędu, takich jak jedność myślenia oraz kreatywność, które stają się głównym źródłem przewagi człowieka nad systemami autonomicznymi (Wędzińska, 2024). Nowe rynki pracy na Mazowszu generują rosnące zapotrzebowanie na kadry kreatywne, komunikatywne i pracujące w zespołach rozwiązujących problemy (Strategia Rozwoju

Społeczeństwa Informacyjnego..., 2020). Jako priorytetowe kompetencje przyszłości eksperci wskazują elastyczność poznawczą, kulturę ustawicznego uczenia się oraz empatię (Figiel i in., 2025). Integracja emocjonalna z wysoką sprawnością poznawczą czyni człowieka krytycznym weryfikatorem technologii nadzorującym bezpiecznie urządzenia (Figiel i in., 2025).

3.2. Kompetencje adaptacyjne i gotowość do zmian

• konieczność funkcjonowania w warunkach permanentnej niepewności • umiejętność szybkiego uczenia się i wielokrotnego przekwalifikowywania •

Rosnące znaczenie zdolności adaptacyjnych

Implementacja sztucznej inteligencji redefiniuje stabilność zatrudnienia, wymuszając elastyczność poznawczą w warunkach permanentnej niepewności środowiska VUCA (Trąpczyński i in., 2023). Tradycyjne specjalizacje ustępują miejsca zdolnościom adaptacyjnym (Trąpczyński i in., 2023). Zgodnie z badaniami krajowymi najwyżej ocenianą przez pracodawców umiejętnością przyszłości, z wynikiem 4,21 w pięciostopniowej skali ważności, stała się zdolność do efektywnego działania w sytuacji niepewności (Polski Instytut Ekonomiczny, 2022). Co więcej, aż 64% przedsiębiorców w Polsce przewiduje, że podwyższone ryzyko prowadzenia działalności wymusi na organizacjach intensywne szkolenie kadr w zakresie nowych kompetencji (Polski Instytut Ekonomiczny, 2022). Młodzi ludzie będą zmuszeni wielokrotnie modyfikować profil zawodowy, aby dopasować się do ciągłych zmian technologicznych.

64%	Zdecydowana większość przedsiębiorców w Polsce przewiduje, że podwyższone ryzyko prowadzenia działalności wymusi na organizacjach intensywne szkolenie kadr w zakresie nowych kompetencji
77%	Według prognoz dla Polski do 2030 roku najszybciej rosną na znaczeniu odporność psychiczna, elastyczność i zwinność.
70%	Ciekawość i postawa ustawicznego uczenia się według prognoz dla Polski do 2030 roku są drugą co do znaczenia grupą pożądanых kompetencji.

Rosnące znaczenie odporności psychicznej, elastyczności, ciekawości i postawy ustawicznego uczenia się

W tych realiach proaktywna gotowość do nauki determinuje wartość rynkową pracownika (Trąpczyński i in., 2023). Automatyzacja sprawia, że znaczna część kadr musi dokonać radykalnego przekwalifikowania w zaledwie sześć miesięcy (Trąpczyński i in., 2023). Według prognoz dla Polski do 2030 roku najszybciej rosną na znaczeniu odporność psychiczna, elastyczność i zwinność (77% wskazań pracodawców) oraz ciekawość i postawa ustawicznego uczenia się (70% wskazań) (World Economic Forum, 2025). Spadek żywotności twardej wiedzy technologicznej zmusza pracowników do samodzielnego poszukiwania i

asymilowania informacji poza formalnymi programami szkoleniowymi oferowanymi przez firmy (Trąpczyński i in., 2023). Potrzeba rozwoju kultury ciągłego kształcenia jest pilna w sektorach finansowym, ubezpieczeniowym oraz informacji i komunikacji (Figiel i in., 2025). W branży informacyjno-komunikacyjnej ważność działania w niepewności oceniono na 3,90 w skali pięciostopniowej (Polski Instytut Ekonomiczny, 2022). Spłaszczone struktury i większa autonomia wymagają od kadr inicjatywy w rozwiązywaniu złożonych problemów (PARP, 2026).

3.3. Krytyczne myślenie i selekcja informacji

• umiejętność oceny wiarygodności danych • logiczne wnioskowanie

Konieczność rozwoju krytycznej analizy treści oraz rygorystycznej ewaluacji danych

Rozwój modeli generatywnej sztucznej inteligencji przekształca ekosystem informacyjny, wprowadzając ryzyka związane z halucynacjami algorytmicznymi. Ponieważ technologie te opierają się na modelach probabilistycznych, wykazują skłonność do konfabulowania merytorycznie błędnych, lecz przekonujących odpowiedzi (Wędzińska, 2024; OECD, 2026). GenAI nie posiada rzeczywistego zrozumienia świata, a jedynie odtwarza wzorce językowe z danych treningowych (UNESCO, 2023). Przykładowo, przy automatycznym wykrywaniu błędów w publikacjach wskaźnik fałszywych alarmów systemów sięga 10% (OECD, 2026). Rozwój AI redefiniuje zarządzanie wiedzą i wymusza rozwój krytycznej analizy treści oraz rygorystycznej ewaluacji danych dostarczanych przez systemy kognitywne (Figiel i in., 2025; Kujawa, 2025). Bezkrytyczna adopcja technologii niesie ryzyko wystąpienia „mirażu fałszywego mistrzostwa”, w którym dopracowane wyniki algorytmów maskują faktyczny niedorozwój fundamentalnych zdolności poznawczych pracownika (OECD, 2026). Wdrożenie GenAI wymaga aktywnego fact-checkingu oraz rozpoznawania ukrytych uprzedzeń (UNESCO, 2023; OECD, 2026).

Wysoki poziom świadomości metapoznawczej młodych pracowników

Młodzi uczestnicy rynku wykazują wysoki poziom świadomości metapoznawczej. Zaledwie 0,94% młodych Polaków w pełni ufa treściom generowanym przez AI, podczas gdy ponad 20% deklaruje całkowity brak zaufania do maszynowych wyników (Talent Days & Microsoft, 2025). W odpowiedzi na ryzyka pracownicy ci wdrażają strategie weryfikacyjne: 74,6% poszukuje błędów, 72,1% ocenia logikę wnioskowania maszynowego, a 60,6% samodzielnie sprawdza źródła (Talent Days & Microsoft, 2025). Blisko 30% młodych osób uznaje fact-checking i krytyczną ocenę jakości za najbardziej przydatne sprawności w karierze (Talent Days & Microsoft, 2025).

0,94%	Młodzi Polacy nie ufają w pełni treściom generowanym przez AI.
-------	--

20%	Prawie ¼ młodych Polaków deklaruje całkowity brak zaufania do treściom generowanym przez AI.
30%	Prawie 1/3 młodych osób uznaje fact-checking i krytyczną ocenę jakości za najbardziej przydatne sprawności w karierze
61-75%	Młodzi pracownicy wdrażają strategie weryfikacyjne treści generowanych przez AI, takie jak poszukiwanie błędów, ocena logiki wnioskowania maszynowego czy samodzielnie sprawdza źródła.

3.4. Renesans kompetencji społecznych i interpersonalnych

- rosnąca wartość empatii, współpracy i budowania relacji społecznych •

Rosnąca rola tzw. współczynnika humanistycznego i rozumienia kontekstu emocjonalnego

Postępująca automatyzacja uwypatnia ograniczenia sztucznej inteligencji w zakresie odzwierciedlania emocji, wywołując renesans kompetencji społecznych i interpersonalnych (Figiel i in., 2025). Systemy GenAI są pozbawione zdolności do empatii, co utrudnia powierzanie im zarządzania zespołami, stąd rośnie rola tzw. współczynnika humanistycznego i rozumienia kontekstu emocjonalnego (Troszyński i in., 2025). Choć AI wspiera analizę danych, nie zastąpi relacji, negocjacji czy zaufania (Kujawa, 2025). Globalnie kurczenie się siły roboczej wymusza priorytetyzację aktywnego słuchania i mentoringu (World Economic Forum, 2025). Umiejętności miękkie stają się głównym filarem przewagi konkurencyjnej kadr (Dębkowska i in., 2022). Najszybciej rozwijają się i najwyższe zarobki oferują zawody łączące kompetencje techniczne (STEM) z silnymi zdolnościami społecznymi (PARP, 2024). W prognozach do 2035 roku umiejętność współpracy osiąga średnią ważność 4,02 w skali pięciostopniowej, ustępując jedynie elastyczności w niepewności (Dębkowska i in., 2022). Aż 59% przedsiębiorców w Polsce przewiduje, że kompetencje społeczne staną się w rekrutacjach równie istotne co kwalifikacje zawodowe (Dębkowska i in., 2022).

59%	Zdecydowana większość przedsiębiorców w Polsce przewiduje, że kompetencje społeczne staną się w rekrutacjach równie istotne co kwalifikacje zawodowe
-----	--

Umiejętność współpracy jako kompetencja deficytowa

Zwiększony popyt na kompetencje interpersonalne zderza się z wyraźnymi deficytami po stronie podażowej w Polsce. Aż **41% firm** uznaje umiejętność współpracy za kompetencję silnie deficytową (Dębkowska i in., 2022). Luki te są jaskrawe w sektorach transformacji technologicznej – braki w zakresie pracy zespołowej zgłasza **61% przedsiębiorstw z branży informacji i komunikacji** oraz **57% podmiotów w sektorze zakwaterowania i gastronomii** (Dębkowska i in., 2022). Ponadto polscy specjaliści AI rzadziej niż europejscy deklarują

umiejętności komunikacji i współpracy (Digital Poland, 2020). Najmłodszy uczestnicy rynku często marginalizują to wyzwanie – zaledwie **6,53%** przypisuje istotne znaczenie inteligencji emocjonalnej (Talent Days i Microsoft, 2025). Wymaga to systemowego rozwoju inteligencji społecznej (Strojny i in., 2021), strategii wspierających kompetencje komunikacyjno-emocjonalne (OECD, 2023) oraz przygotowania kadr łączących wiedzę techniczną z orientacją na człowieka (World Economic Forum, 2025).

Wzrost zapotrzebowanie na pracowników w opiece zdrowotnej, edukacji oraz pomocy społecznej na Mazowszu

Renesans kompetencji społecznych redefiniuje funkcję człowieka w strukturze zatrudnienia województwa mazowieckiego. Modele probabilistyczne AI nie są w stanie podejmować decyzji opartych na złożonych uwarunkowaniach etycznych czy moralnych. Dlatego w najbliższych latach na Mazowszu przewiduje się dynamiczny wzrost zapotrzebowanie na pracowników w opiece zdrowotnej, edukacji oraz pomocy społecznej, gdzie autentyczna relacja międzyludzka jest kluczowa. W tych sektorach AI przejmie rutynowe obowiązki administracyjne, lecz ostateczna jakość usług będzie zależeć od empatii i zdolności adaptacyjnych człowieka. Rynek ewoluje do modelu, w którym maszyna zapewnia sprawność operacyjną, a człowiek staje się gwarantem zaufania i bezpieczeństwa psychologicznego (Figiel i in., 2025).

3.5. „Futures literacy” i etyka

- umiejętność przewidywania scenariuszy technologicznych • myślenie systemowe • świadomość etycznych implikacji działania AI •

Futures literacy – zdolność do antycypowania trendów i wielości scenariuszy technologicznych

Dynamiczny rozwój sztucznej inteligencji wymusza ewolucję kompetencji adaptacyjnych w kierunku tzw. *futures literacy*, czyli zdolności do antycypowania trendów i wielości scenariuszy technologicznych (Figiel i in., 2025). Zdolność do postrzegania organizacji w szerszym kontekście społeczno-gospodarczym (myślenie systemowe) osiąga wysoką ocenę ważności na poziomie 3,87 w pięciostopniowej skali prognoz dla 2035 roku (Dębkowska i in., 2022). Umiejętność ta pozwala integrować wiedzę z różnych dziedzin i dostrzegać powiązania między procesami społecznymi, gospodarczymi i technicznymi (Figiel i in., 2025). Wiąże się ona ze zdolnością do identyfikacji oznak wystąpienia mało prawdopodobnych zdarzeń (Dębkowska i in., 2022). Kadry muszą przyjąć perspektywę interdyscyplinarną, by skutecznie wyprzedzać zakłócenia (Strojny i in., 2021; Figiel i in., 2025).

Dylematy związane z prywatnością, bezpieczeństwem danych, świadomością etyczną odpowiedzialnością algorytmiczną i powielaniem uprzedzeń

Rozwój AI prowadzi do dylematów związanych z prywatnością, odpowiedzialnością algorytmiczną, bezpieczeństwem danych i powielaniem uprzedzeń (*biasów*), co wymaga

budowania systemów godnych zaufania (Figiel i in., 2025; OECD, 2023). Badania najmłodszych pokoleń w Polsce ujawniają jednak krytyczne deficyty – 10,37% młodych Polaków deklaruje całkowity brak wiedzy o zasadach etycznego wykorzystania AI, a 32,38% ocenia ją jako podstawową. W przypadku metod wykrywania i eliminacji uprzedzeń w danych brak kompetencji zgłasza aż 32,89% badanych (Talent Days i Microsoft, 2025). Istnieje silny dysonans, gdzie 35,2% młodych pracowników oczekuje systemów etycznych, a 34,5% domaga się przejrzystości decyzji, lecz zaledwie 6,9% uznaje własną świadomość etyczną za istotną kompetencję zawodową (Talent Days i Microsoft, 2025). Rozumienie etycznych implikacji staje się kluczowe dla bezpieczeństwa cyfrowej gospodarki (Figiel i in., 2025).

11%	Niektórym młodym ludziom na rynku pracy całkowicie brakuje wiedzy o zasadach etycznego wykorzystania AI.
33%	1/3 młodych pracowników ocenia wiedzę o zasadach etycznego wykorzystania AI jako podstawową.
35%	Ponad 1/3 młodych pracowników oczekuje systemów etycznych oraz przejrzystości decyzji
3,99 na 5	Kompetencje transformatywne opartych na gotowości do brania bezpośredniej odpowiedzialności za działania systemów autonomicznych są oceniane przez pracodawców jako jedne z najważniejszych do 2035 roku.
39%	Ponad 1/3 młodych odpowiedzialność za finalne wyniki postrzega jako istotny czynnik wykorzystania AI.

Konieczność rozwoju kompetencji transformatywnych opartych na gotowości do brania bezpośredniej odpowiedzialności za działanie AI

Wypełnienie luki etycznej wymaga wdrażania kompetencji transformatywnych opartych na gotowości do brania bezpośredniej odpowiedzialności za działania systemów autonomicznych (Strojny i in., 2021). Cecha ta została oceniona przez pracodawców jako jedna z najważniejszych do 2035 roku, uzyskując średnią ocenę znaczenia 3,99 w skali pięciostopniowej (Dębkowska i in., 2022). Potrzebę tę dostrzega 39,1% młodych specjalistów, wskazując odpowiedzialność za finalne wyniki jako istotny czynnik wykorzystania AI (Talent Days i Microsoft, 2025). Edukacja musi ewoluować w kierunku projektowania wrażliwego na wartości (*Value Sensitive Design*), chroniącego prywatność (Friedman i in., 2013). Skutkuje to tworzeniem nowych ról zawodowych, takich jak specjaliści ds. etyki i bezpieczeństwa AI czy inspektorzy ds. zgodności (Figiel i in., 2025). Pracownicy muszą opanować zdolność oceny maszyn przez pryzmat dobra społecznego, uczciwości i szacunku (Strojny i in., 2021).

ROZDZIAŁ 4. Transformacja edukacji i koncepcja *Lifelong Learning*

4.1. Zmiana filozofii kształcenia

- odejście od uśredniania procesu uczenia i edukacji pamięciowej
- personalizacja ścieżek nauczania wspierana przez algorytmy AI

Konieczność dostosowania systemów oświatowych do realiów cyfrowych

Rozwój sztucznej inteligencji wywołuje przełom cywilizacyjny, redefiniując także rolę tradycyjnej szkoły opartej na edukacji pamięciowej i standaryzacji (Pyżalski, 2025; Fazlagić, 2022). Współczesna gospodarka wymaga rozwoju kompetencji kognitywnych i adaptacyjnych, co wymusza dostosowanie systemów oświatowych do realiów cyfrowych (Strategia Rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego..., 2020). Ponieważ systemy AI w kilka sekund generują analizy czy tłumaczenia, edukacja musi ewoluować wraz z technologią, przenosząc ciężar z zapamiętywania na krytyczną interpretację i twórcze wykorzystywanie informacji (Wędzińska, 2024). Globalny rynek AI w edukacji, wyceniany w 2024 roku na 5,88 mld dolarów z prognozowanym wzrostem CAGR na poziomie 31,2% do 2030 roku, potwierdza ten strukturalny odwrót od masowego kształcenia (Kujawa, 2025).

Przejście od zuniformizowanego nauczania do spersonalizowanych ścieżek edukacji

Przejście od zuniformizowanego nauczania do spersonalizowanych ścieżek rozwoju opiera się na dużych modelach językowych (LLM) oraz inteligentnych systemach tutoringowych (ITS) (Wędzińska, 2024; OECD, 2026). Technologie te, jak system FLoRA, generują informacje zwrotne w czasie rzeczywistym, podnosząc u uczniów zdolności samoregulacji (OECD, 2026). Przykładem optymalizacji jest polski system InstaLing wspierający rocznie blisko 500 tysięcy uczniów (Fazlagić, 2022). Z kolei algorytmy AI umożliwiają automatyczne generowanie spersonalizowanych materiałów dydaktycznych, ułatwiając proces uczenia się (Kujawa, 2025). Na Mazowszu transformacja ta kreuje unikalne perspektywy rynkowe; sektor oświaty zajmuje trzecie miejsce wśród branż o najwyższym prognozowanym wzroście zatrudnienia do 2040 roku, generując popyt na ekspertów technologii edukacyjnych (Figiel i in., 2025).

Samodzielna nauka korzystania z technologii przez uczniów szkół średnich

Nowy paradygmat edukacyjny odpowiada potrzebom uczniów szkół średnich, z których 66,2% oczekuje od AI weryfikacji poprawności zadań, 63,5% liczy na pomoc w zrozumieniu teorii, a 24% ceni generowanie indywidualnych treści (Kujawa, 2025). Narzędzia AI są powszechne – korzysta z nich 40% uczniów siódmych klas szkoły podstawowej i 55% uczniów drugiej klasy szkół średnich (Ładna i in., 2025). Odsetek uczniów stosujących AI do odrabiania prac domowych rośnie drastycznie wraz z wiekiem, wynosząc 23% w siódmej klasie szkoły podstawowej i osiągając 50% w drugiej klasie szkoły średniej (Ładna i in., 2025). Mimo to 59,8% młodych Polaków twierdzi, że placówki nie przygotowały ich do obsługi AI,

a zaledwie 11,4% ocenia działania szkół pozytywnie. W konsekwencji 59,8% uważa się za nieprzygotowanych przez szkoły, przez co 74,3% uczy się technologii samodzielnie przez praktykę, a 57% czerpie ją z mediów społecznościowych (Talent Days i Microsoft, 2025). W konsekwencji 74,3% uczy się technologii samodzielnie (Talent Days i Microsoft, 2025). Wymaga to wdrożenia szkoleń metodycznych dla kadr oświatowych w zakresie AI, aby mogły odpowiednio spełniać swoją na nowo zdefiniowaną rolę (Pyżalski, 2025).

40%	Niemal połowa uczniów siódmych klas szkoły podstawowej korzysta z narzędzi AI.
55%	Ponad połowa uczniów drugiej klasy szkół średnich korzysta z narzędzi AI.
60%	Zdecydowana większość młodych Polaków twierdzi, że placówki nie przygotowały ich do obsługi AI.
74%	Niemal $\frac{3}{4}$ młodych Polaków uczy się technologii samodzielnie.
57%	Ponad połowa młodych Polaków czerpie wiedzę na temat nowych technologii i AI z mediów społecznościowych.

4.2. Nowe role nauczyciela i ucznia

- ewolucja nauczyciela z „przekaziciela wiedzy” do mentora
- potrzeba systemowego szkolenia kadr
- budowanie autonomii poznawczej uczniów, aby unikać zjawiska „false mastery”

Zmiana roli pedagogów

W warunkach społeczeństwa cyfrowego i powszechnego dostępu do inteligentnych systemów rola nauczyciela stopniowo ewoluuje z tradycyjnego "przekaziciela wiedzy" w funkcję mentora, przewodnika i moderatora procesu uczenia się (Strojny i in., 2021). Stosowanie AI redukuje obciążenia administracyjne pedagogów, ułatwiając im objęcie nowej roli (Wędzińska, 2024; Kujawa, 2025). Automatyzacja powtarzalnych zadań administracyjnych odciąża kadry oświatowe, umożliwiając im koncentrację na zindywidualizowanym wsparciu psychologicznym, społecznym i emocjonalnym uczniów (Kujawa, 2025; Owan i in., 2023). Badania wykazują, że automatyzacja rutynowych działań zawodowych jest postrzegana jako główna korzyść wdrożenia systemów AI przez ponad 64% z 995 ankietowanych polskich nauczycieli. Ponadto 48% dostrzega korzyści w zindywidualizowaniu materiałów, a 65% uważa, że AI usprawni kształcenie uczniów uzdolnionych. W edukacji włączającej 22% nauczycieli stosujących AI dostosowuje ćwiczenia do dzieci ze specjalnymi potrzebami, w tym z dysleksją lub autyzmem (Pyżalski, 2025). Ponadto automatyczna ocena zadań przez AI buduje bezpieczną przestrzeń emocjonalną, chroniąc przed lękiem przed porażką (Wędzińska, 2024).

Potrzeba budowania kompetencji cyfrowych wśród nauczycieli

Skuteczność integracji sztucznej inteligencji w edukacji zależy od kompetencji pedagogicznych kadr, jako że narzędzia te stanowią wartość dodaną jedynie w rękach wykwalifikowanych nauczycieli (Pyżalski 2025). Wyniki programu AI4Youth wykazały, że 100% z 117 badanych nauczycieli deklaruje pilną potrzebę szkoleń z zakresu AI oraz metodologii STEAM (AI4Youth, 2023).

Zjawisko pozornego uczenia się (*false mastery*)

Bezkrytyczna adopcja technologii generuje ryzyko wystąpienia zjawiska pozornego uczenia się (*false mastery*), w którym uczniowie korzystają z AI bez rzeczywistego rozumienia treści (Wędzińska, 2024; Kujawa, 2025). Nadmierne poleganie na generatorach treści ogranicza samodzielność poznawczą, tłumi kreatywność oraz prowadzi do utraty kompetencji analitycznych (Pyżalski, 2024; Wędzińska, 2024). Ponieważ algorytmy wykazują skłonność do konfabulacji i halucynacji, bezrefleksyjne ufanie ich odpowiedziom utrwala błędy i szerzy dezinformację (Wędzińska, 2024). Szkoła przyszłości musi wykształcić odporność poznawczą uczniów poprzez przesunięcie ciężaru z pamięciowej reprodukcji wiedzy na ewaluację procesów, uczyć krytycznego myślenia oraz odpowiedzialnego i etycznego korzystania z technologii cyfrowych (Kujawa, 2025; Wędzińska, 2024).

4.3. Kształcenie ustawiczne dorosłych i seniorów (*Lifelong Learning – LLL*)

- uczenie się przez całe życie jako warunek utrzymania aktywności na rynku pracy • działania włączające cyfrowo osoby starsze •

Konieczność stałego aktualizowania wiedzy i elastycznego reagowania na zmiany technologiczne

Koncepcja uczenia się przez całe życie (*Lifelong Learning*) stanowi bezwzględny warunek utrzymania aktywności zawodowej w erze automatyzacji. W 2024 roku zaledwie 23,5% pracujących Polaków w wieku 25-64 lata uczestniczyło w kształceniu formalnym lub pozaformalnym, przy średniej unijnej wynoszącej 32,1%. Jednie 33% obywateli w wieku 25-65 lat wykazuje pozytywne nastawienie do edukacji ustawicznej, a 37% zachowuje sceptycyzm wobec doksztalcania się. Ponadto prawdopodobieństwo udziału w szkoleniach finansowanych przez pracodawcę jest o 6,2% niższe dla osób powyżej 50. roku życia w porównaniu do grupy 35-49 lat (PARP, 2025b). Malejące wraz z wiekiem uczestnictwo w edukacji pozaformalnej wykazuje ścisłą korelację z rzeczywistym wiekiem trwałego opuszczania rynku pracy przez starszych pracowników (OECD, 2025). Brak programów podnoszenia kwalifikacji powoduje, że starsze osoby są systematycznie z niego wypychane (ILO, 2025; PARP, 2024). Mniej niż jedna czwarta polskich pracowników stosuje szkolenia aktualizujące kompetencje (PARP, 2024). W rezultacie wśród Polaków w wieku przedemerytalnym aż 39,3% przyjmuje strategię pełnego wycofania się z rynku pracy w

momencie osiągnięcia wieku ustawowego, a zaledwie 26,3% planuje elastyczną kontynuację zatrudnienia (PARP, 2026).

Wyraźne dysproporcje regionalne w uczestnictwie w kształceniu ustawicznym wewnątrz województwa

Głębokie dysproporcje regionalne wewnątrz województwa mazowieckiego dodatkowo utrudniają realizację założeń gospodarki opartej na wiedzy. W 2020 roku wskaźnik uczestnictwa w kształceniu i szkoleniu osób dorosłych (w wieku od 25 do 64 lat) wynosił 8,6% w Regionie Warszawskim Stołecznym, przy zaledwie 1,4% w Regionie Mazowieckim Regionalnym (Fundusze Europejskie dla Mazowsza 2021-2027). Taka silna stagnacja edukacyjna wśród mieszkańców mniejszych miejscowości bezwarunkowo potęguje ryzyko strukturalnego bezrobocia technologicznego, gdyż uniemożliwia pracownikom płynne przejście do nowych środowisk pracy wykreowanych przez algorytmy (Fundusze Europejskie dla Mazowsza 2021-2027).

Konieczność ustawicznego kształcenia kadr sektora publicznego

Budowa inteligentnych usług i cyfryzacja ochrony zdrowia wymuszają ustawiczne kształcenie (*Life Long Learning*) kadr sektora publicznego. Implementacja systemów informatycznych w aptekach szpitalnych, wdrażanie EDM oraz platform teleopieki nakładają na pracowników medycznych wymóg nabycia twardych kompetencji do bezpiecznej obsługi aplikacji cyfrowych (*Program Transformacji Cyfrowej...*, 2025). Aby zminimalizować ryzyko wykluczenia zawodowego pod wpływem zmian technologicznych, kluczowe staje się wyposażenie pracowników w umiejętności pozwalające na skuteczną walidację procesów realizowanych przez maszyny (Fazlagić, 2022). W odpowiedzi na te wyzwania samorządy wdrażają systemowe inicjatywy wsparcia i specjalistyczne szkolenia, gwarantujące płynną adaptację urzędników i medyków do nowych realiów cyfrowej współpracy (*Program Transformacji Cyfrowej...*, 2025).

ROZDZIAŁ 5. Bariery, ryzyka i wyzwania systemowe

5.1. Nowe nierówności społeczne

- ryzyko wykluczenia cyfrowego osób o niskich kompetencjach cyfrowych •

Gwałtowny rozwój sztucznej inteligencji niesie ze sobą poważne ryzyko pogłębienia istniejących nierówności społecznych oraz polaryzacji rynku pracy. Wdrożenie zaawansowanych algorytmów w pierwszej kolejności faworyzuje pracowników o wysokich kwalifikacjach, podczas gdy osoby o niższym statusie społeczno-ekonomicznym i słabszym wykształceniu mają ograniczony dostęp do szkoleń oraz nowych technologii (Figiel i in., 2025). Stanowi to krytyczne zagrożenie na poziomie całego kraju, ponieważ zaledwie 26% polskiej siły roboczej posiada umiejętności cyfrowe wykraczające poza poziom podstawowy, co plasuje Polskę znacznie poniżej średniej unijnej (PARP, 2025a). W konsekwencji

pracownicy o niskich kompetencjach stają w obliczu postępującego wykluczenia cyfrowego, które drastycznie redukuje ich szanse na awans zawodowy, wypychając tę grupę w kierunku najniższych płac (Figiel i in., 2025). Na to zjawisko polaryzacji technologicznej nakłada się na głęboki dualizm rozwojowy województwa mazowieckiego opisany we wcześniejszej części opracowania.

26%	Jedynie ¼ polskiej siły roboczej posiada umiejętności cyfrowe wykraczające poza poziom podstawowy, co plasuje Polskę znacznie poniżej średniej unijnej
-----	--

5.2. Lęki i obawy pracowników

- opór przed nowymi technologiami w miejscach pracy • konieczność budowania zaufania do AI i ICT poprzez edukację •

Niepokój społeczny i opór przed wdrażaniem innowacji

Gwałtowna transformacja cyfrowa wywołuje na polskim rynku pracy głęboki niepokój społeczny oraz opór przed wdrażaniem innowacji. Aż 68,6% młodych uczestników rynku pracy wyraża obawy związane z implementacją sztucznej inteligencji, z czego 34,8% boi się utraty pracy na skutek automatyzacji, a 33,8% wskazuje na ryzyko podejmowania przez algorytmy błędnych decyzji (Talent Days & Microsoft, 2025). W skali makroekonomicznej 42% badanych Polaków jest przekonanych, że AI zlikwiduje więcej miejsc pracy, niż zdoła wykreować, przy czym pesymizm ten cechuje 43% osób z wykształceniem wyższym i 31% z podstawowym (PIE, 2024). Poziom lęku wykazuje ścisłą korelację z ekspozycją zawodową: w grupach zawodów o najwyższej podatności na wpływ AI aż 29,3% pracowników uważa redukcję zatrudnienia za największe zagrożenie, a 41,3% spodziewa się spadku zarobków (Troszyński i in., 2025). Kobiety wykazują wyższy sceptycyzm niż mężczyźni, obawiając się marginalizacji zawodowej w stosunku 24,5% do 21,5% (Troszyński i in., 2025). Wiek stanowi kolejny kluczowy czynnik różnicujący: młodszy pracownicy (15-24 lata) są bardziej otwarci na technologie, ale też bardziej zestresowani ich wpływem – 39,9% z nich przewiduje konieczność przebranżowienia. Wraz z wiekiem znajomość GenAI maleje: w grupie 55-64 lata tylko 50% deklaruje znajomość narzędzi, a 85% nie korzysta z nich w pracy (Troszyński i in., 2025).

70%	Młodzi uczestnicy rynku pracy wyrażają obawy związane z implementacją sztucznej inteligencji.
34%	1/3 młodych pracowników boi się utraty pracy na skutek automatyzacji oraz wskazuje na ryzyko podejmowania przez algorytmy błędnych decyzji.

42%	Niemal połowa Polaków jest przekonanych, że AI zlikwiduje więcej miejsc pracy, niż zdoła wykreować.
41%	Sporo ponad 1/3 Polaków spodziewa się spadku zarobków w efekcie rozwoju AI.
50%	Tylko połowa Polaków w wieku 55-64 lata deklaruje znajomość narzędzi AI.
85%	Ponad ¾ Polaków w wieku 55-64 lata nie korzysta z AI w pracy.

Brak zaufania do ICT i AI

Fundamentem kształtującym postawy pracowników wobec innowacji jest poziom zaufania do ICT i GenAI, który pozostaje obciążony obawami o stabilność i transparentność procesów. Aż 60,5% obywateli obawia się utraty prywatności i ciągłego śledzenia, a 55,9% wyraża lęk, że systemy autonomiczne całkowicie uniezależnią się od ludzkiej kontroli (Lange i in., 2019). Sytuację pogarsza głęboka luka komunikacyjna wewnątrz samych organizacji – brak przejrzystych wytycznych sprawia, że aż 51% pracowników nie wie, czy w ich miejscu pracy obowiązują regulacje dotyczące użycia modeli generatywnych, co sprzyja niekontrolowanemu wykorzystaniu danych (Troszyński i in., 2025). Ponadto 47% ankietowanych pracowników biurowych w Polsce uważa, że to organizacje, a nie talenty, odniosą największe korzyści z implementacji AI. Niska ufność rodzi paradoks, w którym aż 50% pracowników w poszukiwaniu porad zawodowych zwraca się już do algorytmów AI, unikając rozmów z przełożonymi (Randstad, 2026). Zdiagnozowane bariery przekładają się bezpośrednio na opór organizacyjny, co przez 57% przedstawicieli administracji publicznej uznawane jest za kluczową barierę utrudniającą wdrażanie rozwiązań cyfrowych (Ładna i in., 2026).

56%	Ponad połowa obywateli obawia się, że systemy autonomiczne całkowicie uniezależnią się od ludzkiej kontroli.
47%	Prawie połowa pracowników biurowych w Polsce uważa, że to organizacje, a nie talenty, odniosą największe korzyści z implementacji AI.
50%	Połowa pracowników w poszukiwaniu porad zawodowych zwraca się już do algorytmów AI, unikając rozmów z przełożonymi.
57%	Zdecydowana większość przedstawicieli administracji publicznej uznaje opór organizacyjny za kluczową barierę utrudniającą wdrażanie rozwiązań cyfrowych.

5.3. Cyberbezpieczeństwo i ochrona danych

- ryzyka związane z nieumiejętnym użytkowaniem technologii • potrzeba szkoleń

Niedostateczna cyberhigiena w środowisku cyfrowym

Gwałtowna integracja sztucznej inteligencji oraz Internetu Rzeczy drastycznie zwiększa złożoność ekosystemów cyfrowo-fizycznych, generując nowe wektory cyberataków, w tym zautomatyzowany phishing i fałszywe aplikacje. Najstańszym ogniwem zabezpieczeń wciąż pozostaje nieumiejętne użytkowanie technologii przez człowieka, co odzwierciedlają obawy 60,5% polskich internautów przed utratą prywatności oraz 37,7% obawiających się wrogich ingerencji w konta i wyłudzenia danych (Lange i in., 2019). Skala niedostatecznej cyberhigieny jest jaskrawo widoczna w województwie mazowieckim, gdzie zaledwie 61,7% internautów korzysta z programów zabezpieczających, a ponad 80% nie stosuje żadnych rozwiązań chroniących prywatność w sieci (Strategia Rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego..., 2020). Dodatkowo jedynie 51,4% tutejszych mieszkańców deklaruje świadomość udostępniania swoich danych w internecie (Strategia Rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego..., 2020). Nieprzeszkoleni pracownicy bezrefleksyjnie wprowadzają poufne informacje oraz dane wrażliwe do otwartych modeli GenAI, co stwarza ryzyko ich wycieku poza bezpieczne środowisko korporacyjne (Adamczyk, 2025).

Brak kompetencji cyfrowych jako bezpośrednie zagrożenie dla stabilności instytucji i przedsiębiorstw

W administracji publicznej urzędnicy zgłaszają poważne obawy przed wyciekiem danych obywateli oraz zainfekowaniem wewnętrznych systemów urzędowych treściami z zewnętrznych algorytmów (Ładna i in., 2026). Sytuację potęgują deficyty najmłodszej generacji – aż 32,89% młodych Polaków deklaruje całkowity brak wiedzy na temat ochrony danych osobowych w kontekście AI, a jednocześnie 30,24% ocenia ją jako podstawową (Talent Days & Microsoft, 2025). Ponadto zaledwie 16% mazowieckich przedsiębiorstw zatrudnia osobę dedykowaną do zabezpieczania sieci (Strategia Rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego..., 2020). Rozwiązanie tych ryzyk wymaga podniesienia świadomości społecznej i rozwoju edukacji medialnej (Strategia Rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego..., 2020). Na rynku brakuje ekspertów – w Polsce istnieje około 17 500 nieobsadzonych stanowisk w branży cyberbezpieczeństwa, a na jednego kandydata przypada aż 7 wakatów (Gajewski i Zbudniewek, 2021). Odpowiedzią dla osób dorosłych są mikrokwalifikacje (Brdulak i Piekarski, 2022). Zgodnie ze scenariuszami dla województwa mazowieckiego, do 2030 roku w co najmniej połowie firm powołane zostanie dedykowane stanowisko ds. bezpieczeństwa cyfrowego (Figiel i in., 2025).

33%	Aż 1/3 młodych Polaków deklaruje całkowity brak wiedzy na temat ochrony danych osobowych w kontekście AI
-----	--

16%	Niewielka część mazowieckich przedsiębiorstw zatrudnia osobę dedykowaną do zabezpieczania sieci
17,5 tys.	W branży cyberbezpieczeństwa istnieje spora pula nieobsadzonych stanowisk.
7 na 1	W branży cyberbezpieczeństwa na jednego kandydata przypada aż 7 wakatów.

ROZDZIAŁ 6. Wnioski i rekomendacje dla RPW ZSU

6.1. Integracja narzędzi AI i edukacji cyfrowej w szkolnictwie formalnym

- **Redefinicja podstaw programowych:** Należy systemowo odejść od weryfikacji wiedzy pamięciowej na rzecz rozwoju umiejętności krytycznej ewaluacji i fact-checkingu danych generowanych przez GenAI. Programy nauczania powinny kłaść nacisk na odporność poznawczą i zwalczanie dezinformacji.
- **Systemowe szkolenia kadr oświatowych:** Konieczne jest wdrożenie ogólnowojeńskich programów podnoszenia kwalifikacji dla nauczycieli na wzór inicjatywy „Warszawa programuje!”, obejmujących metodologię STEAM oraz praktyczne i bezpieczne integrowanie modeli LLM z procesem dydaktycznym.
- **Budowanie autonomii poznawczej młodzieży:** Wprowadzenie do szkół zajęć z zakresu higieny informacyjnej i etyki AI, aby przeciwdziałać zjawisku *false mastery* i bezrefleksyjnemu powielaniu błędów algorytmicznych.

6.2. Strategie adaptacyjne dla przedsiębiorstw (MŚP) i stymulowanie rynku pracy

- **Wsparcie programów Reskillingu i Upskillingu:** Samorząd powinien we współpracy z instytucjami takimi jak WaMa Innovation Hub dotować szkolenia pracownicze z zakresu Industry 4.0, automatyzacji procesów (RPA) oraz bezpośredniej współpracy z cobotami, redukując ryzyko inwestycyjne firm.
- **Rozwój kadr dla gospodarki opartej na danych:** Tworzenie dedykowanych kierunków i kursów certyfikujących (np. mikrokwalifikacji) dla zawodów przyszłości: analityków Big Data, inżynierów AI, specjalistów ds. cyberbezpieczeństwa oraz projektantów UX/UI.
- **Wprowadzenie ram prawno-organizacyjnych dla nowych modeli pracy:** Pilna potrzeba wypracowania standardów i aktualizacji regulaminów wewnętrznych w

przedsiębiorstwach dotyczących pracy hybrydowej, zdalnej oraz ochrony poufnych danych przed wyciekami do otwartych algorytmów.

6.3. Niwelowanie cyfrowego dualizmu regionalnego i inkluzja społeczna

- **Zindywidualizowane wsparcie dla Regionu Mazowieckiego Regionalnego (NUTS MR):** Celowe kierowanie środków na podnoszenie dojrzałości cyfrowej MŚP oraz edukację mieszkańców w subregionach peryferyjnych w celu zapobiegania bezrobociu strukturalnemu.
- **Cyfryzacja i automatyzacja sektora rolniczego:** Szerokie upowszechnianie i finansowanie koncepcji Rolnictwa 4.0 oraz programów typu „Smart Villages 2” (ROLMApp, robotyzacja sadownictwa, systemy GIS), przy jednoczesnym przygotowaniu kadr wiejskich do nowych ról inżynieryjno-technicznych.
- **Włączenie cyfrowe grup wrażliwych i seniorów:** Intensyfikacja programów edukacji ustawicznej (*Lifelong Learning*) chroniących przed wykluczeniem cyfrowym, połączona z rozwojem zautomatyzowanych systemów teleopieki i opasek medycznych IoT zwiększających samodzielność osób starszych w miejscu zamieszkania.

Bibliografia

- Adamczyk, M. (2025). *Cyberbezpieczeństwo w dobie sztucznej inteligencji: Wyzwania i zagrożenia dla przedsiębiorstw*. Warszawa.
- AI4Youth. (2023). *Raport z ewaluacji pilotażowego programu Intel® AI4Youth w Polsce*. Warszawa.
- Brdulak, J., & Piekarski, W. (2022). *Mikrokwalifikacje jako instrument elastycznego rozwoju kompetencji osób dorosłych*. Warszawa.
- Brynjolfsson, E., Li, D., & Raymond, L. (2023). *Generative AI at Work* (NBER Working Paper No. 31161). National Bureau of Economic Research.
- Digital Poland. (2020). *Sztuczna inteligencja w Polsce. Kompetencje ekspertów AI*. Warszawa: Fundacja Digital Poland.
- Digital Poland. (2021). *State of Polish AI 2021/2022*. Warszawa: Fundacja Digital Poland.
- Egan-delSol, G., & Vargas-Faulbaum, M. (2024). *Artificial Intelligence and the Future of Work: Evidence and Policy Guidelines for Developing Economies*. Bonn: IZA Institute of Labor Economics.
- Fazłagić, J. (red.). (2022). *Sztuczna inteligencja (AI) jako megatrend kształtujący edukację. Jak przygotowywać się na szanse i wyzwania społeczno-gospodarcze związane ze sztuczną inteligencją?* Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych.
- Figiel, M., i in. (2025). *Sztuczna inteligencja jako mechanizm tworzenia zapotrzebowania na kompetencje i kwalifikacje pracowników w województwie mazowieckim – perspektywa średnio- i długookresowa*. Warszawa: Wojewódzki Urząd Pracy w Warszawie.
- Friedman, B., Kahn, P. H., Borning, A., & Hultgren, A. (2013). Value Sensitive Design and Information Systems. W: J. van den Hoven, P. Vermaas & I. van de Poel (red.), *Early Engagement and New Technologies: Opening Up the Laboratory* (s. 55–95). Dordrecht: Springer.
- Gajewski, R., & Zbudniewek, M. (2021). *Luka kadrowa w polskim sektorze cyberbezpieczeństwa. Analiza rynku pracy*. Warszawa.
- Główny Urząd Statystyczny. (2025). *Raport o sytuacji społeczno-gospodarczej województwa mazowieckiego 2025*. Warszawa.
- International Labour Organization. (2023). *Generative AI and Jobs: A Global Analysis of Potential Effects on Job Quantity and Quality*. Geneva.
- Komisja Europejska. (2023). *Digital Decade 2023: Report on the State of the Digital Decade*. Brussels.
- Korgul, A., Witczak, J., & Świącicki, I. (2024). *AI na polskim rynku pracy*. Warszawa: Polski Instytut Ekonomiczny.
- Kujawa, M. (2025). Generatywna sztuczna inteligencja w edukacji: wiedza, postawy i obawy uczniów oraz uczennic szkoły średniej. *Szkoła – Zawód – Praca*, **29**, 113–132.
- Lange, R., i in. (2019). *Prywatność i bezpieczeństwo w sieci. Raport z badania opinii internautów*. Warszawa: NASK – Państwowy Instytut Badawczy.
- Ładna, J. (2026). *AI w e-administracji publicznej – perspektywa urzędników i instytucji*. Warszawa.
- Ładna, J., i in. (2025). *Raport z ogólnopolskiego badania uczniów i rodziców. Wykorzystanie nowych technologii w edukacji*. Warszawa.
- Łapińska, J., i in. (2022). *Raport z badań empirycznych w zakresie kompetencji i zawodów przyszłości*. Toruń.
- McKinsey & Company. (2023). *The Economic Potential of Generative AI: The Next Productivity Frontier*. McKinsey Global Institute.
- Mroczkowski, R. (2023). *Smart Villages. Innowacje cyfrowe i technologiczne na obszarach wiejskich województwa mazowieckiego*. Ostrołęka.
- OECD. (2023). *OECD Skills Outlook 2023: Skills for a Resilient Green and Digital Transition*. Paris: OECD Publishing.

- OECD. (2025). *OECD Employment Outlook 2025: Artificial Intelligence and the Labour Market*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2026). *OECD Digital Education Outlook 2026: Exploring Effective Uses of Generative AI in Education*. Paris: OECD Publishing.
- Owan, V. J., i in. (2023). Automating administrative tasks in education: The role of generative artificial intelligence in saving teachers' time. *Journal of Digital Educational Research*, 2(1).
- PARP. (2024). *Rynek pracy, edukacja, kompetencje. Aktualne trendy i wyniki badań* (maj 2024). Warszawa: Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości.
- PARP. (2025a). *Rozwój kompetencji cyfrowych polskiej siły roboczej na tle Unii Europejskiej*. Warszawa: Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości.
- PARP. (2025b). *Rynek pracy, edukacja, kompetencje. Aktualne trendy i wyniki badań* (wrzesień 2025). Warszawa: Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości.
- PARP. (2026). *Rynek pracy, edukacja, kompetencje. Aktualne trendy i wyniki badań* (kwiecień 2026). Warszawa: Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości.
- Polski Instytut Ekonomiczny. (2022). *Kompetencje pracowników dziś i jutro* (red. K. Dębowska). Warszawa.
- Przeglasińska, A. (2022). Współpraca człowieka z systemami sztucznej inteligencji. W: J. Fazlagić (red.), *Sztuczna inteligencja (AI) jako megatrend kształtujący edukację. Jak przygotowywać się na szanse i wyzwania społeczno-gospodarcze związane ze sztuczną inteligencją?* Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych.
- Pyżalski, J. (red.). (2025). *Generatywna sztuczna inteligencja w polskiej szkole. Przecieranie szlaków. Badania ilościowe i jakościowe nauczycieli klas 4–8 szkół podstawowych*. Warszawa: NASK – Państwowy Instytut Badawczy.
- Randstad. (2026). *Randstad Workmonitor 2026. Perspektywy, wyzwania i obawy pracowników w Polsce*. Warszawa.
- Rane, N., i in. (2024). Integrating artificial intelligence in traditional educational methodologies: Guidelines for teachers. *International Journal of Educational Technology*, 14(2).
- Strojny, J., i in. (2021). *Standardy kształcenia kompetencji przyszłości 2025*. Rzeszów–Warszawa.
- Talent Days & Microsoft. (2025). *Generacja AI. Młodzi Polacy na cyfrowym rynku pracy. Raport z ogólnopolskiego badania*. Warszawa.
- Trąpczyński, P., i in. (2023). *Prognoza zapotrzebowania na kompetencje i kwalifikacje w wybranych branżach w związku ze zmianami w gospodarce*. Warszawa: Konfederacja Lewiatan.
- UNESCO. (2023). *Guidance for Generative AI in Education and Research*. Paris.
- WaMa Innovation Hub. (2023). *Regulamin świadczenia usług w ramach WaMa Innovation Hub* (Załącznik nr 7). Olsztyn–Warszawa.
- Wędzińska, M. (2024). Sztuczna inteligencja w edukacji akademickiej – wykorzystywanie sztucznej inteligencji przez studentów i słuchaczy studiów podyplomowych. *Rocznik Towarzystwa Naukowego Płockiego*, 16, 461–480.
- World Economic Forum. (2025). *The Future of Jobs Report 2025*. Geneva.

Dokumenty strategiczne

- Program Transformacji Cyfrowej Województwa Mazowieckiego na lata 2025–2026. (2025). Załącznik do uchwały nr 319/60/25 Zarządu Województwa Mazowieckiego z dnia 18 lutego 2025 r. Warszawa.
- Regionalna Strategia Innowacji dla Mazowsza do roku 2030 (RIS Mazovia 2030). (2021). Warszawa.
- Strategia Rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego Województwa Mazowieckiego na lata 2020–2030. (2020). Załącznik do uchwały nr 114/20 Sejmiku Województwa Mazowieckiego z dnia 8 września 2020 r. Warszawa.