

Scenariusze cyfryzacji i automatyzacji dla sektora IT

Polska Agenda Odporności Cyfrowej 2040 -
model strategicznego przygotowania na
antynomie cyfryzacji.

Wizje przyszłości 2025–2040: Od integracji
biologicznej po rekonfigurację systemową



Data
Luty 2025



Zasięg
Globalny / IT



Scenariusze
4 Modele



01

Fundamenty

Elementy wspólne scenariuszy

Analiza technologicznych fundamentów, wspólnych faz czasowych (2025-2040) oraz uniwersalnych wyzwań i paradoksów transformacji.

02

Porównanie

Macierz porównawcza

Szczegółowe zestawienie czterech scenariuszy w scenariuszy w kluczowych wymiarach: rola państwa, korporacji, własność, tożsamość i ekonomia.

03

Szczegóły

Charakterystyka scenariuszy

Dogłębna analiza każdego z 4 modeli: od technooptymistycznej integracji po dystopijną rekonfigurację.

04

Synteza

Wnioski i implikacje dla IT

Podsumowanie kluczowych wniosków oraz praktyczne rekomendacje strategiczne dla sektora IT i liderów technologii.

Fundamenty technologiczne

Technologie bazowe (występują we wszystkich scenariuszach)



Cyfrowa tożsamość

Oparta na blockchain i biometrii, fundament zaufania cyfrowego.



Diagnozomaty zdrowotne

Biosensory i AI monitorujące 200+ biomarkerów w czasie rzeczywistym.



Kryptografia postkwantowa

Zabezpieczenia odporne na przyszłe ataki komputerów kwantowych.



Interfejsy mózg-komputer (BCI)

Bezpośrednia komunikacja i augmentacja kognitywna (rozszerzanie możliwości umysłu).



Metawersum

Przestrzeń społeczno-ekonomiczna integrująca światy fizyczne i wirtualne.



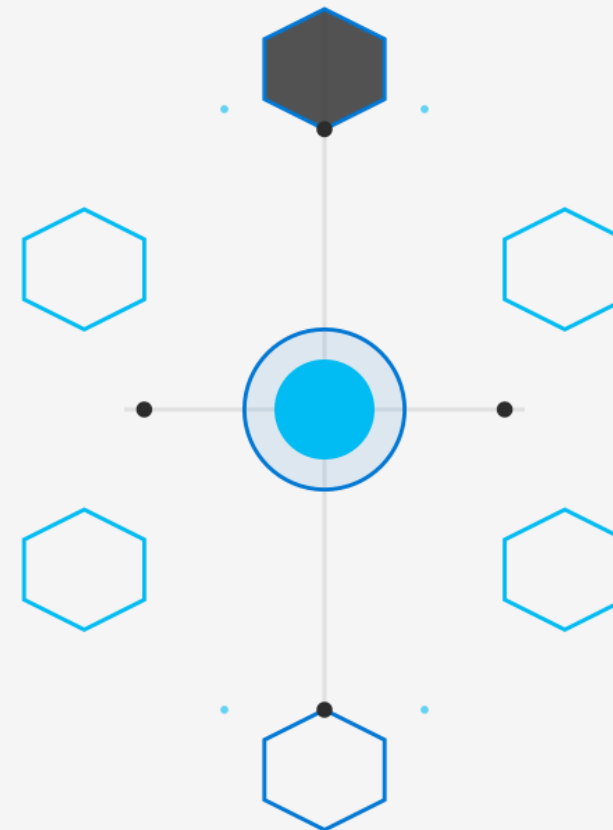
Sztuczna inteligencja

Zaawansowana analityka predykcyjna i automatyzacja decyzji.



Internet Rzeczy (IoT)

Wszechobecne czujniki i cyfrowe bliźniaki obiektów fizycznych.



Wspólne fazy czasowe 2025–2040

2025 – 2030



Faza I

Fundamenty i geneza transformacji

- Pilotáže technologiczne i wczesne wdrożenia
- Tworzenie standardów interoperacyjności
- Budowa infrastruktury bazowej (Web (Web 4.0))
- Początki cyfrowej tożsamości

2030 – 2035



Faza II

Integracja i konsolidacja władzy

- Pełna interoperacyjność systemów
- Skalowanie rozwiązań na poziom globalny
- Krystalizacja ram regulacyjnych
- Masowa adaptacja interfejsów BCI

2035 – 2040



Faza III

Dojrzałość systemowa i nowy porządek

- Emergencja nowego porządku społecznego
- Stabilizacja modeli wartości (post-kapitalizm)
- Pełna fuzja bio-cyfrowa
- Autonomiczne zarządzanie systemowe



Paradoks: prywatność vs bezpieczeństwo

Fundamentalne napięcie między prawem jednostki do anonimowości a wymogami bezpieczeństwa systemów krytycznych. Czy blockchainowa tożsamość to ochrona czy ostateczna inwigilacja?



Nierówności cyfrowe

Stratyfikacja społeczna związana nie tylko z dostępem do technologii, ale z kompetencjami do jej wykorzystania. Ryzyko powstania kasty "cyfrowo wykluczonych" w świecie bio-tech.



Konwergencja biologiczno-cyfrowa









Zacieranie granic między ciałem a technologią. Etyczne wyzwania implantów BCI, biosensorów i edycji genów. Definicja człowieczeństwa w erze augmentacji kognitywnej.










Transformacja pracy

Masowa automatyzacja procesów kognitywnych przez AI. Redefinicja pojęcia "pracy", konieczność ciągłego reskillingu oraz debata nad Dochodem Gwarantowanym (UBI).

Macierz porównawcza (cz. 1)

Wymiary / Scenariusze	 SC1: Integracja Cyfrowo-Biologiczna	 SC2: Konwergencja Siedmiu Wektorów	 CyberTransformacja Sektorowa	 SC4: Rekonfiguracja DYSTOPIA
 Wymiar I Rola państwa	Superpaństwo scentralizowane Kontroluje tożsamość, konstytuuje podmiotowość obywateli.	Państwo emergentne Koordynator/"ogrodnik". Definiuje standardy, nie kontroluje bezpośrednio.	Państwo predykcyjne Zarządzanie algorytmiczne. Proaktywne działanie oparte na analityce.	Państwo erodowane Utrata zdolności regulacyjnych. Podporządkowanie korporacjom.
 Wymiar II Rola korporacji	Cyber-państwa Zarządzają metawersami, ale ściśle współpracują z administracją publiczną.	Twórcy ekosystemów Rywalizacja rynkowa w ramach narzuconych publicznych standardów.	Kapitałiści nadzoru Dominacja poprzez kontrolę standardów technicznych i danych.	Cyfrowi lordowie Totalna dominacja. Przejmowanie tradycyjnych funkcji państwa.
 Wymiar III Model własności	Cyfrowy feudalizm Własność aktywów cyfrowych, silnie regulowana przez państwo.	Ekonomia współdzielenia Ułamkowa własność, NFT 2.0, paszporty produktów (DPP).	Własność relacyjna Temporalna i kontekstowa, alokowana algorytmicznie.	Neofeudalizm korporacyjny Model subskrypcyjny ("wszystko jako usługa"). Zero realnej własności.
 Wymiar IV Tożsamość	Centralizacja + Web 4.0 Tożsamość państwowa, transakcje zdecentralizowane.	Samosuwerenna (SSI) Jednostka kontroluje ujawnianie atrybutów.	Państwowy blockchain Centralna kontrola i totalny monitoring obywatela.	Prywatność 2.0 Paradoks: monitoring zdefiniowany jako "nowa forma prywatności".

Macierz porównawcza (cz. 2)

Wymiary / Scenariusze	 SC1: Integracja <small>Cyfrowo-Biologiczna</small>	 SC2: Konwergencja <small>Siedmiu Wektorów</small>	 SC3: CyberTransf. CyberTransf. <small>Sektorowa</small>	 SC4: Rekonfiguracja <small>DYSTOPIA</small>
 <p>Wymiar V Wizja społeczeństwa</p>	<p>Stratyfikacja funkcjonalna</p> <p>Podział na elity, klasę średnią (właściciele aktywów NFT) oraz cyfrowy prekariat. Stabilność za cenę hierarchii.</p>	<p>Społeczeństwo hybrydowe</p> <p>Napięcie między "hiperpołączonymi" a "selektywnie obecnymi". Próba zachowania balansu work-life-tech.</p>	<p>Bifurkacja rzeczywistości</p> <p>Fizyczna separacja: elity w przestrzeniach premium "offline", masy w Metawersum.</p>	<p>Totalna dystopia</p> <p>Biomedyczny apartheid. Hiperalienacja jednostek. UBI jako środek pacyfikacji społecznej.</p>
 <p>Wymiar VI Kontrola danych</p>	<p>Dualizm kontroli</p> <p>Państwo ściśle kontroluje tożsamość obywatela, korporacje mają dostęp do danych transakcyjnych.</p>	<p>Prywatność różnicowa</p> <p>Uczenie federacyjne (AI trenowane lokalnie). Dane pozostają zdecentralizowane i pod kontrolą użytkownika.</p>	<p>Monitoring selektywny</p> <p>Państwo monitoruje obszary krytyczne dla bezpieczeństwa infrastruktury, reszta w sferze komercyjnej.</p>	<p>Totalna ekstrakcja</p> <p>Model "dane za usługi". Brak prywatności. Dane biometryczne i behawioralne są walutą.</p>
 <p>Wymiar VII Ekonomia</p>	<p>Fuzja bio-cyfrowa</p> <p>40% PKB z bioprodukcji i usług cyfrowych. Handel "Attention-Free" (zakupy przez AI, zero-UI commerce).</p>	<p>Wartość pochodzenia</p> <p>Gospodarka oparta na Digital Product Passports, subskrypcjach i certyfikowanej autentyczności.</p>	<p>Ekonomia dostępu</p> <p>Dematerializacja kapitału. Kapitalizm nadzoru. Płacisz za dostęp, nie posiadasz niczego.</p>	<p>Neofeudalna eksploatacja</p> <p>Podatek od uwagi. Grywalizacja pracy (gig economy). Wyzysk kognitywny w zamian za przetrwanie.</p>

Scenariusz 1: Integracja cyfrowo-biologiczna

SCENARIUSZ 1



Integracja cyfrowo-biologiczna

Charakter scenariusza

"Techno-optimistyczna wizja przyszłości, w której postęp technologiczny łączy się z centralizacją państwową dla maksymalizacji dobrobytu."



Kluczowe elementy i wyróżniki



Internet tożsamości (IDS)

Nadwarstwa nad obecnym Internetem. Tożsamość jest kluczem do każdej interakcji interakcji cyfrowej.



Bioprodukcja na żądanie

30-40% przemysłu chemicznego przechodzi na produkcję biologiczną w lokalnych hubach.



Cyfrowy feudalizm

Jasny podział ról: państwo reguluje, korporacje dostarczają usługi w ramach ścisłych ram.



Żywa tożsamość

Profil obywatela dynamicznie aktualizowany przez biomarkery w czasie rzeczywistym.



Ekonomia "Attention-Free"

Automatyzacja negocjacji i zakupów przez osobiste AI (algorithmic agency). Koniec walki o uwagę użytkownika na rzecz walki o algorytmy.



Kluczowy paradoks

Maksymalna efektywność systemu osiągnana jest tylko przy maksymalnej centralizacji i ograniczeniu prywatności.

Scenariusz 2: Konwergencja siedmiu wektorów

SCENARIUSZ 2



Konwergencja siedmiu wektorów

Charakter scenariusza

"Najbardziej zbalansowany scenariusz – próba pogodzenia efektywności technologicznej z wartościami demokratycznymi i autonomią jednostki."



Kluczowe elementy i wyróżniki



Państwo emergentne

Państwo jako "ogrodnik" (teoria systemów systemów złożonych) – definiuje standardy, standardy, nie kontroluje bezpośrednio.



Samosuwerenna tożsamość (SSI)

Jednostka ma pełną, kryptograficzną kontrolę nad danymi i decyduje komu ujawnia atrybuty.



Trzej gracze tożsamości

UE, USA i Azja jako cyfrowe superpaństwa konkurujące modelami regulacyjnymi.



Uczenie federacyjne

Trenowanie modeli AI na urządzeniach lokalnych bez konieczności centralizacji wrażliwych danych.



Ruch restauracji relacji

Silny trend społeczny: aktywny opór wobec hiperpołączenia, renesans kontaktów fizycznych.



Protocol-based Social Networks

Oddzielenie warstwy hostingu danych od algorytmów. Użytkownik wybiera algorytm, nie platformę.

Kluczowy paradoks



Jak utrzymać decentralizację i wolność jednostki wobec rosnącej presji na centralizację dla bezpieczeństwa?

SCENARIUSZ 3



CyberTransformacja

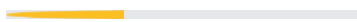
Charakter scenariusza

"Transformacja sektorowa z silną rolą państwa predykcyjnego, oparta na modelu potrójnej helisy (nauka-biznes-państwo)."

Rola państwa



Autonomia



Kluczowe elementy i wyróżniki



Klastering kompetencji

Model potrójnej helisy – ścisła współpraca współpraca nauki, biznesu i państwa w tworzeniu innowacji.



Architektura 7-warstwowa

Hierarchiczna struktura społeczna, od infrastruktury tożsamości po własność relacyjną.



Bifurkacja rzeczywistości

Świadoma separacja świata wirtualnego i fizycznego; elity w przestrzeniach premium.



Ontologia procesów

Tożsamość definiowana jako ciągły proces zmian, a nie stała esencja.



Cyfrowe nieświadome

Nowa warstwa psychiki ludzkiej. Państwo predykcyjne zarządza algorytmicznie, wykorzystując analizy do proaktywnego działania.

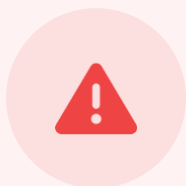


Kluczowy Paradoks

Efektywność państwa predykcyjnego vs autonomia jednostki.

Scenariusz 4: Rekonfiguracja (DYSTOPIA)

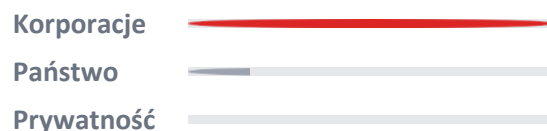
SCENARIUSZ 4



Rekonfiguracja (Dystopia)

Charakter scenariusza

"Ostrzeżenie – świadoma ekstrapolacja negatywnych trendów. Erozja państwa i totalna dominacja korporacyjna w świecie głębokich nierówności."



Kluczowe elementy i zagrożenia



Erozja państwa

Całkowita utrata zdolności regulacyjnych na rzecz ponadnarodowych korporacji.



Prywatność 2.0

Paradoksalna redefinicja: totalny monitoring jako nowy standard bezpieczeństwa.



Biomedyczny apartheid

Dramatyczne rozwarstwienie: elity z ulepszeniami vs. masy wykluczone.



Hiperalienacja

Paradoks bycia "zawsze połączonym" prowadzący do głębokiej izolacji społecznej.



Patentowy Trolling 2.0

Agresywna prywatyzacja badań publicznych blokująca innowacje społeczne.



Podatek od uwagi

Ekstrakcja wartości z czasu uwagi. Friendship-as-a-Service.



Kluczowy Paradoks

Normalizacja totalnego nadzoru i utraty podmiotowości jest sprzedawana i akceptowana jako "komfort".

Porównanie ról państwa

Scenariusz 1



Superpaństwo scentralizowane

Państwo posiada monopol na tożsamość i konstytuuje podmiotowość obywateli. Centralny ośrodek decyzyjny zarządza dostępem do usług cyfrowych i biologicznych.

Kontrola  Regulacja 

Scenariusz 2



Państwo emergentne

Model "ogrodnika" inspirowany teorią systemów złożonych. Państwo definiuje standardy i ramy (interoperacyjność), ale nie kontroluje bezpośrednio interakcji obywateli.

Kontrola  Koordynacja 

Scenariusz 3



Państwo predykcyjne

Zarządzanie algorytmiczne. Państwo wykorzystuje zaawansowaną analitykę i AI do proaktywnego działania, przewidując potrzeby i zagrożenia przed ich wystąpieniem.

Kontrola  Automatyzacja 

Scenariusz 4



Państwo erodowane

Utrata zdolności regulacyjnych. Państwo staje się fasadowe, podporządkowane interesom globalnych korporacji cyfrowych ("Cyfrowych Lordów").

Kontrola  Zależność 

Porównanie ról korporacji

Scenariusz 1



Cyber-państwa (Partnerzy)

Korporacje zarządzają metaversami i infrastrukturą, ale w ścisłym reżimie prawnym narzuconym przez państwo. Działają jako koncesjonowani dostawcy usług użyteczności publicznej.



Scenariusz 2



Twórcy ekosystemów

Firmy rywalizują innowacjami w ramach otwartych, publicznych standardów. Żadna korporacja nie może zmonopolizować rynku dzięki wymuszonej interoperacyjności.

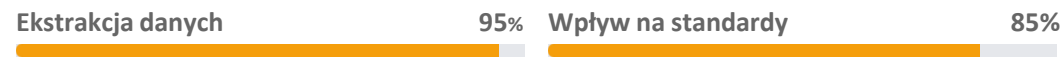


Scenariusz 3



Kapitałici nadzoru

Dominacja rynkowa osiągnięta przez kontrolę zamkniętych standardów (proprietary). Korporacje są potężniejsze od słabnących państw dzięki przewadze informacyjnej.



Scenariusz 4



Cyfrowi lordowie

Totalna dominacja. Korporacje przejmują tradycyjne funkcje państwa (bezpieczeństwo, waluta, prawo). Obywatel staje się użytkownikiem podległym regulaminom.



Scenariusz 1



Scentralizowana + Web 4.0

Państwo wydaje i gwarantuje tożsamość cyfrową, ale transakcje odbywają się w zdecentralizowanej architekturze Web 4.0. Hybryda zaufania instytucjonalnego i technologii blockchain.



Scenariusz 2



Samosuwerenna (SSI)

Model portfela cyfrowego (Wallet). Jednostka jest wyłącznym właścicielem swoich atrybutów tożsamości. Wykorzystanie Zero-Knowledge Proofs do potwierdzania wieku/uprawnień bez ujawniania danych.



Scenariusz 3



Państwowy Blockchain

Totalna integracja danych w jednym państwowym rejestrze rozproszonym. Tożsamość nie jest własnością, lecz usługą udostępnianą przez państwo w zamian za transparentność obywatela.



Scenariusz 4



Prywatność 2.0

Paradoksalna redefinicja: bycie monitorowanym to dowód, że "nie ma się nic do ukrycia". Tożsamość behawioralna tworzona przez algorytmy korporacyjne na podstawie ciągłej obserwacji.



Scenariusz 1



Stratyfikacja funkcjonalna

Spółeczeństwo podzielone według funkcji i dostępu do zasobów. Stabilne, ale silnie zhierarchizowane. Klasa średnia definiowana przez posiadanie aktywów cyfrowych (NFT).

Struktura klasowa

Elity (Decydenci)

Klasa Średnia (Właściciele)

Prekariat (Usługi)

Scenariusz 3



Bifurkacja rzeczywistości

Rozwidlenie światów. Elity żyją w "przestrzeniach premium" (fizycznych, ekologicznych), podczas gdy masy realizują potrzeby życiowe głównie w w Metawersum.

Podział rzeczywistości

Premium Real

Metawersum (Masy)

Scenariusz 2



Spółeczeństwo hybrydowe

Zbalansowane napięcie między dwiema postawami. Nie hierarchia majątkowa, lecz wybór stylu życia (online vs offline) definiuje podziały społeczne.

Bieguny społeczne

Hiperpołączeni
(Tech-entuzjaści)

Selektywnie Obecni
(Tech-realści)

Scenariusz 4



Totalna dystopia

Biomedyczny apartheid. Głęboka przepaść między genetycznie/technologicznie genetycznie/technologicznie ulepszonymi elitami a "zbędną" resztą, utrzymywaną w ryzach przez egzystencjalne UBI.

Wykluczenie Systemowe

Wykluczeni (Masy na UBI)



Głęboka transformacja

Wszystkie scenariusze przewidują fundamentalną zmianę modeli operacyjnych IT do 2040 roku. Utrzymanie status quo jest niemożliwe. Nadchodzi era, w której biologia i cyfryzacja tworzą nierozzerwalny spłot, redefiniując pojęcie infrastruktury.



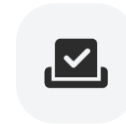
Napięcie: efektywność vs wolność

Głównym dylematem przyszłości jest konflikt tragiczny między systemową efektywnością (zapewnianą przez centralizację i AI) a autonomią jednostki. Każdy wzrost bezpieczeństwa i wygody wiąże się z kosztami w postaci utraty części prywatności.



Wspólna technologia, różny ład

Stack technologiczny (Blockchain, BCI, AI, PQC) jest niemal identyczny we wszystkich scenariuszach. To nie technologia różnicuje przyszłość, lecz model **Governance** – kto posiada dane, kto kontroluje algorytmy i jak dystrybuowana jest wartość.



Decyzja polityczna

Wybór scenariusza nie zależy od inżynierów, lecz od decyzji społecznych i politycznych. Czy dane będą towarem (Dystopia), dobrem publicznym (Integracja) czy własnością osobistą (Konwergencja) – to kwestia legislacji, nie kodu.



Architektura scenariuszowa

- ✓ Odejście od monolitów na rzecz mikroserwisów gotowych na szybką rekonfigurację.
- ✓ Interoperacyjność jako priorytet (gotowość na standardy SSI i Web 4.0).
- ✓ Modularność pozwalająca na "wpinanie" komponentów regulacyjnych.

API-FIRST

MODULARITY



Etyka & Governance

- ✓ Wdrożenie "Privacy-by-design" jako standardu, a nie dodatku.
- ✓ Przygotowanie na audyty algorytmiczne i regulacje AI Act.
- ✓ Compliance kryptograficzny (migracja do Post-Quantum Cryptography).

PQC

AI ETHICS



Nowa rola specjalistów

- ✓ Ewolucja z "dostawców kodu" na "architektów zaufania".
- ✓ Data Stewardship – odpowiedzialne zarządzanie cyklem życia danych.
- ✓ Współtworzenie otwartych standardów (zapobieganie vendor lock-in).

STEWARDSHIP

SOFT SKILLS



Strategie elastyczne

- ✓ **Multi-cloud & Hybrid:** Unikanie uzależnienia od jednego dostawcy (ryzyko "Cyfrowych Lordów").
- ✓ **LLMOps:** Wdrożenie procesów operacjonalizacji dużych modeli językowych z zachowaniem kontroli nad danymi.
- ✓ **Obserwowalność:** Pełny wgląd w działanie systemów złożonych i AI.

Projekt finansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Edukacji i Nauki w ramach Programu „Nauka dla Społeczeństwa II”.
Dofinansowanie: 1 467 000 zł, Całkowita wartość: 1 467 000 zł



Radar sygnałów wczesnych

- ✓ Monitorowanie legislacji (wskaźnik centralizacji vs decentralizacji).
- ✓ Analiza adopcji standardów tożsamości (SSI vs GovID).
- ✓ Śledzenie postępów w interfejsach BCI i biotechnologii (faza integracji 2030+).



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

