



Ministerstwo
Rozwoju i Technologii

SANDBOX PLUS

RAPORT DOTYCZĄCY PILOTAŻOWEJ
I DOCELOWEJ HORYZONTALNEJ
PIASKOWNICY REGULACYJNEJ

Opracowała dr Michalina Szpyrka



BEZPIECZEŃSTWO
I SUWERENNOŚĆ



INNOWACJE
I KONKURENCYJNOŚĆ



WSPÓŁPRACA
I ROZWÓJ



Fundusze Europejskie



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



inno
LAB

INFORMACJE REDAKCYJNE

Wydawca

Ministerstwo Rozwoju i Technologii
Departament Innowacyjności i Polityki Kosmicznej
Plac Trzech Krzyży 3/5
00-507 Warszawa

Opracowanie

dr Michalina Szpyrka, ekspert ds. piaskownic regulacyjnych MRiT

Miejsce przygotowania

Raport przygotowano w Ministerstwie Rozwoju i Technologii w ramach prac nad pilotażowym projektem Sandbox Plus w projekcie pn. „[Inno LAB](#)”, dofinansowany w ramach Programu „Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki 2021-2027”, Priorytet FENG.02 Środowisko sprzyjające innowacjom, działanie FENG.02.14

Stan opracowania

Warszawa, 2026

Stan prawny i źródłowy na dzień: 28 lipca 2026 r.

Zalecany sposób cytowania

Ministerstwo Rozwoju i Technologii, Sandbox Plus. Raport dotyczący pilotażowej i docelowej horyzontalnej piaskownicy regulacyjnej, oprac. M. Szpyrka, Warszawa 2026.

© Ministerstwo Rozwoju i Technologii, Warszawa 2026

Autorskie prawa osobiste do opracowania przysługują autorce. Korzystanie z publikacji wymaga wskazania autora, tytułu opracowania oraz wydawcy.

Zastrzeżenie dotyczące charakteru raportu

Raport ma charakter analityczny i rekomendacyjny. Przedstawione w nim wnioski i propozycje nie stanowią wiążącej wykładni prawa ani rozstrzygnięcia właściwych organów administracji publicznej. Wdrożenie rekomendowanych rozwiązań wymaga przeprowadzenia odpowiednich uzgodnień legislacyjnych, organizacyjnych i finansowych.

Informacje o wykorzystaniu narzędzi generatywnej sztucznej inteligencji

W raporcie wykorzystano narzędzia generatywnej sztucznej inteligencji do stworzenia projektu okładki oraz schematów graficznych zawartych w treści, które zostały wygenerowane w oparciu o autorski materiał analityczny.

Spis treści

STRESZCZENIE WYKONAWCZE.....	6
I. WPROWADZENIE I LOGIKA INTERWENCJI.....	10
1.1. Cel, zakres i charakter projektu.....	10
1.2. Uzasadnienie gospodarcze, regulacyjne i bezpieczeństwa	12
1.3. Spójność z europejskim i krajowym otoczeniem regulacyjnym.....	16
II. UWARUNKOWANIA GEOSTRATEGICZNE I POLITYKA PRZEMYSŁOWA.....	17
2.1. Zmiana środowiska bezpieczeństwa i geopolityka technologii	17
2.2. Ekosystem NATO i europejskie instrumenty obronne	19
2.3. Suwerenność technologiczna i europejska konkurencyjność.....	21
2.4. Spójność z polskimi politykami bezpieczeństwa i rozwoju AI.....	23
III. METODYKA I PODSTAWA DOWODOWA.....	25
3.1. Projekt badawczy i podejście <i>evidence-based</i> policy	25
3.2. Źródła, triangulacja i analiza jakościowa	26
3.3. Interesariusze i walidacja rekomendacji	29
3.4. Zasady interpretacji materiału	30
IV. CZTERY OBSZARY INTERWENCJI.....	32
4.1. Mapa drogowa technologii dual-use	32
4.1.1. Diagnoza i kierunek interwencji	32
4.1.2. Priorytety technologiczne i demonstrator Medevac.....	34
4.1.3. Skutki systemowe, benchmark i rekomendacje	36
4.2. Blokady systemowe: bariery technologiczne, regulacyjne i organizacyjne.....	37
4.2.1. Diagnoza i przyczyny systemowe	37
4.2.2. Studium przypadku – przejście po wygaśnięciu scenariuszy NSTS.....	40
4.2.3. Konsekwencje, benchmark i rekomendacje	41

4.3. Infrastruktura i walidacja	43
4.3.1. Diagnoza dostępności i przyczyny fragmentacji.....	43
4.3.2. Docelowy model walidacji.....	48
4.3.3. Konsekwencje, benchmark i rekomendacje	53
4.4. Współpraca i własność intelektualna	56
4.4.1. Diagnoza ryzyk i asymetrii	56
4.4.2. Architektura ochrony IP i danych	59
4.4.3. Współpraca z mentorami, integratorami i inwestorami	64
4.4.4. Skutki systemowe i rekomendacje	69
V. ŚCIEŻKA TRL I BRAMA MILITARYZACJI	75
5.1. Rola i ograniczenia skali TRL.....	75
5.2. Dwie ścieżki pilotażowe: TRL 1–3 i TRL 4–5	77
5.3. Brama militaryzacji.....	80
5.4. Potwierdzanie dojrzałości i zarządzanie przejściami	85
5.5. Rekomendacja dla pilotażu	86
VI. HIPERKONEKTOR – ARCHITEKTURA NADZORU I KOORDYNACJI.....	87
6.1. Uzasadnienie i trójwarstwowy model	87
6.2. Organy pomocnicze i funkcje ochronne.....	90
6.3. Proces obsługi projektu	93
6.4. Pętla legislacyjna, platforma cyfrowa i status rozstrzygnięć	94
6.5. Pilotaż i model docelowy	95
VII. EVIDENCE-BASED REGULATION I REGULACYJNE UCZENIE SIĘ	98
7.1. Podwójna walidacja i zasady regulacji opartej na dowodach	98
7.2. Pełna pętla regulacyjna.....	99
7.3. Regulatory <i>Learning Loop</i> , <i>feedback loop</i> i adaptacyjne zarządzanie.....	101

7.4. Eksperymenty regulacyjne, <i>sunset clauses</i> i bezpieczna przestrzeń błędu	104
7.5. Monitoring skutków, OSR i niezależna ewaluacja	107
7.6. Ryzyka i instrumenty wdrożeniowe	111
VIII. SYSTEM KPI I OCENA EFEKTYWNOŚCI	114
8.1. Założenia systemu pomiaru	114
8.2. KPI strategiczne i technologiczne	116
8.3. KPI legislacyjne i regulacyjne	117
8.4. KPI administracyjne i procedur urzędniczych	118
8.5. Złożone <i>Regulatory Performance Indicators</i>	119
8.6. Odpowiedzialność, progi sukcesu i kontrola jakości danych	121
IX. REZULTATY, FAZY WDROŻENIA I DECYZJA O SKALOWANIU	123
9.1. Charakter i produkty końcowe	123
9.2. Fazy projektowe	124
9.3. Rezultaty strategiczne, legislacyjne i administracyjne	125
9.4. Kryteria i scenariusze skalowania	126
9.5. Konkluzja	127
X. BIBLIOGRAFIA	129

STRESZCZENIE WYKONAWCZE

Program pilotażowy Sandbox Plus jest projektowany jako brakująca warstwa krajowego systemu wspierania technologii podwójnego zastosowania, który łączy walidację technologiczną z walidacją regulacji, dostępem do infrastruktury, ochroną własności intelektualnej, koordynacją administracji i przygotowaniem projektu do dalszego finansowania lub wdrożenia. Celem pilotażu nie jest stworzenie kolejnego programu grantowego, lecz sprawdzenie czy państwo może bezpiecznie skrócić drogę od koncepcji i prototypu do testu operacyjnego, certyfikacji oraz zastosowania cywilnego lub wojskowego innowacji.

W dalszej części opracowania określenia „projekt Sandbox Plus”, „program Sandbox Plus”, „pilotaż Sandbox Plus” oraz „Sandbox Plus” będą używane zamiennie w odniesieniu do etapu projektowania i przygotowania programu. Etap ten obejmował opracowanie przez Ministerstwo Rozwoju i Technologii założeń programowych, przeprowadzenie prekonsultacji, w tym spotkań z interesariuszami, organizację pogłębionych warsztatów eksperckich, rozmowy z przedstawicielami organów regulacyjnych i instytucji publicznych, a także sformułowanie wytycznych dotyczących dalszego rozwoju i docelowego wdrożenia programu.

Koncepcja raportu opiera się na projekcji pięciu wzajemnie zależnych elementów: 1) dwóch ścieżkach TRL¹ 1–3 i TRL 4–5; 2) bramie militaryzacji uruchamianej co do zasady od TRL 5; 3) federacyjnej sieci infrastruktury; 4) Hiperkonektorze² pełniącym funkcję One-Stop Shop³ oraz 5) *Regulatory Learning Loop*⁴, który przekształca doświadczenia projektów w zmiany procedur i prawa.

¹ Poziom gotowości technologicznej (Technology Readiness Level, TRL) to metoda oceny stopnia dojrzałości technologii, określająca jej zaawansowanie na skali od podstawowych zasad naukowych (TRL 1) do technologii w pełni sprawdzonej i funkcjonującej w warunkach operacyjnych (TRL 9). Zob. Komisja Europejska, *Technology Readiness Levels (TRL)*, EURAXESS, <https://euraxess.ec.europa.eu/career-development/researchers/manual-scientific-entrepreneurship/major-steps/trl> [dostęp: 20.07.2026].

² Instytucja ta jest także przewidziana w opracowywanej przez MRiT strategii startupowej. Jej konstrukcja jest proponowana w oparciu o analizę materiałów projektowych. W tym momencie nie ma takiego podmiotu.

³ One-Stop Shop (OSS) to model świadczenia usług polegający na zapewnieniu pojedynczego punktu dostępu do wielu procedur, informacji lub usług administracyjnych, umożliwiający użytkownikowi realizację całego procesu za pośrednictwem jednego interfejsu lub instytucji. Zob. Komisja Europejska, *European Digital Innovation Hubs (EDIHs)*, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/edihs> [dostęp: 20.07.2026]. W projektowanym w niniejszym raporcie kształcie One-Stop-Shop ma stanowić próbę utworzenia takiego modelu świadczenia usług przez państwo na szerszą skalę, który będzie wdrażany w ramach realizacji strategii startupowej.

⁴ *Regulatory Learning Loop* (pętla uczenia regulacyjnego) oznacza iteracyjny proces, w którym regulatorzy pozyskują wiedzę na temat działania nowych technologii lub modeli biznesowych poprzez ich monitorowanie, testowanie i ocenę, a następnie wykorzystują uzyskane doświadczenia do aktualizacji lub dostosowania ram

Pilotaż powinien objąć od 6 do 12 projektów reprezentujących różne domeny technologiczne oraz obie grupy TRL. Program jest zaplanowany do realizacji w ramach programu Inno_LAB⁵. Jego zakres w założeniu ma obejmować weryfikację zakładanego modelu operatora, walidację demonstratorów, dostęp do infrastruktury, analizy prawne, ochronę IP⁶, ewaluację i przygotowanie docelowych rozwiązań legislacyjnych. Sukces należy mierzyć nie tylko liczbą technologii, lecz również czasem obsługi przedsiębiorcy, liczbą zakończonych walidacji, redukcją obciążeń, jakością dowodów, skutecznością koordynacji i liczbą wdrożonych zmian proceduralnych lub legislacyjnych.

Niniejsze opracowanie syntetyzuje wyniki warsztatów eksperckich przeprowadzonych w ramach prac nad projektem Sandbox Plus, a także wiedzę zgromadzoną podczas spotkań konsultacyjnych z przedstawicielami administracji publicznej, organów regulacyjnych, instytucji sektora obronnego, jednostek naukowych, przedsiębiorców oraz podmiotów infrastruktury badawczej i testowej. Uwzględnia również rezultaty analizy materiałów pisanych wskazanych w bibliografii, w szczególności publikacji naukowych, raportów instytucjonalnych, dokumentów programowych, opracowań dotyczących piaskownic regulacyjnych oraz krajowych i zagranicznych instrumentów wspierania rozwoju i walidacji innowacyjnych technologii. Dane te nie stanowią oficjalnego stanowiska Ministerstwa Rozwoju i Technologii.

Zgromadzony materiał został poddany analizie i uporządkowany w celu opracowania spójnych założeń organizacyjnych, regulacyjnych i technologicznych pilotażu Sandbox Plus. Raport nie ogranicza się zatem do przedstawienia diagnozy istniejących barier, lecz określa rekomendowany model operacyjny pilotażu, obejmujący w szczególności wybór operatora odpowiedzialnego za jego kompleksową realizację. Zadaniem operatora będzie przełożenie rekomendacji sformułowanych w raporcie na konkretne działania wykonawcze, w tym organizację naboru uczestników, zarządzanie procesem testowania technologii, koordynację współpracy z właściwymi organami regulacyjnymi i instytucjami publicznymi, zapewnienie

prawnych i regulacyjnych. Mechanizm ten ma na celu zapewnienie, że regulacje rozwijają się równolegle z innowacjami technologicznymi. Zob. OECD. (2025). *Regulatory Sandbox Toolkit*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/regulatory-sandbox-toolkit_de36fa62-en.html [dostęp: 20.07.2026].

⁵ MRiT, Inno_LAB, <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/innolab> [dostęp: 20.07.2026].

⁶ Własność intelektualna (Intellectual Property, IP) oznacza wytwory ludzkiego intelektu, takie jak wynalazki, utwory literackie i artystyczne, wzory, oznaczenia, nazwy oraz symbole wykorzystywane w działalności gospodarczej, które podlegają ochronie prawnej za pomocą m.in. patentów, praw autorskich, znaków towarowych i wzorów przemysłowych. Zob. World Intellectual Property Organization (WIPO), *What is Intellectual Property?*, Geneva 2020, <https://www.wipo.int/en/web/about-ip/> [dostęp: 20.07.2026].

dostępu do infrastruktury, ochrony własności intelektualnej i danych, obsługę ścieżek TRL, przeprowadzenie bramy militaryzacji oraz opracowanie materiału dowodowego służącego identyfikacji barier i luk regulacyjnych.

W tym znaczeniu raport stanowi merytoryczną i operacyjną podstawę przygotowania postępowania zmierzającego do wyboru operatora projektu Sandbox Plus. Operator powinien dysponować kompetencjami i zasobami pozwalającymi na realizację wszystkich funkcjonalności opisanych w raporcie oraz na zapewnienie spójnego, bezpiecznego i mierzalnego przebiegu pilotażu. Realizacja zamówienia przez wybrany podmiot ma umożliwić praktyczną weryfikację zaproponowanego modelu, ocenę skuteczności funkcji One-Stop Shop, sprawdzenie mechanizmów współpracy międzyinstytucjonalnej oraz przygotowanie rekomendacji dotyczących ewentualnego skalowania Sandbox Plus i stworzenia docelowego modelu horyzontalnej piaskownicy regulacyjnej.

Tabela 1. Logika interwencji publicznej Sandbox Plus

Problem systemowy	Skutek	Odpowiedź Sandbox Plus	Oczekiwany rezultat
Fragmentacja regulacyjna i instytucjonalna	Wielokrotne procedury, sprzeczne wymagania i nieprzewidywalny czas obsługi	Hiperkonektor, One-Stop Shop i równoległe uzgodnienia	Jedna ścieżka obsługi i wspólne stanowiska organów
Luka między B+R ⁷ a wdrożeniem	Projekty pozostają na TRL 3–6 i tracą finansowanie	Dwie ścieżki pilotażowe, kamienie milowe oraz demonstratory	Wzrost TRL i przekazanie do instrumentów późnego etapu

⁷ Prace badawczo-rozwojowe (B+R) – działalność obejmująca prace badawcze oraz prace rozwojowe podejmowane w sposób systematyczny w celu zwiększenia zasobów wiedzy oraz wykorzystania tej wiedzy do tworzenia nowych zastosowań, produktów, procesów lub usług. Pojęcie to obejmuje zarówno badania podstawowe i stosowane, jak i działania prowadzące do opracowania, testowania i wdrażania nowych rozwiązań technologicznych. Zob. art. 4 ust. 2–3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj. Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 ze zm.); OECD, *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development*, Paris 2015, https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2015/10/frascati-manual-2015_g1g57dcb/9789264239012-en.pdf [dostęp: 20.07.2026].

Problem systemowy	Skutek	Odpowiedź Sandbox Plus	Oczekiwany rezultat
Rozproszona infrastruktura	Powtarzanie badań i przenoszenie testów za granicę	Federacyjna sieć laboratoriów, Digital First i uznawanie wyników	Niższy koszt walidacji i większe wykorzystanie krajowych zasobów
Niepewność regulacyjna	Regulacje stosowane do prototypów jak do produktów dojrzałych	Eksperymenty regulacyjne, <i>Regulatory Learning Loop</i> i monitoring <i>ex post</i>	Proporcjonalne procedury oraz materiał dowodowy do zmian prawa
Asymetria w relacjach startup – integrator	Ryzyko utraty IP, danych i kontroli nad komercjalizacją	Mapa IP, <i>escrow</i> ⁸ , <i>IT Clean Room</i> ⁹ i wzorcowe umowy	Bezpieczna współpraca oraz zachowanie krajowej wartości technologii

⁸ *Intellectual Property Escrow* (IP Escrow) oznacza umowny mechanizm zabezpieczający, w ramach którego określone składniki własności intelektualnej (np. kod źródłowy, dokumentacja techniczna, know-how, modele AI, dokumentacja projektowa lub materiały niezbędne do utrzymania systemu) są deponowane u niezależnego podmiotu trzeciego (*escrow agent*). Materiały te są udostępniane beneficjentowi jedynie po wystąpieniu wskazanych w umowie zdarzeń, takich jak niewypłacalność dostawcy, zaprzestanie świadczenia wsparcia technicznego lub istotne naruszenie zobowiązań umownych. Celem escrow jest zapewnienie ciągłości eksploatacji technologii przy jednoczesnym zachowaniu poufności i ochrony praw własności intelektualnej właściciela. Zob. O. Granstrand, M. Holgersson, *The Challenge of Closing Open Innovation: The Intellectual Property Disassembly Problem*, „Research-Technology Management” 2014, vol. 57, nr 5, s. 19–25. <https://doi.org/10.5437/08956308X5705258>,

⁹ *IT Clean Room* (ang. *clean-room design* lub *clean-room development*) metoda *clean room* stanowi mechanizm zarządzania ryzykiem naruszenia praw własności intelektualnej w procesach inżynierii oprogramowania. Polega ona na organizacyjnym i informacyjnym oddzieleniu osób analizujących chronione rozwiązanie od osób tworzących nową implementację, tak aby końcowy produkt powstał w wyniku niezależnej działalności twórczej. Rozwiązanie to znajduje zastosowanie zwłaszcza w projektach interoperacyjności systemów, reverse engineeringu oraz rozwoju systemów sztucznej inteligencji wykorzystujących komponenty pochodzące od różnych podmiotów. Zob. H.D. Mills, M. Dyer, R.C. Linger, *Cleanroom Software Engineering*, „IEEE Software” 1987, vol. 4, nr 5, s. 19–25. <https://doi.org/10.1109/MS.1987.231413>.

I. WPROWADZENIE I LOGIKA INTERWENCJI

1.1. Cel, zakres i charakter projektu

Projekt pilotażowy Sandbox Plus stanowi odpowiedź na rosnącą potrzebę stworzenia w Polsce spójnego instrumentu wspierającego rozwój, testowanie oraz wdrażanie technologii o podwójnym zastosowaniu (dual-use), które z jednej strony posiadają potencjał komercyjny i cywilny, z drugiej natomiast mogą wzmacniać bezpieczeństwo państwa oraz zdolności obronne Rzeczypospolitej Polskiej. Punktem wyjścia dla projektu jest założenie, że współczesna polityka przemysłowa nie może ograniczać się wyłącznie do finansowania badań i rozwoju (B+R), lecz powinna obejmować również tworzenie warunków instytucjonalnych i regulacyjnych umożliwiających efektywne przechodzenie od fazy badań do wdrożeń rynkowych i operacyjnych. Projekt Sandbox Plus wpisuje się w ewolucję roli państwa, które coraz częściej pełni funkcję aktywnego organizatora ekosystemu innowacji (*innovation steward*), a nie wyłącznie regulatora ustanawiającego ograniczenia prawne. W takim modelu administracja publiczna staje się podmiotem współtworzącym warunki rozwoju nowych technologii przez projektowanie odpowiednich instrumentów regulacyjnych, koordynację współpracy międzyinstytucjonalnej oraz zapewnienie przedsiębiorcom dostępu do wiedzy, infrastruktury i procedur umożliwiających bezpieczne eksperymentowanie z nowymi rozwiązaniami.

Projekt ma charakter pilotażowy, jednak jego założeniem jest wypracowanie modelu docelowego – horyzontalnej piaskownicy regulacyjnej, która mogłaby zostać wykorzystana również w innych sektorach gospodarki wymagających wysokiego poziomu regulacji, takich jak energetyka, cyberbezpieczeństwo, technologie medyczne, technologie kosmiczne czy sztuczna inteligencja. Tym samym Sandbox Plus należy traktować nie jako jednorazowy projekt operacyjny, lecz jako element budowy trwałych zdolności instytucjonalnych państwa w zakresie prowadzenia polityki innowacyjnej opartej na dowodach (*evidence-based innovation policy*). Takie podejście znajduje potwierdzenie zarówno w założeniach projektu opracowanych przez MRiT¹⁰, w wynikach warsztatów eksperckich podsumowanych raportem Grupy Eksperckiej Poliversum¹¹, jak i przeprowadzonym badaniom jakościowym¹². Projekt zakłada stworzenie

¹⁰ Dostęp do założeń: <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/projekt-pilotazowy-sandbox-plus> [dostęp: 20.07.2026].

¹¹ Dybowski M., Gołda P., Kroplewski R., Senkus P., Raport z warsztatów konsultacji rynkowych. Projekt Sandbox Plus. Pilotażowa horyzontalna piaskownica regulacyjna dla technologii podwójnego zastosowania (dual-use).

środowiska umożliwiającego równoległe prowadzenie dwóch procesów walidacyjnych. Pierwszy dotyczy oceny dojrzałości technologicznej, bezpieczeństwa oraz potencjału komercjalizacji rozwiązań rozwijanych przez przedsiębiorców. Drugi odnosi się do oceny adekwatności obowiązujących regulacji prawnych, procedur administracyjnych i praktyk stosowania prawa. Dzięki temu piaskownica staje się nie tylko instrumentem wspierającym rozwój technologii, lecz również narzędziem doskonalenia systemu regulacyjnego państwa.

Sandbox Plus należy traktować jako brakujące ogniwo krajowego systemu wspierania innowacji. Analiza istniejących instrumentów wsparcia wykazała, że Polska dysponuje rozwiniętym systemem finansowania badań, jednak między zakończeniem prac badawczo-rozwojowych a wdrożeniem rynkowym występuje trwała luka instytucjonalna i regulacyjna. Projekt nie zastępuje istniejących programów realizowanych przez NCBR¹³, PARP¹⁴, Agencję Uzbrojenia¹⁵ czy ARP¹⁶, lecz pełni wobec nich funkcję integrującą. Jego podstawowym zadaniem jest stworzenie jednolitej warstwy regulacyjno-operacyjnej umożliwiającej przedsiębiorcom płynne przechodzenie między kolejnymi etapami rozwoju technologii oraz zapewniającej administracji publicznej mechanizm systematycznego uczenia się na podstawie doświadczeń praktycznych. W tym ujęciu Sandbox Plus stanowi instrument realizacji nowoczesnej polityki przemysłowej państwa, opartej na współpracy administracji, nauki i biznesu oraz wykorzystaniu regulacji jako narzędzia wspierającego rozwój innowacji. Jego długofalowym rezultatem powinno być nie tylko zwiększenie liczby wdrażanych technologii dual-use, lecz również trwała zmiana sposobu projektowania i stosowania prawa – od modelu reaktywnego do modelu adaptacyjnego, opartego na danych, eksperymentach regulacyjnych i ciągłej ewaluacji skutków regulacji.

Podwójna walidacja technologii przed wejściem na rynek oraz regulacji blokujących innowację – model bez odpowiednika w skali światowej, Grupa Ekspercka Poliversum, 2026, <https://mailchi.mp/04ad1bd72a19/poliversum-sandboxplus-mrit> [dostęp: 04.08.2026].

¹² Dostęp do treści i wyników ankiety <https://bariery.fresh4work.eu/> [dostęp: 20.07.2026].

¹³ Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, *O Centrum*, <https://www.gov.pl/web/ncbr/o-centrum> [dostęp: 20.07.2026]; zob. także: ustawa z dnia 30 kwietnia 2010 r. o Narodowym Centrum Badań i Rozwoju (Dz.U. 2024 poz. 1170).

¹⁴ Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, *Kim jesteśmy*, <https://www.parp.gov.pl/component/parpabout/> [dostęp: 20.07.2026].

¹⁵ Ministerstwo Obrony Narodowej, *Agencja Uzbrojenia*, <https://www.gov.pl/web/obrona-narodowa/agencja-uzbrojenia> [dostęp: 20.07.2026].

¹⁶ Agencja Rozwoju Przemysłu S.A., *O nas*, <https://arp.pl/>, dostęp: 20.07.2026; zob. także: Agencja Rozwoju Przemysłu S.A., *O nas*, <https://tsse.arp.pl/pl/o-nas/agencja-rozwoju-przemys%C5%82u-sa/> [dostęp: 20.07.2026].

1.2. Uzasadnienie gospodarcze, regulacyjne i bezpieczeństwa

Interwencja publiczna planowana w ramach projektu Sandbox Plus wynika z występowania licznych zawodności rynku oraz regulacyjnych, które ograniczają zdolność polskiego ekosystemu innowacji do efektywnego rozwijania technologii dual-use. W klasycznym modelu gospodarki rynkowej zakłada się, że przedsiębiorcy samodzielnie identyfikują możliwości inwestycyjne oraz komercjalizują nowe rozwiązania. W przypadku technologii o podwójnym zastosowaniu założenie to okazuje się jednak niewystarczające. Technologie dual-use charakteryzują się jednoczesnym występowaniem wysokiego poziomu ryzyka technologicznego, regulacyjnego i inwestycyjnego. Rozwijane rozwiązania bardzo często znajdują się na pograniczu wielu reżimów prawnych, obejmujących m.in. przepisy dotyczące kontroli eksportu, bezpieczeństwa państwa, ochrony informacji niejawnych, prawa lotniczego, cyberbezpieczeństwa, sztucznej inteligencji oraz zamówień publicznych. W konsekwencji przedsiębiorcy napotykają bariery, których nie są w stanie przezwyciężyć wyłącznie przy wykorzystaniu mechanizmów rynkowych. Warsztaty konsultacyjne przeprowadzone w ramach projektu jednoznacznie wskazały, że dla wielu przedsiębiorstw największym wyzwaniem nie jest stworzenie innowacyjnej technologii, lecz uzyskanie możliwości jej legalnego przetestowania oraz przygotowania do wdrożenia. Zjawisko to zostało określone przez uczestników mianem „paradoксу innowatora”, zgodnie z którym skonstruowanie zaawansowanego rozwiązania technicznego okazuje się łatwiejsze niż przeprowadzenie procesu administracyjnego umożliwiającego jego walidację.

W tej sytuacji interwencja państwa nie polega na zastępowaniu mechanizmów rynkowych, lecz na stworzeniu warunków umożliwiających ich skuteczne funkcjonowanie. Sandbox Plus ma pełnić funkcję instytucjonalnego katalizatora współpracy między przedsiębiorcami, regulatorami, jednostkami naukowymi oraz odbiorcami technologii, ograniczając koszty transakcyjne oraz niepewność regulacyjną. Jednocześnie projekt realizuje konstytucyjną zasadę wspierania rozwoju gospodarczego oraz wykonywania przez państwo zadań służących bezpieczeństwu publicznemu. W tym ujęciu inwestycja w rozwój technologii dual-use nie stanowi wyłącznie instrumentu polityki innowacyjnej, lecz również element budowy odporności państwa, suwerenności technologicznej oraz bezpieczeństwa ekonomicznego.

Analiza materiału empirycznego, zgromadzonego podczas prac nad projektem, pozwala zidentyfikować kilka współwystępujących kategorii zawodności rynku uzasadniających

interwencję publiczną. Pierwszą z nich stanowią efekty zewnętrzne (*positive externalities*). Korzyści wynikające z opracowania technologii dual-use wykraczają poza interes pojedynczego przedsiębiorstwa, obejmując wzrost bezpieczeństwa państwa, rozwój krajowego przemysłu wysokich technologii, wzrost kompetencji badawczych oraz tworzenie nowych łańcuchów wartości. W konsekwencji prywatny inwestor nie jest w stanie skosztować pełnej wartości społecznej generowanej przez rozwijaną technologię, co prowadzi do chronicznego niedoinwestowania sektora. Drugą kategorię stanowi asymetria informacji, przejawiająca się zarówno po stronie przedsiębiorców, jak i administracji publicznej. Innowatorzy często nie dysponują pełną wiedzą dotyczącą wymagań regulacyjnych obowiązujących w poszczególnych sektorach, natomiast organy administracji nie posiadają wystarczających kompetencji technicznych pozwalających ocenić potencjał nowych rozwiązań. Brak wspólnej przestrzeni dialogu powoduje wydłużenie procesów administracyjnych oraz zwiększenie ryzyka błędnych decyzji.

Trzecim problemem jest wysoki poziom niepewności inwestycyjnej, charakterystyczny dla technologii rozwijanych na średnich poziomach gotowości technologicznej (TRL 3–6). W tej fazie rozwiązania są zbyt zaawansowane, aby kwalifikować się wyłącznie do finansowania badań podstawowych, lecz jednocześnie zbyt niedojrzałe, aby zainteresować inwestorów komercyjnych. W rezultacie powstaje tzw. Dolina śmierci (*valley of death*) – luka finansowa między zakończeniem prac badawczo-rozwojowych a rozpoczęciem komercjalizacji. Kolejną zawodnością rynku jest fragmentacja infrastruktury badawczej. Warsztaty wykazały, że Polska dysponuje znacznym potencjałem laboratoryjnym, jednak jego wykorzystanie przez przedsiębiorców pozostaje ograniczone z uwagi na bariery organizacyjne, brak jednolitych procedur udostępniania infrastruktury oraz niedostosowane modele finansowania jednostek naukowych. Istotnym problemem pozostaje również niedostateczny rozwój rynku finansowania technologii deep-tech, szczególnie w obszarze hardware, systemów autonomicznych oraz technologii obronnych. Analiza wyników warsztatów wskazuje, że prywatny kapitał wysokiego ryzyka koncentruje się przede wszystkim na projektach cyfrowych o krótkim horyzoncie zwrotu, podczas gdy technologie dual-use wymagają wieloletnich nakładów inwestycyjnych oraz długotrwałego procesu walidacji.

Obok klasycznych zawodności rynku analiza materiału badawczego wskazuje na równie istotne zjawisko zawodności regulacyjnej. Obejmuje ono sytuacje, w których obowiązujące

przepisy prawa lub sposób ich stosowania prowadzą do ograniczenia innowacyjności mimo realizacji uzasadnionych celów publicznych. Najważniejszym problemem pozostaje rozproszenie kompetencji regulacyjnych między liczne organy administracji publicznej. Technologie dual-use podlegają jednocześnie regulacjom pozostającym we właściwości ministerstw, urzędów i instytucji: MRiT¹⁷, MON¹⁸, MSWiA¹⁹, ULC²⁰, PAŻP²¹, UKE²², UODO²³, ABW²⁴, GUM²⁵ oraz szeregu innych instytucji. Brak mechanizmów koordynacyjnych powoduje, że przedsiębiorca samodzielnie identyfikuje właściwe organy, prowadzi równoległe postępowania administracyjne i ponosi pełne ryzyko błędnej interpretacji przepisów. Drugim elementem zawodności regulacyjnej jest nadmierna sekwencyjność procedur administracyjnych. Obowiązujące przepisy wymagają często uzyskania wielu decyzji wydawanych kolejno przez różne organy, co wydłuża proces rozwoju technologii nawet o kilkanaście lub kilkadziesiąt miesięcy. Kolejnym problemem jest brak mechanizmów umożliwiających eksperymentowanie regulacyjne. Obowiązujące regulacje zostały zaprojektowane przede wszystkim z myślą o technologiach już funkcjonujących na rynku, podczas gdy rozwiązania znajdujące się na niższych poziomach TRL nie posiadają dedykowanych procedur umożliwiających ich bezpieczne testowanie.

¹⁷ Ministerstwo Rozwoju i Technologii, *Działania ministerstwa*, <https://www.gov.pl/web/rozwój-technologia/dzialania-ministerstwa> [dostęp: 20.07.2026]; zob. także rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 16 maja 2024 r. w sprawie szczegółowego zakresu działania Ministra Rozwoju i Technologii (Dz.U. 2024 poz. 739).

¹⁸ Ministerstwo Obrony Narodowej, *Misja/zadania*, <https://www.gov.pl/web/obrona-narodowa/misja-zadania> [dostęp: 20.07.2026]; rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 16 maja 2024 r. w sprawie szczegółowego zakresu działania Ministra Obrony Narodowej (Dz.U. 2024 poz. 738).

¹⁹ Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i Administracji, *MSWiA*, <https://www.gov.pl/web/mswia/mswia> [dostęp: 20.07.2026]; zob. także: rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 24 lipca 2025 r. w sprawie szczegółowego zakresu działania Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji (Dz.U. 2025 poz. 999).

²⁰ Urząd Lotnictwa Cywilnego, <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/urząd-lotnictwa-cywilnego> [dostęp: 20.07.2026]; zob. także ustawę z dnia 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze (tj. Dz.U. z 2025 r. poz. 1795 ze zm.).

²¹ Polska Agencja Żeglugi Powietrznej, <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/polska-agencja-zezlugi-powietrznej> [dostęp: 20.07.2026]; zob. także ustawę z dnia 8 grudnia 2006 r. o Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej (tj. Dz.U. z 2025 r. poz. 1267).

²² Urząd Komunikacji Elektronicznej, *O nas*, <https://www.uke.gov.pl/o-nas/> [dostęp: 20.07.2026]; zob. także ustawę z dnia 12 lipca 2024 r. – Prawo komunikacji elektronicznej (Dz.U. 2024 poz. 1221).

²³ Urząd Ochrony Danych Osobowych, *Strona główna UODO*, <https://uodo.gov.pl> [dostęp: 20.07.2026]; zob. także ustawę z dnia 10 maja 2018 r. o ochronie danych osobowych (tj. Dz.U. z 2019 r. poz. 1781) oraz rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. (RODO).

²⁴ Agencja Bezpieczeństwa Wewnętrznego, *Zadania ABW*, <https://www.abw.gov.pl/pl/o-abw/zadania> [dostęp: 20.07.2026]; zob. także ustawę z dnia 24 maja 2002 r. o Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego oraz Agencji Wywiadu (tj. Dz.U. z 2026 r. poz. 937).

²⁵ Główny Urząd Miar, *Zadania GUM*, <https://www.gum.gov.pl/pl/o-nas/zadania-gum/377.Zadania-GUM.html> [dostęp: 20.07.2026]; zob. także ustawę z dnia 11 maja 2001 r. – Prawo o miarach (tj. Dz.U. z 2022 r. poz. 2063 ze zm.).

Warsztaty wskazały również na znaczenie tzw. barier pragmatycznych, wynikających nie tyle z samej treści przepisów prawa, ile z praktyki ich stosowania przez administrację. Obejmują one brak jednolitych interpretacji, odmienne praktyki poszczególnych organów, niewystarczającą standaryzację dokumentacji oraz ograniczoną wymianę informacji między instytucjami. W konsekwencji przedsiębiorca doświadcza kumulacji ryzyk regulacyjnych, których nie jest w stanie oszacować na etapie planowania inwestycji. Niepewność regulacyjna staje się zatem jedną z głównych barier ograniczających rozwój technologii wysokiego ryzyka.

Rozwój technologii dual-use stanowi obecnie jeden z kluczowych elementów polityki bezpieczeństwa gospodarczego państw wysoko rozwiniętych. Zmiana charakteru współczesnych konfliktów zbrojnych, rosnące znaczenie sztucznej inteligencji, systemów autonomicznych, cyberbezpieczeństwa oraz technologii kosmicznych powodują, że granica między zastosowaniami cywilnymi i wojskowymi staje się coraz mniej wyraźna. Materiał zgromadzony podczas warsztatów jednoznacznie wskazuje, że dominującym kierunkiem transferu technologii jest obecnie model *spin-in*, polegający na adaptacji rozwiązań opracowanych pierwotnie dla rynku cywilnego do zastosowań wojskowych i bezpieczeństwa państwa. Oznacza to zmianę względem tradycyjnego modelu, w którym innowacje powstawały przede wszystkim w sektorze obronnym, a następnie znajdowały zastosowanie cywilne. Dla Polski szczególne znaczenie ma budowanie suwerenności technologicznej w odniesieniu do komponentów krytycznych, takich jak systemy autonomiczne, elektronika specjalistyczna, układy FPGA²⁶, sensory, technologie kwantowe oraz systemy komunikacji. Rozwijanie krajowych kompetencji w tych obszarach ogranicza zależność od dostawców z państw trzecich oraz wzmacnia odporność gospodarki na zakłócenia geopolityczne.

Sandbox Plus należy zatem postrzegać jako element budowy krajowej infrastruktury bezpieczeństwa technologicznego. Projekt integrujący politykę przemysłową, politykę innowacyjną oraz politykę bezpieczeństwa.

²⁶ FPGA (Field-Programmable Gate Array) – rekonfigurowalny układ scalony składający się z programowalnych bloków logicznych i połączeń między nimi, wykorzystywany do realizacji algorytmów cyfrowych, przetwarzania sygnałów, systemów wbudowanych oraz zastosowań wymagających wysokiej wydajności obliczeniowej. Zob. S. Brown, J. Rose, *FPGA and CPLD Architectures: A Tutorial*, „IEEE Design & Test of Computers” 1996, vol. 13, nr 2, s. 42–57.

1.3. Spójność z europejskim i krajowym otoczeniem regulacyjnym

Projekt Sandbox Plus pozostaje spójny z kierunkiem ewolucji europejskiej polityki przemysłowej, która coraz silniej akcentuje potrzebę łączenia konkurencyjności gospodarki z bezpieczeństwem ekonomicznym oraz odpornością technologiczną. Model proponowany w projekcie realizuje rekomendacje OECD²⁷ dotyczące stosowania piaskownic regulacyjnych jako instrumentu umożliwiającego jednocześnie testowanie technologii oraz doskonalenie otoczenia regulacyjnego²⁸. Jednocześnie pozostaje zgodny z filozofią AI Act²⁹, którego motyw 1 oraz art. 1 wskazują wspieranie innowacji jako jeden z podstawowych celów regulacji, przy jednoczesnym zapewnieniu wysokiego poziomu ochrony praw podstawowych i bezpieczeństwa. Projekt nie stanowi jednak implementacji piaskownicy z art. 57 AI Act, lecz odrębny instrument dedykowany technologiom dual-use, komplementarny wobec krajowych piaskownic AI. Ponadto założenia Sandbox Plus pozostają zgodne z kierunkami wyznaczanymi przez programy NATO DIANA³⁰, NATO Innovation Fund (NIF)³¹ oraz europejskie inicjatywy wzmacniające odporność przemysłową i technologiczną państw członkowskich.

W konsekwencji Sandbox Plus powinien być traktowany jako projekt strategiczno-wdrożeniowy, gdyż jednocześnie przygotowuje technologie do kolejnych etapów rozwoju, buduje zdolności administracji i generuje materiał do oceny skutków regulacji. Takie ujęcie determinuje fazową strukturę projektu przedstawioną w dalszej części raportu.

²⁷ Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), *About OECD*, <https://www.oecd.org> [dostęp: 20.07.2026].

²⁸ OECD (2025), *Regulatory sandbox toolkit: A comprehensive guide for regulators to establish and manage regulatory sandboxes effectively*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/de36fa62-en>; COM/GOV/RPC/DSTI/STP/BNCT(2024)1/FINAL.

²⁹ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1689 z dnia 13 czerwca 2024 r. ustanawiające zharmonizowane przepisy dotyczące sztucznej inteligencji oraz zmieniające rozporządzenia (WE) nr 300/2008, (EU) nr 167/2013, (EU) nr 168/2013, (EU) 2014/104, (EU) 2015/755, (EU) 2016/796 i dyrektywę 2013/32/EU (akt w sprawie sztucznej inteligencji). Dz.U. L z 2024 r., Nr 1689 – dalej AI Act.

³⁰ <https://www.diana.nato.int/> [dostęp: 20.07.2026].

³¹ <https://www.nif.fund/> [dostęp: 20.07.2026].

II. UWARUNKOWANIA GEOSTRATEGICZNE I POLITYKA PRZEMYSŁOWA

2.1. Zmiana środowiska bezpieczeństwa i geopolityka technologii

Podjęcie projektu Sandbox Plus wynika nie tylko z potrzeb krajowego ekosystemu innowacji, ale przede wszystkim z głębokiej zmiany środowiska bezpieczeństwa międzynarodowego oraz sposobu prowadzenia globalnej konkurencji gospodarczej. W ostatniej dekadzie technologia stała się jednym z podstawowych instrumentów budowania przewagi strategicznej państw, a zdolność do szybkiego opracowywania, testowania oraz wdrażania technologii krytycznych zaczęła być postrzegana jako element bezpieczeństwa narodowego, odporności gospodarki oraz suwerenności państwowej. Konkurencja między największymi gospodarkami świata coraz rzadziej dotyczy wyłącznie kosztów produkcji lub dostępu do surowców. Jej osią stała się zdolność do tworzenia własnych technologii przełomowych (*breakthrough technologies*), kontroli nad globalnymi łańcuchami dostaw oraz szybkiego wdrażania wyników badań do praktyki gospodarczej i obronnej. W tym kontekście technologie dual-use przestały być niszowym segmentem przemysłu obronnego, stając się jednym z podstawowych obszarów rywalizacji geopolitycznej. Zmianę tę dodatkowo przyspieszyły doświadczenia ostatnich lat, obejmujące pandemię COVID-19³², agresję Federacji Rosyjskiej przeciwko Ukrainie, narastającą rywalizację technologiczną między Stanami Zjednoczonymi i Chinami oraz zakłócenia światowych łańcuchów dostaw półprzewodników, komponentów elektronicznych i surowców krytycznych. Wydarzenia te unaocznily, że bezpieczeństwo państwa nie może być analizowane wyłącznie przez pryzmat potencjału militarnego, lecz obejmuje również zdolność do utrzymania własnych kompetencji przemysłowych, infrastruktury badawczej oraz suwerennych zdolności technologicznych.

Warsztaty przeprowadzone w ramach projektu Sandbox Plus potwierdziły, że przedstawiciele administracji publicznej, przemysłu oraz środowisk naukowych postrzegają obecny moment jako okres przełomowy, wymagający zasadniczej zmiany podejścia państwa do wspierania innowacji. Dotychczasowy model oparty przede wszystkim na finansowaniu badań i rozwoju nie odpowiada już na wyzwania wynikające z konieczności szybkiego przechodzenia od badań laboratoryjnych do wdrożeń operacyjnych oraz komercjalizacji technologii. W

³² World Health Organization, *Coronavirus Disease (COVID-19)*, <https://www.who.int/health-topics/coronavirus> [dostęp: 20.07.2026]. WHO definiuje COVID-19 jako chorobę zakaźną wywołowaną przez wirusa SARS-CoV-2.

konsekwencji projekt Sandbox Plus należy rozpatrywać jako element budowy krajowej odporności technologicznej (*technological resilience*), a nie wyłącznie instrument wspierania przedsiębiorczości.

Przez ponad trzy dekady dominującym paradygmatem rozwoju gospodarczego była globalizacja oparta na maksymalizacji efektywności ekonomicznej i optymalizacji kosztów produkcji. Rozwój technologii następował w ramach globalnych łańcuchów wartości, a państwa koncentrowały się przede wszystkim na tworzeniu korzystnych warunków inwestycyjnych. Obecnie model ten ulega zasadniczej przebudowie. Coraz większego znaczenia nabierają pojęcia suwerenność technologiczna (*technological sovereignty*), bezpieczeństwo ekonomiczne (*economic security*), autonomia strategiczna (*strategic autonomy*) oraz odporność (*resilience*), które oznaczają zdolność państwa do utrzymania kontroli nad kluczowymi technologiami, komponentami i infrastrukturą krytyczną. Technologie takie jak:

- sztuczna inteligencja,
- systemy autonomiczne,
- technologie kwantowe,
- półprzewodniki,
- systemy satelitarne,
- cyberbezpieczeństwo,
- zaawansowana elektronika,
- technologie kosmiczne,

stały się jednocześnie fundamentem rozwoju gospodarczego oraz bezpieczeństwa narodowego. Oznacza to, że polityka innowacyjna przestaje być wyłącznie elementem polityki gospodarczej, stając się integralną częścią polityki bezpieczeństwa państwa. W konsekwencji państwa rozwinięte odchodzą od modelu neutralności technologicznej na rzecz aktywnej polityki przemysłowej, obejmującej inwestycje publiczne, rozwój infrastruktury badawczej, instrumenty finansowe, uproszczenie procedur regulacyjnych oraz budowę wyspecjalizowanych środowisk testowych. Sandbox Plus wpisuje się w ten nowy paradygmat jako instrument umożliwiający jednocześnie wzmacnianie konkurencyjności gospodarki i bezpieczeństwa państwa.

2.2. Ekosystem NATO i europejskie instrumenty obronne

Jednym z najważniejszych punktów odniesienia dla projektu Sandbox Plus jest program DIANA (*Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic*), uruchomiony przez NATO³³ w odpowiedzi na rosnącą przewagę państw inwestujących w technologie przełomowe. Model DIANA odchodzi od tradycyjnego sposobu pozyskiwania uzbrojenia, zakładając aktywne poszukiwanie innowacji powstających w sektorze cywilnym. Kluczowym założeniem programu jest identyfikowanie technologii już na wczesnym etapie rozwoju oraz zapewnienie przedsiębiorcom dostępu do infrastruktury testowej, mentorów, finansowania oraz przyszłych odbiorców technologii. Istotą DIANA nie jest wyłącznie finansowanie projektów badawczych, lecz stworzenie kompletnego środowiska umożliwiającego przechodzenie między kolejnymi poziomami gotowości technologicznej (TRL), aż do wdrożeń operacyjnych. Wnioski z programu DIANA wskazują, że największą wartość dla innowatorów stanowi nie sam grant finansowy, lecz możliwość prowadzenia testów w rzeczywistych warunkach operacyjnych, uzyskania informacji zwrotnej od przyszłych użytkowników oraz równoległego przygotowania technologii do certyfikacji³⁴. Projekt Sandbox Plus rozwija tę koncepcję, rozszerzając ją o dodatkowy komponent – walidację regulacyjną, która w modelu NATO nie stanowi odrębnego przedmiotu analizy.

Komplementarnym elementem ekosystemu NATO jest NIF, dysponujący kapitałem przekraczającym 1 mld euro, przeznaczonym na finansowanie przedsiębiorstw rozwijających technologie o znaczeniu strategicznym dla bezpieczeństwa państw członkowskich. Model działania funduszu opiera się na założeniu, że technologie przełomowe wymagają cierpliwego kapitału (*patient capital*), który akceptuje dłuższy okres zwrotu inwestycji oraz podwyższony poziom ryzyka technologicznego. Analiza doświadczeń NIF prowadzi do dwóch istotnych wniosków dla projektu Sandbox Plus. Po pierwsze, skuteczne wsparcie technologii dual-use wymaga integracji instrumentów finansowych z instrumentami regulacyjnymi. Finansowanie nie przyniesie oczekiwanych efektów, jeżeli przedsiębiorcy nadal będą napotykać bariery administracyjne uniemożliwiające testowanie i wdrażanie rozwiązań. Po drugie, państwo powinno aktywnie ograniczać ryzyko regulacyjne przedsięwzięć technologicznych. Sandbox Plus

³³ North Atlantic Treaty Organization, *What is NATO?*, <https://www.nato.int/en/what-is-nato> [dostęp: 20.07.2026].; zob. także Traktat Północnoatlantycki, sporządzony w Waszyngtonie dnia 4 kwietnia 1949 r. (Dz.U. z 2000 r. Nr 87, poz. 970).

³⁴ <https://www.diana.nato.int/about-diana.html> [dostęp: 20.07.2026].

realizuje właśnie tę funkcję, zmniejszając niepewność prawną projektów jeszcze przed etapem komercjalizacji.

Dodatkowym punktem odniesienia dla projektu Sandbox Plus jest ogłoszona przez Komisję Europejską inicjatywa ReArm Europe³⁵. Jej założenia oznaczają zasadniczą zmianę podejścia Unii Europejskiej do polityki bezpieczeństwa oraz rozwoju przemysłu obronnego. Jej celem jest zwiększenie zdolności produkcyjnych europejskiego przemysłu, skrócenie czasu wdrażania nowych technologii oraz zwiększenie inwestycji w rozwiązania rozwijane przez przedsiębiorstwa europejskie. Nowy model zakłada, że bezpieczeństwo militarne nie może być budowane wyłącznie przez zakupy gotowych systemów uzbrojenia. Konieczne jest rozwijanie krajowych i europejskich kompetencji technologicznych oraz budowanie odporności przemysłowej. Sandbox Plus odpowiada na tę potrzebę przez stworzenie warunków umożliwiających szybsze przechodzenie technologii z laboratoriów do zastosowań operacyjnych oraz budowę krajowego portfela technologii strategicznych.

European Defence Fund³⁶ (EDF) wzmacnia współpracę państw członkowskich w zakresie badań i rozwoju technologii obronnych, finansując projekty realizowane przez międzynarodowe konsorcja. Doświadczenia EDF pokazują jednak, że największą przeszkodą nie jest brak środków finansowych, lecz ograniczona zdolność przedsiębiorstw – zwłaszcza MŚP³⁷ – do osiągnięcia poziomu dojrzałości technologicznej umożliwiającego udział w międzynarodowych projektach. Sandbox Plus może pełnić funkcję krajowego mechanizmu przygotowującego przedsiębiorstwa do uczestnictwa w EDF przez zapewnienie wcześniejszej walidacji technologicznej, regulacyjnej i organizacyjnej.

³⁵ https://commission.europa.eu/topics/defence/future-european-defence_en [[dostęp: 20.07.2026].

³⁶ https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-defence-industry/european-defence-fund-edf-official-webpage-european-commission_en [dostęp: 20.07.2026].

³⁷ MŚP (małe i średnie przedsiębiorstwa) – kategoria przedsiębiorstw wyodrębniona na podstawie liczby zatrudnionych pracowników oraz wielkości obrotu lub sumy bilansowej. Zgodnie z definicją Komisji Europejskiej do sektora MŚP zalicza się przedsiębiorstwa zatrudniające mniej niż 250 pracowników oraz osiągające roczny obrót nieprzekraczający 50 mln euro lub roczną sumę bilansową nieprzekraczającą 43 mln euro. Komisja Europejska. (2003). Zalecenie Komisji 2003/361/WE z dnia 6 maja 2003 r. dotyczące definicji przedsiębiorstw mikro, małych i średnich. Dokument ten stanowi podstawową i powszechnie stosowaną w badaniach naukowych oraz politykach publicznych definicję MŚP w Unii Europejskiej.

2.3. Suwerenność technologiczna i europejska konkurencyjność

Jednym z najważniejszych wyzwań ujawnionych podczas warsztatów była zależność polskiego sektora technologii dual-use od importowanych komponentów elektronicznych, w szczególności półprzewodników, układów FPGA, sensorów oraz zaawansowanych systemów komunikacyjnych. Wnioski te pozostają w pełni zgodne z celami European Chips Act³⁸, którego podstawowym założeniem jest odbudowa europejskich zdolności projektowania i produkcji półprzewodników oraz ograniczenie zależności od dostawców spoza Unii Europejskiej. Warsztaty wskazały, że suwerenność technologiczna nie może być rozumiana wyłącznie jako zdolność do projektowania końcowego produktu. Obejmuje ona cały łańcuch wartości – od projektowania komponentów, przez rozwój oprogramowania, integrację systemową, aż po utrzymanie i serwisowanie infrastruktury. Szczególnie krytyczna pozostaje zależność od importowanych silników bezszczotkowych, modułów łączności szyfrowanej, czujników nawigacyjnych, kamer termowizyjnych, akumulatorów o wysokiej gęstości energii oraz specjalizowanych układów FPGA i ASIC, których brak może uniemożliwić funkcjonowanie krajowych systemów bezzałogowych. W tym kontekście Sandbox Plus powinien premiować projekty zwiększające krajową i europejską suwerenność komponentową oraz rozwój krajowych zdolności integracyjnych.

Raport przygotowany przez Mario Dragiego³⁹ wskazuje, że głównym zagrożeniem dla Europy jest malejąca zdolność do komercjalizacji własnych innowacji. Europa pozostaje światowym liderem badań naukowych, jednak znacząca część opracowanych technologii jest komercjalizowana poza Unią Europejską. Raport podkreśla potrzebę radykalnego uproszczenia otoczenia regulacyjnego, zwiększenia inwestycji publicznych oraz budowy silniejszych powiązań między nauką, przemysłem i administracją. Sandbox Plus odpowiada na wszystkie te wyzwania przez stworzenie zintegrowanego środowiska wspierającego przejście od badań do wdrożeń oraz wykorzystującego doświadczenia uczestników do projektowania lepszych regulacji.

³⁸ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1781 z dnia 13 września 2023 r. ustanawiające ramy środków na rzecz wzmocnienia europejskiego ekosystemu półprzewodników oraz zmieniające rozporządzenie (UE) 2021/694 (akt w sprawie czipów) (Dz.U. L z 2023 r., Nr 229, s. 1).

³⁹ M. Draghi, *The future of European competitiveness. Part A | A competitiveness strategy for Europe*, https://commission.europa.eu/document/download/97e481fd-2dc3-412d-be4c-f152a8232961_en?filename=The%20future%20of%20European%20competitiveness%20_%20A%20competitiveness%20strategy%20for%20Europe.pdf [dostęp: 20.07.2026].

Raport Enrica Letty⁴⁰ akcentuje potrzebę budowy rzeczywiście jednolitego rynku dla innowacyjnych przedsiębiorstw oraz eliminacji barier regulacyjnych utrudniających rozwój technologii w państwach członkowskich. Wskazuje on, że rozproszenie krajowych regulacji oraz brak interoperacyjności procedur prowadzi do ograniczenia konkurencyjności europejskich przedsiębiorstw. Sandbox Plus wpisuje się w te rekomendacje przez tworzenie rozwiązań możliwych do standaryzacji oraz późniejszego wykorzystania w europejskich sieciach piaskownic regulacyjnych.

Strategia AI Continent⁴¹ oraz rozwój europejskiej sieci AI Factories⁴² oznaczają przejście od wspierania pojedynczych projektów badawczych do budowy trwałej infrastruktury obliczeniowej i organizacyjnej dla rozwoju sztucznej inteligencji. W ramach tej koncepcji kluczową rolę odgrywają wysokowydajne zasoby obliczeniowe (HPC), wspólne przestrzenie danych oraz centra kompetencji umożliwiające rozwój i testowanie zaawansowanych modeli AI. Warsztaty dotyczące założeń programu Sandbox Plus potwierdziły zasadność wykorzystania krajowej infrastruktury HPC, w tym platform PIAST-AI⁴³ i Gaia AI Factory⁴⁴, jako podstawowego środowiska prowadzenia cyfrowej walidacji technologii przed rozpoczęciem kosztownych testów fizycznych. Model Digital First, oparty na wykorzystaniu cyfrowych bliźniaków (*Digital Twins*), pozwala ograniczyć koszty walidacji nawet o 30–70%, przy jednoczesnym zwiększeniu bezpieczeństwa testów oraz skróceniu czasu dojścia do wyższych poziomów TRL. Takie podejście odpowiada kierunkowi rozwoju europejskiej infrastruktury AI oraz wzmacnia interoperacyjność krajowych projektów z inicjatywami realizowanymi na poziomie Unii Europejskiej.

Przyjęta przez Komisję Europejską New European Innovation Agenda⁴⁵ wskazuje na konieczność budowania regionalnych ekosystemów innowacji, wspierania startupów deep-tech, zwiększenia dostępności finansowania wysokiego ryzyka oraz tworzenia nowych modeli

⁴⁰ E. Letta, *Much more than a market – Speed, Security, Solidarity Empowering the Single Market to deliver a sustainable future and prosperity for all EU Citizens*, <https://www.consilium.europa.eu/media/ny3j24sm/much-more-than-a-market-report-by-enrico-letta.pdf> [dostęp: 20.07.2026].

⁴¹ Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions AI Continent Action Plan, COM(2025) 165 final.

⁴² https://www.eurohpc-ju.europa.eu/ai-factories_en [dostęp: 20.07.2026].

⁴³ <https://www.pcss.pl/piast-ai/> [dostęp: 20.07.2026].

⁴⁴ <https://www.cyfronet.pl/pl/projects/initiatives/eurohpc-ju/gaia-ai-factory> [dostęp: 20.07.2026].

⁴⁵ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/support-policy-making/shaping-eu-research-and-innovation-policy/new-european-innovation-agenda_en [dostęp: 20.07.2026].

współpracy między sektorem publicznym i prywatnym. Projekt Sandbox Plus wpisuje się bezpośrednio w te cele, tworząc brakującą warstwę regulacyjno-instytucjonalną między finansowaniem badań a wdrożeniami rynkowymi oraz integrując działania administracji, nauki i przemysłu.

2.4. Spójność z polskimi politykami bezpieczeństwa i rozwoju AI

Założenia Sandbox Plus pozostają zgodne z celami określonymi w Strategii Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej⁴⁶, która wskazuje rozwój krajowego potencjału naukowo-technologicznego, zwiększenie odporności państwa oraz wzmacnianie krajowego przemysłu obronnego jako jedne z podstawowych kierunków działań państwa. Projekt wspiera również rozwój krajowej odporności infrastrukturalnej, zwiększenie bezpieczeństwa łańcuchów dostaw oraz rozwój zdolności do samodzielnego projektowania i wdrażania technologii o znaczeniu strategicznym.

Sandbox Plus pozostaje komplementarny wobec celów procedowanej Polityki rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce do 2030 roku⁴⁷, której priorytetami są: rozwój kompetencji, infrastruktury obliczeniowej, współpracy nauki z biznesem oraz zwiększenie wykorzystania AI w gospodarce i administracji publicznej. Jednocześnie projekt rozszerza perspektywę Polityki przez objęcie wsparciem nie tylko systemów AI, lecz całego ekosystemu technologii dual-use, integrując zagadnienia sztucznej inteligencji z systemami autonomicznymi, cyberbezpieczeństwem, elektroniką specjalistyczną, technologiami kosmicznymi i zaawansowanymi rozwiązaniami przemysłowymi. Dzięki temu Sandbox Plus może stać się jednym z instrumentów operacjonalizacji krajowej polityki rozwoju sztucznej inteligencji w obszarach o najwyższym znaczeniu dla bezpieczeństwa państwa i konkurencyjności gospodarki.

⁴⁶ <https://www.gov.pl/web/premier/strategia-bezpieczenstwa-narodowego-rzeczypospolitej-polskiej> [dostęp: 20.07.2026].

⁴⁷ <https://www.gov.pl/web/premier/projekt-uchwaly-rady-ministrow-w-sprawie-ustanowienia-polityki-rozwoju-sztucznej-inteligencji-w-polsce-do-2030-roku> [dostęp: 20.07.2026]; treść projektu zob. <https://www.gov.pl/attachment/5fd7430e-4dff-496b-8c81-a1bcd5af61d6> [dostęp: 20.07.2026].

Tabela 2. Strategiczne punkty odniesienia dla Sandbox Plus

Instrument lub dokument	Znaczenie dla projektu	Element wymagający operacjonalizacji w Polsce
NATO DIANA	Dostęp do akceleracji, mentorów i sieci ośrodków testowych	Krajowa ścieżka przygotowania technologii i uznawania wyników
NATO Innovation Fund	Kapitał dla technologii o długim horyzoncie rozwoju	Ograniczenie ryzyka regulacyjnego przed etapem inwestycyjnym
ReArm Europe/europejska gotowość obronna	Zwiększanie zdolności przemysłowych i skracanie czasu wdrożeń	Portfel krajowych demonstratorów oraz szybka ścieżka walidacji
European Defence Fund	Międzynarodowe projekty badawczo-rozwojowe	Przygotowanie MŚP do udziału w konsorcjach i certyfikacji
European Chips Act	Ograniczenie zależności komponentowej	Premiowanie krajowych i europejskich komponentów krytycznych
AI Factories i infrastruktura HPC	Dostęp do mocy obliczeniowej i testowania modeli	Ścieżka Digital First, cyfrowe bliźniaki i bezpieczne środowiska danych
Strategie krajowe	Odporność, bezpieczeństwo i rozwój kompetencji technologicznych	Powiązanie polityki innowacyjnej, przemysłowej i obronnej

III. METODYKA I PODSTAWA DOWODOWA

3.1. Projekt badawczy i podejście *evidence-based policy*

Projekt Sandbox Plus został opracowany zgodnie z zasadami współczesnego projektowania polityk publicznych (*public policy design*), opartych na podejściu *evidence-based policy*, zakładającym wykorzystanie zweryfikowanych danych empirycznych jako podstawy formułowania rekomendacji instytucjonalnych i legislacyjnych. Odejście od modelu polityk opartych wyłącznie na ekspertyzach lub intuicji decydentów stanowi obecnie jeden z podstawowych kierunków rozwoju administracji publicznej państw OECD oraz Unii Europejskiej. W przypadku projektów dotyczących technologii przełomowych, których dynamika rozwoju znacząco wyprzedza tempo zmian legislacyjnych, podejście *evidence-based* nabiera szczególnego znaczenia, umożliwiając projektowanie regulacji odpowiadających rzeczywistym potrzebom rynku oraz administracji. Metodyka zastosowana w projekcie została podporządkowana trzem podstawowym celom badawczym: 1) identyfikacji rzeczywistych barier rozwoju technologii dual-use, obejmujących bariery regulacyjne, proceduralne, organizacyjne, infrastrukturalne i finansowe; 2) wypracowaniu modelu instytucjonalnego piaskownicy regulacyjnej, odpowiadającego specyfice polskiego systemu administracji publicznej; 3) opracowaniu materiału dowodowego umożliwiającego przygotowanie przyszłych zmian legislacyjnych oraz stworzenie podstaw dla horyzontalnego modelu piaskownic regulacyjnych w Polsce. Przyjęta metodologia zakładała odejście od klasycznego modelu konsultacji społecznych, których rezultatem są najczęściej deklaratywne stanowiska poszczególnych interesariuszy. Zamiast tego zastosowano model iteracyjnego gromadzenia i weryfikacji wiedzy, w którym kolejne etapy projektu służyły pogłębianiu analiz, konfrontowaniu stanowisk różnych środowisk oraz systematycznej walidacji formułowanych hipotez. Takie podejście pozwoliło nie tylko zidentyfikować problemy, lecz również określić ich przyczyny systemowe oraz konsekwencje dla funkcjonowania krajowego ekosystemu innowacji. Projekt ma charakter interdyscyplinarny, integrując perspektywę nauk prawnych, nauk o zarządzaniu, polityk publicznych, ekonomii innowacji, inżynierii systemów autonomicznych, bezpieczeństwa państwa oraz zarządzania technologią. Takie podejście było konieczne z uwagi na specyfikę technologii dual-use, które funkcjonują jednocześnie w wielu reżimach regulacyjnych oraz angażują szerokie spektrum instytucji publicznych i prywatnych.

Centralnym założeniem projektu jest zastosowanie metodologii *evidence-based policy*⁴⁸, zgodnie z którą decyzje dotyczące projektowania instrumentów publicznych powinny być oparte na możliwie szerokim materiale dowodowym, obejmującym zarówno dane ilościowe, jak i jakościowe, wyniki konsultacji społecznych, doświadczenia praktyczne oraz analizy porównawcze. W przeciwieństwie do tradycyjnego modelu legislacji, w którym projekt regulacji powstaje przed rozpoczęciem dialogu z interesariuszami, metodologia Sandbox Plus zakładała odwrócenie tej sekwencji. Punktem wyjścia nie był projekt ustawy ani gotowe rozwiązania instytucjonalne, lecz identyfikacja rzeczywistych problemów zgłaszanych przez uczestników rynku oraz ich konfrontacja z doświadczeniami administracji publicznej. Przyjęcie takiego modelu pozwoliło ograniczyć ryzyko projektowania regulacji nieadekwatnych do potrzeb praktyki gospodarczej. Jednocześnie umożliwiło przeprowadzenie swoistego eksperymentu regulacyjnego *ex ante*, polegającego na testowaniu różnych wariantów rozwiązań organizacyjnych jeszcze przed rozpoczęciem procesu legislacyjnego. W efekcie raport końcowy nie stanowi jedynie podsumowania konsultacji, lecz jest rezultatem wieloetapowego procesu analitycznego prowadzącego do sformułowania rekomendacji posiadających charakter operacyjny oraz legislacyjny. Tak rozumiana metodologia odpowiada współczesnym standardom tworzenia polityk publicznych promowanym przez OECD, Komisję Europejską oraz administracje państw rozwiniętych.

3.2. Źródła, triangulacja i analiza jakościowa

Jednym z podstawowych elementów zapewniających wiarygodność wyników raportu było zastosowanie triangulacji źródeł informacji, rozumianej jako wykorzystanie wielu komplementarnych materiałów badawczych umożliwiających wzajemną weryfikację uzyskiwanych wyników. Materiał analityczny obejmował pięć podstawowych grup źródeł: 1) dokumentację założeń projektu oraz materiały programowe przygotowane przez Ministerstwo Rozwoju i Technologii; 2) wyniki pre-konsultacji publicznych przeprowadzonych z udziałem ponad 100 przedstawicieli przedsiębiorstw, administracji, środowisk naukowych oraz organizacji otoczenia biznesu, poddane analizie z wykorzystaniem infrastruktury AI Factory w Poznańskim Centrum Superkomputerowo-Sieciowym; 3) materiały z 8 warsztatów eksperckich realizowanych przez Grupę Ekspercką Poliversum oraz 2 spotkań dyskusyjnych prowadzonych

⁴⁸ OECD, *Building Capacity for Evidence-Informed Policy-Making: Lessons from Country Experiences*, OECD Public Governance Reviews, OECD Publishing, Paris 2020, s. 13.

przez MRiT; 4) raport końcowy Grupy Ekspertkiej Poliversum stanowiący syntezę prac warsztatowych; 5) wywiady oraz konsultacje prowadzone z przedstawicielami administracji publicznej i instytucji badawczych, w tym Urzędu Lotnictwa Cywilnego, Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej, Urzędu Patentowego RP, Urzędu Komunikacji Elektronicznej oraz Ośrodka Systemów Autonomicznych.

Tak skonstruowana baza źródłowa umożliwiła ograniczenie ryzyka błędów wynikających z wykorzystania pojedynczego źródła informacji. Dane pochodzące z ankiet były konfrontowane z materiałem jakościowym uzyskanym podczas warsztatów, natomiast wnioski ekspertów podlegały weryfikacji z perspektywy administracji publicznej oraz uczestników rynku. Dzięki temu możliwe było odróżnienie problemów incydentalnych od barier o charakterze systemowym. Triangulacja obejmowała nie tylko źródła danych, lecz również perspektywy analityczne. Każdy problem oceniano równocześnie z punktu widzenia przedsiębiorców, regulatorów, instytucji badawczych, integratorów przemysłowych oraz potencjalnych odbiorców technologii, co pozwoliło zidentyfikować rozbieżności interesów oraz obszary wymagające wypracowania kompromisu instytucjonalnego.

Projekt opiera się przede wszystkim na metodach analizy jakościowej, umożliwiających identyfikację mechanizmów funkcjonowania ekosystemu innowacji oraz przyczyn występowania poszczególnych barier regulacyjnych. Zastosowanie wyłącznie metod ilościowych byłoby niewystarczające z uwagi na złożoność analizowanego problemu oraz stosunkowo niewielką liczbę podmiotów posiadających doświadczenie w rozwijaniu technologii dual-use. Analiza materiału badawczego prowadzona była w kilku etapach. W pierwszej kolejności dokonano porządkowania oraz analizy materiałów pochodzących z warsztatów i pre-konsultacji. Następnie przeprowadzono proces kodowania tematycznego, polegający na identyfikacji powtarzających się kategorii problemów, barier oraz rekomendacji. Zidentyfikowane zagadnienia zostały następnie pogrupowane według jednolitej macierzy analitycznej obejmującej:

- stan obecny,
- obowiązujące regulacje,
- zidentyfikowane luki prawne,
- bariery dla przedsiębiorców,
- wpływ na poziom gotowości technologicznej (TRL),

- możliwe rozwiązania organizacyjne,
- benchmark zagraniczny,
- priorytet wdrożeniowy.

Takie podejście pozwoliło przełożyć rozproszone doświadczenia uczestników projektu na uporządkowany materiał analityczny, stanowiący podstawę dalszych rekomendacji legislacyjnych i organizacyjnych.

Istotnym elementem projektu były pre-konsultacje publiczne, których celem było rozszerzenie perspektywy badawczej poza środowiska bezpośrednio uczestniczące w warsztatach eksperckich. Ankieta została skierowana do szerokiego grona interesariuszy reprezentujących administrację publiczną, przedsiębiorstwa, startupy, jednostki naukowe, organizacje branżowe oraz instytucje wspierające innowacje. Analiza wyników została przeprowadzona przez Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe z wykorzystaniem infrastruktury AI Factory, co umożliwiło identyfikację dominujących wzorców odpowiedzi oraz współwystępowania poszczególnych kategorii problemów. Zastosowanie narzędzi opartych na sztucznej inteligencji pozwoliło na przetworzenie dużej liczby wypowiedzi otwartych oraz ich automatyczną klasyfikację tematyczną. Najważniejszym rezultatem pre-konsultacji było potwierdzenie, że podstawową barierą rozwoju technologii dual-use pozostaje fragmentacja regulacyjna i instytucjonalna, wskazywana przez zdecydowaną większość respondentów jako główne źródło niepewności oraz wydłużania procesów wdrożeniowych. Wynik ten stanowił istotne potwierdzenie obserwacji formułowanych podczas warsztatów eksperckich oraz uzasadniał potrzebę stworzenia jednolitego mechanizmu koordynacji administracyjnej.

Jednym z najważniejszych źródeł wiedzy wykorzystanych w projekcie były materiały z ośmiu warsztatów eksperckich przeprowadzonych w okresie od kwietnia do maja 2026 r. Warsztaty zostały zaprojektowane jako proces iteracyjny, w którym kolejne spotkania nie powielały wcześniejszych ustaleń, lecz służyły pogłębianiu dyskusji oraz weryfikacji wcześniej sformułowanych hipotez. Analiza transkrypcji umożliwiła identyfikację nie tylko pojedynczych problemów zgłaszanych przez uczestników, lecz przede wszystkim mechanizmów ich powstawania oraz wzajemnych zależności między barierami technologicznymi, regulacyjnymi i organizacyjnymi. Szczególną uwagę poświęcono przypadkom, w których podobne problemy były wskazywane niezależnie przez przedstawicieli różnych środowisk, co pozwalało uznać je za

bariery systemowe. Materiały warsztatowe stanowiły również podstawę rekonstrukcji procesu decyzyjnego uczestników oraz identyfikacji obszarów wymagających dalszych analiz. Dzięki temu możliwe było zachowanie pełnej ścieżki audytowej między wypowiedziami uczestników a końcowymi rekomendacjami raportu, zwiększając przejrzystość procesu opracowania dokumentu.

3.3. Interesariusze i walidacja rekomendacji

Projekt Sandbox Plus zakłada szeroką identyfikację i analizę interesariuszy, wychodząc z założenia, że skuteczność piaskownicy regulacyjnej zależy od zdolności integrowania podmiotów reprezentujących odmienne kompetencje, interesy oraz odpowiedzialność instytucjonalną. Na potrzeby projektu wyróżniono następujące grupy interesariuszy: 1) administrację centralną odpowiedzialną za politykę innowacyjną, bezpieczeństwo oraz regulacje sektorowe; 2) organy nadzoru i regulatorów; 3) przedsiębiorstwa rozwijające technologie dual-use, w szczególności startupy i MŚP; 4) duże przedsiębiorstwa pełniące funkcję integratorów technologii; 5) jednostki naukowe i instytuty badawcze; operatorów infrastruktury badawczej; 6) instytucje finansujące badania i rozwój; 7) potencjalnych użytkowników końcowych technologii, w tym administrację publiczną oraz sektor obronny. Dla każdej z grup dokonano oceny wpływu na powodzenie projektu, poziomu zainteresowania, zakresu odpowiedzialności oraz potencjalnych konfliktów interesów. Analiza ta stała się podstawą projektowania przyszłego modelu zarządzania piaskownicą, w którym przewidziano rozdzielenie funkcji strategicznych, regulacyjnych i operacyjnych.

Końcowym etapem metodologii było przeprowadzenie wieloetapowego procesu walidacji zgromadzonego materiału badawczego oraz przygotowanych rekomendacji. Walidacja obejmowała zarówno ocenę poprawności ustaleń, jak i ich wykonalności organizacyjnej oraz legislacyjnej. Proces przebiegał w czterech komplementarnych etapach, które prezentuje poniższy schemat graficzny.

WALIDACJA REKOMENDACJI PROJEKTU SANDBOX PLUS



Schemat 1 – Proces walidacji założeń projektu pilotażowego Sandbox Plus.

Tak zaprojektowany proces walidacji pozwolił na przejście od identyfikacji problemów do sformułowania rekomendacji posiadających wysoki poziom wiarygodności, uzasadnienia empirycznego oraz potencjału wdrożeniowego. W rezultacie raport nie stanowi wyłącznie opisu istniejącego stanu rzeczy, lecz kompleksową podstawę dla dalszych prac legislacyjnych, organizacyjnych i operacyjnych nad wdrożeniem pilotażowego programu Sandbox Plus oraz docelowego modelu horyzontalnych piaskownic regulacyjnych w Polsce.

3.4. Zasady interpretacji materiału

Wnioski raportu należy odczytywać z rozróżnieniem między wynikami warsztatów, deklaracjami respondentów, ustaleniami instytucjonalnymi oraz rekomendacjami autorów. Powtarzalność problemu w wielu źródłach zwiększa jego wagę, lecz nie zastępuje analizy prawnej ani technicznej. W pilotażu każda bariera powinna zostać potwierdzona dokumentacją konkretnej sprawy i – jeżeli to możliwe – kontrolowanym testem rozwiązania alternatywnego.

Szczególne ograniczenia wynikają z małej liczby podmiotów posiadających doświadczenie w technologiach dual-use, heterogeniczności domen technologicznych oraz selekcyjnego charakteru konsultacji. Z tego względu rekomendacje ilościowe należy traktować jako założenia pilotażowe podlegające kalibracji, natomiast rekomendacje prawne i organizacyjne – jako hipotezy do zweryfikowania w działaniu.

Tabela 3. Macierz analizy materiału badawczego

Wymiar	Pytanie analityczne	Główne źródło dowodu
Technologia	Czy rozwiązanie jest wykonalne i jaki jest jego rzeczywisty TRL?	Raporty z badań, demonstracje, opinie ekspertów
Regulacja	Jaki obowiązek lub praktyka ogranicza test i jaki cel publiczny realizuje?	Przepisy, decyzje, korespondencja, stanowiska organów
Administracja	Który podmiot odpowiada za działanie i gdzie powstaje opóźnienie?	Mapy procesu, czasy obsługi, uzgodnienia międzyinstytucjonalne
Rynek i finansowanie	Czy bariera ogranicza inwestycję, komercjalizację lub skalowanie?	Dane przedsiębiorstw, inwestorów i integratorów
Bezpieczeństwo	Jakie ryzyko dotyczy państwa, użytkownika i łańcucha dostaw?	Oceny ryzyka, testy odporności, analiza kontroli eksportu
Wdrożenie	Jakie rozwiązanie może zostać zastosowane i w jaki sposób zmierzyć jego efekt?	Plan eksperymentu, KPI ⁴⁹ i monitoring <i>ex post</i>

⁴⁹ KPI (Key Performance Indicator, kluczowy wskaźnik efektywności) – mierzalny wskaźnik służący do oceny stopnia realizacji celów strategicznych lub operacyjnych organizacji. KPI umożliwia monitorowanie wyników, ocenę efektywności działań oraz wspieranie procesów decyzyjnych poprzez dostarczanie obiektywnych danych dotyczących osiągniętych rezultatów. Zob. T.T. Mtau, N.A. Rahul, *Optimizing Business Performance through KPI Alignment: A Comprehensive Analysis of Key Performance Indicators and Strategic Objectives*, „American Journal of Industrial and Business Management” 2024, vol. 14, s. 66–82. <https://doi.org/10.4236/ajibm.2024.141003>,

IV. CZTERY OBSZARY INTERWENCJI

Materiał badawczy uporządkowano w cztery wzajemnie zależne obszary: priorytety technologiczne, blokady systemowe, infrastrukturę walidacji oraz współpracę i własność intelektualną. Podział ma charakter analityczny. W praktyce każdy projekt przechodzi równocześnie przez wszystkie cztery warstwy, dlatego rekomendacje powinny być wdrażane jako jeden model operacyjny, a nie jako niezależne programy.

Tabela 4. Spójność czterech obszarów Sandbox Plus

Obszar	Główne pytanie	Podstawowy instrument	Rezultat
I. Mapa technologii	Które technologie i zastosowania mają znaczenie strategiczne?	Mapa priorytetów i demonstratory	Portfel projektów o mierzalnym potencjale dual-use
II. Blokady systemowe	Co uniemożliwia legalne i terminowe testowanie?	Hiperkonektor, One-Stop Shop i równoległe procedury	Skrócenie ścieżki administracyjnej
III. Infrastruktura i walidacja	Gdzie i według jakiej metodyki przeprowadzić test?	Sieć federacyjna, Digital First i AQAP-lite	Uznawalny pakiet dowodowy
IV. Współpraca i IP	Jak współpracować bez utraty praw i krajowej wartości?	Mapa IP, escrow, clean room i wzorcowe umowy	Bezpieczna industrializacja i komercjalizacja

4.1. Mapa drogowa technologii dual-use

4.1.1. Diagnoza i kierunek interwencji

Pierwszy blok warsztatowy koncentrował się na identyfikacji technologii, które powinny zostać objęte pilotażem Sandbox Plus. Analiza bardzo szybko wykazała, że zasadniczym problemem nie jest stworzenie katalogu konkretnych technologii, lecz przyjęcie właściwej filozofii ich rozwoju. Jeszcze kilkanaście lat temu dominował model, zgodnie z którym technologie wojskowe rozwijano w sektorze obronnym, a następnie adaptowano do zastosowań

cywilnych (*spin-off*)⁵⁰. Obecnie proces ten uległ odwróceniu. Rozwiązania z zakresu sztucznej inteligencji, autonomii, analityki danych, robotyki czy telekomunikacji powstają przede wszystkim w sektorze prywatnym, a następnie znajdują zastosowanie w systemach bezpieczeństwa państwa. Warsztaty potwierdziły, że właśnie ten model – określany jako *spin-in* – będzie dominował w kolejnych dekadach. Oznacza to fundamentalną zmianę roli administracji publicznej. Państwo nie może już ograniczać się wyłącznie do zamawiania gotowych rozwiązań technologicznych. Musi aktywnie uczestniczyć w procesie ich dojrzewania, tworząc środowisko umożliwiające testowanie, certyfikację oraz stopniowe wdrażanie nowych technologii jeszcze przed osiągnięciem pełnej dojrzałości rynkowej. Sandbox Plus ma pełnić właśnie taką funkcję. Nie jest instrumentem finansowania badań, lecz mechanizmem skracającym drogę między laboratorium a użytkownikiem końcowym.

Analiza materiału badawczego wskazuje, że Polska dysponuje znacznym potencjałem badawczo-rozwojowym w obszarze technologii wysokich, jednak potencjał ten nie przekłada się proporcjonalnie na liczbę wdrożeń. Przyczyny mają charakter systemowy. Po pierwsze, rozwój technologii dual-use przebiega obecnie szybciej niż proces dostosowywania regulacji. Średni cykl rozwoju nowoczesnych algorytmów sztucznej inteligencji liczony jest w miesiącach, podczas gdy proces zmian legislacyjnych obejmuje często kilka lat. W rezultacie przedsiębiorcy projektują rozwiązania funkcjonujące w otoczeniu regulacyjnym zaprojektowanym dla technologii poprzedniej generacji. Po drugie, technologie dual-use bardzo rzadko mieszczą się w granicach jednego sektora administracji. Przykładowo autonomiczny system transportu medycznego wykorzystujący bezzałogowy statek powietrzny podlega jednocześnie:

- prawu lotniczemu,
- przepisom dotyczącym cyberbezpieczeństwa,
- regulacjom dotyczącym AI,
- prawu komunikacji elektronicznej,
- regulacjom dotyczącym wyrobów medycznych,
- zasadom ochrony danych,

⁵⁰ X. Cao, X. Yang, L. Zhang, *Conversion of Dual-Use Technology: A Differential Game Analysis under the Civil-Military Integration*, „Symmetry” 2020, vol. 12, nr 11, s. 1861. <https://doi.org/10.3390/sym12111861>.

- przepisom eksportowym,
- procedurom bezpieczeństwa.

Każdy z tych obszarów pozostaje pod właściwością innego organu administracji. Przedsiębiorca staje się zatem nieformalnym integratorem administracji publicznej. To właśnie ten problem uczestnicy warsztatów określali mianem fragmentacji państwa. Po trzecie, rozwój technologii dual-use wymaga równoczesnego budowania kompetencji technologicznych, regulacyjnych oraz organizacyjnych. Dotychczasowe instrumenty wsparcia finansują przede wszystkim prace B+R. Znacznie słabiej rozwinięte są instrumenty wspierające etap przechodzenia od prototypu do pierwszego wdrożenia. Powoduje to powstawanie luki wdrożeniowej.

4.1.2. Priorytety technologiczne i demonstrator Medevac

Na podstawie warsztatów opracowano mapę technologii posiadających najwyższy potencjał wdrożeniowy. Do grupy tej zaliczono przede wszystkim:

- A. Systemy autonomiczne – największy potencjał posiadają BSP⁵¹, UGV⁵², USV⁵³, autonomiczne systemy logistyczne i autonomiczne platformy ratownicze. Ich wspólną cechą jest możliwość równoczesnego wykorzystania przez administrację publiczną, służby ratownicze, wojsko, sektor energetyczny oraz przemysł.

⁵¹ BSP (Bezzałogowy Statek Powietrzny) – statek powietrzny eksploatowany lub przeznaczony do eksploatacji bez pilota znajdującego się na pokładzie, zdolny do działania autonomicznego albo sterowany zdalnie przez operatora. W terminologii prawnej i technicznej BSP odpowiada angielskiemu pojęciu *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), natomiast określenie „dron” ma charakter potoczny. Zob. art. 3 pkt 1 rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r. w sprawie bezzałogowych systemów powietrznych oraz operatorów bezzałogowych systemów powietrznych z państw trzecich, Dz.U. UE L 2019 r., Nr 152, s. 1, ze zm.; ULC, *Bezzałogowe statki powietrzne*, <https://www.ulc.gov.pl/drony> [dostęp: 20.07.2026].

⁵² UGV (Unmanned Ground Vehicle) – bezzałogowy pojazd lądowy poruszający się po powierzchni ziemi bez człowieka na pokładzie, zdolny do działania autonomicznego, półautonomicznego lub zdalnie sterowanego. UGV wykorzystuje sensory, systemy nawigacji i łączności do realizacji zadań takich jak rozpoznanie, logistyka, patrolowanie, wsparcie inżynieryjne, neutralizacja materiałów niebezpiecznych czy działania bojowe. Stanowi lądowy odpowiednik BSP/UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*). Zob. NATO Science and Technology Organization, *Unmanned Ground Vehicle (UGV)*, <https://www.sto.nato.int/document-tag/unmanned-ground-vehicle-ugv/> [dostęp: 20.07.2026].

⁵³ USV (Unmanned Surface Vehicle / Uncrewed Surface Vessel) – bezzałogowa jednostka nawodna przeznaczona do poruszania się po powierzchni wody bez załogi znajdującej się na pokładzie. USV może być sterowany zdalnie, działać w trybie półautonomicznym lub autonomicznym, wykorzystując systemy nawigacji, łączności i sensory do realizacji zadań cywilnych i wojskowych, takich jak rozpoznanie, obserwacja, hydrografia, monitoring środowiska, ochrona infrastruktury krytycznej, zwalczanie min czy wsparcie operacji morskich. Zob. NOAA Ocean Exploration, *Uncrewed Surface Vessels*, <https://oceanexplorer.noaa.gov/technology/usv/> [dostęp: 20.07.2026]; NATO Allied Maritime Command, <https://mc.nato.int/> [dostęp: 20.07.2026]; NATO Conducts Unmanned Surface Vehicle Demonstration in Baltic Sea, <https://mc.nato.int/media-centre/news/2025/page228602539> [dostęp: 20.07.2026].

- B. Sztuczna inteligencja – systemy AI wykorzystywane w szczególności do analizy obrazu, analizy danych satelitarnych, wykrywania zagrożeń, predykcji awarii, planowania logistycznego oraz wspomagania decyzji. Warsztaty wskazały, że właśnie AI stanie się podstawowym komponentem większości przyszłych technologii dual-use.
- C. Technologie kosmiczne – coraz większe znaczenie przypisano obserwacji Ziemi, systemom GNSS⁵⁴, komunikacji satelitarnej i analizie danych orbitalnych. Ich zastosowanie obejmuje zarówno administrację, jak i bezpieczeństwo państwa.
- D. Cyberbezpieczeństwo – głównymi priorytetami w tym obszarze są systemy wykrywania zagrożeń, kryptografia postkwantowa, zarządzanie tożsamością i odporność infrastruktury krytycznej.
- E. Elektronika specjalistyczna – warsztaty bardzo mocno podkreślały problem zależności od importowanych komponentów. Za technologie krytyczne uznano FPGA, sensory, moduły komunikacyjne, systemy GNSS, elektronikę lotniczą i silniki bezszczotkowe.

Za modelowy przykład technologii dual-use uczestnicy uznali autonomiczny system transportu medycznego. Nie był to wybór przypadkowy. Projekt ten pokazuje cały cykl życia technologii. Etap pierwszy obejmuje transport krwi między szpitalami. Ryzyko regulacyjne pozostaje stosunkowo niewielkie. Kolejne zastosowania obejmują transport leków, transport materiałów biologicznych i wsparcie ratownictwa.

Następnie technologia może zostać wykorzystana przez:

- Państwową Straż Pożarną,
- Policję,
- Straż Graniczną,
- Wojsko Polskie.

⁵⁴ GNSS (Global Navigation Satellite System) – globalny system nawigacji satelitarnej oparty na konstelacjach satelitów dostarczających sygnały umożliwiające określanie położenia, prędkości oraz czasu przez odbiorniki użytkowników. Do systemów GNSS należą m.in. amerykański GPS, europejski Galileo, rosyjski GLONASS oraz chiński BeiDou. Zob. European Union Agency for the Space Programme (EUSPA), *What is GNSS?*, <https://gnos.gsc-europa.eu/european-gnss/what-gnss> [dostęp: 20.07.2026].; EUROCONTROL, *Global Navigation Satellite Systems (GNSS)*, <https://www.eurocontrol.int/product/global-navigation-satellite-systems> [dostęp: 20.07.2026].

Ostatecznie ta sama platforma może realizować ewakuację rannych z pola walki. Jest to klasyczny przykład technologii przechodzącej płynnie między zastosowaniami cywilnymi i wojskowymi. Właśnie dla takich technologii projektowana jest piaskownica.

4.1.3. Skutki systemowe, benchmark i rekomendacje

Brak sprawnej ścieżki rozwoju technologii dual-use wydłuża komercjalizację, ogranicza inwestycje prywatne, zwiększa zależność komponentową i skłania przedsiębiorstwa do prowadzenia testów lub przenoszenia własności intelektualnej za granicę. Dla administracji oznacza to konieczność oceny technologii bez odpowiednich kompetencji i wspólnego zasobu wiedzy, natomiast dla bezpieczeństwa państwa – opóźnione budowanie krajowych zdolności produkcyjnych i operacyjnych.

Benchmark zagraniczny wskazuje na powtarzalny zestaw rozwiązań: aktywnego operatora, dostęp do środowisk testowych, wczesny kontakt z użytkownikiem oraz powiązanie walidacji z finansowaniem i ścieżką zakupową. Polski model powinien uzupełnić te elementy o systematyczną walidację regulacji oraz przekazywanie wyników do procesu legislacyjnego.

Analiza materiału badawczego prowadzi do następujących rekomendacji:

1. Przyjęcie krajowej mapy technologii dual-use jako dokumentu aktualizowanego co najmniej raz na dwa lata, stanowiącego podstawę priorytetyzacji wsparcia publicznego.
2. Wprowadzenie mechanizmu ciągłego monitorowania technologii krytycznych, z wykorzystaniem analiz foresightowych⁵⁵ oraz współpracy z administracją, przemysłem i środowiskiem naukowym.
3. Integracja instrumentów wsparcia B+R z mechanizmami walidacji regulacyjnej, tak aby finansowanie rozwoju technologii było powiązane z możliwością ich testowania w kontrolowanych warunkach.

⁵⁵ Analizy foresightowe (foresight analyses) – usystematyzowane i partycypacyjne procesy badawcze służące identyfikacji możliwych, prawdopodobnych i pożądanых scenariuszy przyszłości w celu wsparcia długoterminowego planowania strategicznego oraz podejmowania decyzji. W przeciwieństwie do prognozowania, foresight nie polega na przewidywaniu jednej przyszłości, lecz na eksploracji alternatywnych, wiarygodnych scenariuszy rozwoju oraz identyfikacji trendów, szans i zagrożeń. Zob. OECD. (2023). *Supporting decision making with strategic foresight: An emerging framework for proactive and prospective governments*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/1d78c791-en>

4. Budowa krajowego programu rozwoju demonstratorów technologicznych, obejmującego technologie o najwyższym potencjale dual-use, z wykorzystaniem infrastruktury badawczej i środowisk testowych dostępnych w ramach Sandbox Plus.
5. Włączenie wyników walidacji prowadzonych w piaskownicy do procesu stanowienia prawa, tak aby doświadczenia przedsiębiorców i administracji stanowiły materiał dowodowy dla zmian legislacyjnych oraz projektowania nowych procedur administracyjnych.

4.2. Blokady systemowe: bariery technologiczne, regulacyjne i organizacyjne

4.2.1. Diagnoza i przyczyny systemowe

Drugi obszar analiz koncentrował się na identyfikacji barier ograniczających rozwój technologii dual-use na etapie przechodzenia od badań i rozwoju do testów operacyjnych oraz wdrożeń. Warsztaty w tym obszarze wykazały, że największym problemem nie jest brak potencjału technologicznego przedsiębiorstw, lecz niewydolność otoczenia instytucjonalnego, w którym funkcjonują innowatorzy. W toku dyskusji wielokrotnie podkreślano, że współczesny proces tworzenia technologii przebiega szybciej niż proces dostosowywania prawa i organizacji administracji publicznej. W rezultacie przedsiębiorcy dysponują rozwiązaniami technicznymi gotowymi do walidacji, jednak nie posiadają możliwości ich legalnego przetestowania ani przeprowadzenia ścieżki administracyjnej prowadzącej do wdrożenia. Uczestnicy warsztatów określili ten stan mianem „paradoksu innowatora” – sytuacji, w której skonstruowanie zaawansowanego systemu autonomicznego okazuje się prostsze niż uzyskanie wszystkich decyzji administracyjnych umożliwiających wykonanie pierwszego testu operacyjnego. Paradoks ten nie wynika z wad pojedynczych ustaw, lecz z nakładania się wielu reżimów regulacyjnych, braku koordynacji instytucjonalnej oraz rozproszenia odpowiedzialności między liczne organy administracji.

Przeprowadzona analiza pozwala stwierdzić, że Polska nie doświadcza obecnie deficytu innowacji, lecz deficytu zdolności instytucjonalnych do zarządzania innowacją. Oznacza to, że podstawowym wyzwaniem nie jest zwiększenie liczby projektów badawczo-rozwojowych, lecz stworzenie mechanizmów umożliwiających ich przeprowadzenie przez kolejne etapy walidacji technologicznej, regulacyjnej i organizacyjnej.

Najczęściej wskazywaną przez uczestników warsztatów przeszkodą była silna fragmentacja kompetencji administracji publicznej. Rozwój jednej technologii dual-use wymaga współdziałania wielu instytucji, z których każda odpowiada za odrębny fragment procesu regulacyjnego. Przykładowo wdrożenie autonomicznego bezzałogowego systemu transportowego wymaga równoległego kontaktu z:

- Urzędem Lotnictwa Cywilnego,
- Polską Agencją Żeglugi Powietrznej,
- Urzędem Komunikacji Elektronicznej,
- Urzędem Patentowym RP,
- organami właściwymi w sprawach cyberbezpieczeństwa,
- Prezesem Urzędu Ochrony Danych Osobowych,
- instytucjami odpowiedzialnymi za kontrolę eksportu,
- potencjalnymi odbiorcami publicznymi,
- jednostkami certyfikującymi.

Każda z tych instytucji działa zgodnie z własnymi procedurami, harmonogramami oraz interpretacjami przepisów. Nie istnieje natomiast organ odpowiedzialny za koordynację całego procesu. W praktyce funkcję tę przejmuje przedsiębiorca, który – nie posiadając odpowiednich kompetencji ani uprawnień – samodzielnie organizuje współpracę między instytucjami państwa. Warsztaty jednoznacznie wskazały, że właśnie ten element generuje największe koszty transakcyjne dla innowatorów.

Drugą przyczyną niewydolności systemowej pozostaje sekwencyjny model prowadzenia postępowań administracyjnych. Większość procedur została zaprojektowana w sposób liniowy. Oznacza to, że uzyskanie jednej decyzji administracyjnej jest uzależnione od wcześniejszego zakończenia innego postępowania. W praktyce przedsiębiorca nie może równolegle prowadzić:

- procesu certyfikacji,
- uzgodnień operacyjnych,
- analiz bezpieczeństwa,
- przygotowania dokumentacji eksportowej,

- procedur testowych.

Każdy etap rozpoczyna się dopiero po zakończeniu poprzedniego. Model ten odpowiada klasycznym inwestycjom infrastrukturalnym, jednak okazuje się nieefektywny w przypadku technologii rozwijanych iteracyjnie. Nowoczesne systemy AI, robotyki czy autonomii są rozwijane metodą ciągłych modyfikacji prototypów. Ich walidacja powinna przebiegać równoległe z procesem projektowym. Obowiązujące procedury administracyjne nie uwzględniają tej specyfiki.

Kolejnym problemem pozostaje brak zróżnicowania wymagań regulacyjnych w zależności od poziomu gotowości technologicznej. W praktyce wiele wymagań odnoszących się do gotowych produktów stosowanych jest już wobec prototypów laboratoryjnych. Powoduje to sytuację, w której przedsiębiorca na poziomie TRL 3–4 zobowiązany jest spełniać wymagania projektowane dla rozwiązań znajdujących się na etapie wdrożenia rynkowego. Warsztaty wskazały, że szczególnie widoczne jest to w obszarach:

- lotnictwa,
- certyfikacji wojskowej,
- cyberbezpieczeństwa,
- wyrobów medycznych,
- sztucznej inteligencji.

Brakuje ścieżki pośredniej umożliwiającej bezpieczne eksperymentowanie z technologią przed rozpoczęciem pełnej procedury certyfikacyjnej. To właśnie tę lukę ma wypełnić Sandbox Plus.

Analiza ujawniła również problem o charakterze instytucjonalnym. Administracja publiczna funkcjonuje nadal przede wszystkim jako organ kontrolny. Model współpracy z przedsiębiorcą ma charakter incydentalny. Dominują relacje oparte na formalnym postępowaniu administracyjnym. Natomiast rozwój technologii dual-use wymaga przejścia do modelu współregulacji (*co-regulation*), w którym regulator uczestniczy w procesie projektowania

rozwiązań już na etapie eksperymentu technologicznego. Takie podejście funkcjonuje obecnie m.in. w Wielkiej Brytanii, Singapurze oraz Finlandii⁵⁶.

4.2.2. Studium przypadku – przejście po wygaśnięciu scenariuszy NSTS⁵⁷

Jednym z najczęściej analizowanych przykładów podczas warsztatów było wygaśnięcie z dniem 31 grudnia 2025 r. krajowych scenariuszy standardowych NSTS dla operacji wykonywanych bezzałogowymi statkami powietrznymi. Przedstawiciele przedsiębiorstw wskazywali, że zmiana ta doprowadziła do powstania okresu przejściowego, w którym część planowanych testów stała się praktycznie niemożliwa do przeprowadzenia lub wymagała uzyskiwania indywidualnych zgód oraz prowadzenia czasochłonnych uzgodnień. Choć zmiana wynikała z procesu harmonizacji europejskich regulacji lotniczych, jej skutkiem było istotne zwiększenie niepewności regulacyjnej przedsiębiorstw rozwijających technologie autonomiczne. Warsztaty wykazały, że problem nie ograniczał się do samych przepisów prawa lotniczego. Równie istotny okazał się brak mechanizmów szybkiego informowania przedsiębiorców o planowanych zmianach, brak jednolitych wytycznych interpretacyjnych oraz brak środowiska umożliwiającego kontynuowanie testów w okresie przejściowym. Przykład ten pokazuje, że nawet prawidłowo wdrażane zmiany legislacyjne mogą prowadzić do czasowego zahamowania innowacji, jeżeli nie są wspierane odpowiednimi instrumentami organizacyjnymi.

⁵⁶ Przykładami instytucjonalizacji modelu współregulacyjnego są: brytyjski FCA Regulatory Sandbox, umożliwiający testowanie produktów finansowych z udziałem regulatora i rzeczywistych użytkowników; FinTech Regulatory Sandbox prowadzony przez Monetary Authority of Singapore; oraz fińskie AI regulatory sandboxes tworzone w związku z wdrażaniem rozporządzenia AI Act i koordynowane przez Traficom.

⁵⁷ NSTS (National Standard Scenarios) – krajowe scenariusze standardowe opracowane przez właściwy krajowy organ lotniczy dla operacji BSP w kategorii szczególnej, umożliwiające wykonywanie zdefiniowanych operacji bez konieczności przeprowadzania indywidualnej oceny ryzyka i uzyskiwania zezwolenia operacyjnego. W Polsce scenariusze te obowiązywały jako mechanizm przejściowy przed pełnym wdrożeniem europejskich scenariuszy STS (Standard Scenarios). Zob. Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych, Dz.U. UE L z 2019 r., Nr 152, s. 45 ze zm.

4.2.3. Konsekwencje, benchmark i rekomendacje

Tabela 5. Skutki blokad systemowych

Wymiar	Najważniejszy skutek	Znaczenie dla modelu piaskownicy
Gospodarka	Wydłużenie komercjalizacji, <i>regulatory arbitrage</i> i odpływ projektów	Koordinacja procedur i przewidywalny harmonogram
Regulacja	Kumulacja obowiązków i rozbieżne interpretacje	Mapa regulacyjna, wspólne stanowiska i kontrolowane eksperymenty
Administracja	Powielanie analiz i zachowawczość decyzyjna	Repozytorium wiedzy oraz wsparcie eksperckie
Bezpieczeństwo	Opóźnienie adaptacji technologii i zależność od dostawców zagranicznych	Szybka ścieżka testów z zachowaniem standardów bezpieczeństwa

Analiza rozwiązań stosowanych w innych państwach wskazuje, że skuteczne ekosystemy innowacji ograniczają ryzyko regulacyjne przez tworzenie instytucji pełniących funkcję koordynatora procesu. Przykładowo Wielka Brytania rozwija model regulatorów sektorowych aktywnie uczestniczących w piaskownicach regulacyjnych, umożliwiających równoległe testowanie technologii i przepisów⁵⁸. Singapur wdrożył zintegrowany model administracji cyfrowej, w którym przedsiębiorca komunikuje się z administracją za pośrednictwem jednego punktu kontaktowego⁵⁹. Finlandia⁶⁰ i Estonia⁶¹ rozwijają mechanizmy współpracy administracji z przedsiębiorcami oparte na eksperymentach regulacyjnych i krótkich cyklach ewaluacyjnych.

⁵⁸ Zob. FCA, *Regulatory Sandbox*, <https://www.fca.org.uk/firms/innovation/regulatory-sandbox> [dostęp: 20.07.2026] oraz ICO, *Regulatory Sandbox*, <https://ico.org.uk/sandbox> [dostęp: 20.07.2026].

⁵⁹ Zob. MAS FinTech Regulatory Sandbox, <https://www.mas.gov.sg/development/fintech/regulatory-sandbox> [dostęp: 20.07.2026] oraz Singapore Economic Development Board, *How Singapore's FinTech Regulatory Sandbox is helping fintech innovators accelerate time to market*, <https://www.edb.gov.sg/en/business-insights/insights/how-singapore-s-fintech-regulatory-sandbox-is-helping-fintech-innovators-accelerate-time-to-market.html> [dostęp: 20.07.2026].

⁶⁰ Zob. Traficom, *AI Regulatory Sandboxes*, <https://www.traficom.fi/en/ai-regulation/ai-regulatory-sandboxes> [dostęp: 20.07.2026]; Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland, *AI Regulation*, <https://tem.fi/en/ai-regulation> [dostęp: 20.07.2026].

⁶¹ Zob. e-Estonia, <https://e-estonia.com> oraz X-Road, <https://x-road.global> [dostęp: 20.07.2026].

Stany Zjednoczone (m.in. DIU i AFWERX)⁶² koncentrują się na szybkim przechodzeniu od demonstratora technologicznego do zamówień publicznych, ograniczając liczbę etapów pośrednich. Wspólnym mianownikiem tych modeli jest wysoki poziom koordynacji międzyinstytucjonalnej oraz aktywna rola państwa jako organizatora ekosystemu innowacji.

Wyniki analiz prowadzą do następujących rekomendacji systemowych:

1. Utworzenie mechanizmu „One-Stop-Shop” dla projektów realizowanych w ramach Sandbox Plus, zapewniającego przedsiębiorcy jednego koordynatora procesu administracyjnego.
2. Wprowadzenie równoległego prowadzenia uzgodnień administracyjnych, umożliwiające jednoczesne opiniowanie projektu przez właściwe organy zamiast obecnego modelu sekwencyjnego.
3. Opracowanie ścieżek regulacyjnych zależnych od poziomu TRL, w tym uproszczonych procedur dla technologii znajdujących się na wczesnych etapach rozwoju.
4. Przygotowanie wspólnych wytycznych interpretacyjnych dla organów uczestniczących w procesach walidacji technologii dual-use oraz mechanizmu ich bieżącej aktualizacji.
5. Utworzenie międzyresortowego zespołu ds. eksperymentów regulacyjnych, odpowiedzialnego za analizę barier ujawnianych w piaskownicy oraz przygotowywanie propozycji zmian legislacyjnych.
6. Wdrożenie systemu gromadzenia wiedzy administracyjnej (*knowledge management*) obejmującego bazę dobrych praktyk, interpretacji, decyzji oraz rekomendacji wynikających z funkcjonowania Sandbox Plus, tak aby doświadczenia zdobyte podczas pilotażu stanowiły trwałe zasób instytucjonalny wykorzystywany przy projektowaniu przyszłych regulacji oraz doskonaleniu pragmatyk urzędniczych.

⁶² Zob. Defense Innovation Unit, <https://www.diu.mil> oraz AFWERX, <https://afwerx.com> [dostęp: 20.07.2026].

4.3. Infrastruktura i walidacja

4.3.1. Diagnoza dostępności i przyczyny fragmentacji

Trzeci obszar prac koncentrował się na ocenie rzeczywistej zdolności krajowego ekosystemu innowacji do testowania, walidowania oraz stopniowego przygotowywania technologii podwójnego zastosowania do wdrożenia. Punktem wyjścia było założenie, że piaskownica regulacyjna nie może ograniczać się do zapewnienia przedsiębiorcy konsultacji prawnych lub czasowego złagodzenia wybranych obowiązków administracyjnych. Bez dostępu do odpowiedniej infrastruktury badawczej, obliczeniowej, poligonowej i certyfikacyjnej nawet najlepiej zaprojektowane odstępstwo regulacyjne nie doprowadzi do powstania wiarygodnego dowodu potwierdzającego bezpieczeństwo, skuteczność i gotowość technologii. Infrastruktura powinna być zatem traktowana nie jako techniczne zaplecze Sandbox Plus, lecz jako jeden z jego podstawowych filarów. Piaskownica ma tworzyć środowisko, w którym innowator może przejść uporządkowaną drogę od symulacji komputerowej, przez test laboratoryjny i próbę w warunkach kontrolowanych, aż do demonstracji w środowisku zbliżonym do operacyjnego. Rezultatem takiego procesu powinien być nie tylko rozwinięty prototyp, lecz również kompletny i audytowalny materiał dowodowy, przydatny dla regulatora, jednostki certyfikującej, inwestora, przyszłego zamawiającego oraz użytkownika końcowego.

Materiał zgromadzony w ramach projektu wskazuje, że Polska posiada znaczące zasoby laboratoryjne, obliczeniowe i poligonowe. Zasadniczym problemem nie jest jednak bezwzględny brak infrastruktury, lecz jej rozproszenie⁶³, ograniczona dostępność, niejednolitość procedur oraz brak podmiotu odpowiedzialnego za skoordynowanie całej ścieżki walidacyjnej. W konsekwencji przedsiębiorca często nie wie, gdzie może przeprowadzić określony test, jakie warunki musi spełnić, czy wyniki zostaną uznane na dalszym etapie certyfikacji ani jakie koszty i terminy będą związane z realizacją badania. Wnioski z Obszaru III potwierdzają tym samym główną tezę projektu, że barierą nie jest wyłącznie deficyt zasobów, ale brak warstwy organizacyjnej łączącej istniejące zasoby w dostępny, przewidywalny i wzajemnie uznawany system walidacji. Raport warsztatowy wskazuje wprost, że Sandbox Plus powinien być jednocześnie środowiskiem testowym, walidacyjnym i dowodowym, umożliwiającym udokumentowanie wyników w sposób użyteczny dla wielu kategorii odbiorców.

⁶³ W obszarze wojskowym funkcję integratora pełnić ma Ośrodek Systemów Autonomicznych, zob. <https://www.gov.pl/web/obrona-narodowa/osrodek-systemow-autonomicznych-wzmocni-zdolnosci-dronowe-wojska-polskiego> [dostęp: 20.07.2026].

Krajowy system infrastruktury badawczej i testowej ma charakter rozproszony. Zasoby znajdują się w dyspozycji instytutów badawczych, uczelni, jednostek wojskowych, przedsiębiorstw państwowych i prywatnych, centrów obliczeniowych, organów administracji oraz wyspecjalizowanych laboratoriów certyfikacyjnych. W wielu przypadkach są to zasoby nowoczesne i technologicznie zaawansowane, jednak nie tworzą one jednolitego systemu dostępnego dla startupów i małych przedsiębiorstw. Dostęp do infrastruktury bywa uzależniony od nieformalnej wiedzy o jej istnieniu, wcześniejszej współpracy z daną jednostką lub uczestnictwa w konkretnym projekcie badawczym. Nie funkcjonuje aktualny, publicznie dostępny katalog infrastruktury określający zakres możliwych badań, warunki udostępnienia, poziom bezpieczeństwa, terminy, orientacyjne koszty oraz status uznawalności wyników⁶⁴. Przedsiębiorcy rozwijający technologie dual-use napotykają w szczególności na trudności dotyczące:

- dostępu do przestrzeni powietrznej umożliwiającej prowadzenie operacji BVLOS⁶⁵;
- dostępu do poligonów wojskowych i cywilno-wojskowych;
- testowania systemów w warunkach zakłóceń elektromagnetycznych i utraty sygnału GNSS;
- korzystania z laboratoriów odporności środowiskowej, kompatybilności elektromagnetycznej i cyberbezpieczeństwa;
- prowadzenia prób integracyjnych z systemami używanymi przez administrację lub siły zbrojne;
- uzyskania reprezentatywnych danych do trenowania i testowania systemów AI;
- potwierdzenia wyników przez podmiot posiadający właściwe kompetencje lub akredytację;
- kontynuowania testów po zmianie konfiguracji sprzętu albo oprogramowania;

⁶⁴ Istnieje Baza Instytutów Badawczych, ale nie zawiera o wszystkich wskazanych wyżej funkcjonalności, <https://www.rgib.org.pl/index.php/baza-ib/baza-instytutow> [dostęp: 22.07.2026 r.].

⁶⁵ BVLOS (Beyond Visual Line of Sight) – operacja bezzałogowego statku powietrznego wykonywana poza zasięgiem bezpośredniej obserwacji wzrokowej pilota, tj. w sytuacji, gdy pilot nie utrzymuje ciągłego kontaktu wzrokowego z dronem i musi polegać na systemach technicznych służących do nawigacji, monitorowania lotu oraz zapewnienia bezpieczeństwa operacji. Operacje BVLOS są co do zasady kwalifikowane jako operacje o podwyższonym poziomie ryzyka i podlegają szczególnym wymogom regulacyjnym. Zob. European Union Aviation Safety Agency (EASA), *Specific Category — Civil Drones*, <https://www.easa.europa.eu/en/domains/drones-air-mobility/operating-drone/specific-category-civil-drones>; UK Civil Aviation Authority, *Beyond Visual Line of Sight (BVLOS)*, <https://www.caa.co.uk/drones/open-category/moving-on-to-more-advanced-flying/beyond-visual-line-of-sight-bvlos/> [dostęp: 20.07.2026].

- uzgodnienia czy wyniki przeprowadzonych badań będą wykorzystane w przyszłej procedurze certyfikacyjnej.

W materiałach projektowych podkreślono również, że część przedsiębiorstw prowadzi testy poza Polską, ponieważ w innych jurysdykcjach łatwiej jest uzyskać dostęp do infrastruktury, wyznaczyć środowisko prób lub uzgodnić warunki eksperymentu. Prowadzi to nie tylko do ponoszenia dodatkowych kosztów, ale również do odpływu wiedzy, relacji biznesowych i potencjalnych wdrożeń z krajowego ekosystemu.

Pierwszą przyczyną problemu jest brak jednolitej mapy infrastruktury testowej. Poszczególne jednostki gromadzą informacje o własnych laboratoriach, urządzeniach i środowiskach badawczych, jednak dane te nie są agregowane według potrzeb użytkownika rozwijającego określony typ technologii. Przedsiębiorca poszukujący możliwości przeprowadzenia walidacji autonomicznej platformy powietrznej nie potrzebuje wyłącznie listy laboratoriów. Potrzebuje informacji, w którym miejscu może kolejno przeprowadzić symulację, badanie podzespołów, test odporności środowiskowej, test cyberbezpieczeństwa, lot w warunkach kontrolowanych, próbę BVLOS, test zakłóceń oraz demonstrację przed użytkownikiem końcowym. Obecnie musi samodzielnie rekonstruować taką ścieżkę i zawierać odrębne porozumienia z każdym podmiotem. Brak centralnego mapowania prowadzi również do nieefektywnego wykorzystania zasobów publicznych. Część infrastruktury pozostaje okresowo niewykorzystana, podczas gdy przedsiębiorcy poszukują analogicznych usług za granicą albo rezygnują z testów z uwagi na brak wiedzy o dostępnych możliwościach.

Drugą przyczyną są wewnętrzne procedury obowiązujące w instytucjach dysponujących infrastrukturą badawczą i testową. Laboratoria uczelniane oraz instytutowe były najczęściej projektowane z myślą o prowadzeniu badań naukowych albo realizacji określonych projektów finansowanych ze środków publicznych. Nie tworzono ich natomiast jako jednostek regularnie świadczących usługi na rzecz młodych przedsiębiorstw technologicznych. Do najważniejszych przeszkód należą rozbudowane procedury bezpieczeństwa oraz bezpieczeństwa i higieny pracy. Istotnym utrudnieniem jest również konieczność każdorazowego zawierania indywidualnych umów, brak standardowych cenników oraz ograniczona dostępność personelu posiadającego odpowiednie kompetencje do obsługi testów. Dodatkowe problemy wynikają z niejasnych zasad odpowiedzialności za szkody, trudności w określaniu praw do wyników badań oraz braku

jednolitych procedur ochrony tajemnicy przedsiębiorstwa. W wielu jednostkach nie funkcjonują także mechanizmy pozwalające na dodatkowe wynagradzanie personelu za prace wdrożeniowe wykonywane poza podstawowym zakresem obowiązków. Proces udostępniania infrastruktury komplikują ponadto ograniczenia wynikające z przepisów o zamówieniach publicznych oraz zasad gospodarowania mieniem publicznym. W toku warsztatów stan ten określano obrazowo mianem „kisielu prawnego”. Infrastruktura formalnie istnieje i może być technicznie odpowiednia do przeprowadzenia testu, jednak przeprowadzenie przedsiębiorcy przez wszystkie wymagane procedury pozostaje długotrwałe, nieprzewidywalne i niewspółmierne do skali planowanego przedsięwzięcia. Problem ten nie wynika z niechęci jednostek badawczych do współpracy z przedsiębiorcami. Jego źródłem jest przede wszystkim brak jednolitego modelu prawnego, organizacyjnego i finansowego, który umożliwiłby bezpieczne, przejrzyste i sprawne udostępnianie infrastruktury podmiotom gospodarczym.

Trzecią przyczyną jest rozdzielenie procesu testowania technologii od jej późniejszej certyfikacji. Przedsiębiorca może ponieść znaczne koszty przeprowadzenia badań technicznych, które następnie nie zostaną uznane przez właściwą jednostkę certyfikującą, zamawiającego publicznego albo użytkownika wojskowego. Taka sytuacja może wystąpić w szczególności wtedy, gdy test został wykonany według niewłaściwej metodyki, laboratorium nie posiadało wymaganej akredytacji albo nie zachowano kompletnej i możliwej do zweryfikowania ścieżki audytowej. Brak uznania wyników badań może również wynikać ze zmiany istotnego komponentu technologii po zakończeniu testu, nieokreślenia z wyprzedzeniem kryteriów akceptacji albo zastosowania standardu odmiennego od wymaganego przez odbiorcę końcowego. Dodatkowym problemem może być niezgodność dokumentacji technicznej z wymaganiami wynikającymi z Norm Obronnych⁶⁶, porozumień standaryzacyjnych NATO STANAG⁶⁷,

⁶⁶ Normy Obronne (NO) – dokumenty normalizacyjne stosowane w krajowym sektorze obronnym, określające wymagania techniczne, organizacyjne, jakościowe i interoperacyjne dla sprzętu wojskowego, procesów oraz usług realizowanych na potrzeby obronności państwa. Normy Obronne służą zapewnieniu zgodności krajowych rozwiązań z wymaganiami NATO oraz innymi standardami międzynarodowymi. Zob. NATO, *Standardization*, <https://www.nato.int/en/what-we-do/deterrence-and-defence/standardization> [dostęp: 20.07.2026].

⁶⁷ STANAG (Standardization Agreement) – dokument normalizacyjny NATO określający uzgodniony standard, którego wdrożenie przez państwa członkowskie ma zapewnić interoperacyjność sił zbrojnych, sprzętu wojskowego, procedur operacyjnych i systemów wsparcia. STANAG stanowi formalne zobowiązanie państw NATO do implementacji określonego standardu na poziomie krajowym. Zob. NATO Standardization Office, *NATO Standardization Office*, <https://www.nato.int/en/about-us/organization/nato-structure/nato-standardization-office>; NATO, *Standardization* [dostęp: 20.07.2026].

publikacji dotyczących zapewnienia jakości AQAP⁶⁸ albo właściwych norm ISO⁶⁹. Brak wcześniejszego uzgodnienia Planu Walidacji z podmiotami odpowiedzialnymi za certyfikację, zamówienie lub późniejsze użytkowanie technologii prowadzi do wielokrotnego powtarzania badań. Powoduje to wzrost kosztów projektu, wydłuża proces jego realizacji i ogranicza zdolność małych i średnich przedsiębiorstw do skutecznego wejścia na rynek. Ryzyko to jest szczególnie istotne w odniesieniu do startupów, które dysponują ograniczonym kapitałem i nie mogą wielokrotnie finansować badań o zbliżonym zakresie. Materiały projektowe wskazują, że technologie przeznaczone do zastosowań wojskowych mogą podlegać wymaganiom wynikającym z Norm Obronnych, standardów NATO STANAG, wymagań jakościowych AQAP oraz norm ISO. Spełnienie tych standardów może wymagać przeprowadzenia badań w warunkach rzeczywistych, testów odporności środowiskowej, oceny interoperacyjności oraz weryfikacji bezpieczeństwa operacyjnego. Zakres, koszt i złożoność takich badań stanowią szczególnie wysoką barierę dla startupów i małych przedsiębiorstw technologicznych.

Czwartym problemem jest oczekiwanie spełnienia dojrzałych wymagań jakościowych przez technologię znajdującą się jeszcze na etapie prototypu. Pełne wdrożenie systemu zarządzania jakością, przygotowanie kompletnej dokumentacji technicznej, przeprowadzenie wszystkich testów środowiskowych i spełnienie wymogów właściwych dla produktu końcowego może być uzasadnione przed produkcją seryjną lub dostawą do sił zbrojnych, ale nie zawsze jest proporcjonalne na poziomie TRL 3–5. Zbyt wczesne uruchomienie pełnej ścieżki certyfikacyjnej prowadzi do zamrożenia projektu, ponieważ startup nie posiada jeszcze ani stabilnej konfiguracji produktu, ani środków umożliwiających poniesienie wszystkich kosztów. Z drugiej strony całkowite pominięcie standardów na wczesnym etapie powoduje, że po osiągnięciu dojrzałości technologicznej konieczne jest głębokie przeprojektowanie rozwiązania. Sandbox Plus powinien

⁶⁸ AQAP (Allied Quality Assurance Publications) – zbiór natowskich wymagań dotyczących zapewnienia jakości w zamówieniach obronnych, stosowanych w kontraktach realizowanych na potrzeby sił zbrojnych państw NATO. Standardy AQAP rozwijają i uzupełniają wymagania systemów zarządzania jakością, w szczególności normy ISO 9001, o specyficzne wymagania sektora obronnego. Zob. Bundeswehr, *AQAP – NATO Quality Assurance Requirements*, <https://www.bundeswehr.de/en/organization/equipment/contract-award/quality-management/aqap-quality-assurance-requirements-nato> [dostęp: 20.07.2026].

⁶⁹ ISO (International Organization for Standardization) – niezależna międzynarodowa organizacja normalizacyjna opracowująca dobrowolne normy techniczne, organizacyjne i jakościowe stosowane w gospodarce, administracji publicznej oraz przemyśle. Normy ISO służą harmonizacji wymagań technicznych, poprawie jakości produktów i usług oraz ułatwianiu współpracy międzynarodowej. Zob. International Organization for Standardization, *About ISO*, <https://www.iso.org/about-us.html> [dostęp: 20.07.2026].

wypełnić tę lukę przez stworzenie proporcjonalnej, etapowej ścieżki przygotowania do certyfikacji.

4.3.2. Docelowy model walidacji

Wnioski z warsztatów nie uzasadniają budowy jednego, centralnego laboratorium Sandbox Plus obejmującego wszystkie dziedziny. Taki model byłby kosztowny, trudny do utrzymania i szybko stałby się technologicznie nieaktualny. Rekomendowanym rozwiązaniem jest federacyjna sieć infrastruktury testowej, oparta na modelu *hub-and-spoke*⁷⁰. W modelu tym operator Sandbox Plus nie musi być właścicielem laboratoriów ani poligonów. Operator powinien identyfikować potrzeby walidacyjne każdego uczestnika i na tej podstawie przygotowywać indywidualny plan testów. Powinien także kojarzyć uczestnika z odpowiednimi węzłami infrastrukturalnymi oraz uzgadniać warunki dostępu do laboratoriów, poligonów i środowisk operacyjnych. Do jego zadań powinno należeć również zapewnienie jednolitego standardu dokumentowania wyników, koordynowanie udziału regulatorów i przyszłych odbiorców technologii oraz ochrona informacji, własności intelektualnej i tajemnicy przedsiębiorstwa. Operator powinien ponadto gromadzić materiał dowodowy potrzebny zarówno do oceny dojrzałości technologii, jak i do analizy barier regulacyjnych ujawnionych podczas testów.

Aktywnymi węzłami takiej sieci powinny być między innymi:

- laboratoria uczelni i instytutów badawczych,
- centra HPC⁷¹ i infrastruktura AI Factory,
- laboratoria cyberbezpieczeństwa,
- laboratoria kompatybilności elektromagnetycznej,

⁷⁰ Hub-and-spoke – model organizacyjny lub sieciowy, w którym centralny podmiot („hub”) pełni funkcję koordynacyjną, zapewnia wspólne zasoby, standardy, kompetencje i nadzór, natomiast jednostki peryferyjne („spokes”) realizują działania operacyjne i pozostają połączone przede wszystkim z centrum, a nie bezpośrednio między sobą. W zarządzaniu innowacjami i administracji publicznej model ten służy koordynacji działań wielu podmiotów przy jednoczesnym zachowaniu ich autonomii operacyjnej. Zob. L. Compagnucci, F. Spigarelli, F. Perugini, D. Iacobucci, F. Cobis, *Does the hub and spoke model matter for university-industry engagement in innovation ecosystems?*. The Journal of Technology Transfer, vol. 51/2026, s. 243–274. <https://doi.org/10.1007/s10961-025-10234-6>

⁷¹ Centra HPC (High Performance Computing Centres) – wyspecjalizowane ośrodki dysponujące infrastrukturą obliczeń wielkiej skali (superkomputerami), zapewniające zasoby obliczeniowe, przechowywanie i analizę dużych zbiorów danych oraz wsparcie dla zaawansowanych badań naukowych, rozwoju sztucznej inteligencji, modelowania i symulacji. Centra HPC pełnią także funkcję krajowych lub regionalnych węzłów kompetencyjnych wspierających administrację publiczną, naukę i przemysł we wdrażaniu technologii cyfrowych. Zob. *High-Performance Computing in Europe*, <https://hpc-portal.eu/nccs> [dostęp: 20.07.2026].

- poligony i wydzielone przestrzenie testowe,
- ośrodki testów lotniczych i bezzałogowych,
- ośrodki morskie i śródlądowe,
- *living labs*⁷² w sektorze zdrowia, logistyki, energetyki i infrastruktury krytycznej,
- jednostki posiadające kompetencje w zakresie Norm Obronnych, STANAG, AQAP i certyfikacji;
- środowiska testowe organów regulacyjnych, w tym ULC, PAŻP i UKE.

W odniesieniu do demonstratora BSP/Medevac materiały warsztatowe wskazują na potrzebę integracji co najmniej czterech domen, czyli walidacji powietrznej, suwerennej infrastruktury obliczeniowej, środowiska operacyjnego ochrony zdrowia oraz – w zależności od scenariusza – środowiska morskiego. Żaden pojedynczy podmiot nie dysponuje pełnym zakresem tych zdolności, co przemawia za modelem konsorcjalnym i wyraźnym rozdzieleniem roli operatora od roli właściciela infrastruktury.

Jedną z najważniejszych rekomendacji Obszaru III jest przyjęcie zasady *Digital First*, zgodnie z którą test fizyczny powinien być poprzedzony możliwie szeroką walidacją cyfrową. Zasada ta nie oznacza zastąpienia prób w warunkach rzeczywistych symulacją komputerową. Jej celem jest przesunięcie kosztownych i ryzykownych testów fizycznych na etap, na którym projekt osiągnął już odpowiedni poziom dojrzałości. Rekomendowana sekwencja obejmuje cztery poziomy: 1) środowisko cyfrowe – modelowanie, symulacje, cyfrowy bliźniak, testy *software-in-the-loop*⁷³ i *hardware-in-the-loop*⁷⁴; 2) środowisko laboratoryjne – badania

⁷² Living labs (żywe laboratoria) – środowiska otwartej innowacji (*open innovation ecosystems*), w których proces badawczo-rozwojowy, testowanie i ewaluacja nowych technologii, usług lub regulacji odbywają się w rzeczywistych warunkach funkcjonowania z aktywnym udziałem użytkowników końcowych, przedsiębiorców, administracji publicznej i środowiska naukowego. Istotą modelu jest współtworzenie (*co-creation*), eksperymentowanie oraz iteracyjne doskonalenie rozwiązań przed ich pełnym wdrożeniem. Zob. European Network of Living Labs (ENoLL), *What are Living Labs?*, <https://enoll.org/living-labs/>; Komisja Europejska, *Introducing ENoLL and its Living Lab Community*, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/miscellaneous/introducing-enoll-and-its-living-lab-community> [dostęp: 20.07.2026].

⁷³ Software-in-the-Loop (SIL) – metoda weryfikacji i walidacji oprogramowania, w której wygenerowany kod lub rozwijane oprogramowanie testowane jest w środowisku całkowicie symulacyjnym, bez wykorzystania docelowego sprzętu. W modelu SIL algorytmy sterowania lub oprogramowanie współpracują z cyfrowym modelem testowanego systemu (tzw. *plant model*), co umożliwia ocenę poprawności działania, zgodności kodu z modelem projektowym oraz wykrywanie błędów na wczesnym etapie rozwoju technologii. Zob. MathWorks, *Software-in-the-Loop Simulation*, <https://www.mathworks.com/help/ecoder/software-in-the-loop-sil-simulation.html> [dostęp: 20.07.2026].

⁷⁴ Hardware-in-the-Loop (HIL) – metoda weryfikacji i walidacji systemów cyberfizycznych, polegająca na połączeniu rzeczywistego urządzenia lub sterownika z symulowanym środowiskiem pracy działającym w czasie rzeczywistym. W modelu HIL fizyczne komponenty sprzętowe współpracują z cyfrowym modelem otoczenia lub

komponentów i podsystemów; 3) środowisko kontrolowane – test całego systemu na poligonie, w wydzielonej przestrzeni lub living labie; 4) środowisko operacyjne – demonstracja technologii w warunkach odpowiadających rzeczywistemu zastosowaniu. Cyfrowy bliźniak powinien umożliwiać odwzorowanie zachowania systemu oraz jego otoczenia, w tym warunków pogodowych, utraty łączności, zakłóceń nawigacji, awarii komponentów, obciążeń logistycznych i możliwych scenariuszy cyberataku. W przypadku systemów AI środowisko cyfrowe powinno dodatkowo pozwalać na badanie jakości danych, odporności modelu, zachowania w przypadkach brzegowych, podatności na manipulację oraz wpływu aktualizacji oprogramowania.

Materiał warsztatowy szacuje, że wykorzystanie cyfrowych bliźniaków może ograniczyć koszt i czas wczesnych iteracji o około 60–80%. Wartość ta powinna być traktowana jako hipoteza pilotażowa wymagająca empirycznego potwierdzenia w ramach programu, a nie jako gwarantowany rezultat każdego projektu. Warunkiem zastosowania modelu *Digital First* jest dostęp do suwerennej, kontrolowanej krajowo infrastruktury obliczeniowej, bezpiecznych sieci, środowisk izolowanych oraz zasobów umożliwiających przetwarzanie danych wrażliwych. W tym zakresie istotną rolę mogą pełnić krajowe centra HPC i infrastruktura rozwijana w ramach ekosystemu AI Factory.

Systemy dual-use coraz częściej zawierają komponenty wykorzystujące sztuczną inteligencję, nawet jeżeli nie są oferowane jako samodzielne systemy AI. Algorytmy mogą odpowiadać za analizę obrazu, wykrywanie obiektów, nawigację, przewidywanie awarii, rozdzielanie zadań, identyfikowanie zagrożeń oraz wspomaganie decyzji podejmowanych przez operatora. Walidacja takiego rozwiązania nie może ograniczać się wyłącznie do wykazania średniej skuteczności modelu, ponieważ taki wynik nie pozwala na pełną ocenę jego niezawodności, bezpieczeństwa i przydatności w warunkach operacyjnych. Proces walidacji powinien w pierwszej kolejności obejmować ocenę jakości, reprezentatywności i legalności danych wykorzystanych do uczenia, walidacji i testowania modelu. Konieczne jest również przygotowanie pełnej dokumentacji procesu uczenia i testowania, tak aby możliwe było ustalenie zastosowanych metod, parametrów, zbiorów danych oraz kryteriów oceny. Należy także zbadać

pozostałych elementów systemu, co umożliwia testowanie integracji sprzętu i oprogramowania, analizę zachowania systemu w warunkach zbliżonych do rzeczywistych oraz ograniczenie kosztów i ryzyka testów terenowych. Zob. NVIDIA, *Hardware-in-the-Loop (HIL) Fundamentals*, <https://docs.nvidia.com/learning/physical-ai/getting-started-with-isaac-sim/latest/leveraging-ros-2-and-hil-in-isaac-sim/01-hardware-in-the-loop-hil-fundamentals.html> [dostęp: 20.07.2026]; MathWorks, *MIL, SIL, PIL and HIL Testing*.

odporność systemu na dane nietypowe i przypadki brzegowe, które mogą występować rzadko, lecz powodować szczególnie poważne skutki. Walidacja powinna umożliwiać odtworzenie wyniku uzyskanego przez model i prześledzenie warunków, które doprowadziły do jego wygenerowania. Powinna również obejmować ocenę odporności systemu na ataki, manipulację danymi wejściowymi oraz inne działania mogące prowadzić do zakłócenia jego funkcjonowania. Konieczne jest ponadto jednoznaczne określenie granic zastosowania modelu, w tym warunków, w których może on działać prawidłowo, oraz sytuacji, w których jego wynik nie powinien stanowić podstawy działania. Badaniu powinno podlegać także zachowanie systemu w przypadku utraty danych, łączności albo sygnału niezbędnego do jego prawidłowego funkcjonowania. Należy określić zasady kontroli człowieka, w tym zakres nadzoru operatora, możliwość ingerencji w działanie systemu oraz warunki jego zatrzymania lub przejścia kontroli manualnej. System powinien zapewniać rejestrowanie istotnych zdarzeń i decyzji w sposób umożliwiający późniejsze odtworzenie przebiegu działania oraz przeprowadzenie kontroli lub audytu. Proces walidacji powinien również obejmować zarządzanie zmianą modelu po jego aktualizacji. Każda istotna modyfikacja danych, parametrów, architektury albo sposobu działania powinna podlegać ponownej ocenie w zakresie adekwatnym do skali zmiany. Konieczne jest także przeprowadzenie oceny wpływu potencjalnego błędu systemu na bezpieczeństwo ludzi i infrastruktury. Ocena ta powinna uwzględniać zarówno prawdopodobieństwo wystąpienia błędu, jak i możliwą skalę jego konsekwencji. Dla rozwiązań wykorzystywanych wyłącznie do celów wojskowych lub bezpieczeństwa narodowego zakres zastosowania AI Act może być ograniczony albo wyłączony. Nie oznacza to jednak, że należy rezygnować z technicznych standardów wiarygodności, odporności i rozliczalności. Przeciwnie, w zastosowaniach obronnych skutki błędnego działania mogą być szczególnie poważne. Sandbox Plus powinien zatem wykorzystywać wymagania AI Act, zasady NATO dotyczące odpowiedzialnego wykorzystania AI oraz standardy techniczne jako źródło dobrych praktyk, nawet wtedy, gdy nie wszystkie obowiązki mają bezpośrednie zastosowanie prawne.

W odpowiedzi na problem niedopasowania pełnych wymagań certyfikacyjnych do wczesnych etapów rozwoju rekomenduje się wprowadzenie w ramach Sandbox Plus modelu roboczo określanego jako AQAP-lite. AQAP-lite nie powinien być przedstawiany jako nowy certyfikat wojskowy ani jako substytut formalnej zgodności z wymaganiami AQAP. Powinien stanowić wewnętrzny, przygotowawczy standard piaskownicy, umożliwiający przedsiębiorcy

stopniowe wdrażanie zasad jakościowych, dokumentacyjnych i procesowych potrzebnych na dalszych etapach. Standard powinien obejmować co najmniej: 1) identyfikację wymagań użytkownika; 2) zarządzanie konfiguracją technologii; 3) kontrolę zmian sprzętu i oprogramowania; 4) rejestr ryzyk; 5) identyfikowalność komponentów; 6) podstawowy system zarządzania jakością; 7) dokumentowanie testów i wyników; 8) zasady postępowania z niezgodnościami; 9) ochronę łańcucha dostaw; 10) minimalne zasady cyberbezpieczeństwa; 11) dokumentację podwykonawców; 12) plan przejścia do pełnej certyfikacji. Zaliczenie ścieżki AQAP-lite nie powinno automatycznie przesądzać o uzyskaniu pełnego certyfikatu ani o dopuszczeniu technologii do zastosowania wojskowego. Powinno jednak ograniczać ryzyko późniejszego odrzucenia projektu z powodów proceduralnych oraz umożliwiać planowanie kosztów i wymagań certyfikacyjnych od początku procesu rozwoju.

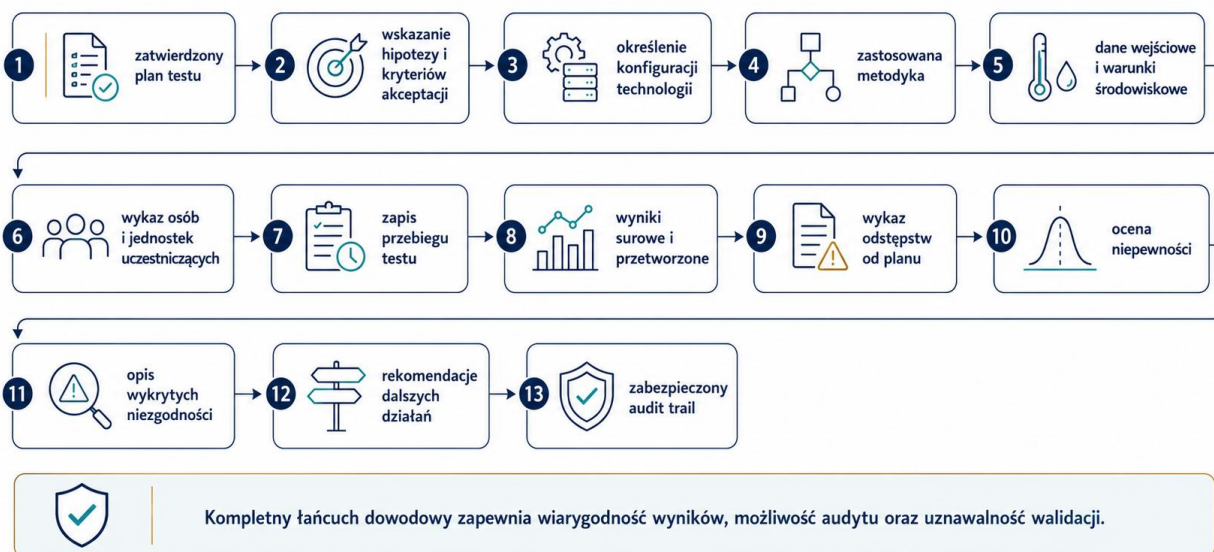
Pozytywne zakończenie testów w piaskownicy powinno otwierać możliwość ubiegania się o odrębny grant certyfikacyjny, finansujący przejście od standardu przygotowawczego do pełnych badań, audytów i certyfikacji wymaganych dla danego produktu. Materiały projektowe rekomendują wyraźne rozdzielenie grantu na testowanie i prototypowanie od finansowania pełnej certyfikacji po uzyskaniu pozytywnego wyniku walidacji.

Warunkiem wartości testów prowadzonych w Sandbox Plus jest zapewnienie ich dalszej użyteczności. Wynik testu nie może mieć charakteru wyłącznie informacyjnego lub demonstracyjnego. Powinien być częścią uporządkowanego łańcucha dowodowego, którego graficzną wizualizację przedstawia poniższy schemat⁷⁵.

⁷⁵ Audit trail (ścieżka audytu) – chronologiczny zapis zdarzeń i aktywności w systemie, który umożliwia odtworzenie oraz weryfikację sekwencji działań dotyczących określonej operacji, procesu lub transakcji, od momentu ich rozpoczęcia do zakończenia. Audit trail powinien odpowiadać co najmniej na pytania: kto, co, kiedy i w jakim zakresie wykonał dane działanie. National Institute of Standards and Technology, *Audit Trail*, w: *NIST Computer Security Resource Center Glossary*, dostępne pod adresem: https://csrc.nist.gov/glossary/term/audit_trail [dostęp: 17 lipca 2026 r.]

Łańcuch dowodowy testu technologii

Minimalny zakres dokumentacji i śladów dowodowych niezbędnych do rzetelnej walidacji



Schemat 2 – Łańcuch dowodowy testu technologii.

Plan walidacji powinien być uzgadniany przed rozpoczęciem testu z przedstawicielem właściwego regulatora, jednostki walidacyjnej lub przyszłego odbiorcy, o ile jest to możliwe. Nie chodzi o przeniesienie formalnego postępowania certyfikacyjnego do piaskownicy, lecz o ograniczenie ryzyka wykonania badań według metodyki, która następnie okaże się nieprzydatna. W dłuższej perspektywie potrzebny jest mechanizm wzajemnego uznawania wyników między węzłami sieci Sandbox Plus. Laboratorium korzystające ze wspólnego protokołu powinno generować dokumentację, którą inne jednostki oraz organy administracji będą mogły wykorzystać bez konieczności ponownego pozyskiwania tych samych danych.

4.3.3. Konsekwencje, benchmark i rekomendacje

Ograniczony dostęp do infrastruktury oraz brak koordynacji z przyszłą certyfikacją prowadzą do powtarzania badań, wzrostu kosztów i obniżenia wiarygodności projektu wobec inwestora lub zamawiającego. Jednocześnie administracja traci możliwość budowania porównywalnych zbiorów danych, a państwo staje się zależne od zagranicznych środowisk testowych i infrastruktury obliczeniowej.

Doświadczenia zagraniczne wskazują, że skuteczne systemy wsparcia technologii dual-use nie opierają się wyłącznie na finansowaniu przedsiębiorstw. Kluczowe znaczenie ma sieć

wyspecjalizowanych ośrodków testowych, powiązana z odbiorcami publicznymi i ścieżką zakupową. Model NATO DIANA łączy akcelerację przedsiębiorstw z dostępem do sieci ośrodków testowych i ekspertów. Jego istotą jest możliwość dobrania środowiska badawczego do konkretnego problemu technologicznego, a nie budowa jednego centralnego laboratorium. W Niemczech funkcję pomostową pełni sieć instytutów Fraunhofera⁷⁶, łącząca badania stosowane z potrzebami przemysłu. W Stanach Zjednoczonych wyspecjalizowane programy obronne wykorzystują poligony, laboratoria federalne i środowiska użytkowników do szybkiej oceny prototypów. Wielka Brytania rozwija mechanizmy umożliwiające przedsiębiorstwom testowanie technologii we współpracy z administracją i odbiorcami obronnymi. Wspólnym elementem tych modeli jest prowadzenie walidacji w kontekście konkretnej potrzeby operacyjnej oraz wczesne zaangażowanie przyszłego użytkownika. Wniosek dla Polski nie polega na prostym skopiowaniu jednego rozwiązania. Krajowy model powinien wykorzystywać istniejącą, rozproszoną infrastrukturę, ale połączyć ją wspólnymi procedurami dostępu, dokumentowania i uznawania wyników. W tym zakresie przewagą Sandbox Plus może być połączenie walidacji technologicznej z oceną adekwatności regulacji.

Należy przygotować aktualizowany katalog laboratoriów, poligonów, centrów obliczeniowych, *living labs* oraz jednostek certyfikujących. Katalog powinien wskazywać zakres badań, dostępność, status akredytacji, warunki bezpieczeństwa, orientacyjny czas i koszt usługi oraz możliwość wykorzystania wyników w dalszych postępowaniach.

Sandbox Plus powinien działać jako sieć aktywnych węzłów, a nie jako pojedyncze centrum. Operator powinien koordynować dostęp do zasobów, lecz nie musi być ich właścicielem. Umowy z węzłami powinny określać standardy świadczenia usług, ochrony informacji, odpowiedzialności, raportowania i rozwiązywania konfliktów interesów.

Dla każdego projektu należy przed rozpoczęciem testów przygotować Plan Walidacji Technologii, określający poziom TRL, hipotezy testowe, kryteria sukcesu, potrzebną infrastrukturę, właściwe standardy, udział regulatorów, harmonogram, budżet oraz docelową ścieżkę certyfikacji.

Testy fizyczne powinny być poprzedzane symulacją i wykorzystaniem cyfrowych bliźniaków wszędzie tam, gdzie jest to technicznie zasadne. Pilotaż powinien empirycznie

⁷⁶ <https://www.fraunhofer.de/en.html> [20.07.2026 r.].

mierzyć uzyskaną redukcję kosztów, czasu i ryzyka, zamiast przyjmować oszczędności wyłącznie na podstawie szacunków.

Należy zapewnić różne poziomy izolacji i bezpieczeństwa przetwarzania danych, w tym środowiska przeznaczone dla danych wrażliwych, informacji stanowiących tajemnicę przedsiębiorstwa oraz – po spełnieniu odrębnych wymogów – informacji wymagających podwyższonej ochrony.

Pilotaż powinien przetestować proporcjonalny standard przygotowania MŚP do przyszłej certyfikacji. Dokumentacja programu musi jednoznacznie wskazywać, że AQAP-lite nie zastępuje formalnej certyfikacji, lecz zmniejsza ryzyko i koszt przejścia do jej pełnej postaci.

Finansowanie powinno być uruchamiane etapowo, po osiągnięciu kolejnych kamieni milowych: walidacji cyfrowej, laboratoryjnej, kontrolowanej i operacyjnej. Pozytywne zakończenie procesu powinno umożliwiać uzyskanie finansowania pełnej certyfikacji.

Właściwy organ lub przyszły odbiorca powinien uczestniczyć w ustalaniu kryteriów testu, bez przesądzania wyniku późniejszego postępowania administracyjnego lub zakupowego. Pozwoli to zwiększyć użyteczność wyników i ograniczyć konieczność powtarzania badań.

Każdy test powinien kończyć się raportem sporządzonym według wspólnego wzoru. Raport powinien być częścią Raportu Wyjścia i dokumentować zarówno wynik technologiczny, jak i ujawnione bariery regulacyjne.

Należy wypracować zasady, na podstawie których wyniki testów przeprowadzonych w jednym węźle mogą być wykorzystywane przez inne węzły, organy administracji i jednostki certyfikujące, o ile spełniono uzgodnione wymagania metodologiczne.

Walidacja nie powinna kończyć się na laboratorium. Projekty powinny mieć możliwość przeprowadzenia ograniczonego testu z udziałem rzeczywistego użytkownika, np. szpitala, służby ratowniczej, operatora infrastruktury, jednostki samorządowej albo jednostki wojskowej, przy zachowaniu kontroli ryzyka i odpowiedniej podstawy prawnej.

Umowy z laboratoriami i węzłami powinny określać zasady dostępu do technologii, danych i wyników, prawa do wynalazków powstałych podczas testów, zakaz nieuprawnionego wykorzystania wiedzy oraz sposób prowadzenia *audit trail*.

Analiza Obszaru III prowadzi do wniosku, że Polska nie musi budować całego systemu infrastruktury walidacyjnej od podstaw. Dysponuje znaczącymi zasobami laboratoryjnymi, obliczeniowymi, poligonowymi i eksperckimi. Brakuje natomiast mechanizmu, który przekształci te zasoby w spójną usługę publiczną dostępną dla innowatora. Rolą Sandbox Plus powinno być stworzenie federacyjnego systemu walidacji, w którym testowanie technologii, przygotowanie do certyfikacji, udział regulatora oraz dokumentowanie wyników tworzą jeden proces. Dopiero takie rozwiązanie umożliwi rzeczywistą realizację podwójnej walidacji, potwierdzenie dojrzałości technologii oraz ocenę, czy obowiązujące regulacje i procedury odpowiadają rzeczywistemu poziomowi ryzyka. Infrastruktura powinna w tym modelu generować nie tylko wyniki techniczne, ale również dowody na potrzeby administracji i procesu legislacyjnego. Odpowiednio zaprojektowany system ograniczy koszty komercjalizacji, zwiększy wykorzystanie infrastruktury publicznej, poprawi bezpieczeństwo testów oraz skróci drogę od prototypu do wdrożenia cywilnego lub obronnego.

4.4. Współpraca i własność intelektualna

4.4.1. Diagnoza ryzyk i asymetrii

Czwarty obszar prac dotyczył warunków bezpiecznej współpracy między twórcami technologii, startupami, małymi i średnimi przedsiębiorstwami, instytucjami naukowymi, mentorami oraz dużymi integratorami przemysłowymi. Punktem wyjścia dla analiz było założenie, że skuteczny transfer technologii dual-use wymaga nie tylko odpowiedniej infrastruktury, finansowania i wsparcia regulacyjnego, lecz także wiarygodnego systemu ochrony własności intelektualnej, tajemnicy przedsiębiorstwa oraz danych powstających podczas testów. W przypadku technologii podwójnego zastosowania znaczenie własności intelektualnej jest szczególne. Wartość przedsiębiorstwa często nie wynika z posiadanych aktywów materialnych, lecz z algorytmów, kodu źródłowego, dokumentacji konstrukcyjnej, architektury systemu, wyników badań, metod integracji, danych treningowych, parametrów technicznych oraz wiedzy organizacyjnej. Ujawnienie któregośkolwiek z tych elementów może umożliwić odtworzenie rozwiązania, obejście ochrony patentowej albo wykorzystanie technologii przez podmiot dysponujący większym kapitałem, zdolnościami produkcyjnymi i dostępem do rynku.

Jednocześnie rozwój technologii dual-use jest niemożliwy bez częściowego ujawnienia rozwiązania. Startup ubiegający się o mentoring, dostęp do laboratorium, test na poligonie,

finansowanie lub współpracę z integratorem musi przekazać informacje pozwalające ocenić technologię. Powstaje zatem podstawowy dylemat: „zasłonić czy pokazać”. Zbyt daleko idąca poufność uniemożliwia ocenę i współpracę, natomiast nadmierne ujawnienie może doprowadzić do utraty przewagi technologicznej, nowości patentowej lub kontroli nad komercjalizacją. Materiały warsztatowe rekomendują w związku z tym utworzenie środowiska kontrolowanego ujawnienia, wprowadzenie systemu depozytu i rejestracji pierwszeństwa oraz uregulowanie zasad dostępu do informacji jeszcze przed rozpoczęciem mentoringu i *matchmakingu*. Ochrona IP powinna zostać przeniesiona z końcowej fazy ewaluacji do etapu przyjęcia uczestnika do piaskownicy i zawarcia Planu Piaskownicy. Własność intelektualna nie powinna być zatem traktowana jako uboczny problem prawny rozwiązywany po zakończeniu testów. Stanowi ona podstawową infrastrukturę zaufania, od której zależą gotowość przedsiębiorców do udziału w programie, jakość współpracy z mentorami oraz możliwość późniejszej industrializacji rozwiązania.

W krajowym ekosystemie technologii dual-use występuje wyraźna asymetria między twórcą technologii a podmiotami posiadającymi zasoby niezbędne do jej wdrożenia. Startup lub MŚP może dysponować unikatowym rozwiązaniem, ale najczęściej nie posiada: 1) własnej infrastruktury produkcyjnej; 2) dostępu do poligonów i laboratoriów; 3) kompetencji certyfikacyjnych; 4) doświadczenia w zamówieniach publicznych; 5) wymaganych poświadczeń i świadectw; 6) sieci serwisowej i logistycznej; 7) relacji z odbiorcami instytucjonalnymi; 8) zdolności do integracji rozwiązania z większym systemem; 9) kapitału umożliwiającego przeprowadzenie pełnej walidacji. Zasoby te znajdują się zwykle po stronie dużego przedsiębiorstwa przemysłowego, instytutu badawczego, jednostki publicznej albo integratora systemowego. W rezultacie twórca technologii staje przed koniecznością nawiązania współpracy z podmiotem o znacznie silniejszej pozycji ekonomicznej i negocjacyjnej. Materiały projektowe wskazują wprost na obawę startupów przed utratą kontroli nad technologią w relacji z większym przedsiębiorstwem. Ryzyko to nie musi przyjmować postaci bezpośredniego naruszenia praw własności intelektualnej. Może polegać również na wykorzystaniu wiedzy uzyskanej podczas oceny projektu, opracowaniu zbliżonego rozwiązania we własnym zespole B+R, przejęciu kluczowych pracowników, uzależnieniu startupu od jednego integratora albo narzuceniu niekorzystnego modelu licencyjnego.

Problem ten może prowadzić do powstania mechanizmu negatywnej selekcji. Przedsiębiorstwa posiadające najbardziej wartościowe technologie mogą rezygnować z udziału w programach publicznych, jeżeli nie będą miały pewności, że ujawniane informacje pozostaną pod ich kontrolą. W piaskownicy pozostawałyby wówczas projekty o niższej wartości technologicznej albo takie, które nie wymagają przekazywania istotnego *know-how*.

Startup nie zawsze jest w stanie prawidłowo określić, które elementy jego rozwiązania podlegają ochronie oraz jakie informacje powinny pozostać poufne. Często nie posiada również środków na przeprowadzenie profesjonalnej analizy patentowej, badanie stanu techniki, przygotowanie strategii ochrony międzynarodowej czy negocjowanie wielostronicowej umowy z partnerem przemysłowym. Duży integrator dysponuje natomiast wyspecjalizowanymi działami prawnymi, patentowymi, zakupowymi i technologicznymi. Ma możliwość prowadzenia długotrwałych negocjacji oraz porównywania wielu konkurencyjnych projektów. Różnica ta może prowadzić do zawierania umów formalnie dobrowolnych, lecz faktycznie nierównoważnych.

W wielu projektach zagadnienia własności intelektualnej są analizowane dopiero po wykonaniu prototypu albo po rozpoczęciu rozmów z inwestorem. Na tym etapie część informacji mogła już zostać ujawniona podczas prezentacji, warsztatów, publikacji naukowych, postępowań grantowych lub rozmów z potencjalnymi partnerami. Może to prowadzić do: 1) utraty przesłanki nowości wymaganej dla uzyskania patentu; 2) trudności w wykazaniu autorstwa; 3) sporów dotyczących praw pracodawcy i pracownika; 4) niejasności co do praw uczelni lub instytutu; 5) niemożności ustalenia, która część rozwiązania powstała przed rozpoczęciem współpracy; 6) roszczeń o współautorstwo ze strony mentorów lub partnerów; 7) problemów z przedstawieniem inwestorowi kompletnego łańcucha praw. Zarządzanie IP powinno zatem rozpoczynać się przed pierwszym kontrolowanym ujawnieniem, a nie dopiero na etapie wyjścia z piaskownicy.

Każda współpraca jest obecnie regulowana odrębną umową przygotowaną przez jedną ze stron. Powoduje to nie tylko wysokie koszty transakcyjne, lecz także znaczne różnice w poziomie ochrony uczestników. W szczególności brakuje standardów dotyczących: 1) praw do technologii wniesionej do projektu; 2) praw do ulepszeń powstałych podczas testów; 3) praw do danych i raportów z walidacji; 4) wykorzystywania kodu źródłowego; 5) publikacji wyników; 6) licencji dla partnera przemysłowego; 7) dalszej komercjalizacji cywilnej i wojskowej; 8) zakończenia

współpracy; 9) odpowiedzialności za naruszenie poufności; 10) wykorzystania wiedzy zdobytej przez mentorów. Brak standardów nie oznacza neutralności. W praktyce prowadzi do przyjmowania dokumentacji przygotowanej przez podmiot o silniejszej pozycji negocjacyjnej.

Technologie dual-use powstają często w ramach projektów wielopodmiotowych. W jednym rozwiązaniu mogą zostać połączone: 1) wyniki badań uczelni; 2) oprogramowanie startupu; 3) komponent sprzętowy partnera przemysłowego; 4) dane pochodzące od podmiotu publicznego; 5) *know-how* jednostki wojskowej; 6) biblioteki lub komponenty *open source*⁷⁷; 7) rozwiązania licencjonowane od osób trzecich. Brak precyzyjnej mapy praw może uniemożliwić późniejszą komercjalizację. Inwestor lub zamawiający oczekuje bowiem potwierdzenia, że uczestnik jest uprawniony do rozporządzania całym rozwiązaniem albo posiada odpowiednie licencje.

W technologii dual-use nie każda informacja może być swobodnie ujawniana w zgłoszeniu patentowym, publikacji naukowej czy dokumentacji marketingowej. Potrzeba ochrony patentowej może kolidować z wymaganiami dotyczącymi kontroli eksportu, ochrony informacji wrażliwych, bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej lub interesów obronnych. Piaskownica powinna zatem zapewniać wczesną ocenę, czy planowana strategia ujawnienia technologii nie prowadzi do ryzyka dla bezpieczeństwa albo nie uruchamia dodatkowych obowiązków regulacyjnych.

4.4.2. Architektura ochrony IP i danych

Nie istnieje jedna właściwa forma ochrony dla wszystkich technologii uczestniczących w Sandbox Plus. Wybór powinien zależeć między innymi od charakteru rozwiązania, możliwości jego odtworzenia, horyzontu komercjalizacji, planowanych rynków, poziomu dojrzałości oraz znaczenia dla bezpieczeństwa państwa. Ochrona patentowa może zapewnić czasowy monopol na korzystanie z wynalazku, ale wymaga ujawnienia istoty rozwiązania. Patent jest szczególnie przydatny, gdy produkt po wejściu na rynek może zostać poddany analizie i odtworzony przez konkurenta. Ochrona patentowa wymaga jednak odpowiednio wczesnego działania. Publiczne

⁷⁷ Oprogramowanie *open source* to kategoria oprogramowania udostępnianego na podstawie licencji, które gwarantują użytkownikom dostęp do kodu źródłowego oraz uprawnienia do jego analizowania, wykorzystywania, modyfikowania i dalszego rozpowszechniania, pod warunkiem zachowania wymogów określonych w danej licencji. Istotą modelu *open source* jest zapewnienie swobody rozwoju i dystrybucji oprogramowania przy jednoczesnym zachowaniu zasad przejrzystości, współpracy oraz niedyskryminacyjnego dostępu do praw wynikających z licencji. Zob. Open Source Initiative, *The Open Source Definition (OSD)*, <https://opensource.org/osd> [dostęp: 20.07.2026].

ujawnienie rozwiązania przed dokonaniem zgłoszenia może ograniczyć lub wykluczyć możliwość uzyskania ochrony. Dokumentacja programu nie powinna bez dodatkowego wyjaśnienia posługiwać się pojęciem „tymczasowego zgłoszenia patentowego”, właściwym dla niektórych systemów zagranicznych. Uczestnik powinien otrzymać indywidualną informację dotyczącą możliwego zgłoszenia krajowego, europejskiego lub międzynarodowego oraz konsekwencji wyboru właściwej ścieżki.

W kontekście ochrony własności intelektualnej w ramach projektu Sandbox Plus należy rozważyć także kwestie związane z tajemnicą przedsiębiorstwa. Ochrona tajemnicy przedsiębiorstwa może być bardziej odpowiednia w odniesieniu do: 1) algorytmów i parametrów modeli; 2) metod produkcji; 3) sposobów integracji komponentów; 4) danych treningowych; 5) konfiguracji systemu; 6) procedur testowych; 7) źródeł dostaw; 8) dokumentacji wdrożeniowej; 9) wiedzy niemożliwej do odtworzenia na podstawie produktu. Skuteczność tej ochrony zależy jednak od wykazania, że podmiot podjął realne działania w celu zachowania poufności. Samo oznaczenie dokumentu jako „poufny” nie jest wystarczające, jeżeli informacje są udostępniane bez kontroli, ewidencji i ograniczenia dostępu. W większości projektów dual-use optymalny będzie model mieszany, w którym podstawowa konstrukcja lub rozwiązanie techniczne jest chronione patentem, a szczegółowe parametry, dane, konfiguracje i *know-how* pozostają tajemnicą przedsiębiorstwa. Sandbox Plus powinien pomagać uczestnikowi w rozdzieleniu poszczególnych warstw technologii i przygotowaniu strategii ochrony dla każdej z nich.

Każdy uczestnik powinien przed rozpoczęciem testów przygotować Mapę IP, stanowiącą załącznik do Planu Piaskownicy. Niezbędne elementy dokumentu przedstawia poniższy schemat.

MAPA IP



Schemat 3 – Mapa IP.

Mapa powinna rozróżniać cztery kategorie: 1) *background IP*⁷⁸ – prawa i *know-how* posiadane przed rozpoczęciem udziału; 2) *foreground IP*⁷⁹ – rezultaty powstałe bezpośrednio w ramach testów i współpracy; *sideground IP*⁸⁰ – rezultaty powstałe równolegle, ale związane z projektem; *third-party IP*⁸¹ – prawa należące do osób trzecich i wykorzystywane na podstawie licencji. Rozróżnienie to powinno zostać wprowadzone do wszystkich wzorców umów stosowanych w piaskownicy.

Rekomendowanym narzędziem ochrony informacji jest *IT Clean Room*, czyli środowisko kontrolowanego ujawnienia. Jego funkcją jest umożliwienie oceny technologii bez przekazywania partnerowi pełnego i nieograniczonego dostępu do wszystkich informacji. *Clean room* powinien działać zgodnie z zasadą minimalizacji ujawnienia. Każdy odbiorca uzyskuje wyłącznie taki zakres informacji, jaki jest niezbędny do wykonania określonego zadania. W praktyce środowisko powinno umożliwiać: 1) zróżnicowanie poziomów dostępu; 2) dostęp czasowy; 3) blokadę kopiowania i pobierania dokumentów; 4) rejestrowanie wyświetlanych materiałów; 5) znakowanie dokumentów; 6) kontrolę eksportu danych; 7) przechowywanie kodu

⁷⁸ Background Intellectual Property (Background IP) oznacza wiedzę, dane, informacje, know-how oraz prawa własności intelektualnej pozostające w posiadaniu danego podmiotu przed rozpoczęciem projektu lub współpracy, które są niezbędne do realizacji projektu albo wykorzystania jego rezultatów. Do Background IP mogą należeć m.in. patenty, prawa autorskie, bazy danych, oprogramowanie, tajemnice przedsiębiorstwa oraz inne dobra niematerialne wniesione do projektu przez jego uczestników. Zob. *Background in EU-funded projects*. European Commission. https://intellectual-property-helpdesk.ec.europa.eu/news-events/news/background-eu-funded-projects-2021-06-29_en [dostęp: 20.07.2026].

⁷⁹ Foreground Intellectual Property (Foreground IP) oznacza prawa własności intelektualnej, wiedzę, dane, know-how, technologie oraz inne rezultaty powstałe w trakcie realizacji projektu, współpracy badawczo-rozwojowej lub innego wspólnego przedsięwzięcia i będące jego bezpośrednim rezultatem. Foreground IP obejmuje zarówno dobra podlegające ochronie prawnej (np. wynalazki, utwory, bazy danych, oprogramowanie), jak i rozwiązania niematerialne, które mogą zostać wykorzystane gospodarczo lub naukowo. Co do zasady prawa do Foreground IP przysługują podmiotowi, który dane rezultaty wytworzył, chyba że strony uzgodnią odmienny model własności, w tym współwłasność. Zob. European IP Helpdesk, *Your Guide to Intellectual Property Management in Horizon Europe*, European Commission, 2022, https://intellectual-property-helpdesk.ec.europa.eu/ip-management-and-resources/publications/your-guide-intellectual-property-management-horizon-europe_en [dostęp: 20.07.2026].

⁸⁰ Sideground Intellectual Property (Sideground IP) oznacza wiedzę, know-how, technologie oraz prawa własności intelektualnej, które pozostają istotne dla danego projektu lub współpracy badawczo-rozwojowej, lecz są tworzone przez jednego z uczestników poza zakresem projektu, równolegle do jego realizacji. Innymi słowy, Sideground IP nie stanowi bezpośredniego rezultatu wspólnego przedsięwzięcia (jak Foreground IP), ale może pozostawać z nim funkcjonalnie lub technologicznie powiązane. Zob. Granstrand, O., & Holgersson, M. (2014). The Challenge of Closing Open Innovation: The Intellectual Property Disassembly Problem. *Research-Technology Management*, 57(5), 19–25. <https://doi.org/10.5437/08956308X5705258>

⁸¹ Third-Party Intellectual Property (Third-Party IP) oznacza prawa własności intelektualnej przysługujące podmiotom trzecim, tj. podmiotom niebędącym stronami danego projektu, umowy lub współpracy. Kategoria ta obejmuje w szczególności patenty, prawa autorskie, znaki towarowe, bazy danych, know-how oraz tajemnice przedsiębiorstwa należące do osób fizycznych lub prawnych, których wykorzystanie wymaga uzyskania odpowiedniego tytułu prawnego, najczęściej w postaci licencji lub zgody uprawnionego. Zob. World Intellectual Property Organization (WIPO), *IP Assignment and Licensing*, <https://www.wipo.int/en/web/business/assignment-licensing> [dostęp: 20.07.2026].

źródłowego bez przekazywania jego kopii; 8) analizę wyników przez wyznaczonych ekspertów; 9) dokumentowanie wszystkich operacji; 10) natychmiastowe odebranie dostępu. Dla projektów szczególnie wrażliwych rekomendowane jest wykorzystanie szerszego środowiska określanego jako „*The Vault*”, łączącego bezpieczne repozytorium dokumentów, *escrow IP*, rejestr dostępu, system zarządzania zgodami oraz bezpieczną przestrzeń obliczeniową. Środowisko to nie może zastępować wymogów wynikających z przepisów o ochronie informacji niejawnych. Powinno natomiast zapewniać podwyższony standard ochrony tajemnicy przedsiębiorstwa, danych badawczych oraz informacji wrażliwych, które nie posiadają formalnej klauzuli niejawności.

Drugim podstawowym instrumentem powinien być depozyt IP prowadzony przez neutralnego operatora lub niezależną zaufaną stronę trzecią. Sugerowane elementy depozytu prezentuje poniższy schemat.



Schemat 4 – Depozyt IP.

Escrow nie tworzy samo w sobie prawa wyłącznego ani nie zastępuje rejestracji patentowej. Pełni funkcję dowodową i organizacyjną, ograniczając ryzyko sporu o to, kto i w jakim momencie dysponował określonym rozwiązaniem. Względem partnerów piaskownicy data depozytu może zostać umownie uznana za wiążący moment ustalenia stanu technologii wniesionej do programu. Operator powinien jednak jednoznacznie informować, że taki zapis nie przesądza samodzielnie wyniku ewentualnego sporu patentowego lub sądowego.

4.4.3. Współpraca z mentorami, integratorami i inwestorami

Matchmaking z dużymi przedsiębiorstwami jest niezbędny dla przejścia od prototypu do produkcji przemysłowej. Integrator może zapewnić dostęp do łańcucha dostaw, certyfikacji, odbiorcy końcowego, serwisu oraz infrastruktury produkcyjnej. Mechanizm ten bez odpowiednich zabezpieczeń może jednak prowadzić do uzależnienia startupu. Plan Piaskownicy i wzorcowe umowy powinny chronić uczestnika przede wszystkim przed: 1) automatycznym przeniesieniem praw do technologii; 2) uzyskaniem przez integratora wyłączności bez świadczenia wzajemnego; 3) bezterminowym zakazem współpracy z innymi podmiotami; 4) utratą prawa do zastosowań cywilnych; 5) przejęciem danych z testów; 6) obowiązkiem przekazania całego *know-how*; 7) uzależnieniem dostępu do rynku od sprzedaży udziałów; 8) przeniesieniem praw do wszystkich przyszłych ulepszeń; 9) brakiem możliwości rozwiązania współpracy; 10) przejęciem kluczowych pracowników. Materiały warsztatowe wskazują na potrzebę stosowania klauzul dotyczących *background* i *foreground IP*, licencji zwrotnych, ochrony przed uzależnieniem oraz zachowania przez twórcę prawa do danych testowych i dalszej komercjalizacji cywilnej. Nie należy jednak ustanawiać jednego sztywnego podziału praw dla wszystkich projektów. Wskazany w materiale wariant procentowego podziału praw może być traktowany jako punkt wyjścia do dyskusji, ale nie powinien stanowić automatycznej reguły programu. Podział musi odzwierciedlać rzeczywisty wkład stron, poniesione ryzyko, finansowanie, charakter współtwórczości i zakres późniejszej eksploatacji.

Mentor w Sandbox Plus nie powinien pełnić wyłącznie funkcji eksperta oceniającego projekt. Jego zadaniem powinno być również przeprowadzenie uczestnika przez wymagania technologiczne, regulacyjne, certyfikacyjne i operacyjne związane z rozwojem oraz testowaniem rozwiązania. Funkcja mentora ma zatem charakter doradczy, koordynacyjny i wspierający, co wiąże się z dostępem do informacji technicznych, biznesowych i organizacyjnych o szczególnej wartości dla uczestnika.

Jednocześnie mentor może być pracownikiem potencjalnego konkurenta uczestnika. Może także reprezentować przyszłego integratora zainteresowanego wykorzystaniem albo nabyciem rozwijanej technologii. Mentorem może być również naukowiec prowadzący badania w podobnym obszarze, autor własnych rozwiązań technologicznych albo doradca kilku uczestników działających na tym samym rynku. Funkcję tę może ponadto pełnić członek instytucji zainteresowanej uzyskaniem praw do rezultatów projektu.

Takie powiązania powodują ryzyko świadomego albo nieświadomego wykorzystania informacji przekazanych przez uczestnika. Może ono dotyczyć wiedzy technicznej, modeli biznesowych, danych, kodu źródłowego, dokumentacji projektowej, wyników testów, planów rozwoju oraz informacji o strategii ochrony własności intelektualnej. Ryzyko występuje nawet wtedy, gdy mentor nie działa w zamiarze naruszenia interesów uczestnika, ponieważ zdobyta wiedza może wpływać na jego późniejszą działalność badawczą, gospodarczą albo doradczą.

Szczególnym zagrożeniem jest przedwczesne ujawnienie lub opublikowanie wyników, które może prowadzić do utraty nowości patentowej i uniemożliwić skuteczne uzyskanie ochrony. Ryzyko to dotyczy publikacji naukowych, wystąpień konferencyjnych, dokumentacji składanej w postępowaniach grantowych, raportów wewnętrznych oraz materiałów promocyjnych. Każda z tych form może prowadzić do publicznego albo niekontrolowanego ujawnienia informacji o rozwiązaniu przed dokonaniem właściwego zgłoszenia patentowego lub zastosowaniem innych środków ochrony.

Materiały projektu rekomendują przyjęcie kodeksu postępowania mentora, który określi standardy poufności, lojalności i bezstronności. Mentor powinien składać deklarację neutralności oraz ujawniać wszystkie powiązania mogące wpływać na jego niezależność. Należy również wprowadzić zakaz równoległego prowadzenia prac konkurencyjnych, jeżeli mogłyby one wykorzystywać informacje uzyskane w ramach mentoringu. W instytucjach angażujących kilku ekspertów powinny funkcjonować wewnętrzne „mury chińskie”, które zapewnią organizacyjne i informacyjne rozdzielenie osób pracujących dla konkurujących ze sobą uczestników.

Mentor nie powinien publikować ani przekazywać danych uczestnika bez jego uprzedniej i jednoznacznej zgody. Zakaz ten powinien obejmować także dane zagregowane, jeżeli ich treść pozwala na identyfikację technologii, podmiotu albo przyjętej strategii rozwoju. Konieczne jest

również jednoznaczne uregulowanie praw do ulepszeń zaproponowanych podczas mentoringu. Zasady te powinny określać, komu przysługują prawa do koncepcji, modyfikacji, usprawnień i rezultatów powstałych w wyniku współpracy między mentorem a uczestnikiem.

Każdy mentor powinien przed uzyskaniem dostępu do projektu: 1) złożyć deklarację konfliktu interesów; 2) ujawnić współpracę z konkurentami uczestnika; 3) zaakceptować zakres dostępu do informacji; 4) podpisać zobowiązanie do poufności; 5) zobowiązać się do niepublikowania informacji bez zgody; 6) potwierdzić zasady przypisania praw do ulepszeń; 7) poddać się procedurze wyłączenia w razie powstania konfliktu.

Operator powinien prowadzić rejestr konfliktów interesów i posiadać możliwość zmiany mentora bez negatywnych konsekwencji dla uczestnika. Operator powinien przygotować zestaw dokumentów, które mogą być dostosowywane do specyfiki projektu. Nie powinny to być obowiązkowe, identyczne umowy, lecz zatwierdzone wzorce wyznaczające minimalny poziom ochrony uczestnika. Pakiet powinien obejmować m.in. umowę o poufności, umowę mentorską, umowę dostępu do laboratorium, umowę o przeprowadzenie testów, umowę *matchmakingową*; umowę pilotażową, umowę konsorcjum, umowę licencyjną, umowę dotyczącą wspólnych prac B+R, umowę depozytu IP, protokół ujawnienia informacji, kartę konfliktu interesów, wzór porozumienia o podziale praw do wyników, wzór licencji zwrotnej, procedurę zakończenia współpracy. Minimalny katalog klauzul powinien regulować:

- prawa do technologii wniesionej do programu,
- prawa do rezultatów,
- prawa do danych,
- zasady publikacji,
- zakaz nieuprawnionego korzystania z informacji,
- ograniczenia konkurencji w zakresie zgodnym z prawem i proporcjonalnym do ryzyka,
- czas obowiązywania poufności,
- odpowiedzialność za naruszenie,
- procedurę rozstrzygania sporów,
- konsekwencje zakończenia udziału.

Raport warsztatowy postuluje wprowadzenie minimalnego katalogu klauzul ochronnych bezpośrednio do Planu Piaskownicy.

Matchmaking nie powinien polegać na prostym przekazaniu danych kontaktowych startupu dużemu przedsiębiorstwu. Powinien być zarządzanym procesem, którego celem jest doprowadzenie do współpracy odpowiadającej potrzebom obu stron. Powinien on obejmować diagnozę potrzeb startupu, określenie zakresu potrzebnego wsparcia, wstępną ocenę potencjalnych partnerów, weryfikację konfliktów interesów, podpisanie dokumentacji ochronnej, kontrolowane ujawnienie informacji, ustalenie modelu współpracy, określenie kamieni milowych, okresową ocenę relacji i możliwość zmiany partnera. Partnerstwo może przyjąć różne formy: podwykonawstwo, licencjonowanie, wspólne B+R, integrację komponentu, kontrakt pilotażowy, wspólne konsorcjum, inwestycję kapitałową albo przejęcie przedsiębiorstwa. Rolą operatora nie powinno być narzucenie jednego modelu, lecz zapewnienie, że wybór jest świadomy, proporcjonalny i nie prowadzi do nieuzasadnionej utraty praw. Mechanizm *matchmakingu* jest niezbędny dla industrializacji i włączenia technologii do istniejących systemów operacyjnych. Materiały dla administracji wskazują, że duże przedsiębiorstwa mogą zapewnić startupom dostęp do infrastruktury przemysłowej, wiedzy technologicznej i kanałów wdrożeniowych, a demonstratory, raporty z testów i kontrakty pilotażowe zwiększają wiarygodność rozwiązań wobec użytkowników końcowych.

Własność intelektualna w Sandbox Plus nie ogranicza się do patentów i dokumentacji technicznej. Istotnym aktywem są dane generowane podczas testów. Należy rozróżnić: 1) dane dostarczone przez uczestnika; 2) dane pochodzące z infrastruktury testowej; 3) dane wygenerowane przez urządzenie; 4) dane dotyczące zachowania użytkownika; 5) dane operacyjne partnera publicznego; 6) dane powstałe w wyniku analizy; 7) modele i parametry wyprowadzone z danych; 8) raporty i metodyki testowe. Plan Piaskownicy powinien określać, kto jest uprawniony do wykorzystywania poszczególnych kategorii danych i w jakim celu. Uczestnik powinien co do zasady zachować dostęp do danych potrzebnych do rozwoju i certyfikacji własnej technologii. Jednocześnie operator i administracja powinni mieć możliwość wykorzystania odpowiednio zanonimizowanych lub zagregowanych wyników do ewaluacji programu oraz formułowania rekomendacji legislacyjnych. Wykorzystanie to nie może prowadzić do ujawnienia przewagi technologicznej uczestnika.

Każdy projekt powinien zakończyć się przygotowaniem odrębnego modułu dotyczącego własności intelektualnej, stanowiącego integralną część Raportu Wyjścia. Moduł ten powinien zawierać zaktualizowaną Mapę IP, która odzwierciedla stan praw do technologii, wiedzy, danych, kodu i dokumentacji na moment zakończenia udziału w programie. Powinien także obejmować pełne zestawienie rezultatów powstałych w toku realizacji projektu oraz wskazywać podmioty uprawnione do korzystania z poszczególnych rezultatów. Konieczne jest potwierdzenie praw do kodu źródłowego, danych i dokumentacji technicznej. W module należy również przeprowadzić analizę potrzeby dokonania nowych zgłoszeń patentowych, zgłoszeń wzorów użytkowych lub przemysłowych albo zastosowania innych instrumentów ochrony. Dokument powinien przedstawiać rekomendowaną strategię ochrony zagranicznej, uwzględniającą rynki docelowe, koszty ochrony, znaczenie technologii oraz ryzyko jej wykorzystania przez podmioty trzecie. Moduł IP powinien ponadto zawierać analizę swobody działalności, pozwalającą ocenić, czy rozwijanie, produkowanie i komercjalizowanie technologii nie narusza praw własności intelektualnej przysługujących innym podmiotom. Należy również dokonać klasyfikacji elementów przeznaczonych do opatentowania oraz tych, które powinny pozostać objęte poufnością i być chronione jako know-how albo tajemnica przedsiębiorstwa. Dokument powinien określać zasady licencjonowania wyników projektu, w tym możliwy zakres licencji, terytorium, czas obowiązywania, odpłatność oraz ograniczenia dotyczące dalszego udostępniania technologii. Powinien także obejmować ocenę ograniczeń eksportowych, w szczególności odnoszących się do technologii dual-use, danych technicznych, oprogramowania, komponentów i transferu wiedzy. Kolejnym elementem powinien być rekomendowany model komercjalizacji, dostosowany do charakteru technologii, sytuacji uczestnika, potencjalnych odbiorców i możliwości finansowania dalszego rozwoju. Moduł powinien również zawierać plan ochrony informacji po zakończeniu programu, obejmujący zasady przechowywania dokumentacji, dalszego stosowania obowiązków poufności, udostępniania wyników oraz reagowania na przypadki naruszenia praw. Doradztwo świadczone na etapie wyjścia z Sandbox Plus powinno łączyć strategię patentową, eksportową i komercyjną. Raporty z testów powinny pozostać chronione przed dostępem konkurentów i innych nieuprawnionych podmiotów. Jednocześnie powinny być przygotowane w sposób umożliwiający ich wykorzystanie jako materiału dowodowego w procesach certyfikacyjnych, inwestycyjnych i wdrożeniowych.

Istotnym kierunkiem rozwoju ekosystemu jest zwiększenie możliwości wykorzystywania praw własności intelektualnej jako składnika zabezpieczenia finansowania technologii *deep-tech*. Obecnie instytucje finansowe znacznie łatwiej akceptują zabezpieczenie na aktywach materialnych niż na patentach, oprogramowaniu czy *know-how*. Przyczyną są trudności związane z: 1) wyceną praw; 2) oceną ich zbywalności; 3) niepewnością co do ważności ochrony; 4) zmiennością wartości technologii; 5) brakiem rynku wtórnego; 6) ryzykiem sporów; 7) zależnością wartości patentu od zespołu i dalszego *know-how*; 8) trudnościami egzekucyjnymi. Postulat finansowania pod zastaw IP ma charakter długofalowy i nie powinien być przedstawiany jako bezpośredni rezultat pilotażu. Według materiałów projektowych jego wdrożenie wymaga dalszego dialogu UPRP, KNF, sektora bankowego i instytucji finansowania rozwoju, a horyzont realizacji jest kilkuletni. Pilotaż może natomiast przygotować podstawy przyszłego instrumentu przez: 1) standaryzację Map IP; 2) rozwój metod wyceny; 3) porządkowanie łańcucha praw; 4) tworzenie raportów technologicznych; 5) dokumentowanie wyników walidacji; 6) budowanie repozytorium danych o komercjalizacji; 7) testowanie gwarancji lub poręczeń publicznych.

4.4.4. Skutki systemowe i rekomendacje

Niepewność dotycząca IP ogranicza skłonność przedsiębiorców do podejmowania współpracy i prowadzi do zwiększenia kosztów transakcyjnych. Najważniejsze konsekwencje gospodarcze prezentuje poniższy schemat graficzny.

SKUTKI NIEPEWNOŚCI IP

Niepewność w zakresie własności intelektualnej osłabia rozwój technologii, finansowanie i skalowanie innowacji.

	01 REZYGNACJA STARTUPÓW Z UDZIAŁU W PROGRAMACH PUBLICZNYCH	Niejasne zasady dotyczące IP zniechęcają startupy do korzystania z programów wsparcia i udziału w projektach publicznych.
	02 OGRANICZENIE TRANSFERU TECHNOLOGII Z NAUKI DO PRZEMYSŁU	Spory o prawa do rezultatów utrudniają skuteczne przechodzenie rozwiązań z jednostek naukowych do zastosowań rynkowych.
	03 PRZEDŁUŻANIE NEGOCJACJI	Brak jasności co do własności i zasad korzystania z rezultatów wydłuża negocjacje między partnerami projektu.
	04 OBNIŻENIE WYCENY PRZEDSIĘBIORSTW	Nieuporządkowany stan praw do technologii zmniejsza wiarygodność i wartość spółki w ocenie inwestorów i partnerów.
	05 UTRUDNIENIE POZYSKANIA INWESTORA	Inwestorzy oczekują jasnego tytułu prawnego do technologii, kodu, danych i dokumentacji.
	06 PROBLEMY Z WEJŚCIEM DO KONSORCJÓW EUROPEJSKICH	Niepewność IP utrudnia udział w konsorcjach badawczo-rozwojowych i projektach finansowanych na poziomie europejskim.
	07 UTRATA MOŻLIWOŚCI PATENTOWANIA	Przedwczesne ujawnienie informacji lub brak kontroli nad rezultatami może prowadzić do utraty nowości patentowej.
	08 PRZEJMOWANIE WARTOŚCI PRZEZ SIŁNIEJSZYCH PARTNERÓW	Podmioty o większej sile negocjacyjnej mogą przejmować korzyści z rezultatów kosztem twórców technologii.
	09 PRZENOSZENIE IP I PRZEDSIĘBIORSTW DO INNYCH JURYSDYKCJI	Nieprzewidywalne warunki ochrony i komercjalizacji sprzyjają relokacji praw oraz działalności poza Polskę.
	10 OSŁABIENIE ZDOLNOŚCI KRAJOWYCH FIRM DO SKALOWANIA	Długotrwała niepewność w obszarze IP ogranicza rozwój, ekspansję i budowanie przewagi konkurencyjnej.
	Jasne zasady IP są warunkiem bezpiecznej współpracy, komercjalizacji i utrzymania wartości technologii w kraju.	

Schemat 5 – Skutki niepewności w obszarze IP.

Szczególnie istotnym ryzykiem jest sytuacja, w której technologia została sfinansowana ze środków publicznych, lecz brak uporządkowania praw uniemożliwia jej wdrożenie albo prowadzi do przeniesienia korzyści gospodarczych poza Polskę.

Materiały z piaskownicy mogą ujawnić, że bariery IP nie wynikają wyłącznie z niewłaściwych umów, lecz także z regulacji dotyczących działalności instytutów, komercjalizacji wyników badań, zamówień publicznych, pomocy publicznej, kontroli eksportu lub rozporządzania mieniem publicznym. W ramach podwójnej walidacji należy zatem badać: 1) czy przepisy pozwalają jednostce publicznej udzielić startupowi licencji w odpowiednim terminie; 2) czy procedura wyceny praw jest proporcjonalna; 3) czy instytucja może elastycznie podzielić prawa do wspólnych rezultatów; 4) czy wymogi dotyczące publikacji wyników grantowych nie zagrażają ochronie; 5) czy przepisy eksportowe umożliwiają odpowiednio wczesną klasyfikację; 6) czy zamawiający publiczny może nabyć licencję zamiast pełnego przeniesienia praw; 7) czy wykonawca może zachować możliwość zastosowań cywilnych. Wnioski powinny trafiać do pętli legislacyjnej Sandbox Plus. Raport warsztatowy wskazuje wprost, że bariery IP mogą stanowić przedmiot walidacji regulacyjnej i uzasadniać zmiany w docelowej ustawie.

Brak jednolitych zasad IP utrudnia administracji:

- ocenę zdolności wykonawcy do wdrożenia technologii,
- finansowanie projektów,
- nabywanie licencji,
- korzystanie z wyników badań,
- przeprowadzanie zamówień,
- kontrolę trwałości efektów pomocy publicznej,
- wymianę danych między instytucjami,
- zabezpieczenie interesów Skarbu Państwa.

Urzednicy często stają przed wyborem między pełnym przeniesieniem praw na instytucję publiczną a pozostawieniem ich po stronie wykonawcy bez odpowiedniego zabezpieczenia interesu państwa. Pierwszy wariant może zahamować komercjalizację, drugi natomiast ograniczyć możliwość wykorzystania technologii przez administrację publiczną. Rekomendowane jest upowszechnienie modelu licencyjnego, w którym przedsiębiorca zachowuje prawa potrzebne do komercjalizacji, a podmiot publiczny otrzymuje precyzyjnie

zdefiniowane uprawnienia do wykorzystania rezultatu zgodnie z celem finansowania lub zamówienia.

Utrata kontroli nad technologią dual-use może mieć konsekwencje wykraczające poza interes gospodarczy przedsiębiorcy. Może prowadzić do: 1) przejęcia *know-how* przez podmiot podlegający obcej jurysdykcji; 2) uzależnienia krajowego systemu obronnego od zagranicznego właściciela praw; 3) braku możliwości modyfikacji i serwisowania technologii; 4) ograniczenia dostępu do kodu źródłowego; 5) utraty krajowych zdolności produkcyjnych; 6) niekontrolowanego transferu technologii; 7) ujawnienia podatności systemu; 8) ograniczenia swobody wykorzystania rozwiązania w sytuacji kryzysowej. W projektach o znaczeniu strategicznym Plan Piaskownicy powinien określać nie tylko właściciela praw, lecz także lokalizację kluczowego *know-how*, możliwość zapewnienia ciągłości dostaw, dostęp do kodu i dokumentacji oraz warunki wykorzystania technologii przez państwo w sytuacji nadzwyczajnej. *Escrow* może w tym zakresie obejmować nie tylko dowód pierwszeństwa, lecz również warunkowy depozyt kodu źródłowego lub dokumentacji technicznej uruchamiany w ściśle określonych przypadkach, np. zaprzestania działalności dostawcy. Takie rozwiązanie musi zostać odrębnie uregulowane i nie może oznaczać automatycznego przejęcia IP przez operatora.

Materiały projektu wskazują na rozwiązania stosowane w zagranicznych piaskownicach, w których stan IP jest deklarowany przed wejściem uczestnika do programu. Jako punkt odniesienia wskazano między innymi izraelski model piaskownicy Healthcare AI oraz wytyczne dotyczące ochrony IP w środowiskach testowych. Wnioskiem wynikającym z analizy porównawczej nie powinno być mechaniczne przenoszenie pojedynczych klauzul stosowanych w innych programach lub jurysdykcjach. *Benchmark* powinien prowadzić do przyjęcia spójnego zestawu zasad ochrony własności intelektualnej i informacji poufnych. Ochrona powinna rozpoczynać się jeszcze przed ujawnieniem technologii, dokumentacji, danych lub *know-how*. Uczestnik powinien zachować prawa do technologii wniesionej do programu. Zasady dotyczące praw do nowych rezultatów, ulepszeń i modyfikacji powinny zostać uzgodnione przed rozpoczęciem współpracy. Każdy dostęp do informacji uczestnika powinien być rejestrowany w sposób umożliwiający późniejsze ustalenie, kto, kiedy i w jakim zakresie korzystał z określonych materiałów. Mentorzy powinni podlegać jednoznacznym zasadom dotyczącym konfliktu interesów, poufności i zakazu wykorzystywania informacji uczestnika poza zakresem powierzonych im zadań. Dokumentacja przygotowywana na zakończenie udziału w programie

powinna porządkować stan praw do technologii, rezultatów, kodu, danych i dokumentacji przed rozpoczęciem procesu komercjalizacji. Operator powinien pełnić funkcję neutralnego stewarda procesu, a nie konkurenta uczestnika ani podmiotu zainteresowanego przejęciem praw do technologii. Neutralność operatora ma znaczenie zasadnicze, ponieważ warunkuje zaufanie uczestników do programu, gotowość do ujawniania informacji niezbędnych do walidacji oraz wiarygodność całego systemu ochrony własności intelektualnej. Neutralność operatora ma znaczenie zasadnicze. Rekomendowany model zakłada oddzielenie rdzenia strażniczego – odpowiedzialnego za *escrow*, infrastrukturę, raportowanie i One-Stop Shop – od działalności komercyjnej. Operator nie powinien nabywać praw do IP uczestników ani walidować ich technologii jako zainteresowany konkurent.

Ciąg procesu postępowania w zakresie IP w ramach pilotażu Sandbox Plus prezentuje poniższy schemat graficzny.



Schemat 6 – Proces postępowania w zakresie IP.

Analiza Obszaru IV prowadzi do wniosku, że ochrona własności intelektualnej jest jednym z warunków legitymizacji całego projektu Sandbox Plus. Bez wiarygodnych zasad ochrony IP najbardziej innowacyjne przedsiębiorstwa mogą nie zdecydować się na udział w programie albo ograniczyć zakres przekazywanych informacji do poziomu uniemożliwiającego rzeczywistą walidację. Piaskownica powinna stworzyć środowisko, w którym przedsiębiorca może bezpiecznie ujawnić technologię w zakresie koniecznym do jej oceny, zachowując jednocześnie kontrolę nad prawami, danymi i dalszą komercjalizacją. Rolą operatora jest organizacja zaufania: prowadzenie *escrow*, kontrola dostępu, standaryzacja umów, zarządzanie konfliktami interesów i równoważenie pozycji startupu wobec większych partnerów. Jednocześnie ochrona startupu nie może oznaczać eliminacji integratorów ani ograniczenia wymiany wiedzy. Duże przedsiębiorstwa są niezbędne dla industrializacji, produkcji seryjnej, serwisowania i wdrożeń operacyjnych. Celem Sandbox Plus powinno być zatem nie zastąpienie współpracy mechanizmem ochronnym, lecz stworzenie takich zasad, aby współpraca nie prowadziła do niekontrolowanego transferu wartości i utraty krajowego potencjału technologicznego.

Własność intelektualna powinna również podlegać podwójnej walidacji. Piaskownica ma sprawdzać nie tylko, czy uczestnik potrafi skutecznie chronić i komercjalizować technologię, ale także czy obowiązujące przepisy, praktyki jednostek publicznych i modele umowne umożliwiają efektywny transfer technologii przy zachowaniu interesu publicznego oraz bezpieczeństwa państwa.

V. ŚCIEŻKA TRL I BRAMA MILITARYZACJI

5.1. Rola i ograniczenia skali TRL

Określenie właściwego poziomu gotowości technologicznej projektów przyjmowanych do Sandbox Plus ma zasadnicze znaczenie dla funkcji, kosztu i efektów pilotażu. Skala TRL nie powinna być traktowana wyłącznie jako techniczny wskaźnik dojrzałości rozwiązania. W projekcie piaskownicy pełni ona również funkcję organizacyjną i regulacyjną. Pozwala ustalić, jakiego rodzaju testy są uzasadnione, jakie ryzyka powinny być oceniane, które organy należy włączyć do procesu oraz na jakim etapie mogą zostać uruchomione obowiązki związane z przeznaczeniem wojskowym technologii. Raport warsztatowy zakłada powiązanie dojrzałości technologicznej z dojrzałością regulacyjną. Regulacja nie powinna być nakładana na projekt w maksymalnym zakresie już na etapie pomysłu, lecz powinna uruchamiać się proporcjonalnie do stopnia konkretyzacji rozwiązania, charakteru testów i prawdopodobieństwa jego wykorzystania operacyjnego. W materiałach projektu przyjęto w związku z tym trzy strefy:

- technologię cywilną na poziomie TRL 1–3,
- strefę dialogu na poziomie TRL 3–5
- „bramę militaryzacji” przy TRL 5 i wyżej.

Nie oznacza to, że sam TRL może przesądzać o statusie prawnym produktu. Klasyfikacja technologii jako cywilnej, podwójnego zastosowania albo przeznaczonej do celów wojskowych zależy także od jej funkcji, deklarowanego przeznaczenia, konstrukcji, właściwości, użytkownika końcowego, warunków eksportu oraz treści właściwych przepisów. Poziom TRL powinien być zatem traktowany jako narzędzie porządkowania ścieżki uczestnika, a nie jako samodzielna podstawa zwolnienia z obowiązków ustawowych.

Przyjęcie jednego minimalnego progu, na przykład TRL 5 albo TRL 6, istotnie uprościłoby proces kwalifikacji, ale ograniczyłoby wartość regulacyjną pilotażu. Projekty dojrzałe technologicznie pozwalają przetestować dostęp do poligonów, procedury certyfikacyjne, współpracę z odbiorcą publicznym i przygotowanie do wdrożenia. Nie ujawniają jednak wszystkich barier występujących na wcześniejszych etapach rozwoju. Jeżeli piaskownica zostałaby ograniczona do technologii na poziomie TRL 6 i wyższym, nie pozwoliłaby sprawdzić: 1) w którym momencie przedsiębiorca po raz pierwszy napotyka barierę regulacyjną; 2) czy obowiązek koncesyjny lub certyfikacyjny jest uruchamiany zbyt wcześnie; 3) czy innowator

może bezpiecznie rozpocząć dialog z odbiorcą wojskowym; 4) jakie mechanizmy ochrony IP są potrzebne przed pierwszym ujawnieniem technologii; 5) czy symulacja i cyfrowy bliźniak mogą zastąpić część testów fizycznych; 6) jak należy organizować przejście od badań do demonstratora; 7) kiedy technologia cywilna nabywa rzeczywisty, a nie jedynie hipotetyczny potencjał wojskowy. Z kolei ograniczenie programu wyłącznie do TRL 1–3 przesunęłoby jego profil w stronę finansowania badań i akceleracji technologicznej. Na tym etapie część barier ma jeszcze charakter hipotetyczny, nie istnieje stabilna konfiguracja produktu, a wykonywanie kosztownych testów poligonowych zwykle nie jest uzasadnione.

Dlatego rekomendowany model powinien obejmować co najmniej dwie grupy projektów: TRL 1–3 oraz TRL 4–5. Ich równoległe przetestowanie pozwoli ocenić, czy piaskownica ma być w przyszłości instrumentem obejmującym cały wczesny cykl rozwoju, czy też powinna koncentrować się na węższym etapie poprzedzającym demonstrację w warunkach operacyjnych.

Poziom TRL opisuje dojrzałość technologiczną, ale nie daje pełnego obrazu gotowości projektu. Dwa rozwiązania formalnie zakwalifikowane do tego samego poziomu mogą różnić się pod względem: 1) gotowości produkcyjnej; 2) kompletności zespołu; 3) zdolności do skalowania; 4) bezpieczeństwa łańcucha dostaw; 5) zgodności regulacyjnej; 6) gotowości do certyfikacji; 7) praw do własności intelektualnej; 8) dostępności danych; 9) możliwości integracji z systemami użytkownika; 10) gotowości do zamówienia publicznego. W programie należy zatem stosować TRL łącznie z dodatkowymi wymiarami oceny, w szczególności:

- *Regulatory Readiness Level* – gotowością regulacyjną,
- *Manufacturing Readiness Level* – gotowością produkcyjną,
- *Operational Readiness* – gotowością do testu z użytkownikiem,
- *Security Readiness* – gotowością w zakresie cyberbezpieczeństwa, kontroli informacji i łańcucha dostaw,
- *IP Readiness* – uporządkowaniem praw do technologii,
- *Procurement Readiness* – gotowością do dialogu z zamawiającym publicznym.

Dla każdego projektu należy także odróżniać TRL całego systemu od poziomu dojrzałości jego komponentów. Rozwiązanie deklarowane jako TRL 5 może zawierać moduł komunikacyjny na poziomie TRL 8, algorytm sterujący na poziomie TRL 4 oraz niedojrzały system zasilania na

poziomie TRL 3. Formalne przypisanie jednego numeru nie powinno ukrywać takiej nierównomierności.

5.2. Dwie ścieżki pilotażowe: TRL 1–3 i TRL 4–5

Pierwsza strefa obejmuje projekty znajdujące się na etapie obserwacji podstawowych zasad, formułowania koncepcji technologicznej i wstępnego potwierdzenia jej wykonalności. W tej grupie podstawowym zadaniem Sandbox Plus nie powinno być prowadzenie pełnych testów fizycznych, lecz zapewnienie bezpiecznego środowiska rozwoju, uporządkowanie praw oraz odpowiednio wczesna identyfikacja przyszłych barier. Materiały projektu zakładają, że na poziomie TRL 1–3 rozwiązanie powinno korzystać z ochrony pierwszeństwa i domyślnej poufności, bez automatycznego uruchamiania procedur właściwych dla gotowego produktu wojskowego. Piaskownica ma na tym etapie chronić innowatora, a nie obciążać go pełnym reżimem związanym z późniejszym zastosowaniem technologii. Zakres wsparcia dla tej grupy powinien obejmować: 1) analizę potencjału dual-use; 2) przygotowanie Mapy IP i depozytu pierwszeństwa; 3) wstępne mapowanie regulacyjne; 4) ocenę możliwych zastosowań cywilnych i wojskowych; 5) identyfikację przyszłego użytkownika; 6) walidację koncepcji w symulacji; 7) wykorzystanie cyfrowego bliźniaka; 8) analizę bezpieczeństwa komponentów; 9) ocenę zależności od dostawców spoza Polski i UE; 10) opracowanie planu przejścia do TRL 4; 11) identyfikację danych potrzebnych do dalszych testów. Projekty TRL 1–3 powinny być prowadzone przede wszystkim w ścieżce *Digital First*. Materiały warsztatowe wskazują, że faza symulacyjna może obsługiwać najniższe poziomy gotowości, umożliwiając walidację koncepcji, badanie scenariuszy brzegowych i ocenę odporności przed wejściem w kosztowne testy fizyczne. Kontrolowane odstępstwa dotyczące prób poligonowych stają się co do zasady uzasadnione dopiero na poziomie TRL 3–5.

Celem ścieżki przy poziomie gotowości technologicznej 1-3 nie powinno być doprowadzenie każdego projektu do wdrożenia w czasie jednej kohorty, lecz potwierdzenie wykonalności koncepcji, wyeliminowanie projektów technologicznie niewykonalnych, określenie ryzyk prawnych przed poniesieniem wysokich kosztów, zabezpieczenie IP, przygotowanie wiarygodnego planu walidacji i osiągnięcie kolejnego, mierzalnego poziomu dojrzałości. Na tym etapie szczególnie ważna jest walidacja samej regulacji. Jeżeli już w fazie

konceptyjnej przedsiębiorca rezygnuje z dialogu z administracją z obawy przed uruchomieniem obowiązków koncesyjnych, oznacza to istnienie bariery systemowej wymagającej oceny.

Druga rekomendowana grupa pilotażowa powinna obejmować projekty na poziomie TRL 4–5, czyli rozwiązania, których komponenty lub podstawowe podsystemy zostały zwalidowane w laboratorium, a następnie są integrowane i testowane w środowisku zbliżonym do docelowego. Jest to najważniejsza grupa z punktu widzenia regulacyjnej funkcji Sandbox Plus. Na tym etapie technologia jest wystarczająco dojrzała, aby ujawnić realne bariery, ale zwykle nie jest jeszcze gotowa do pełnej certyfikacji i pozyskania operacyjnego. Zakres wsparcia powinien obejmować:

- testy laboratoryjne i środowiskowe,
- integrację podsystemów,
- kontrolowane testy fizyczne,
- dostęp do infrastruktury testowej,
- stosowanie ograniczonych odstępstw regulacyjnych,
- konsultacje z organami sektorowymi,
- dialog z potencjalnym użytkownikiem cywilnym i wojskowym,
- określenie wymagań taktyczno-technicznych,
- wdrożenie standardu AQAP-lite,
- opracowanie ścieżki certyfikacji,
- przygotowanie oceny ryzyka,
- analizę kontroli eksportu i bezpieczeństwa informacji,
- przygotowanie projektu do decyzji o przejściu przez bramę militaryzacji.

Na poziomie TRL 4–5 świadomość potencjału wojskowego technologii nie powinna być utożsamiana z formalną decyzją o jej militaryzacji. Innowator powinien móc przedstawić rozwiązanie MON, MSWiA, Agencji Uzbrojenia lub przyszłemu użytkownikowi, uzyskać informację o potrzebach operacyjnych i ocenić zasadność dalszego rozwoju bez automatycznego nakładania wszystkich obowiązków właściwych dla gotowego produktu obronnego.

Jest to szczególnie ważne w modelu *spin-in*, w którym technologia powstała pierwotnie dla zastosowań cywilnych. Zbyt wczesne uruchomienie reżimu obronnego zwiększa koszty, utrudnia finansowanie i może zniechęcać przedsiębiorcę do rozważenia zastosowań służących bezpieczeństwu państwa.

W pilotażu rekomenduje się objęcie wsparciem dwóch odrębnych grup:

- **Grupa A – TRL 1–3** – powinna dotyczyć projektów znajdujących się na etapie koncepcji, *proof of concept* i wstępnych badań laboratoryjnych. Główne cele testu to sprawdzenie efektywności ścieżki *Digital First*, ocena czy piaskownica odpowiednio chroni wolność badań, identyfikacja zbyt wcześnie powstających obowiązków, przetestowanie depozytu IP, przygotowanie map regulacyjnych, ocena kosztu przejścia z TRL 2–3 do TRL 4 i sprawdzenie jakości mentoringu wczesnego etapu.
- **Grupa B – TRL 4–5** – powinna obejmować projekty posiadające działające komponenty lub zintegrowany prototyp, ale wymagające testów w środowisku istotnym albo kontrolowanych warunkach operacyjnych. Główne cele testu to sprawdzenie dostępu do infrastruktury, zastosowanie odstępstw regulacyjnych, przeprowadzenie dialogu z użytkownikiem, przetestowanie AQAP-lite, przygotowanie do certyfikacji, zastosowanie Matrycy Oceny Ryzyka, sprawdzenie działania bramy militaryzacji i przygotowanie przekazania projektu do instrumentów wdrożeniowych.

W pilotażu wskazane jest zachowanie zbliżonej liczby projektów w obu grupach, na przykład po cztery–sześć projektów. Pozwoli to porównać koszty, czas, typy barier oraz wartość dowodową obu ścieżek. Nie należy zakładać, że każdy projekt w grupie TRL 4–5 musi w czasie pilotażu przejść bramę militaryzacji. Część projektów może potwierdzić większą zasadność zastosowania cywilnego albo wymagać dalszego rozwoju technologicznego.

Tabela 6. Rekomendowana ścieżka technologiczna pilotażu

Etap	Dominujący rodzaj walidacji	Główne instrumenty	Rezultat przejścia
TRL 1–3	Koncepcja, symulacja i <i>proof of concept</i>	<i>Digital First</i> , mapa regulacyjna, Mapa IP, mentoring	Potwierdzona wykonalność i plan osiągnięcia TRL 4

Etap	Dominujący rodzaj walidacji	Główne instrumenty	Rezultat przejścia
TRL 4–5	Integracja i test w środowisku istotnym	Laboratoria, living lab, ograniczone odstępstwa, AQAP-lite	Gotowość do decyzji o kierunku cywilnym lub wojskowym
Brama militaryzacji – TRL 5+	Ocena potrzeby operacyjnej, bezpieczeństwa i konsekwencji prawnych	Protokół bramy, kontrola eksportu, plan certyfikacji	Ścieżka wojskowa, cywilna, <i>dual track</i> albo dalsze testy
TRL 6+	Demonstracja i walidacja w środowisku odpowiednim	OSA, Agencja Uzbrojenia lub właściwy instrument sektorowy	Przekazanie do testów operacyjnych, certyfikacji i wdrożenia

5.3. Brama militaryzacji

„Brama militaryzacji” stanowi centralny element proponowanej ścieżki Sandbox Plus. Jej istotą nie jest zniesienie ani obejście wymagań dotyczących działalności wojskowej, lecz przesunięcie momentu ich pełnego zastosowania do etapu, w którym technologia osiągnęła odpowiednią dojrzałość, istnieje potwierdzona potrzeba operacyjna i podjęto formalną decyzję o kontynuowaniu rozwoju na potrzeby obronności. Zgodnie z materiałami projektu brama powinna zostać umieszczona na poziomie TRL 5 lub wyższym. Po jej przejściu mogą zostać uruchomione – zależnie od rodzaju rozwiązania i obowiązujących przepisów – obowiązki związane z: 1) działalnością koncesjonowaną; 2) dostępem do informacji niejawnych; 3) świadectwem bezpieczeństwa przemysłowego; 4) kontrolą eksportu; 5) certyfikacją wojskową; 6) standardami STANAG i AQAP; 7) badaniami kwalifikacyjnymi; 8) formalną współpracą z użytkownikiem wojskowym; 9) przygotowaniem do pozyskania przez Agencję Uzbrojenia. Raport warsztatowy wiąże mapowanie reżimów eksportowych przede wszystkim z poziomami TRL 6–8, natomiast pełną certyfikację STANAG/AQAP z poziomami TRL 7–9. Nie należy jednak rozumieć tych przedziałów jako automatycznych zwolnień prawnych. W konkretnym przypadku określony

obowiązek może powstać wcześniej, jeżeli wynika to z właściwych przepisów, zakresu prowadzonej działalności lub charakteru przekazywanych informacji.

Przejście nie powinno następować wyłącznie na podstawie deklarowanego TRL. Rekomenduje się łączne spełnienie wszystkich wskazanych przesłanek. Technologia powinna osiągnąć co najmniej poziom TRL 5, a osiągnięcie tego poziomu powinno zostać potwierdzone przez niezależny zespół techniczny. Konieczne jest również istnienie zidentyfikowanej potrzeby operacyjnej albo zainteresowanego użytkownika, który potwierdzi zasadność dalszego rozwijania rozwiązania. Należy wykazać, że wojskowe zastosowanie technologii ma charakter realny, a nie wyłącznie hipotetyczny. Rozwiązanie powinno posiadać stabilną architekturę technologiczną, umożliwiającą prowadzenie dalszych testów, integrację z innymi systemami oraz ocenę jego bezpieczeństwa i przydatności operacyjnej. Przed skierowaniem projektu na ścieżkę wojskową uczestnik powinien przygotować Mapę IP, która określi stan praw do technologii, kodu, danych, dokumentacji, know-how i pozostałych rezultatów. Konieczne jest także przeprowadzenie wstępnej oceny w zakresie kontroli eksportu, obejmującej identyfikację możliwych ograniczeń dotyczących transferu technologii, oprogramowania, danych technicznych i wiedzy. Uczestnik powinien przygotować plan bezpieczeństwa informacji, który określi zasady dostępu, przechowywania, przetwarzania i udostępniania danych oraz dokumentacji. Należy również zidentyfikować wymagania certyfikacyjne właściwe dla technologii, jej przeznaczenia i planowanego środowiska operacyjnego. Warunkiem przejścia do kolejnego etapu powinno być potwierdzenie źródła jego finansowania. Finansowanie powinno obejmować w szczególności dalsze testy, certyfikację, integrację, przygotowanie produkcji albo demonstrację w warunkach operacyjnych. Uczestnik powinien także świadomie zaakceptować konsekwencje regulacyjne związane z wejściem na ścieżkę wojskową, w tym możliwe ograniczenia eksportowe, podwyższone wymagania bezpieczeństwa, obowiązki dotyczące ochrony informacji oraz dodatkowe wymogi kontraktowe i certyfikacyjne. Decyzja powinna być odnotowana w formalnym protokole. Protokół nie zastępuje decyzji administracyjnych wymaganych przez przepisy, ale porządkuje moment przejścia między ścieżką badawczo-dialogową a ścieżką wdrożenia obronnego.

Projekt może:

- przejść na ścieżkę wojskową,

- pozostać projektem cywilnym,
- rozwijać równolegle wariant cywilny i wojskowy,
- zostać skierowany do dalszych testów,
- zostać zawieszony z uwagi na nieakceptowalne ryzyko,
- zakończyć udział w piaskownicy.

Brama nie powinna prowadzić do automatycznego przejścia technologii przez podmiot publiczny, ograniczenia jej zastosowań cywilnych ani pozbawienia przedsiębiorcy praw do IP.

Dla każdej ścieżki TRL, co wyżej wskazano dedykowane powinny być odmienne instrumenty walidacji, w tym także różne propozycje infrastruktury badawczej w obszarze militarnym. W tym miejscu warto nawiązać do kilku inicjatyw rozwijanych przez MON. Pierwszą z tych inicjatyw jest Poligon Innowatora⁸² jest inicjatywą realizowaną na potrzeby Ministerstwa Obrony Narodowej przez Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia (WITU)⁸³. Jego celem jest przyspieszenie identyfikacji, testowania i wdrażania technologii dla Sił Zbrojnych RP, w szczególności systemów bezzałogowych oraz rozwiązań przeciwdronowych. Oficjalny opis obejmuje wczesną weryfikację technologii, testowanie w warunkach zbliżonych do rzeczywistych, dokumentowanie wyników i wsparcie przejścia od koncepcji do wdrożenia. Poligon Innowatora i Sandbox Plus nie powinny być traktowane jako instrumenty konkurencyjne. Ich funkcje mogą być komplementarne. Sandbox Plus identyfikuje i porządkuje bariery regulacyjne, prowadzi wczesne mapowanie prawne i ochronę IP, przygotowuje technologię do testu, ustala plan walidacji, koordynuje organy administracji, zapewnia dialog przedmilitaryzacyjny. Natomiast Poligon Innowatora może pełnić funkcję wyspecjalizowanego węzła umożliwiającego wykonanie prób w warunkach zbliżonych do rzeczywistych, weryfikację parametrów, dokumentowanie testów, kontakt z wojskowym środowiskiem użytkownika, przygotowanie do dalszego wdrożenia. Oficjalna informacja o Poligonie Innowatora nie ustanawia publicznie jednolitego progu TRL dla wszystkich zgłoszeń. W modelu Sandbox Plus poziom dostępu do prób fizycznych powinien więc wynikać z rodzaju technologii, oceny ryzyka i gotowości do przeprowadzenia konkretnego scenariusza. Co do zasady projekty TRL 1–3 korzystałyby z zasobów WITU głównie na potrzeby konsultacji, projektowania testu lub

⁸² <https://www.gov.pl/web/obrona-narodowa/poligon-innowatora> [dostęp: 20.07.2026].

⁸³ <https://www.witu.mil.pl/> [dostęp: 20.07.2026].

walidacji komponentów, natomiast pełniejsze próby poligonowe dotyczyłyby przede wszystkim projektów TRL 4–5 i wyższych.

Inną godną wspomnienia inicjatywą w analizowanym zakresie jest Ośrodek Systemów Autonomicznych został utworzony jako centrum naukowo-przemysłowe łączące potencjał wojskowych instytutów badawczych, wojska, przemysłu i innych podmiotów ekosystemu. Do jego publicznie przedstawionych zadań należą identyfikacja potrzeb, weryfikacja parametrów taktyczno-technicznych, testowanie, wydawanie rekomendacji, wsparcie przedsiębiorstw oraz udział we wdrażaniu rozwiązań do produkcji. Zgodnie z informacjami uzyskanymi w ramach rozmów roboczych uwzględnionych w materiale badawczym projektu, praktycznym progiem oczekiwanym dla skierowania rozwiązania do pogłębionego procesu OSA jest TRL 6. Informacja ta powinna zostać formalnie potwierdzona w porozumieniu operacyjnym, ponieważ publicznie dostępne materiały OSA opisują zadania ośrodka, lecz nie ustanawiają ogólnego, jednolitego progu TRL dla każdego rodzaju projektu. Przyjęcie TRL 6 jako punktu odniesienia potwierdza potrzebę utworzenia instrumentu działającego wcześniej. Rozwiązanie znajdujące się na TRL 2, 3 albo 4 nie może zostać skutecznie przekazane do ośrodka skoncentrowanego na testowaniu i implementacji, jeżeli wcześniej nie uzyska wsparcia w zakresie:

- stabilizacji koncepcji,
- integracji komponentów,
- ochrony IP,
- testów laboratoryjnych,
- spełnienia podstawowych wymagań jakościowych,
- określenia użytkownika,
- przygotowania dokumentacji,
- usunięcia barier regulacyjnych.

Sandbox Plus powinien zatem pełnić funkcję warstwy poprzedzającej OSA. Optymalna ścieżka mogłaby wyglądać następująco.

Nie każdy projekt Sandbox Plus musi trafić do OSA. Ośrodek jest wyspecjalizowany przede wszystkim w systemach autonomicznych i bezzałogowych. Projekty z zakresu technologii kwantowych, materiałów, półprzewodników, energetyki czy niektórych rozwiązań cyberbezpieczeństwa będą wymagały skierowania do innych węzłów.

Rekomenduje się zawarcie porozumienia operacyjnego określającego:

- kryteria kierowania projektów do Poligonu Innowatora,
- kryteria przekazywania projektów do OSA
- sposób potwierdzania TRL,
- minimalny zakres dokumentacji
- uznawanie wyników wcześniejszych testów,
- ochronę IP i informacji,
- udział użytkownika końcowego,
- zasady finansowania badań,
- odpowiedzialność za przygotowanie scenariusza testowego,
- sposób przekazywania informacji zwrotnej do MRiT,
- wykorzystanie wyników w Raporcie Wyjścia,
- mechanizm powrotu projektu do wcześniejszej fazy, jeżeli test ujawni braki.

Sandbox Plus nie powinien dublować badań wykonywanych przez WITU ani zadań implementacyjnych OSA. Powinien zapewniać przygotowanie projektu oraz ciągłość ścieżki między wczesnym rozwojem, walidacją regulacyjną i wdrożeniem obrobnym. Wizualizację graficzną ścieżki przedstawia poniższy schemat.

Ścieżka walidacji technologii dual-use

Model przejścia od wczesnej koncepcji do wdrożenia operacyjnego



Schemat 7 – ścieżka walidacji technologii dual-use.

5.4. Potwierdzanie dojrzałości i zarządzanie przejściami

Deklaracja uczestnika nie powinna być jedyną podstawą przypisania projektu do grupy. Na wejściu operator powinien przeprowadzić ocenę obejmującą: 1) analizę przedstawionych dowodów; 2) ocenę kompletności systemu; 3) przegląd raportów z badań; 4) identyfikację poziomu poszczególnych komponentów; 5) ocenę środowiska, w którym wykonano wcześniejsze testy; 6) wskazanie braków; 7) demonstrację rozwiązania; 8) potwierdzenie przez eksperta dziedzinowego.

Wynikiem powinna być Karta Dojrzałości Technologicznej i Regulacyjnej, której elementy przedstawia poniższy graficzny schemat.



Schemat 8 – Karta dojrzałości technicznej i regulacyjnej i jej elementy.

Poziom powinien być oceniany ponownie po każdym kamieniu milowym. Osiągnięcie wyższego TRL nie może być potwierdzone wyłącznie przez wydatkowanie środków lub wykonanie harmonogramu – konieczne jest przedstawienie dowodu technicznego.

5.5. Rekomendacja dla pilotażu

Pilotaż Sandbox Plus nie powinien przyjmować jednolitego wymogu minimalnego TRL 6. Taki próg powielalby profil instrumentów skoncentrowanych na późniejszej walidacji i implementacji oraz pozostawiałby nierozwiązaną lukę między badaniami a gotowością do testu operacyjnego. Rekomenduje się objęcie pilotażem projektów z dwóch grup TRL 1–3 i TRL 4–5. Pierwsza pozwoli przetestować ochronę wczesnej innowacji, symulację i identyfikację barier regulacyjnych. Druga umożliwi przeprowadzenie testów kontrolowanych, dialog z użytkownikiem oraz walidację „bramy militaryzacji”. Pozytywne zakończenie ścieżki i osiągnięcie TRL 6 powinno otwierać możliwość przekazania technologii do OSA, Agencji Uzbrojenia albo innego właściwego instrumentu. Sandbox Plus powinien być zatem projektowany jako brakujący element potoku technologicznego, a nie jako konkurencyjny program testowy.

VI. HIPERKONEKTOR – ARCHITEKTURA NADZORU I KOORDYNACJI

6.1. Uzasadnienie i trójwarstwowy model

Analiza czterech obszarów problemowych oraz ścieżki TRL prowadzi do wniosku, że podstawową barierą rozwoju technologii dual-use nie jest brak instytucji publicznych, laboratoriów, programów finansowych ani kompetencji eksperckich. Problemem jest ich rozproszenie oraz brak podmiotu odpowiedzialnego za zorganizowanie ich działania wokół konkretnego projektu technologicznego. Stan ten prezentuje poniższy graficzny schemat.



Schemat 9 – Innowator jako nieformalny koordynator procesu.

W praktyce innowator pełni funkcję nieformalnego koordynatora państwa, mimo że nie posiada kompetencji, mandatu ani dostępu do informacji umożliwiających wykonanie tego zadania. Fragmentacja administracji została wskazana w materiałach projektu jako jedna z głównych barier rozwoju technologii. Rekomendowany model piaskownicy zakłada w związku z tym architekturę meta-regulatora, aktywnych węzłów i wielodyscyplinarnego operatora.

Odpowiedzią na wykazaną powyżej lukę powinien być Hiperkonektor – trwały mechanizm instytucjonalny łączący organy administracji, infrastrukturę testową, podmioty finansujące, instytucje badawcze, użytkowników końcowych oraz przedsiębiorców. Hiperkonektor nie powinien być rozumiany jako kolejny regulator sektorowy ani jako organ przejmujący kompetencje innych instytucji. Jego funkcją jest operacjonalizacja procesu, zapewnienie jednego punktu wejścia, organizowanie współpracy międzyinstytucjonalnej oraz przekładanie wyników testów na zmiany prawa, procedur i praktyk urzędniczych.

Na etapie pilotażu nie jest konieczne powoływanie nowego organu ustawowego. Utworzenie odrębnego podmiotu, przed sprawdzeniem modelu, mogłoby prowadzić do nadmiernej instytucjonalizacji, zwiększenia kosztów stałych i utrwalenia rozwiązania, którego skuteczność nie została jeszcze empirycznie potwierdzona. W pilotażu Hiperkonektor powinien funkcjonować jako zorganizowany mechanizm współpracy, obejmujący:

- mandat koordynacyjny MRiT,
- operatora wyłonionego do prowadzenia programu,
- kolegium właściwych organów,
- sieć aktywnych węzłów,
- wspólną platformę informacyjną,
- jednolite procedury,
- porozumienia określające terminy i zakres współpracy,
- system raportowania,
- pętlę legislacyjną.

Dopiero ewaluacja pilotażu powinna przesądzić, czy docelowy Hiperkonektor powinien przyjąć formę agencji wykonawczej, państwowej osoby prawnej, jednostki działającej przy MRiT, fundacji prawa publicznego czy stałego konsorcjum wykonawczego.

Rekomendowany model obejmuje trzy podstawowe warstwy:

- warstwa pierwsza – MRiT jako meta-regulator. Ministerstwo Rozwoju i Technologii powinno odpowiadać za poziom strategiczny i horyzontalny. Do jego zadań powinny należeć: 1) określanie celów programu; 2) zatwierdzanie zasad naboru; 3) nadzór nad operatorem; 4) zawieranie porozumień międzyresortowych; 5) koordynacja polityki innowacyjnej; 6) inicjowanie zmian legislacyjnych; 7) zapewnienie finansowania; 8) zatwierdzanie raportów ewaluacyjnych; 9) reprezentowanie modelu wobec instytucji UE i NATO; 10) rozwój docelowej ustawy horyzontalnej. Status meta-regulatora nie oznacza przejęcia właściwości ULC, UKE, UODO, MSWiA, MON ani innych organów. Ministerstwo Rozwoju i Technologii powinno odpowiadać za sprawność całego systemu oraz reagować na sytuacje, w których rozproszenie kompetencji prowadzi do braku decyzji lub przewlekłości.
- warstwa druga – aktywne węzły. Aktywne węzły to organy, instytucje i ośrodki wnoszące do piaskownicy konkretne kompetencje, infrastrukturę albo zdolność do wydania rozstrzygnięcia. Do sieci mogą należeć między innymi ULC, PAŻP, UKE, UODO, UPRP, ABW, Agencja Uzbrojenia, OSA, WITU i inne wojskowe instytuty badawcze, PCSS i centra HPC, uczelnie, laboratoria akredytowane, jednostki certyfikujące, instytucje finansujące, podmioty administracji samorządowej i użytkownicy infrastruktury krytycznej. Węzeł nie powinien być biernym konsultantem. Powinien wskazać osobę odpowiedzialną za współpracę, deklarowany zakres kompetencji, termin odpowiedzi, warunki wykorzystania infrastruktury i zasady uznawania wyników.
- warstwa trzecia – operator. Operator stanowi rdzeń operacyjny Hiperkonektora. Powinien być neutralnym, wielodyscyplinarnym konsorcjum łączącym kompetencje prawne, inżynierskie, regulacyjne, zarządcze, finansowe i dotyczące bezpieczeństwa. Do jego zadań powinny należeć: 1) obsługa jednego punktu kontaktowego; 2) kwalifikacja projektów; 3) weryfikacja TRL; 4) przygotowanie Planu Piaskownicy; 5) opracowanie mapy regulacyjnej; 6) koordynowanie kontaktów z organami; 7)

organizowanie dostępu do infrastruktury; 8) prowadzenie *escrow* IP; 9) zarządzanie poufnością; 10) monitorowanie ryzyka; 11) prowadzenie dokumentacji testów; 12) opracowanie Raportu Wyjścia; 13) agregowanie rekomendacji legislacyjnych; 14) ewaluacja KPI. Operator nie powinien posiadać własnego interesu w przejmowaniu, produkcji lub komercjalizacji technologii uczestników.

Tabela 7. Podział funkcji w modelu Hiperkonektora

Warstwa	Podstawowa odpowiedzialność	Kluczowe produkty
MRiT – meta-regulator	Nadzór strategiczny, finansowanie, porozumienia międzyresortowe i inicjowanie zmian prawa	Zasady programu, decyzje o skalowaniu, pakiet legislacyjny
Aktywne węzły	Wykonywanie kompetencji sektorowych, dostęp do infrastruktury i uznawanie wyników	Opinie, decyzje, testy, dane i stanowiska wspólne
Operator	One-Stop Shop, koordynacja projektu, ochrona IP, monitoring i raportowanie	Plan Piaskownicy, mapa regulacyjna, raporty testów i Raport Wyjścia

6.2. Organy pomocnicze i funkcje ochronne

Dla zapewnienia rzeczywistej koordynacji działań należy rozważyć powołanie Kolegium Regulacyjnego (nazwa sugerowana), w którego pracach będą uczestniczyć przedstawiciele organów właściwych dla projektów aktualnie prowadzonych w piaskownicy. Kolegium powinno zatwierdzać mapy regulacyjne przygotowywane dla poszczególnych uczestników i technologii. Do jego zadań powinno należeć również rozstrzyganie sporów kompetencyjnych pojawiających się pomiędzy zaangażowanymi organami oraz uzgadnianie kolejności działań podejmowanych w ramach procesu walidacji. Kolegium powinno wskazywać podstawy prawne możliwych odstępstw lub szczególnych sposobów stosowania obowiązujących przepisów. Powinno także określać wymagania bezpieczeństwa właściwe dla charakteru technologii, zakresu testu i środowiska operacyjnego. Do jego kompetencji powinno należeć opiniowanie Planu Piaskownicy przed rozpoczęciem testów oraz uczestniczenie w procesie oceny projektu na etapie bramy militaryzacji. Kolegium powinno również zatwierdzać rekomendacje dotyczące pragmatyk

urzędniczych, w tym procedur, instrukcji, standardów postępowania i sposobów współpracy między organami. Powinno ponadto kwalifikować bariery regulacyjne, których usunięcie wymaga zmiany ustawy, i odróżniać je od problemów możliwych do rozwiązania za pomocą zmiany aktu wykonawczego, wytycznych, praktyki administracyjnej albo organizacji procesu. Nie każdy organ powinien uczestniczyć w rozpatrywaniu każdej sprawy. Skład Kolegium należy konfigurować odpowiednio do charakteru projektu, rodzaju technologii, właściwych reżimów prawnych oraz zakresu ryzyk. W pracach dotyczących konkretnego uczestnika powinni brać udział wyłącznie przedstawiciele instytucji posiadających kompetencje lub wiedzę istotną dla danej sprawy. Kolegium nie może zastępować właściwego organu przy wydawaniu decyzji administracyjnej, chyba że przyszła ustawa wyraźnie przyzna mu taką kompetencję. Jego stanowiska powinny mieć charakter uzgodnieniowy, koordynacyjny albo opiniodawczy. Powinny one porządkować współpracę między instytucjami i ograniczać niepewność uczestników, lecz nie mogą naruszać ustawowo określonej właściwości organów ani zasad prowadzenia postępowań administracyjnych.

Drugim organem pomocniczym, funkcjonującym w ramach Hiperkonektora powinna być Rada Technologiczna i Bezpieczeństwa (nazwa sugerowana), złożona z niezależnych ekspertów technicznych oraz przedstawicieli właściwych węzłów infrastrukturalnych i kompetencyjnych. Do jej zadań powinno należeć potwierdzanie poziomu TRL osiągniętego przez technologię. Rada powinna również oceniać plany testowe oraz analizować architekturę systemu, w tym zależności między jego poszczególnymi komponentami. Rada powinna identyfikować krytyczne komponenty technologii, których awaria, niedostępność albo podatność mogłyby wpłynąć na bezpieczeństwo lub możliwość dalszego rozwoju projektu. Do jej zadań powinna należeć również ocena cyberbezpieczeństwa oraz analiza łańcucha dostaw, obejmująca w szczególności zależność od dostawców zewnętrznych, dostępność komponentów i ryzyko przerwania ciągłości dostaw. Rada powinna interpretować wyniki przeprowadzonych testów oraz oceniać, czy technologia może przejść do kolejnej fazy rozwoju, walidacji albo wdrożenia. Powinna również przygotowywać opinie na potrzeby bramy militaryzacji. Członkowie Rady powinni podlegać procedurze weryfikacji konfliktu interesów i uzyskiwać dostęp wyłącznie do informacji niezbędnych do wykonania powierzonego zadania.

W celu ograniczenia asymetrii między startupem a administracją, operatorem lub dużym integratorem wskazane jest ustanowienie funkcji Rzecznika Uczestnika. Rzecznik powinien

przyjmować zastrzeżenia dotyczące działania operatora oraz interweniować w przypadkach przewlekłości albo nieuzasadnionego opóźnienia poszczególnych czynności. Do jego zadań powinno należeć monitorowanie ochrony własności intelektualnej uczestników oraz sygnalizowanie przypadków konfliktu interesów. Rzecznik powinien również wspierać uczestnika w przypadku konieczności zmiany mentora oraz uczestniczyć w mediacjach dotyczących sporów powstałych w toku realizacji projektu. Powinien ponadto przedstawiać anonimowe rekomendacje systemowe, oparte na powtarzających się problemach zgłaszanych przez uczestników. Rzecznik Uczestnika nie powinien zastępować pełnomocnika prawnego przedsiębiorcy. Nie powinien również przejmować kompetencji organów właściwych do rozpatrywania środków odwoławczych ani ingerować w ustawowo określone tryby kontroli rozstrzygnięć.

Jednym z najważniejszych zadań Hiperkonektora powinno być zapewnienie przedsiębiorcy jednego punktu kontaktowego. Model One-Stop Shop nie może jednak ograniczać się do prowadzenia infolinii albo skrzynki elektronicznej. Powinien zapewniać każdemu uczestnikowi jednego koordynatora sprawy, odpowiedzialnego za organizację procesu i komunikację z właściwymi instytucjami. System powinien opierać się na jednolitym formularzu oraz umożliwiać jednokrotne przekazanie podstawowej dokumentacji. Uczestnik powinien otrzymać harmonogram czynności oraz jasną informację o organach zaangażowanych w rozpatrywanie jego sprawy. One-Stop Shop powinien również zapewniać monitorowanie terminów oraz dostęp do aktualnego statusu sprawy. W ramach tego modelu powinny być organizowane wspólne spotkania uczestnika z regulatorami. Uczestnik powinien także otrzymywać informację o kolejnych krokach, wymaganych dokumentach i przewidywanych rozstrzygnięciach. Wszystkie uzgodnienia, stanowiska i istotne ustalenia powinny być archiwizowane w sposób umożliwiający ich późniejsze odtworzenie. Koordynator sprawy nie powinien wydawać decyzji w imieniu innych organów. Powinien jednak odpowiadać za takie zorganizowanie procesu, aby uczestnik nie był zmuszony samodzielnie odtwarzać struktury kompetencyjnej państwa, ustalać właściwości poszczególnych instytucji ani wielokrotnie przekazywać tych samych informacji.

6.3. Proces obsługi projektu

Proces obsługi projektu przez Hiperkonektora przedstawia poniższy schemat graficzny.



Schemat 10 – Proces obsługi projektu.

6.4. Pętla legislacyjna, platforma cyfrowa i status rozstrzygnięć

Hiperkonektor powinien przekształcać indywidualne doświadczenia uczestników w wiedzę systemową. Nie każda trudność napotkana przez przedsiębiorcę uzasadnia zmianę ustawy. Konieczne jest rozróżnienie: 1) bariery wynikającej z niewłaściwej informacji; 2) problemu interpretacyjnego; 3) niespójnej pragmatyki urzędniczej; 4) zbędnego wymogu dokumentacyjnego; 5) braku współpracy między organami; 6) luki w rozporządzeniu; 7) bariery ustawowej; 8) ograniczenia wynikającego z prawa UE; 9) wymogu uzasadnionego bezpieczeństwem. Dla każdego problemu operator powinien przygotować Kartę Bariery Regulacyjnej. Jej główne elementy prezentuje poniższy graficzny schemat.

Karta Bariery Regulacyjnej

Zakres informacji niezbędnych do identyfikacji problemu regulacyjnego i zaprojektowania zmiany



Schemat 11 – Karta Bariery Regulacyjnej. Wygenerowano z wykorzystaniem systemu AI.

Problemy proceduralne powinny prowadzić do opracowania wytycznych, checklist, wzorów pism i instrukcji. Bariery ustawowe powinny trafiać do planu legislacyjnego MRiT.

Działanie sieci wymaga wspólnej platformy umożliwiającej: 1) obsługę zgłoszeń; 2) zarządzanie dokumentacją; 3) kontrolę dostępu; prowadzenie depozytu IP; 4) rejestrowanie

czynności; 5) monitorowanie SLA⁸⁴; 6) zarządzanie ryzykiem; 7) katalogowanie infrastruktury; 8) tworzenie raportów; 9) śledzenie rekomendacji legislacyjnych; 10) analizę KPI. Platforma powinna posiadać różne poziomy bezpieczeństwa i nie może automatycznie udostępniać pełnej dokumentacji wszystkim organom. Dostęp powinien wynikać z roli oraz zasady niezbędnej wiedzy.

Pilotaż powinien jednoznacznie rozróżniać:

- decyzje administracyjne,
- opinie,
- wytyczne,
- stanowiska interpretacyjne,
- uzgodnienia techniczne,
- rekomendacje operatora,
- wyniki badań,
- raporty eksperckie.

Uczestnik nie może być wprowadzany w błąd, że pozytywny Raport Wyjścia automatycznie zastępuje certyfikat, koncesję lub pozwolenie. Jednocześnie wyniki piaskownicy powinny być możliwie szeroko uznawane jako materiał dowodowy, aby przedsiębiorca nie musiał od początku powtarzać całego procesu.

6.5. Pilotaż i model docelowy

Na etapie pilotażowym Hiperkonektor powinien zostać zaprojektowany tak, by łączyć kompetencje, obejmujące przygotowanie procedur niezbędnych do uruchomienia i prowadzenia piaskownicy, utworzenie platformy cyfrowej, zapewnienie obsługi prawnej i technicznej oraz koordynację współpracy między właściwymi organami. Powinien zapewnić również audyty poziomu TRL, przygotowanie Map IP i mechanizmów *escrow*, opracowanie Planów Piaskownicy, przeprowadzenie ewaluacji, przygotowanie rekomendacji legislacyjnych oraz sporządzenie dokumentacji docelowego modelu funkcjonowania Hiperkonektora.

⁸⁴ SLA (Service Level Agreement) – umowa lub uzgodnienie dotyczące poziomu świadczenia usług, określające mierzalne parametry jakości usług, w szczególności dostępność, czas reakcji, czas realizacji zgłoszeń, zakres wsparcia oraz zasady monitorowania i raportowania wykonania usług. Zob. ISO/IEC 20000-1:2018, *Information technology — Service management — Part 1: Service management system requirements*.

Po zakończeniu pilotażu należy przeprowadzić kompleksową ocenę funkcjonowania Hiperkonektora. Powinna ona obejmować skuteczność koordynacji oraz koszt obsługi jednego projektu. Należy również zbadać zakres kompetencji, które okazały się faktycznie niezbędne do sprawnego prowadzenia piaskownicy, a także zdolność uczestniczących organów do dotrzymywania standardów określonych w SLA. Ocena powinna ponadto uwzględniać liczbę barier, których usunięcie wymaga przyjęcia podstawy ustawowej. Konieczne jest również zbadanie zasadności utworzenia nowego podmiotu, możliwości rozszerzenia modelu na inne sektory, ryzyka konfliktu interesów oraz stabilności finansowania. Dopiero na podstawie wyników tej oceny należy wybrać docelową formę organizacyjną, prawną i finansową Hiperkonektora.

Hiperkonektor powinien stanowić instytucjonalny rdzeń Sandbox Plus, ale nie powinien być kolejną warstwą biurokracji. Jego zadaniem jest redukcja liczby punktów kontaktu, równoległe organizowanie procesów, zapewnianie dostępu do infrastruktury oraz przekształcanie wyników testów w wiedzę służącą doskonaleniu prawa. Na etapie pilotażu powinien działać jako funkcjonalna sieć kierowana przez MRiT i obsługiwana przez neutralnego operatora. Jego skuteczność należy oceniać przez pryzmat skrócenia czasu postępowań, liczbę usuniętych barier, stopień uznawania wyników testów i zdolność projektów do przechodzenia między kolejnymi instrumentami wsparcia. Docelowo Hiperkonektor może stać się centralnym elementem horyzontalnego systemu piaskownic regulacyjnych w Polsce, zapewniając wspólny standard działania dla technologii dual-use, AI, energetyki, technologii medycznych, kosmicznych i innych sektorów podlegających intensywnej regulacji.

Propozycję ustawowego modelu Hiperkonektora prezentuje poniższy schemat graficzny.

USTAWOWY MODEL HIPERKONEKTORA

Kluczowe elementy docelowych ram prawnych dla koordynacji piaskownicy regulacyjnej



Schemat 12 - Propozycja ustawowego modelu Hiperkonektora.

VII. EVIDENCE-BASED REGULATION I REGULACYJNE UCZENIE SIĘ

7.1. Podwójna walidacja i zasady regulacji opartej na dowodach

Sandbox Plus powinien być rozumiany nie tylko jako instrument wspierania przedsiębiorstw oraz testowania technologii, lecz również jako mechanizm systematycznego doskonalenia regulacji. Jego szczególną wartością jest możliwość prowadzenia równoległej, podwójnej walidacji technologii rozwijanej przez uczestnika oraz przepisów, procedur i praktyk administracyjnych wpływających na możliwość jej przetestowania i wdrożenia. W tradycyjnym modelu stanowienia prawa regulator projektuje normę przede wszystkim na podstawie prognoz, analiz eksperckich, danych historycznych oraz konsultacji. W przypadku technologii przełomowych metody te pozostają konieczne, ale nie zawsze są wystarczające. Administracja może bowiem nie dysponować informacjami pozwalającymi przewidzieć wszystkie właściwości nowego rozwiązania, rzeczywisty poziom ryzyka, sposób zachowania technologii w warunkach operacyjnych ani skutki zastosowania do niej regulacji opracowanych z myślą o wcześniejszych generacjach produktów. Sandbox Plus uzupełnia ten model o kontrolowane generowanie dowodów empirycznych. Technologia staje się w nim przedmiotem testu, a zarazem narzędziem badania adekwatności regulacji. Jeżeli określony przepis, procedura lub praktyka urzędnicza uniemożliwia przeprowadzenie testu, należy ocenić:

- jaki cel publiczny realizuje dana regulacja,
- jakie ryzyko ma ograniczać,
- czy jej zastosowanie do konkretnej technologii jest konieczne,
- czy zakres obowiązku pozostaje proporcjonalny do poziomemu ryzyka,
- czy ten sam cel można osiągnąć środkiem mniej restrykcyjnym,
- jakie byłyby skutki czasowego zastosowania rozwiązania alternatywnego,
- czy bariera wynika z ustawy, aktu wykonawczego, interpretacji czy praktyki administracyjnej.

Raport warsztatowy określa tę funkcję jako pętlę dowodową prowadzącą od testu do ustawy. Technologia napotyka barierę regulacyjną, następnie w kontrolowanym środowisku przeprowadzany jest eksperyment, który generuje dane dotyczące skuteczności, bezpieczeństwa i ryzyka. Wynik może być wykorzystany przez MRiT do przygotowania zmiany prawa albo przez właściwe organy do skorygowania praktyki interpretacyjnej i pragmatyki urzędniczej. *Evidence-*

based regulation nie oznacza automatycznego znoszenia regulacji, które utrudniają działalność przedsiębiorcy. Test może równie dobrze wykazać, że ograniczenie jest konieczne, a ryzyko niedoszacowane. Wynik pętli regulacyjnej może prowadzić do uproszczenia obowiązku, jego utrzymania, wzmocnienia, zastąpienia innym mechanizmem albo rezygnacji z dalszego eksperymentu.

W polityce innowacyjnej często występuje rozbieżność między formalnym celem regulacji a jej rzeczywistym oddziaływaniem. Przepisy mogą deklaratywnie wspierać rozwój przedsiębiorczości, a jednocześnie tworzyć procedury, których koszt, czas lub nieprzewidywalność wykluczają udział startupów i MŚP. *Evidence-based regulation* wymaga przejścia od oceny formalnej do oceny funkcjonalnej. Należy badać nie tylko to, czy przedsiębiorca może teoretycznie złożyć wniosek lub uzyskać pozwolenie, lecz również: 1) ile trwa przeprowadzenie procedury; 2) ile instytucji uczestniczy w sprawie; 3) jakie są koszty przygotowania dokumentacji; 4) jak często organ żąda uzupełnień; 5) czy wymagania są zrozumiałe; 6) czy podobne sprawy są rozstrzygane w jednolity sposób; 7) czy wyniki wcześniejszych badań są uznawane; 8) czy przedsiębiorca może oszacować ryzyko jeszcze przed rozpoczęciem inwestycji; 9) czy regulacja różnicuje wymagania stosownie do TRL i skali zagrożenia; 10) jaki jest rzeczywisty wpływ obowiązku na bezpieczeństwo. Podstawą rekomendacji nie powinny być pojedyncze, niezweryfikowane wypowiedzi uczestników. Sandbox Plus ma zapewniać triangulację informacji przez zestawienie doświadczenia przedsiębiorcy z dokumentacją postępowania, stanowiskiem organu, wynikiem testu technicznego, analizą ryzyka oraz – jeżeli to możliwe – wynikami innych projektów.

Projekt zakłada sporządzanie raportu ewaluacyjnego obejmującego między innymi liczbę technologii poddanych testom, liczbę rozwiązań przygotowanych do wdrożenia oraz bariery regulacyjne, proceduralne i systemowe ujawnione w trakcie realizacji pilotażu. Wyniki te mają stanowić podstawę wypracowania docelowego modelu regulacyjnego piaskownicy w Polsce.

7.2. Pełna pętla regulacyjna

Pełna pętla regulacyjna powinna prowadzić od udokumentowania konkretnej bariery do oceny skutków rozwiązania wdrożonego poza środowiskiem testowym. Każdy etap powinien mieć właściciela, wymagany produkt i kryterium przejścia. Tabela 8 porządkuje dwanaście

etapów opisanych w materiale projektowym bez tworzenia odrębnego podrozdziału dla każdej czynności.

Tabela 8. Regulatory Learning Loop – etapy, produkty i decyzje

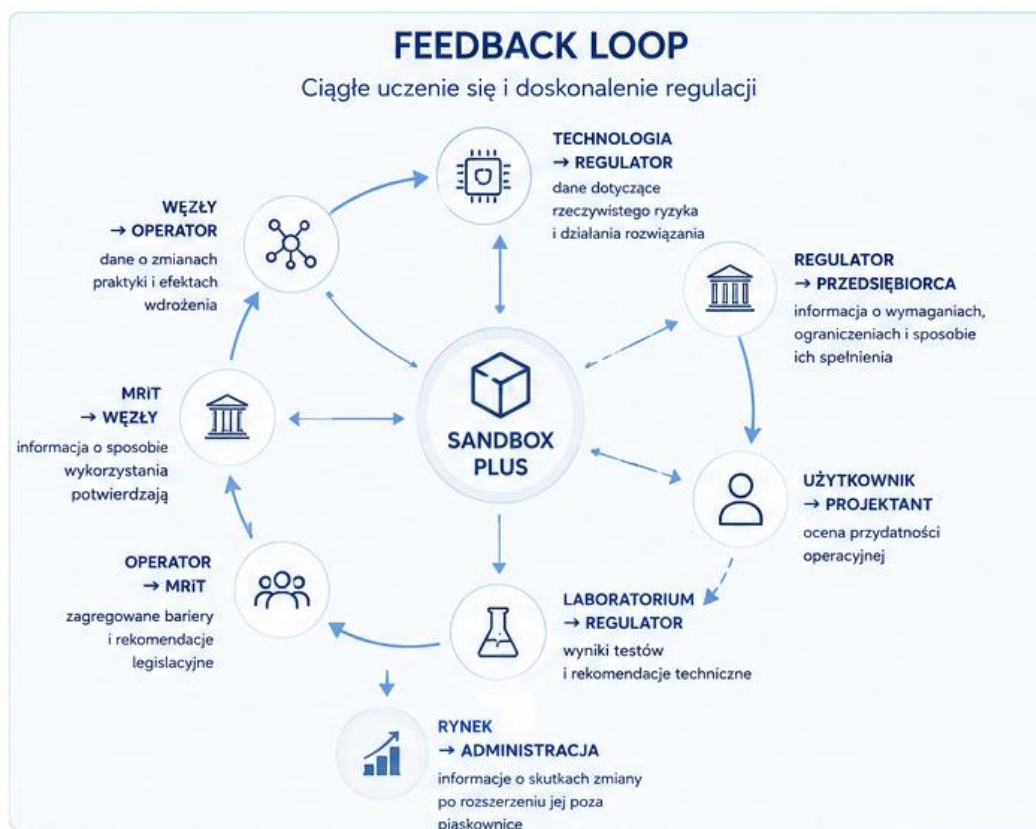
Etap	Działanie i produkt	Możliwe rozstrzygnięcie
1. Identyfikacja	Zgłoszenie i Karta Bariery Regulacyjnej	Przyjęcie, odrzucenie albo uzupełnienie
2. Kwalifikacja	Ustalenie źródła problemu: prawo, interpretacja, procedura, infrastruktura lub przygotowanie uczestnika	Wskazanie właściwego instrumentu
3. Cel regulacji	Rekonstrukcja chronionego interesu publicznego	Określenie granic eksperymentu
4. Stan bazowy	Pomiar czasu, kosztu, dokumentów i ryzyka w standardowej ścieżce	Punkt odniesienia dla oceny
5. Hipoteza	Mierzalne założenie dotyczące alternatywnej procedury lub zabezpieczenia	Zatwierdzenie pytania badawczego
6. Projekt eksperymentu	Zakres, podstawa prawna, uczestnicy, monitoring i warunki przerwania	Uruchomienie albo odmowa
7. Ocena <i>ex ante</i>	Analiza ryzyka, praw osób trzecich, konkurencji i odwracalności	Zmiana zabezpieczeń lub zgoda
8. Test	Kontrolowane zastosowanie rozwiązania i <i>audit trail</i>	Kontynuacja, korekta lub przerwanie
9. Analiza danych	Wyniki techniczne, administracyjne, ekonomiczne i jakościowe	Potwierdzenie albo odrzucenie hipotezy
10. Ocena <i>ex post</i>	Ocena proporcjonalności, bezpieczeństwa i możliwości skalowania	Dalszy test lub rekomendacja
11. Decyzja regulacyjna	Wytyczne, zmiana aktu, projekt ustawy albo utrzymanie stanu prawnego	Wdrożenie i przypisanie odpowiedzialności
12. Monitoring po wdrożeniu	Pomiar efektów w większej skali i okresowy przegląd	Utrzymanie, korekta albo wycofanie rozwiązania

7.3. Regulatory *Learning Loop*, *feedback loop* i adaptacyjne zarządzanie

Regulatory Learning Loop należy rozumieć jako trwały mechanizm uczenia się instytucji publicznych na podstawie doświadczeń wynikających z testów, stosowania prawa oraz monitorowania skutków regulacji. Pętla uczenia się nie może zależeć wyłącznie od wiedzy pojedynczego urzędnika. Wiedza zdobyta w projekcie powinna zostać: 1) udokumentowana; 2) zweryfikowana; 3) skategoryzowana; 4) udostępniona właściwym organom; 5) przekształcona w procedurę albo rekomendację; 6) wykorzystana w kolejnych sprawach; 7) poddana ponownej ocenie. *Regulatory Learning Loop* powinien działać na trzech poziomach.

- **Poziom mikro – uczenie się na podstawie pojedynczego projektu.** Dotyczy bieżącej korekty Planu Piaskownicy, zakresu testów, zabezpieczeń i wymagań wobec konkretnego uczestnika.
- **Poziom mezo – uczenie się sektorowe.** Obejmuje porównanie kilku projektów wykorzystujących podobną technologię lub napotykających tę samą barierę. Pozwala ustalić, czy problem ma charakter powtarzalny i wymaga sektorowego standardu.
- **Poziom makro – uczenie się systemowe.** Dotyczy barier występujących w wielu sektorach, takich jak brak uznawania wyników badań, sekwencyjność procedur, niejednolite zasady ochrony IP albo brak podstaw do eksperymentów. Wyniki powinny zasilać prace nad horyzontalną ustawą o piaskownicach regulacyjnych. Operator powinien prowadzić repozytorium wiedzy, ale odpowiedzialność za uczenie się nie może zostać przeniesiona wyłącznie na operatora. Każdy aktywny węzeł powinien wyznaczyć osoby odpowiedzialne za wdrożenie wniosków we własnej organizacji.

Feedback loop stanowi operacyjną część *Regulatory Learning Loop*. Jej zadaniem jest zapewnienie, aby informacja z testu wracała do wszystkich podmiotów uczestniczących w procesie, których działanie wpływa na rozwój technologii. Informacja zwrotna powinna przebiegać w kilku kierunkach. Jej proponowany kształt prezentuje poniższy schemat graficzny.



Schemat 13 – konstrukcja Feedback Loop. Wygenerowano z wykorzystaniem systemu AI.

Podstawowym zagrożeniem jest sytuacja, w której uczestnicy przekazują dane, ale nie otrzymują informacji, co się z nimi stało. Każda Karta Bariery Regulacyjnej powinna posiadać status dostępny dla uczestnika, obejmujący: 1) przyjęcie zgłoszenia; 2) wskazanie organu właściwego; 3) etap analizy; 4) wynik eksperymentu; 5) podjętą decyzję; 6) uzasadnienie; 7) planowany termin działania; 8) informację o braku możliwości zmiany. Informacja zwrotna nie oznacza obowiązku uwzględnienia każdego postulatu rynku. Oznacza obowiązek transparentnego wyjaśnienia, w jaki sposób dowód został oceniony i dlaczego podjęto określone rozstrzygnięcie.

Continuous regulation oznacza odejście od modelu, w którym przyjęcie ustawy kończy pracę regulatora. W sektorach szybko rozwijających się regulacja powinna podlegać stałej obserwacji oraz okresowej ocenie. Nie oznacza to nieustannej zmienności przepisów. Nadmierna częstotliwość nowelizacji zwiększa niepewność prawną i koszty zgodności. Celem *continuous regulation* jest stworzenie stabilnego procesu monitorowania, w którym zmiana następuje wtedy, gdy zgromadzony materiał dowodowy wskazuje na jej potrzebę. Model powinien obejmować:

- stały monitoring wskaźników,

- cykliczne przeglądy regulacji,
- rejestr problemów,
- konsultacje z interesariuszami,
- ocenę nowych technologii,
- mechanizm szybkiego reagowania na incydenty,
- okresowe raporty dla MRiT,
- plan aktualizacji standardów,
- ocenę skutków wcześniejszych zmian.

Regulacje podstawowe powinny być możliwie stabilne i neutralne technologicznie, natomiast elementy techniczne oraz proceduralne mogą być aktualizowane za pomocą wytycznych, standardów i aktów wykonawczych, o ile istnieje do tego odpowiednia podstawa prawna.

Agile regulation polega na projektowaniu i testowaniu rozwiązań w krótszych cyklach, zamiast przygotowywania od razu kompleksowej, trudnej do zmiany regulacji. W Sandbox Plus może obejmować następującą sekwencję:

- identyfikacja ograniczonego problemu,
- przygotowanie minimalnego rozwiązania regulacyjnego,
- przetestowanie go na małej liczbie projektów,
- zebranie informacji,
- korekta rozwiązania,
- powtórny test,
- stopniowe rozszerzanie zakresu,
- utrwalenie skutecznego rozwiązania w prawie.

Agile regulation nie oznacza obniżenia standardów legislacyjnych ani rezygnacji z konsultacji, oceny skutków regulacji i kontroli konstytucyjnej. Odnosi się do sposobu przygotowania dowodów i wariantów regulacyjnych przed utrwaleniem rozwiązania. W praktyce instrumentami zwinnego podejścia mogą być: 1) pilotaże; 2) wzorcowe procedury; 3) czasowe wytyczne; 4) testy w ograniczonej przestrzeni; 5) modułowe rozporządzenia; 6) regulacje stopniowane według TRL; 7) iteracyjne standardy techniczne; 8) okresowe przeglądy. Zwinność

regulacyjna powinna być równoważona przez wymóg przejrzystości. Uczestnicy muszą wiedzieć, które elementy mają charakter testowy, jaki jest okres ich obowiązywania i jakie konsekwencje nastąpią po zakończeniu pilotażu.

Adaptive governance odnosi się do modelu zarządzania, w którym kompetencje, środki nadzoru i poziom rygoru są dostosowywane do zmieniającego się ryzyka, dojrzałości technologii oraz wyników kolejnych testów. Model ten opiera się na kilku zasadach:

- proporcjonalności,
- stopniowaniu wymagań,
- wielośrodkowej współpracy,
- odwracalności decyzji,
- regularnym przeglądzie ryzyka,
- zaangażowaniu interesariuszy,
- transparentności,
- rozliczalności.

W Sandbox Plus adaptacyjne zarządzanie powinno oznaczać, że:

- zakres testu może zostać rozszerzony po pozytywnym wyniku wcześniejszego etapu,
- środki nadzoru mogą zostać ograniczone albo zwiększone,
- projekt może zostać cofnięty do wcześniejszej fazy,
- wymagania narastają wraz z TRL i poziomem ryzyka,
- pojawienie się nowego zastosowania uruchamia ponowną kwalifikację,
- przejście przez bramę militaryzacji powoduje zmianę reżimu,
- poważny incydent może prowadzić do natychmiastowego zawieszenia testu.

Adaptacyjność nie może prowadzić do arbitralności. Każda zmiana warunków powinna być udokumentowana, uzasadniona i oparta na kryteriach określonych w Planie Piaskownicy.

7.4. Eksperymenty regulacyjne, *sunset clauses* i bezpieczna przestrzeń błędów

Eksperyment regulacyjny jest czasowym, kontrolowanym i ocenianym zastosowaniem odmiennego sposobu realizacji celu regulacyjnego. Nie powinien być utożsamiany z deregulacją ani przyznaniem przedsiębiorcy ogólnego zwolnienia z prawa. Eksperyment może dotyczyć ograniczenia zakresu dokumentacji, równoległego prowadzenia procedur, wykorzystania

wyników symulacji, uznania badań wykonanych przez inny węzeł, zastosowania alternatywnego standardu, ograniczonego testu w środowisku operacyjnym, czasowego użycia technologii przez określoną grupę, nowego modelu nadzoru, odmiennego sposobu raportowania czy wykorzystania środka technicznego zamiast formalnego obowiązku.

Eksperyment powinien posiadać:

- wyraźną podstawę prawną,
- określony cel,
- ograniczony czas,
- ograniczony zakres podmiotowy i przedmiotowy,
- obiektywne kryteria udziału,
- środki ochrony praw osób trzecich,
- zasady nadzoru,
- mierniki,
- procedurę reagowania na incydenty,
- możliwość wcześniejszego zakończenia,
- zasady ewaluacji,
- określone skutki zakończenia.

Kontrolowane odstępstwa nie mogą obejmować obowiązków, od których prawo krajowe lub unijne nie dopuszcza odstępstwa. Nie powinny również prowadzić do wyłączenia podstawowych gwarancji związanych z ochroną życia, praw podstawowych, danych, informacji niejawnych, kontroli eksportu albo bezpieczeństwa państwa. Krajowy porządek prawny zna już sektorowe przykłady środowisk testowych, między innymi w prawie lotniczym i regulacjach komunikacji elektronicznej. Sandbox Plus zmierza do wykorzystania i uogólnienia tego doświadczenia w modelu horyzontalnym.

Nie każdy eksperyment regulacyjny pozwoli zastosować klasyczną grupę kontrolną. Liczba projektów dual-use jest ograniczona, a ich właściwości często unikatowe. Nie zwalnia to jednak operatora z obowiązku ustalenia punktu odniesienia. Porównanie może obejmować wcześniejszą standardową procedurę, podobny projekt poza piaskownicą, dane historyczne, rozwiązanie działające w innej jurysdykcji, wyniki symulacji, test w dwóch wariantach zabezpieczeń, kolejność wdrażania nowej procedury w różnych węzłach. Wnioski należy

formułować ostrożnie. Wynik jednego projektu może uzasadniać dalszy test, ale nie zawsze będzie wystarczający do wprowadzenia generalnej zmiany prawa. Dla zmian o istotnym wpływie na bezpieczeństwo, konkurencję lub prawa jednostki należy wymagać szerszego materiału dowodowego niż dla zmiany formularza czy instrukcji urzędniczej.

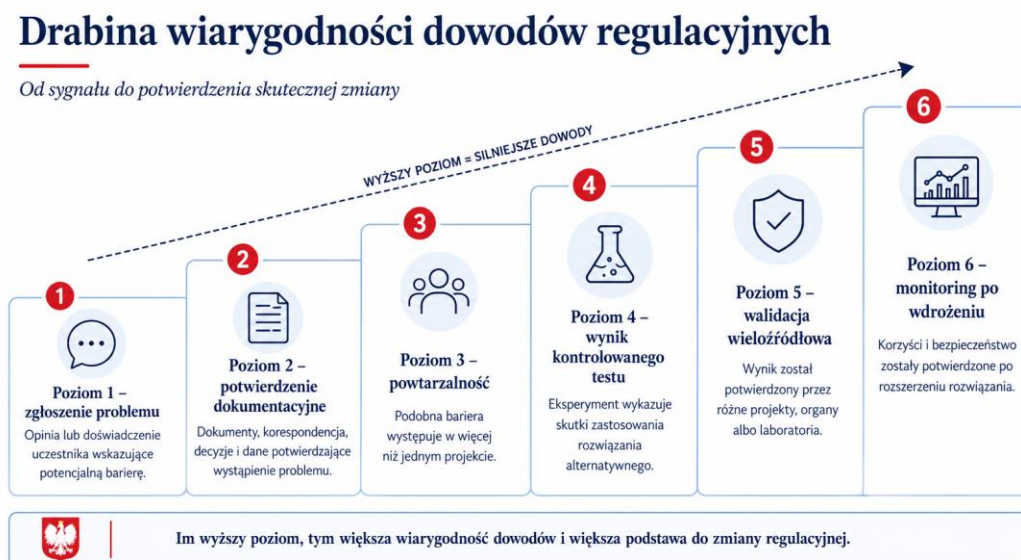
Klauzula zachodzącego słońca powinna określać moment automatycznego wygaśnięcia testowanego rozwiązania, chyba że przed upływem terminu zostanie podjęta decyzja o jego przedłużeniu lub utrwaleniu. *Sunset clauses* są szczególnie przydatne w odniesieniu do czasowych odstępstw, eksperymentalnych procedur, ograniczonych zezwoleń, pilotażowych modeli raportowania, nowych kompetencji operatora, uproszczeń obowiązujących wyłącznie w piaskownicy czy rozwiązań wdrażanych przy wysokiej niepewności. Klauzula powinna określać datę wygaśnięcia, termin rozpoczęcia ewaluacji, organ odpowiedzialny za ocenę, kryteria utrzymania, wymagany poziom dowodów, sposób postępowania z projektami rozpoczętymi przed wygaśnięciem oraz konsekwencje braku decyzji. W praktyce należy rozróżnić cztery typy tych klauzul. W *sunset clause sensu stricto* rozwiązanie wygasa automatycznie. W przypadku *review clause* organ jest zobowiązany do przeglądu regulacji, ale przepis nie wygasa. Z kolei *renewal clause* obejmują sytuacje, w których przedłużenie testu wymaga aktywnej decyzji, zaś *termination clause* dotyczą przypadków, w których rozwiązanie testu może zostać zakończone wcześniej po wystąpieniu określonego zdarzenia. Automatyczne wygaśnięcie nie będzie właściwe dla każdego przepisu. W obszarach bezpieczeństwa lub ciągłości świadczenia usług bardziej adekwatna może być obowiązkowa klauzula przeglądowa. Nie należy również stosować *sunset clauses* w sposób prowadzący do niepewności co do praw nabytych albo legalności działań wykonanych w czasie obowiązywania eksperymentu.

Dla pilotażowych pragmatyk i uproszczeń proceduralnych rekomendowany okres trwania testów wynosi od 6 do 12 miesięcy. Dla eksperymentów wymagających obserwacji sezonowej albo kilku cykli technologicznych okres może wynosić 18–24 miesiące. Każde przedłużenie powinno być uzasadnione wynikami monitoringu, a nie wyłącznie brakiem zakończonej oceny.

Wartością piaskownicy jest możliwość wykrywania błędów w ograniczonej skali, zanim technologia albo regulacja zostaną zastosowane powszechnie. Nie oznacza to akceptacji niekontrolowanego ryzyka. Oznacza projektowanie testów w taki sposób, aby potencjalna szkoda była ograniczona, a jej skutki były odwracalne. By istniała możliwość szybkiej reakcji na

incydenty, a uczestnik nie ukrywał ich wystąpienia z obawy przed automatycznym wykluczeniem. Istotne jest także, by test dostarczał wiedzy również w przypadku niepowodzenia. System raportowania powinien odróżniać: 1) zwykłą niezgodność techniczną; 2) zdarzenie ostrzegawcze; 3) incydent; 4) poważny incydent; 5) naruszenie warunków eksperymentu; 6) działanie umyślne. Niepowodzenie technologii może stanowić wartościowy wynik badawczy. Natomiast świadome naruszenie zasad, zatajenie informacji lub stworzenie nieakceptowalnego zagrożenia powinno prowadzić do zawieszenia albo zakończenia udziału w teście.

Nie wszystkie dane zgromadzone w piaskownicy mają tę samą wartość. Rekomenduje się stosowanie ich relewantnej hierarchii. Proponowaną hierarchię prezentuje poniższy schemat graficzny.



Schemat 14 – Drabina wiarygodności dowodów regulacyjnych

Korzyści i bezpieczeństwo zostały potwierdzone po rozszerzeniu rozwiązania. Proponowana zmiana prawa powinna wskazywać, na jakim poziomie dowodowym się opiera oraz jakie pozostają ograniczenia.

7.5. Monitoring skutków, OSR i niezależna ewaluacja

Monitoring powinien obejmować zarówno funkcjonowanie samej piaskownicy, jak i skutki zmian wprowadzonych na podstawie jej wyników. Dla każdego uczestnika należy monitorować poziom dojrzałości technologicznej projektu, w tym jego aktualny poziom TRL oraz postęp w realizacji przyjętych kamieni milowych. Monitorowanie powinno obejmować

również liczbę kontaktów z właściwymi organami, czas udzielania odpowiedzi przez te organy oraz koszty ponoszone w związku z zapewnieniem zgodności regulacyjnej. Należy ponadto rejestrować liczbę wymaganych dokumentów i uzyskanych odstępstw, wyniki przeprowadzonych testów, występujące incydenty, aktualny poziom ryzyka oraz wszelkie zmiany dotyczące zakresu projektu.

W odniesieniu do każdej Karty Bariery Regulacyjnej należy odnotować datę zgłoszenia problemu oraz źródło, z którego wynika informacja o jego wystąpieniu. Karta powinna wskazywać organ właściwy do rozpatrzenia danej kwestii, aktualny status prowadzonej analizy oraz zakres zgromadzonego materiału dowodowego. Należy także opisać zastosowany eksperyment regulacyjny, jego wynik, sformułowaną rekomendację oraz podjętą decyzję. Dokumentacja powinna obejmować również termin wdrożenia przyjętego rozwiązania i ocenę jego efektów po zastosowaniu w praktyce.

Ocena funkcjonowania sieci powinna obejmować terminowość działania poszczególnych węzłów oraz rzeczywisty udział właściwych organów w pracach kolegów. Należy analizować liczbę sporów kompetencyjnych i liczbę wspólnych stanowisk wypracowanych przez zaangażowane instytucje. Istotne jest także badanie stopnia wykorzystania repozytorium wiedzy, liczby zmienionych instrukcji i procedur oraz poziomu przeszkolenia urzędników uczestniczących w realizacji projektu.

Po wdrożeniu zmiany należy analizować jej wpływ na rynek i proces komercjalizacji technologii. Ocenie powinna podlegać liczba nowych podmiotów wchodzących na rynek, czas potrzebny do rozpoczęcia działalności oraz koszt certyfikacji. Należy również monitorować liczbę wdrożeń i incydentów, udział małych i średnich przedsiębiorstw oraz wpływ zmiany na poziom konkurencji i koncentrację rynku. Analiza powinna uwzględniać także odpływ lub napływ projektów, stopień wykorzystania krajowej infrastruktury oraz udział krajowych komponentów w rozwijanych rozwiązaniach.

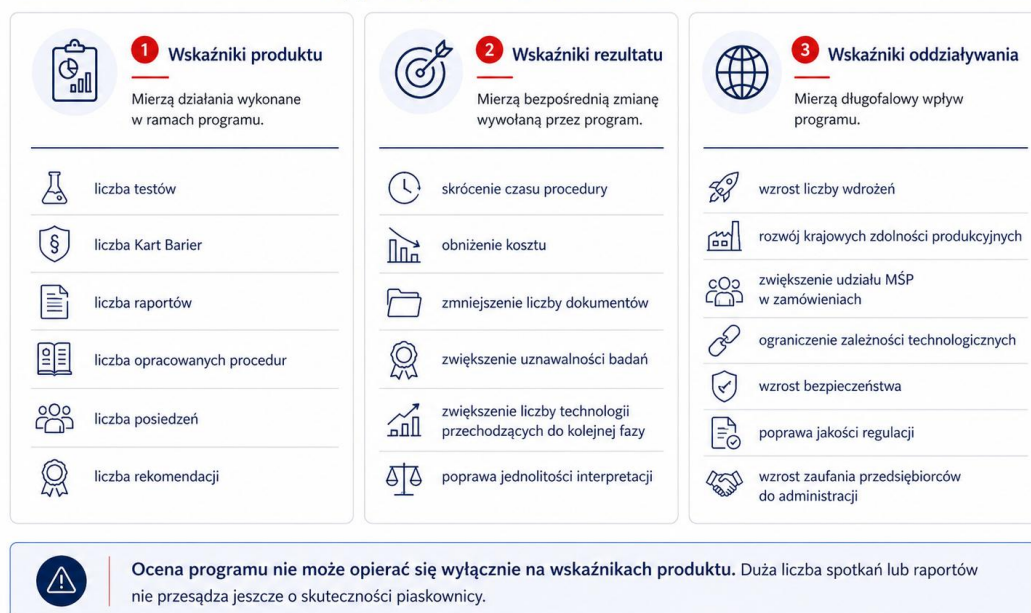
System monitorowania powinien obejmować wszystkie zdarzenia, które mogą zagrażać życiu lub zdrowiu ludzi. Należy rejestrować naruszenia cyberbezpieczeństwa i ochrony danych oraz przypadki dyskryminacji algorytmicznej. Szczególnej kontroli wymagają nieuprawniony dostęp do informacji, incydenty związane z kontrolą eksportu oraz naruszenia warunków licencji. Ocenie powinna podlegać skuteczność nadzoru człowieka nad działaniem technologii, możliwość

zakwestionowania rozstrzygnięcia oraz wpływ eksperymentu na osoby, które nie uczestniczą bezpośrednio w projekcie.

Wskaźniki należy podzielić na trzy poziomy. Ich propozycję prezentuje poniższy schemat graficzny.

System wskaźników oceny programu

Trzy poziomy pomiaru skuteczności Sandbox Plus



Schemat 15 – System oceny wskaźników program.

Rekomenduje się utworzenie *dashboardu* dostępnego dla MRiT, operatora i uprawnionych węzłów. Powinien on przedstawiać w szczególności:

- liczbę aktywnych eksperymentów,
- status projektów,
- status Kart Barrier,
- średni czas reakcji,
- liczbę incydentów,
- stopień realizacji KPI,
- rekomendacje oczekujące na decyzję,
- zmiany wdrożone,

- wyniki monitoringu po wdrożeniu.

Część informacji powinna być publikowana w formie zagregowanej. Dane objęte tajemnicą przedsiębiorstwa, ochroną bezpieczeństwa lub ograniczeniami eksportowymi nie mogą być udostępniane publicznie.

Rekomenduje się, aby operator przygotowywał raporty kwartalne dotyczące bieżącej realizacji programu. Kolegium Regulacyjne powinno przeprowadzać półroczne przeglądy jego funkcjonowania, natomiast Ministerstwo Rozwoju i Technologii powinno opracowywać coroczny raport podsumowujący. Po zakończeniu pilotażu należy przygotować raport końcowy, a następnie przeprowadzić przeglądy regulacji po upływie dwunastu oraz dwudziestu czterech miesięcy od wdrożenia danej zmiany. Raport roczny powinien przedstawiać bariery zidentyfikowane w toku realizacji programu, wskazywać bariery usunięte oraz te, które utrzymano ze względów bezpieczeństwa. Powinien również zawierać wykaz rekomendacji niewdrożonych wraz z uzasadnieniem, dane dotyczące kosztów, informacje o incydentach, wyniki przeprowadzonych kontroli, opis postępu prac legislacyjnych oraz rekomendacje na kolejny okres sprawozdawczy.

Materiał dowodowy zgromadzony w ramach Sandbox Plus powinien być bezpośrednio wykorzystywany przy opracowywaniu oceny skutków regulacji *ex ante*. Powinien także zasilać test MŚP, analizę kosztów administracyjnych, ocenę zgodności projektowanych rozwiązań z prawem Unii Europejskiej, analizę wpływu na konkurencję, ocenę ryzyka oraz ocenę *ex post* obowiązujących przepisów. W ocenie skutków regulacji (OSR) do projektu ustawy należy jednoznacznie wskazać liczbę projektów objętych eksperymentem, zastosowaną metodykę, uzyskane wyniki oraz ograniczenia przyjętej próby. Dokument powinien przedstawiać rozważane warianty regulacyjne, ryzyka związane z ekstrapolacją wyników oraz przyczyny wyboru rekomendowanego rozwiązania. Piaskownica regulacyjna nie powinna zastępować pełnego procesu legislacyjnego, lecz dostarczać materiału dowodowego o wyższej jakości, który umożliwi jego rzetelniejsze i adekwatniejsze przeprowadzenie.

Operator nie powinien być jedynym podmiotem odpowiedzialnym za ocenę skuteczności programu, ponieważ jednocześnie odpowiada za jego realizację. Niezależną ewaluację należy powierzyć podmiotowi, który nie uczestniczył w kwalifikacji projektów, nie świadczył usług na rzecz uczestników i nie jest właścicielem infrastruktury wykorzystywanej w programie. Podmiot

ten powinien posiadać kompetencje w zakresie polityk publicznych, prawa, ekonomii i technologii oraz mieć dostęp do niezbędnych danych z zachowaniem wymogów poufności. Ewaluacja powinna obejmować ocenę adekwatności interwencji, jej skuteczności, efektywności kosztowej i użyteczności. Powinna również badać trwałość rezultatów, wpływ programu na prawa jednostki i bezpieczeństwo, możliwość skalowania przyjętego modelu oraz występowanie efektów niezamierzonych.

7.6. Ryzyka i instrumenty wdrożeniowe

Dla zapewnienia prawidłowego funkcjonowania pętli regulacyjnej w ramach pilotażu należy opracować wzór Karty Bariery Regulacyjnej, który umożliwi jednolite dokumentowanie problemów ujawnianych podczas realizacji projektów. Konieczne jest również przygotowanie wzoru Planu Eksperymentu Regulacyjnego, określającego cel testu, jego zakres, metodykę, uczestników oraz kryteria oceny wyników.

Na potrzeby oceny projektowanych rozwiązań należy opracować uproszczoną ocenę skutków *ex ante* oraz Matrycę Oceny Ryzyka. Powinny one umożliwiać identyfikowanie potencjalnych korzyści, kosztów i zagrożeń jeszcze przed rozpoczęciem eksperymentu. Niezbędne jest także przygotowanie protokołu monitorowania, który określi zakres zbieranych danych, częstotliwość ich aktualizacji oraz podmioty odpowiedzialne za ich weryfikację.

Pilotaż powinien korzystać z jednolitego rejestru incydentów, obejmującego zdarzenia technologiczne, regulacyjne, organizacyjne i związane z bezpieczeństwem. Po zakończeniu każdego eksperymentu należy sporządzać raport ewaluacyjny, przedstawiający przebieg testu, uzyskane wyniki, ograniczenia metodyczne oraz rekomendacje dotyczące dalszych działań.

Konieczne jest również opracowanie macierzy możliwych rozstrzygnięć regulacyjnych. Powinna ona porządkować dostępne warianty reakcji, takie jak utrzymanie dotychczasowych wymagań, zmiana praktyki administracyjnej, wydanie wytycznych, modyfikacja rozporządzenia albo przygotowanie zmiany ustawowej. Należy ponadto przygotować wzór klauzuli czasowego obowiązywania oraz wzór klauzuli przeglądowej, które pozwolą wprowadzać rozwiązania eksperymentalne na określony czas i poddawać je obowiązkowej ocenie po upływie wskazanego okresu.

System zarządzania pilotażem powinien obejmować *dashboard* KPI, umożliwiający bieżące monitorowanie wskaźników produktu, rezultatu i oddziaływania. Potrzebne jest także

repozytorium interpretacji i pragmatyk urzędniczych, w którym będą gromadzone stanowiska organów, procedury, instrukcje, wzory dokumentów oraz doświadczenia wynikające z poszczególnych projektów.

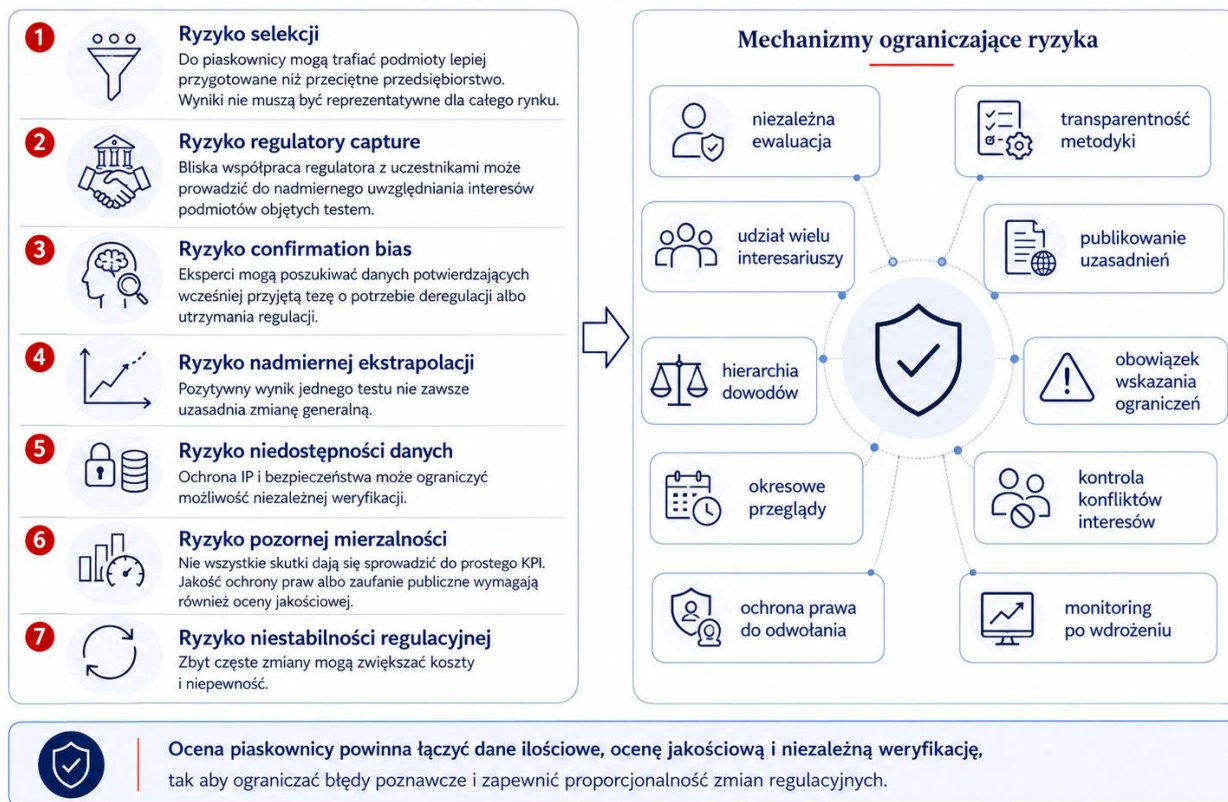
Należy opracować procedurę przekazywania rekomendacji do Ministerstwa Rozwoju i Technologii, określającą sposób ich agregowania, weryfikacji i kierowania do dalszych prac legislacyjnych lub organizacyjnych. Równolegle powinna powstać procedura informacji zwrotnej dla uczestnika, zapewniająca mu jasną informację o wynikach testu, stanowiskach organów, wymaganych działaniach i dalszej ścieżce rozwoju projektu.

Każda zmiana wdrożona na podstawie wyników pilotażu powinna zostać objęta planem monitoringu po wdrożeniu. Plan ten powinien określać zakres obserwowanych skutków, źródła danych, harmonogram przeglądów oraz kryteria oceny, czy zastosowane rozwiązanie przyniosło oczekiwane korzyści bez obniżenia poziomu bezpieczeństwa i ochrony interesu publicznego.

Evidence-based regulation stanowi rdzeń odróżniający Sandbox Plus od klasycznego akceleratora technologicznego. Program nie powinien ograniczać się do przeprowadzenia uczestnika przez istniejące wymagania. Powinien sprawdzać, czy wymagania te są adekwatne, proporcjonalne i możliwe do wykonania, a następnie przekształcać wynik testu w konkretną zmianę prawa, praktyki albo procedury. Pętla regulacyjna powinna rozpoczynać się od udokumentowanej bariery, prowadzić przez kontrolowany eksperyment i ocenę wyników, a kończyć wdrożeniem oraz monitoringiem skutków zmiany. Tylko wówczas można mówić o pełnym *Regulatory Learning Loop*. *Continuous regulation*, *agile regulation* i *adaptive governance* nie mogą oznaczać nieustannego zmieniania prawa ani obniżenia gwarancji prawnych. Powinny oznaczać zdolność administracji do uczenia się, reagowania na dowody, stopniowania wymagań oraz wycofywania nieskutecznych rozwiązań. Klauzule czasowe, eksperymenty regulacyjne i monitoring *ex post* zapewniają odwracalność oraz kontrolę ryzyka. Odpowiednio zaprojektowane pozwalają pogodzić wspieranie innowacji z ochroną bezpieczeństwa, praw podstawowych, uczciwej konkurencji i interesu publicznego. Docelowym rezultatem Sandbox Plus powinno być zbudowanie trwałej zdolności państwa do stanowienia prawa, które nie tylko reaguje na rozwój technologiczny, ale uczy się wraz z nim.

Ryzyka ewaluacji i mechanizmy ograniczające

Najważniejsze zagrożenia interpretacyjne i organizacyjne oraz sposoby ograniczania ich wpływu w Sandbox Plus.



Schemat 16 – Ryzyka ewaluacji i mechanizmy je ograniczające.

VIII. SYSTEM KPI I OCENA EFEKTYWNOŚCI

8.1. Założenia systemu pomiaru

System kluczowych wskaźników efektywności Sandbox Plus powinien odzwierciedlać szczególny, podwójny charakter projektu. Pilotaż ma jednocześnie:

- wspierać rozwój i walidację technologii dual-use,
- testować sprawność administracji publicznej,
- identyfikować i usuwać bariery regulacyjne,
- przygotować procedury działania docelowej piaskownicy,
- wygenerować dowody potrzebne do opracowania horyzontalnej regulacji ustawowej.

Ocena projektu nie może zatem ograniczać się do liczby przedsiębiorstw objętych wsparciem, wartości wypłaconych grantów ani liczby przeprowadzonych wydarzeń. Wskaźniki tego rodzaju opisują aktywność programu, ale nie przesądzają, czy piaskownica rzeczywiście skróciła drogę od technologii do wdrożenia, poprawiła jakość regulacji albo zwiększyła zdolność administracji do obsługi innowacji. Materiały projektu przewidują, że raport ewaluacyjny powinien obejmować liczbę technologii poddanych testom, liczbę rozwiązań wdrożonych lub przygotowanych do wdrożenia oraz identyfikację barier regulacyjnych, proceduralnych i systemowych. Jednocześnie rekomendowany model zakłada raport wyjścia, wzajemne uznawanie dowodów oraz zamknięcie pętli prowadzącej od testu technologii do zmiany prawa.

System KPI powinien zatem obejmować pięć poziomów. Ich propozycję określa poniższy schemat graficzny.



Schemat 17 – KPI dla Sandbox Plus.

Każdy kluczowy wskaźnik efektywności powinien zostać opisany w odrębnej Karcie Wskaźnika. Karta powinna zawierać nazwę wskaźnika oraz jasno określać jego cel. Należy w niej zamieścić precyzyjną definicję wskaźnika, formułę jego obliczania i właściwą jednostkę miary. Dokument powinien wskazywać wartość bazową oraz wartość docelową, a także źródło danych i częstotliwość dokonywania pomiaru. Konieczne jest również określenie podmiotu odpowiedzialnego za raportowanie oraz sposobu weryfikacji danych. Karta powinna ponadto zawierać opis ograniczeń interpretacyjnych danego wskaźnika. Należy w niej uwzględnić także ryzyko działań polegających na formalnym wykazywaniu realizacji wskaźnika bez osiągnięcia rzeczywistego rezultatu.

Pomiar efektów programu powinien rozpoczynać się od ustalenia wartości bazowych na etapie wejścia uczestnika do piaskownicy. Dotyczy to przede wszystkim poziomu TRL, czasu trwania procedur administracyjnych oraz liczby dokumentów wymaganych od uczestnika. Należy również określić poziom kosztów zgodności regulacyjnej oraz wartość kapitału pozyskanego przed rozpoczęciem udziału w programie. Pomiar bazowy powinien obejmować liczbę wcześniej wykonanych testów, poziom dojrzałości własności intelektualnej, a także

gotowość produkcyjną i certyfikacyjną projektu. Bez ustalenia tych danych nie będzie możliwe rzetelne stwierdzenie czy udział w Sandbox Plus doprowadził do rzeczywistej zmiany.

Wartości docelowe wskazane w niniejszym rozdziale należy traktować jako rekomendowane dla pierwszej kohorty obejmującej od ośmiu do dwunastu projektów. Po upływie pierwszych sześciu miesięcy powinny one zostać poddane przeglądowi. Ewentualna zmiana wartości docelowych musi być uzasadniona wynikami pomiaru i doświadczeniami z realizacji programu. Nie powinna natomiast wynikać wyłącznie z trudności w osiągnięciu wcześniej przyjętych celów.

KPI powinny mierzyć produkty, rezultaty bezpośrednie i oddziaływanie. Dla każdego wskaźnika należy ustalić definicję, wartość bazową, cel, źródło danych, częstotliwość pomiaru i właściciela. Wartości docelowe przedstawione poniżej odpowiadają pilotażowi obejmującemu 8–12 projektów i powinny zostać zweryfikowane po pierwszym półroczu bez retroaktywnego obniżania ambicji projektu.

8.2. KPI strategiczne i technologiczne

Tabela 9. Najważniejsze KPI strategiczne i technologiczne

Wskaźnik	Sposób pomiaru	Rekomendowany cel pilotażu
Technologie przyjęte do pilotażu	Projekty z podpisanym Planem Piaskownicy	8–12, w tym: co najmniej po 4 w grupach TRL 1–3 i TRL 4–5 lub dwie kohorty tematyczna
Zakończone walidacje z zastrzeżeniem, że nie każda technologia musi przejść walidację wojskową, a jej brak nie obniży ostatecznego wyniku	Projekt z raportem testu i decyzją o dalszej ścieżce	Minimum 70% uczestników
Wzrost TRL	Zweryfikowany wzrost o co najmniej jeden poziom	Minimum 60% projektów

Wskaźnik	Sposób pomiaru	Rekomendowany cel pilotażu
Czas do pierwszego testu	Dni od Planu Piaskownicy do uruchomienia testu	Mediana do 90 dni
Brama militaryzacji	Projekty poddane formalnej ocenie przez zespół ekspertów miltech	Minimum 3
Technologie osiągające TRL 6	Gotowość do przekazania do instrumentu późnego etapu	Minimum 2
Technologie skierowane do wdrożenia	Rekomendacja certyfikacji, pilotażu, zakupu lub inwestycji	Minimum 40% zakończonych projektów
Wdrożenia przemysłowe lub operacyjne	Zastosowanie poza środowiskiem eksperymentalnym	Minimum 1 w ciągu 12 miesięcy

8.3. KPI legislacyjne i regulacyjne

Tabela 10. Najważniejsze KPI legislacyjne

Wskaźnik	Zakres	Rekomendowany cel
Zidentyfikowane bariery prawne	Potwierdzone Karty Barrier Regulacyjnych	Minimum 12
Przepisy lub obowiązki poddane walidacji	Obowiązki sprawdzone na podstawie testu lub analizy porównawczej	Minimum 8
Eksperymenty regulacyjne	Testy alternatywnej procedury lub standardu	Minimum 4
Propozycje zmian ustawowych	Kompletne rekomendacje z wariantami i oceną skutków	Minimum 2 albo spójny pakiet legislacyjny
Zmiany aktów wykonawczych	Rekomendowane i formalnie rozpatrzone zmiany	Minimum 2, jeżeli potwierdzi je materiał
Interpretacje i stanowiska ogólne	Wyjaśnienia stosowania prawa do kategorii technologii	Minimum 3

Wskaźnik	Zakres	Rekomendowany cel
Pragmatyki i procedury uproszczone	Zmiany praktyki, formularzy lub sekwencji działania	Minimum 5 zmian, w tym 3 procedury uproszczone
Czas rekomendacji legislacyjnej	Od zakończenia walidacji do przekazania rekomendacji	Do 60 dni
Formalne rozpatrzenie rekomendacji	Stanowisko właściwego organu	Minimum 80% w ciągu 120 dni

8.4. KPI administracyjne i procedur urzędniczych

Tabela 11. Najważniejsze KPI administracyjne i proceduralne

Wskaźnik	Rekomendowany cel
Pierwsza reakcja One-Stop Shop	Do 5 dni roboczych
Kwalifikacja projektu	Do 30 dni od kompletnego zgłoszenia
Mapa regulacyjna	Do 20 dni roboczych od kwalifikacji
Uzgodnienia międzyinstytucjonalne	Mediana do 30 dni
Aktywne organy i węzły	Minimum 6 organów i 8 węzłów
Wspólne opinie instytucji publicznych	Minimum 5
Procedury prowadzone równolegle	Minimum 60% spraw, w których jest to prawnie dopuszczalne
Redukcja powielanych dokumentów	Minimum 50%
Satysfakcja uczestników	Minimum 80% ocen pozytywnych
Sprawy bez eskalacji	Minimum 80%
Instrukcje, wzory i checklisty	Minimum 24 dokumenty łącznie, z potwierdzonym użyciem w pilotażu
Przeszkoleni urzędnicy	Minimum 30 osób z co najmniej 6 instytucji
Adekwatność procedur	Minimum 90%; 0 nieadekwatności krytycznych

Wskaźnik	Rekomendowany cel
Elektroniczne prowadzenie spraw	100% w zakresie niewymagającym odrębnego środowiska bezpieczeństwa

8.5. Złożone *Regulatory Performance Indicators*⁸⁵

Tabela 12. Indeksy dojrzałości i efektywności regulacyjnej

Indeks	Cel i główne komponenty
<i>Regulatory Readiness Index</i> ⁸⁶	Gotowość regulacyjna projektu: mapa obowiązków, zezwolenia, certyfikacja, cyberbezpieczeństwo, eksport, IP i zamówienia
<i>Innovation Readiness Index</i> ⁸⁷	Łączna gotowość technologiczna, zespołowa, produkcyjna, rynkowa, finansowa i regulacyjna
<i>Regulatory Sandbox Maturity Assessment (RESMA)</i> ⁸⁸	Dojrzałość <i>governance</i> , operatora, węzłów, infrastruktury, ochrony danych, pętli regulacyjnej i finansowania

⁸⁵ Regulatory Performance Indicators (RPI) – wskaźniki efektywności regulacyjnej służące do oceny skuteczności, efektywności i jakości działania regulacji prawnych oraz instytucji odpowiedzialnych za ich wdrażanie i egzekwowanie. Wskaźniki te umożliwiają monitorowanie stopnia realizacji celów regulacyjnych, pomiar obciążeń administracyjnych, ocenę zgodności z przepisami oraz analizę wpływu regulacji na interesariuszy. Zob. *OECD Best Practice Principles for Regulatory Policy: Regulatory Impact Assessment*, Paris: OECD Publishing, 2020; OECD, *Government at a Glance 2023*, Paris: OECD Publishing, 2023.

⁸⁶ Regulatory Readiness Index (RRI) – syntetyczny wskaźnik służący do oceny stopnia przygotowania organizacji, sektora lub systemu prawnego do spełniania obowiązujących wymogów regulacyjnych. Wskaźnik ten agreguje informacje dotyczące zgodności regulacyjnej, procedur nadzorczych, zarządzania ryzykiem, ochrony danych oraz zdolności do wdrażania i egzekwowania wymagań prawnych. W zależności od przyjętej metodologii może być wykorzystywany do oceny gotowości regulacyjnej przedsiębiorstw, sektorów gospodarki lub państw. Zob. M. Molinuevo, N. Sadikova, A. Schwind, L. Daza, *Digital Trade Regulatory Readiness: A Global Database*, World Bank, Prosperity Insight Series, Washington, DC 2025, DOI: 10.1596/43753.

⁸⁷ Innovation Readiness Index (IRI) – syntetyczny wskaźnik mierzący zdolność organizacji, sektora lub państwa do tworzenia, absorpcji i wdrażania innowacji. Obejmuje ocenę takich czynników jak jakość instytucji, kapitał ludzki, infrastruktura, otoczenie regulacyjne, dostęp do finansowania, potencjał badawczo-rozwojowy oraz gotowość przedsiębiorstw i administracji do wdrażania nowych rozwiązań. Zob. S. Dutta, *Innovation Readiness*, Portulans Institute, dostęp: <https://portulansinstitute.org/innovation-readiness/> [dostęp: 22.07.2026]; zob. także: World Intellectual Property Organization (WIPO), *Global Innovation Index 2025*, Geneva 2025, <https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2025/en/index.html> [dostęp: 22.07.2026].

⁸⁸ Regulatory Sandbox Maturity Assessment (RESMA) – syntetyczny wskaźnik służący do oceny stopnia dojrzałości piaskownicy regulacyjnej (regulatory sandbox), uwzględniający takie elementy jak ramy prawne i instytucjonalne, zdolności organizacyjne regulatora, procesy testowania innowacji, zarządzanie ryzykiem, współpracę z interesariuszami oraz mechanizmy ewaluacji rezultatów eksperymentów regulacyjnych. Wyższy poziom dojrzałości oznacza większą zdolność administracji publicznej do prowadzenia skutecznych i bezpiecznych testów regulacyjnych dla nowych technologii i modeli biznesowych. Zob. A. Guio, *Regulatory Sandboxes in Developing Economies: An Innovative Governance Approach*, Economic Commission for Latin America and the Caribbean

Indeks	Cel i główne komponenty
<i>Administrative Coordination Index</i> ⁸⁹	Terminowość, wspólne stanowiska, równoległość procedur, brak eskalacji i satysfakcja
<i>Evidence Generation Rate</i> ⁹⁰	Odsetek projektów generujących kompletny i możliwy do wykorzystania pakiet dowodowy
<i>Legislative Responsiveness Index</i> ⁹¹	Odsetek rekomendacji rozpatrzonych oraz stopień ich wdrożenia
<i>Regulatory Burden Reduction</i> ⁹²	Zmiana czasu, kosztu i liczby czynności przy zachowaniu bezpieczeństwa
<i>Time-to-Regulation</i> ⁹³ / <i>Time-to-Market</i> ⁹⁴ / <i>Time-to-TRL</i> ⁹⁵	Czas reakcji regulacyjnej, wejścia na rynek oraz demonstracji w środowisku operacyjnym

(ECLAC), Santiago 2024, s. 31–38, <https://www.cepal.org/en/publications/80496-regulatory-sandboxes-developing-economies-innovative-governance-approach> [dostęp: 22.07.2026].

⁸⁹ Administrative Coordination Index (ACI) – syntetyczny wskaźnik mierzący zdolność administracji publicznej do koordynowania działań pomiędzy instytucjami, szczeblami zarządzania oraz obszarami polityki publicznej. Obejmuje ocenę mechanizmów współpracy międzyinstytucjonalnej, wymiany informacji, spójności procesów decyzyjnych, zarządzania międzyresortowego oraz skuteczności realizacji wspólnych celów publicznych. Zob. OECD, *Government at a Glance* 2025, OECD Publishing, Paris 2025.

⁹⁰ Evidence Generation Rate (EGR) – liczba nowych analiz, badań, ewaluacji, raportów lub innych udokumentowanych źródeł wiedzy wygenerowanych w określonym okresie na potrzeby projektowania, wdrażania lub oceny polityk publicznych. Zob. European Commission, Joint Research Centre, *Evidence-Informed Policymaking (Knowledge4Policy)*, European Commission, Brussels.

⁹¹ Legislative Responsiveness Index (LRI) – wskaźnik oceniający szybkość, adekwatność i skuteczność reakcji prawodawcy na nowe wyzwania regulacyjne, w tym rozwój technologii, wyniki ewaluacji polityk publicznych oraz potrzeby zgłaszane przez interesariuszy. Zob. OECD, *Building Capacity for Evidence-Informed Policy-Making*, OECD Publishing, Paris 2020.

⁹² Regulatory Burden Reduction (RBR) – wskaźnik mierzący skalę zmniejszenia kosztów administracyjnych, proceduralnych i sprawozdawczych wynikających z obowiązujących regulacji prawnych. Zob. European Commission, *Simplification – Better Regulation*, Brussels 2025.

⁹³ Time-to-Regulation (TTR) – wskaźnik określający czas potrzebny na opracowanie, przyjęcie i wdrożenie regulacji prawnych odpowiadających na nowe zjawiska technologiczne, gospodarcze lub społeczne. Mierzy zdolność systemu regulacyjnego do terminowego reagowania na innowacje i nowe ryzyka. Zob. OECD, *Better Regulation Practices across the European Union* 2025, OECD Publishing, Paris 2025.

⁹⁴ Time-to-Market (TTM) – okres liczony od rozpoczęcia prac nad produktem, usługą lub rozwiązaniem technologicznym do momentu jego udostępnienia użytkownikom lub wejścia na rynek. Wskaźnik ten służy ocenie efektywności procesów innowacyjnych i zdolności organizacji do komercjalizacji nowych rozwiązań. Zob. WIPO, *Global Innovation Index* 2025, Geneva 2025. <https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2025/en/index.html> [dostęp: 22.07.2026].

⁹⁵ Time-to-TRL7 (TTRL7) – czas wymagany do osiągnięcia Technology Readiness Level 7, czyli etapu, na którym prototyp systemu został zademonstrowany w warunkach operacyjnych zbliżonych do rzeczywistych. Wskaźnik ten odzwierciedla tempo przechodzenia od badań i rozwoju do zaawansowanej walidacji technologii. TRL 7 stanowi jeden z kluczowych etapów poprzedzających wdrożenie i komercjalizację rozwiązania. Zob. European Commission, *Scaling up ideas. Using Technology Readiness Levels to analyse technology progression in Horizon Europe*,

8.6. Odpowiedzialność, progi sukcesu i kontrola jakości danych

Rekomenduje się precyzyjne rozdzielanie odpowiedzialności za gromadzenie, aktualizowanie i weryfikowanie danych. Operator powinien odpowiadać za zbieranie danych operacyjnych dotyczących bieżącego funkcjonowania programu. Działający w ramach operatora koordynator projektu powinien aktualizować informacje odnoszące się do konkretnego uczestnika i przebiegu jego ścieżki w piaskownicy. Węzły oraz właściwe organy powinny potwierdzać dane dotyczące prowadzonych procedur, wydanych rozstrzygnięć i podjętych działań. Ministerstwo Rozwoju i Technologii powinno zatwierdzać dane o charakterze legislacyjnym i instytucjonalnym. Niezależny ewaluator powinien weryfikować poprawność zastosowanej metodologii, rzetelność danych oraz wiarygodność deklarowanych rezultatów. Uczestnik powinien przedstawiać dane dotyczące inwestycji, wdrożeń, pozyskanego finansowania i procesu komercjalizacji.

Dane operacyjne powinny być raportowane kwartalnie. Wskaźniki oddziaływania powinny być mierzone także po zakończeniu udziału uczestnika w programie. Rekomenduje się przeprowadzanie pomiaru po sześciu, dwunastu i osiemnastu miesiącach od wyjścia z piaskownicy. Takie podejście pozwoli ocenić nie tylko bezpośrednie efekty interwencji, lecz również trwałość rezultatów i rzeczywisty wpływ programu na rozwój technologii, rynek oraz administrację.

System pomiaru powinien ograniczać ryzyko formalnego wykazywania realizacji wskaźników bez osiągnięcia rzeczywistej wartości. Nie należy zwiększać liczby zidentyfikowanych barier przez sztuczne dzielenie jednego problemu na kilka odrębnych kategorii. Podpisanie listu intencyjnego nie może być traktowane jako równoznaczne z wdrożeniem rozwiązania. Samo przeprowadzenie spotkania nie powinno być uznawane za rezultat, jeżeli nie prowadzi ono do stanowiska, decyzji, uzgodnienia albo innego możliwego do zweryfikowania efektu.

Dokument, który został opracowany, lecz nie jest faktycznie stosowany, nie powinien być wykazywany jako wdrożona procedura. Wzrost poziomu TRL musi być każdorazowo

potwierdzony dowodem technicznym, a nie jedynie wykonaniem harmonogramu lub wykorzystaniem środków finansowych. Rekomendacja legislacyjna powinna zawierać analizę skutków oraz wyraźnie wskazaną podstawę dowodową. Kapitał pozyskany przed rozpoczęciem udziału w programie nie może być przypisywany oddziaływaniu Sandbox Plus. Pozytywny Raport Wyjścia nie może być utożsamiany z uzyskaniem certyfikatu, zezwolenia, koncesji ani innego formalnego rozstrzygnięcia.

Pilotaż powinien zostać uznany za systemowo obiecujący tylko wtedy, gdy spełni łącznie kilka warunków. Program powinien przyjąć co najmniej osiem projektów reprezentujących obie grupy TRL. Co najmniej 70% projektów powinno zakończyć zaplanowaną walidację. Co najmniej 60% uczestników powinno osiągnąć uzgodniony postęp technologiczny lub regulacyjny. Co najmniej dwa projekty powinny osiągnąć gotowość do przekazania do instrumentu przeznaczonego dla późniejszego etapu rozwoju.

W ramach pilotażu powinny zostać przeprowadzone co najmniej cztery eksperymenty regulacyjne. Powinno również dojść do wdrożenia co najmniej pięciu zmian proceduralnych. Właściwe organy powinny formalnie rozpatrzyć co najmniej osiemdziesiąt procent kompletnych rekomendacji przekazanych w ramach programu. Średni czas trwania wybranych procedur powinien ulec skróceniu o co najmniej 20%.

Warunkiem pozytywnej oceny pilotażu powinien być także brak poważnego incydentu bezpieczeństwa wynikającego z wadliwej konstrukcji piaskownicy. Uczestnicy powinni pozytywnie ocenić program na poziomie co najmniej 80%. W toku pilotażu powinien zostać opracowany kompletny model docelowej regulacji oraz funkcjonowania operatora. Niezależna ewaluacja powinna natomiast potwierdzić zasadność kontynuacji programu albo precyzyjnie określić warunki, które muszą zostać spełnione przed podjęciem decyzji o jego dalszym rozwijaniu.

IX. REZULTATY, FAZY WDROŻENIA I DECYZJA O SKALOWANIU

9.1. Charakter i produkty końcowe

Efektem projektu Sandbox Plus powinien być dokument strategiczno-wdrożeniowy odpowiadający standardom materiałów przygotowywanych dla administracji rządowej, w tym MRiT i KPRM, oraz dokumentów programowych i ewaluacyjnych stosowanych w projektach finansowanych ze środków Unii Europejskiej. Raport nie powinien ograniczać się do przedstawienia przebiegu warsztatów, zestawienia opinii interesariuszy ani ogólnego katalogu barier. Jego podstawową funkcją powinno być przełożenie materiału badawczego na decyzje dotyczące organizacji pilotażu, wymagania dla operatora, kryteria wyboru uczestników, model finansowania, mierniki, procedury administracyjne, rekomendacje legislacyjne oraz harmonogram budowy docelowego systemu.

Tabela 13. Kluczowe produkty wdrożeniowe projektu

Produkt	Funkcja
Raport ewaluacyjny	Ocena technologii, regulacji, operatora, kosztów, ryzyk i KPI
Mapa barier regulacyjnych	Klasyfikacja problemów według prawa, organu, TRL, domeny i priorytetu
Pakiet rekomendacji legislacyjnych	Zmiany ustaw, rozporządzeń, wytycznych i pragmatyk urzędniczych
Założenia ustawy horyzontalnej	Kompetencje, odstępstwa, gwarancje, monitoring i model operatorów
Model Hiperkonektora	Struktura, procesy, odpowiedzialność, platforma cyfrowa i finansowanie
Pakiet wzorów	Standaryzacja kwalifikacji, TRL, eksperymentów, incydentów i wyjścia
Katalog infrastruktury	Dostępność, zakres badań, warunki, koszt i uznawalność wyników
Raporty Wyjścia	Gotowość technologiczna, regulacyjna, IP, certyfikacja i dalsza ścieżka
<i>Dashboard</i> KPI	Monitoring bieżący i pomiar po 6, 12 i 18 miesiącach

Produkt	Funkcja
Model finansowania docelowego	Operator, granty, certyfikacja, infrastruktura i źródła kontynuacji

9.2. Fazy projektowe

Spójność koncepcji wymaga prowadzenia projektów według jednej sekwencji. Poszczególne działania prawne, technologiczne, finansowe i organizacyjne powinny być przypisane do bram decyzyjnych, dzięki czemu piaskownica nie stanie się zbiorem równoległych usług bez wspólnego rezultatu.

Tabela 14. Fazy realizacji pilotażu Sandbox Plus

Faza	Główne działania	Produkt / brama
0. Przygotowanie modelu	Mandat MRiT, wybór operatora, porozumienia z węzłami, procedury i platforma	Gotowość operacyjna programu
1. Nabór i diagnoza	Kwalifikacja, potwierdzenie TRL, Mapa IP, mapa regulacyjna i Plan Piaskownicy	Brama wejścia
2. Walidacja cyfrowa i laboratoryjna	Symulacje, cyfrowy bliźniak, testy komponentów, AQAP-lite i przygotowanie infrastruktury	Brama testu fizycznego
3. Test kontrolowany i eksperyment regulacyjny	Próby w środowisku istotnym, monitoring ryzyka i gromadzenie dowodów	Brama operacyjna/militaryzacji
4. Wyjście i przekazanie	Ocena wyników, aktualizacja IP, rekomendacja finansowania, certyfikacji lub wdrożenia	Raport Wyjścia i przekazanie do kolejnego instrumentu
5. Regulacyjne uczenie się	Karty Barrier, rekomendacje, OSR i monitoring po wdrożeniu	Decyzja regulacyjna
6. Ewaluacja i skalowanie	Ocena KPI, kosztów, bezpieczeństwa i wartości dodanej	Decyzja o drugiej kohorcie, ustawie lub modelu sektorowym

9.3. Rezultaty strategiczne, legislacyjne i administracyjne

Docelowo projekt powinien doprowadzić do skrócenia czasu przechodzenia od etapu badań i rozwoju do etapu testów, a także do zwiększenia liczby technologii osiągających poziom TRL 6–7. Powinien również przyczyniać się do wzrostu liczby wdrożeń technologii dual-use oraz zwiększenia udziału małych i średnich przedsiębiorstw w krajowych i międzynarodowych łańcuchach dostaw. Istotnym rezultatem powinno być ograniczenie odpływu technologii i praw własności intelektualnej poza krajowy ekosystem, zwiększenie wykorzystania krajowej infrastruktury badawczej i testowej oraz rozwój kompetencji administracji publicznej w zakresie obsługi innowacyjnych przedsięwzięć. Projekt powinien także zmniejszać niepewność regulacyjną, wzmacniać suwerenność technologiczną państwa i poprawiać jego bezpieczeństwo.

Projekt powinien dostarczyć materiału umożliwiającego przejście od ogólnej deklaracji wspierania innowacji do prawnie skutecznej i operacyjnej architektury wdrożeniowej. Rezultat powinien obejmować określenie zakresu dopuszczalnych odstępstw regulacyjnych oraz wskazanie organów właściwych do ich stosowania i nadzorowania. Konieczne jest również ustalenie zasad współpracy międzyinstytucjonalnej, gwarancji przysługujących uczestnikom, mechanizmów monitorowania oraz zasad odpowiedzialności podmiotów zaangażowanych w realizację programu. Model docelowy powinien przewidywać stosowanie klauzul przeglądowych i czasowych, procedurę wykorzystywania dowodów zgromadzonych podczas testów oraz mechanizm inicjowania zmian prawa na podstawie wyników pilotażu.

Po zakończeniu pilotażu administracja publiczna powinna dysponować jednolitym standardem obsługi innowatora oraz wspólną taksonomią ryzyka stosowaną przez uczestniczące organy i instytucje. Powinna również posiadać procedurę potwierdzania poziomu TRL oraz model współpracy między organami, który zapewni jasny podział kompetencji i sprawny przepływ informacji. Konieczne jest wdrożenie cyfrowego systemu prowadzenia spraw oraz repozytorium wiedzy obejmującego interpretacje, procedury, wyniki testów i doświadczenia z realizacji projektów. Administracja powinna dysponować odpowiednio przeszkolonymi pracownikami, procedurą analizy barier regulacyjnych, miernikami jakości regulacji oraz trwałą zdolnością do projektowania, prowadzenia i ewaluowania eksperymentów regulacyjnych.

9.4. Kryteria i scenariusze skalowania

Decyzja o rozszerzeniu programu Sandbox Plus powinna być podejmowana na podstawie łącznej oceny jego rezultatów, bezpieczeństwa i zdolności instytucjonalnej do dalszej realizacji. W pierwszej kolejności należy zweryfikować, czy pilotaż osiągnął minimalne wartości kluczowych wskaźników efektywności oraz czy w toku jego realizacji nie wystąpiły nieakceptowalne incydenty, w szczególności takie, które podwazyłyby bezpieczeństwo uczestników, użytkowników końcowych albo osób trzecich.

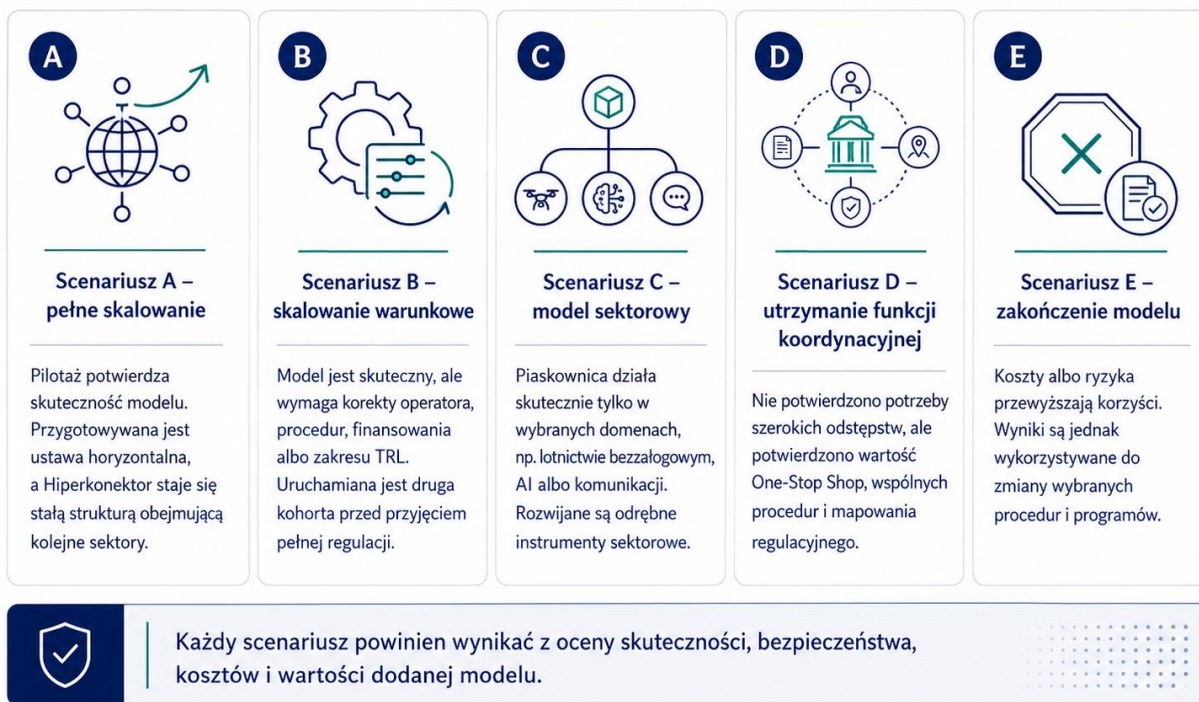
Istotnym warunkiem rozszerzenia programu powinna być pozytywna ocena niezależnego ewaluatora, potwierdzająca skuteczność, użyteczność i proporcjonalność zastosowanego modelu. Należy również wykazać, że Sandbox Plus tworzy rzeczywistą wartość dodaną względem istniejących instrumentów wsparcia i nie powiela ich funkcji. Ocena powinna obejmować także poziom faktycznego zaangażowania właściwych organów oraz ich gotowość do dalszego udziału w mechanizmie współpracy.

Przed podjęciem decyzji o skalowaniu konieczne jest potwierdzenie możliwości zapewnienia stabilnego finansowania programu oraz zdolności operatora do obsługi większej liczby projektów bez obniżenia jakości, bezpieczeństwa i terminowości działań. Należy również ocenić, czy doświadczenia z pilotażu uzasadniają przyjęcie ustawowej podstawy funkcjonowania piaskownicy oraz czy wypracowany model może zostać zastosowany w innych sektorach regulowanych. Ostateczna decyzja powinna także uwzględniać zgodność modelu z prawem Unii Europejskiej, w tym z zasadami rynku wewnętrznego, ochrony konkurencji i pomocy publicznej. Rozszerzenie programu powinno nastąpić wyłącznie wtedy, gdy zgromadzony materiał dowodowy potwierdzi, że model jest skuteczny, bezpieczny, finansowo wykonalny i możliwy do trwałego wdrożenia w strukturach administracji publicznej.

Proponowane scenariusze skalowania pilotażu zostały przedstawione graficznie na poniższym schemacie.

Scenariusze rozwoju Sandbox Plus po pilotażu

Możliwe warianty decyzji po zakończeniu pilotażu



Schemat 18 – Scenariusz rozwoju program Sansbox Plus.

9.5. Konkluzja

Sandbox Plus powinien doprowadzić do powstania trwałego mechanizmu łączącego rozwój technologii z działaniami administracji publicznej, dostępem do infrastruktury, finansowaniem oraz procesem legislacyjnym. Sukces projektu nie powinien być oceniany wyłącznie na podstawie liczby wspartych startupów. Jego rzeczywistą miarą będzie wykazanie, że państwo potrafi szybciej identyfikować innowacyjne rozwiązania, bezpiecznie je testować, proporcjonalnie regulować oraz skutecznie chronić krajową własność intelektualną. Model powinien także umożliwiać kierowanie technologii do właściwych odbiorców, usuwanie barier na podstawie zweryfikowanych dowodów oraz zachowywanie wiedzy instytucjonalnej po zakończeniu pojedynczego projektu.

Ostateczny raport powinien stanowić podstawę do podjęcia decyzji rządowej dotyczącej uruchomienia w Polsce stałego modelu horyzontalnych piaskownic regulacyjnych. Jednocześnie

powinien mieć charakter wykonawczy. Oznacza to, że musi wskazywać podmioty odpowiedzialne za realizację poszczególnych działań, terminy ich wykonania, źródła finansowania, mierniki postępu oraz konkretne instrumenty prawne i organizacyjne niezbędne do wdrożenia rekomendowanego modelu.

Rezultatem Sandbox Plus nie powinno być zatem wyłącznie przetestowanie określonej grupy technologii. Najważniejszym efektem projektu powinno być stworzenie nowej zdolności państwa do prowadzenia adaptacyjnej polityki innowacyjnej opartej na dowodach, uczeniu instytucjonalnym i systematycznej współpracy między administracją, nauką oraz przedsiębiorcami.

Wartości docelowe kluczowych wskaźników efektywności oraz proponowany procentowy podział budżetu mają charakter projektowy. Przed ich włączeniem do dokumentacji konkursowej powinny zostać odpowiednio skalibrowane do liczby planowanych demonstratorów oraz zatwierdzonej alokacji finansowej dla Sandbox Plus.

X. BIBLIOGRAFIA

Publikacje naukowe

- Brown S., Rose J., *FPGA and CPLD Architectures: A Tutorial*, „IEEE Design & Test of Computers” 1996, vol. 13, nr 2, s. 42–57.
- Cao X., Yang X., Zhang L., *Conversion of Dual-Use Technology: A Differential Game Analysis under the Civil-Military Integration*, „Symmetry” 2020, vol. 12, nr 11, art. 1861, <https://doi.org/10.3390/sym12111861>.
- Compagnucci L., Spigarelli F., Perugini F., Iacobucci D., Cobis F., *Does the Hub and Spoke Model Matter for University-Industry Engagement in Innovation Ecosystems?*, „The Journal of Technology Transfer” 2026, vol. 51, s. 243–274, <https://doi.org/10.1007/s10961-025-10234-6>.
- Granstrand O., Holgersson M., *The Challenge of Closing Open Innovation: The Intellectual Property Disassembly Problem*, „Research-Technology Management” 2014, vol. 57, nr 5, s. 19–25, <https://doi.org/10.5437/08956308X5705258>.
- Mills H.D., Dyer M., Linger R.C., *Cleanroom Software Engineering*, „IEEE Software” 1987, vol. 4, nr 5, s. 19–25, <https://doi.org/10.1109/MS.1987.231413>.
- Mtau T.T., Rahul N.A., *Optimizing Business Performance through KPI Alignment: A Comprehensive Analysis of Key Performance Indicators and Strategic Objectives*, „American Journal of Industrial and Business Management” 2024, vol. 14, s. 66–82, <https://doi.org/10.4236/ajibm.2024.141003>.

Raporty, opracowania i dokumenty programowe

- Draghi M., *The Future of European Competitiveness. Part A: A Competitiveness Strategy for Europe*, Bruksela 2024.
- Dutta S., *Innovation Readiness*, Portulans Institute.
- Dybowski M., Gołda P., Kroplewski R., Senkus P., *Raport z warsztatów konsultacji rynkowych. Projekt Sandbox Plus. Pilotażowa horyzontalna piaskownica regulacyjna dla technologii podwójnego zastosowania (dual-use). Podwójna walidacja technologii przed wejściem na rynek oraz regulacji blokujących innowację – model bez odpowiednika w skali światowej*, Grupa Ekspercka Poliversum, 2026, <https://mailchi.mp/04ad1bd72a19/poliversum-sandboxplus-mrit>

- European Commission, AI Continent Action Plan, COM(2025) 165 final, Bruksela 2025.
- European Commission, Background in EU-Funded Projects, 2021.
- European Commission, Scaling up Ideas. Using Technology Readiness Levels to Analyse Technology Progression in Horizon Europe.
- European Commission, Joint Research Centre, Evidence-Informed Policymaking, Knowledge4Policy, Bruksela.
- European Commission, Simplification – Better Regulation, Bruksela 2025.
- European IP Helpdesk, Your Guide to Intellectual Property Management in Horizon Europe, European Commission, Bruksela 2022.
- Guio A., Regulatory Sandboxes in Developing Economies: An Innovative Governance Approach, Economic Commission for Latin America and the Caribbean, Santiago 2024.
- Letta E., Much More than a Market. Speed, Security, Solidarity. Empowering the Single Market to Deliver a Sustainable Future and Prosperity for All EU Citizens, Bruksela 2024.
- Molinuevo M., Sadikova N., Schwind A., Daza L., Digital Trade Regulatory Readiness: A Global Database, World Bank, Prosperity Insight Series, Washington 2025, <https://doi.org/10.1596/43753>.
- OECD, Better Regulation Practices across the European Union 2025, OECD Publishing, Paris 2025.
- OECD, Best Practice Principles for Regulatory Policy: Regulatory Impact Assessment, OECD Publishing, Paris 2020.
- OECD, Building Capacity for Evidence-Informed Policy-Making: Lessons from Country Experiences, OECD Public Governance Reviews, OECD Publishing, Paris 2020.
- OECD, Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, OECD Publishing, Paris 2015.
- OECD, Government at a Glance 2023, OECD Publishing, Paris 2023.
- OECD, Government at a Glance 2025, OECD Publishing, Paris 2025.
- OECD, Regulatory Sandbox Toolkit: A Comprehensive Guide for Regulators to Establish and Manage Regulatory Sandboxes Effectively, OECD Publishing, Paris 2025, COM/GOV/RPC/DSTI/STP/BNCT(2024)1/FINAL, <https://doi.org/10.1787/de36fa62-en>.
- OECD, Supporting Decision Making with Strategic Foresight: An Emerging Framework for Proactive and Prospective Governments, OECD Publishing, Paris 2023, <https://doi.org/10.1787/1d78c791-en>.

Polityka rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce do 2030 roku. Projekt uchwały Rady Ministrów.

Strategia Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej.

World Intellectual Property Organization, Global Innovation Index 2025, Geneva 2025.

World Intellectual Property Organization, What Is Intellectual Property?, Geneva 2020.

Akty prawne, dokumenty normatywne i normy

ISO/IEC 20000-1:2018, Information Technology – Service Management – Part 1: Service Management System Requirements.

Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r. w sprawie bezzałogowych systemów powietrznych oraz operatorów bezzałogowych systemów powietrznych z państw trzecich, Dz.U. UE L z 2019 r., nr 152, s. 1 ze zm.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych i w sprawie swobodnego przepływu takich danych oraz uchylenia dyrektywy 95/46/WE, Dz.U. UE L z 2016 r., nr 119, s. 1.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1781 z dnia 13 września 2023 r. ustanawiające ramy środków na rzecz wzmocnienia europejskiego ekosystemu półprzewodników oraz zmieniające rozporządzenie (UE) 2021/694, Dz.U. UE L z 2023 r., nr 229, s. 1.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1689 z dnia 13 czerwca 2024 r. ustanawiające zharmonizowane przepisy dotyczące sztucznej inteligencji oraz zmieniające wskazane akty prawa Unii Europejskiej, Dz.U. UE L z 2024 r., nr 1689.

Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 16 maja 2024 r. w sprawie szczegółowego zakresu działania Ministra Obrony Narodowej, Dz.U. z 2024 r. poz. 738.

Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 16 maja 2024 r. w sprawie szczegółowego zakresu działania Ministra Rozwoju i Technologii, Dz.U. z 2024 r. poz. 739.

Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 24 lipca 2025 r. w sprawie szczegółowego zakresu działania Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji, Dz.U. z 2025 r. poz. 999.

Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych, Dz.U. UE L z 2019 r., nr 152, s. 45 ze zm.

Traktat Północnoatlantycki, sporządzony w Waszyngtonie dnia 4 kwietnia 1949 r., Dz.U. z 2000 r. Nr 87, poz. 970.

Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. – Prawo o miarach, tj. Dz.U. z 2022 r. poz. 2063 ze zm.

Ustawa z dnia 24 maja 2002 r. o Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego oraz Agencji Wywiadu, tj. Dz.U. z 2026 r. poz. 937.

Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze, tj. Dz.U. z 2025 r. poz. 1795 ze zm.

Ustawa z dnia 8 grudnia 2006 r. o Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej, tj. Dz.U. z 2025 r. poz. 1267.

Ustawa z dnia 30 kwietnia 2010 r. o Narodowym Centrum Badań i Rozwoju, Dz.U. z 2024 r. poz. 1170.

Ustawa z dnia 10 maja 2018 r. o ochronie danych osobowych, tj. Dz.U. z 2019 r. poz. 1781.

Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, tj. Dz.U. z 2024 r. poz. 1571 ze zm.

Ustawa z dnia 12 lipca 2024 r. – Prawo komunikacji elektronicznej, Dz.U. z 2024 r. poz. 1221.

Zalecenie Komisji 2003/361/WE z dnia 6 maja 2003 r. dotyczące definicji mikroprzedsiębiorstw oraz małych i średnich przedsiębiorstw, Dz.U. UE L z 2003 r., nr 124, s. 36.