



CENTRUM
POLITYK
PUBLICZNYCH

Potencjał województwa małopolskiego w zakresie technologii podwójnego zastosowania (*dual use technologies*)

Justyna Bugaj
Zofia Gródek-Szostak
Agata Niemczyk

grudzień 2025



UNIwersYTET
EKONOMICZNY
W KRAKOWIE



Spis treści

Wstęp	3
1. Charakterystyka podwójnego zastosowania – wybrane zagadnienia z perspektywy uczelni.....	5
2. Uwarunkowania rozwoju technologii <i>dual-use</i> w Małopolsce.....	15
3. Sprawozdanie z panelu ekspertów.....	27
3.1. Metodyka	27
3.2. Opis panelu.....	29
4. Wnioski i rekomendacje (SWOT).....	47
4.1. Wnioski z panelu.....	47
4.2. Rekomendacje.....	52
Bibliografia.....	55

Wstęp

Technologie podwójnego zastosowania (*dual-use technologies*), obejmujące rozwiązania możliwe do wykorzystania zarówno w sektorze cywilnym, jak i wojskowym, stanowią coraz ważniejszy obszar rozwoju regionalnego. Ich znaczenie rośnie w kontekście bezpieczeństwa, innowacyjności oraz konkurencyjności gospodarczej. Analiza potencjału w tym obszarze wymaga uwzględnienia zarówno aspektów technologicznych, jak i regulacyjnych, etycznych oraz ekonomicznych. Kluczowe pytania dotyczą m.in. sposobów identyfikacji i oceny technologii o podwójnym zastosowaniu, mechanizmów wspierania ich rozwoju w ramach polityk innowacyjnych, a także ryzyk związanych z ich transferem i wykorzystaniem.

Małopolska należy do najważniejszych ośrodków akademickich w Polsce, co ma bezpośrednie znaczenie dla rozwoju technologii zaawansowanych i ich potencjału podwójnego zastosowania. W regionie funkcjonuje ponad dwadzieścia pięć uczelni wyższych, kształcących około 150 tys. studentów rocznie i wypuszczających co roku ponad 35 tys. absolwentów, co zapewnia stałą podaż wysoko wykwalifikowanego kapitału ludzkiego. Struktura kierunków studiów wskazuje przy tym na wyraźną dominację obszarów STEM, w tym informatyki, biotechnologii, inżynierii materiałowej czy technologii informacyjnych, wspieranych przez regionalne specjalizacje inteligentne. Skala i profil kompetencyjny studentów i absolwentów sprawiają, że uczelnie w Małopolsce odgrywają kluczową rolę nie tylko w systemie nauki i edukacji, lecz także w kształtowaniu ekosystemu innowacji, którego elementem staje się rozwój technologii mogących mieć charakter *dual-use*. Wprowadza to potrzebę bardziej świadomego i systemowego podejścia do zarządzania ich potencjałem, ryzykami oraz konsekwencjami dla polityk publicznych.

W ekspertyzie podjęto próbę zdefiniowania głównych czynników kształtujących potencjał technologii podwójnego zastosowania w województwie małopolskim oraz wskazania obszarów, w których ich rozwój może przynieść największe korzyści dla nauki, gospodarki i bezpieczeństwa. Stąd jej celem była analiza potencjału województwa małopolskiego w zakresie technologii podwójnego zastosowania, uwzględniająca zasoby naukowe, przemysłowe oraz instytucjonalne. Kluczowym elementem procesu przygotowania ekspertyzy było zaangażowanie przedstawicieli instytucji okołobiznesowych – takich jak administracja publiczna, centra transferu technologii, agencje rozwoju regionalnego oraz organizacje wspierające innowacje – których wiedza i doświadczenie pozwalają na pogłębioną diagnozę

oraz sformułowanie rekomendacji odpowiadających na rzeczywiste potrzeby ekosystemu innowacji.

Składamy serdeczne podziękowania ekspertom, którzy podzielili się swoją wiedzą:

Marzena Liszka, Agnieszka Zawrzykraj, dr inż. Aleksander Skała, dr Rafał Solecki, Grażyna Zawada, Jadwiga Widziszewska, Anna Sowa-Jadczyk, Szymon Struszyński.

1. Charakterystyka podwójnego zastosowania – wybrane zagadnienia z perspektywy uczelni

Współczesne systemy wiedzy, innowacji i bezpieczeństwa funkcjonują w warunkach bezprecedensowej współzależności, w której granice między badaniami naukowymi, rozwojem technologicznym i polityką publiczną stają się coraz mniej wyraźne. Uczelnie wyższe – tradycyjnie postrzegane jako instytucje koncentrujące się na edukacji i rozwoju nauki – coraz częściej znajdują się w centrum procesów o znaczeniu strategicznym, obejmujących zarówno rozwój gospodarczy, jak i bezpieczeństwo państwa. To właśnie ta zmieniająca się rola uniwersytetów powoduje, że analiza relacji między nauką a sferą obronną nabiera nowego znaczenia. Wśród zjawisk, które najdobitniej ilustrują tę transformację, znajduje się koncepcja *dual-use*, wskazująca na możliwość wielokrotnego, niekiedy niezamierzonego wykorzystania wyników badań. Jej zrozumienie jest kluczowe nie tylko z perspektywy akademickiej, lecz także dla polityki publicznej, która staje przed koniecznością wypracowania ram regulacyjnych chroniących interes społeczny, a jednocześnie wspierających rozwój nauki. Wynika to również z potrzeby rekonstrukcji procesów, które doprowadziły do współczesnego kształtu relacji między uczelniami a otoczeniem państwowym i gospodarczym, oraz z konieczności wskazania, jakie wyzwania i odpowiedzialności z tej relacji wynikają. Podejście to umożliwia lepsze zrozumienie, dlaczego *dual-use* (podwójne zastosowanie) stało się jednym z kluczowych tematów debaty o innowacjach i bezpieczeństwie w XXI wieku oraz dlaczego wymaga nowej, bardziej złożonej refleksji instytucjonalnej.

Na potrzebę zrozumienia istoty *dual-use* odpowiedzieć mogą współczesne uniwersytety, które działając w warunkach intensywnych przemian technologicznych, społecznych i geopolitycznych, również fundamentalnie zmieniają sposób realizacji swoich misji oraz zakres swoich odpowiedzialności (Altbach 2011, zobacz też: Szewior 2021; Przygodzka 2018)¹. W rezultacie tradycyjne rozróżnienia między sferami: cywilną a militarną, publiczną a prywatną, akademicką a przemysłową ulegają znacznemu osłabieniu. Jeszcze kilka dekad temu uczelnia była postrzegana przede wszystkim jako przestrzeń autonomicznej refleksji, produkcji wiedzy oraz kształcenia kolejnych pokoleń specjalistów. Dziś jej rola obejmuje znacznie więcej: jest węzłem sieci innowacji, partnerem przemysłu, uczestnikiem procesów regulacyjnych, a niekiedy także podmiotem zaangażowanym w działania na rzecz

¹ Nie jest to jednak przedmiotem tej publikacji.

bezpieczeństwa publicznego i obronnego. W rezultacie technologiczna, instytucjonalna oraz wartościowa rzeczywistość uniwersytetu staje się coraz bardziej złożona, a jedną z najważniejszych kategorii opisujących tę złożoność staje się logika *dual-use* – podwójnego zastosowania wiedzy, technologii i wyników badań.

Geneza pojęcia *dual-use* jest ściśle związana z dynamicznymi przemianami, jakie zachodziły w nauce, technologii i strukturach państwowych od XX wieku, a zwłaszcza po II wojnie światowej. To w tym okresie rozwój badań podstawowych oraz gwałtowny wzrost inwestycji publicznych w naukę doprowadziły do powstania technologii o charakterze przełomowym, których zastosowania zaczęły wykraczać daleko poza pierwotne założenia. Wraz z zimną wojną i rosnącą militaryzacją gospodarek nauka stała się kluczowym zasobem strategicznym państw, co po raz pierwszy na dużą skalę ujawniło, jak łatwo technologie cywilne mogą zostać włączone w projekty obronne. W kolejnych dekadach znaczenie *dual-use* wzmocniła globalizacja oraz rosnąca dostępność zaawansowanej infrastruktury badawczej, umożliwiająca szybki transfer i adaptację technologii. Pojawienie się sektorów opartych na wiedzy – takich jak biotechnologia, informatyka czy nanonauki – dodatkowo zwiększyło prawdopodobieństwo powstawania rozwiązań o naturze wielofunkcyjnej, nierzadko trudnej do jednoznacznego zaklasyfikowania. *Dual-use* nie wynika więc jedynie z postępu technologicznego, lecz także z coraz bardziej złożonych relacji między państwami, gospodarką i środowiskiem akademickim, które wspólnie tworzą ekosystem sprzyjający powstawaniu technologii o potencjale zarówno cywilnym, jak i militarnym. Wreszcie, logika ta ugruntowała się dzięki rosnącej presji na komercjalizację badań oraz oczekiwaniom, że nauka powinna odpowiadać na wyzwania społeczne, ekonomiczne i bezpieczeństwa, co nieuchronnie prowadzi do zacierania granic między różnymi obszarami zastosowań wiedzy.

Dual-use nie jest zatem współczesnym zjawiskiem, które narodziło się wraz z pojawieniem się zaawansowanej robotyki, sztucznej inteligencji czy biotechnologii. Jego geneza jest znacznie starsza i związana z długotrwałymi przekształceniami funkcji uniwersytetu, sposobów jego finansowania, zakresu jego współpracy z państwem oraz roli, jaką nauka zaczęła odgrywać w gospodarce i systemie bezpieczeństwa (Bugaj 2025). Dopiero umiejscowienie tego zjawiska w szerokiej perspektywie historyczno-instytucjonalnej pozwala właściwie zrozumieć, że *dual-use* jest naturalnym skutkiem ewolucji uniwersytetu, a nie jedynie rezultatem konkretnych technologii. Właśnie dlatego obecne wyzwania społeczno-polityczno-gospodarcze muszą być analizowane nie tylko poprzez pryzmat inżynierii czy etyki, ale szczególnie poprzez analizę modeli governance, interakcji międzysektorowych oraz systemów regulacyjnych.

Przez wiele stuleci uczelnie funkcjonowały w warunkach stabilnego i stosunkowo zamkniętego ładu akademickiego. Uczony pojmowany był jako depozytariusz wiedzy, a uniwersytet jako przestrzeń względnej izolacji od świata polityki i gospodarki. Dominował model humboldtowski, w którym autonomia, wolność badań oraz prymat nauki podstawowej stanowiły centralne elementy misji. System ten, choć niezwykle skuteczny w rozwoju wielu dyscyplin naukowych, w praktyce ograniczał elastyczność instytucjonalną i zdolność adaptacji do gwałtownie zmieniających się potrzeb społecznych. Jednocześnie funkcjonował w warunkach, w których badania miały głównie charakter poznawczy, a ich ewentualne zastosowania praktyczne – szczególnie militarne czy komercyjne – były relatywnie rzadkie i trudne do szybkiej implementacji.

Sytuacja ta uległa dramatycznej zmianie w drugiej połowie XX wieku. Rosnące zapotrzebowanie na edukację, transformacja gospodarcza, cyfryzacja, globalizacja oraz dynamiczny rozwój nauk ścisłych i technicznych sprawiły, że uczelnie musiały otworzyć się na otoczenie i zacząć funkcjonować w ścisłej współpracy z różnymi interesariuszami. Z jednej strony państwa zaczęły oczekiwać od uczelni większego wkładu w rozwój gospodarczy, bezpieczeństwo oraz innowacyjność całych sektorów strategicznych. Z drugiej strony uniwersytet zaczął transformować się z instytucji przede wszystkim edukacyjno-badawczej w organizację wielofunkcyjną, obecną w różnych sferach życia publicznego.

Przełomowym etapem tej transformacji była koncepcja uniwersytetu przedsiębiorczego autorstwa Burtona Clarka (2005, s. 178; 1998), który opisał uczelnię jako podmiot aktywnie zarządzający swoją strategią, elastyczny w reagowaniu na zmiany oraz zdolny do poszerzania źródeł finansowania (Rybkowski 2015; zobacz też: Salmi 2007; Nokkala i Bladh 2014). Centralne znaczenie miały tu: profesjonalizacja struktur administracyjnych, rozwój jednostek pośredniczących między nauką a przemysłem, systemy ochrony własności intelektualnej oraz tworzenie kultur organizacyjnych promujących otwartość, współpracę i generowanie wartości użytkowej. W praktyce oznaczało to stopniowe przejście od modelu, w którym dominującą rolę odgrywała wspólnota uczonych do organizacji, w której kluczowe znaczenie mają kompetencje menedżerskie, strategiczne planowanie i partnerstwa zewnętrzne. Wtedy też zaczęły się pojawiać pierwsze strukturalne mechanizmy sprzyjające powstawaniu technologii o charakterze *dual-use*. Uczelnia, angażując się w projekty wielosektorowe, zaczynała generować wiedzę i rozwiązania, które mogły być wykorzystywane jednocześnie w sektorze cywilnym i obronnym, w przemyśle oraz w polityce publicznej. Kluczowe było tu nie tyle celowe działanie, ile właśnie złożoność interakcji instytucjonalnych – gdy partnerami akademii

stają się wojsko, agencje bezpieczeństwa, przedsiębiorstwa technologiczne, administracja publiczna i organizacje społeczne – badania naturalnie zaczęły tworzyć produkty wielozastosowaniowe.

Zrozumienie relacji między nauką, państwem i przemysłem umożliwiła koncepcja *triple helix* Etzkowitza i Leydesdorffa (2000). Model ten zakłada, że współczesne innowacje powstają w wyniku ścisłej i systematycznej współpracy trzech sektorów – akademii, państwa i przemysłu – a granice między nimi stają się płynne do tego stopnia, że każdy z nich przejmuje częściowo role przypisane pozostałym. Państwo może inicjować programy badawcze, przemysł może prowadzić działalność quasi-badawczą, a uczelnie mogą pełnić funkcję przedsiębiorstw technologicznych (Cai 2020; Leja 2003; Wolszczak-Derlacz 2013). W tym modelu *dual-use* staje się niejako efektem ubocznym samej logiki współpracy: tam, gdzie styka się bezpieczeństwo państwa z komercjalizacją oraz badaniami podstawowymi, powstają technologie o wielofunkcyjnym potencjale. Rozwinięcia początkowego modelu w postaci *quadruple helix* oraz *quintuple helix* jeszcze bardziej wzmacniają tę dynamikę (Gaoming i Cai 2020; Leydesdorff, Woo Park i Lengyel 2014; Cai i Ijaz 2021). Włączenie społeczeństwa obywatelskiego, mediów i kultury, a następnie środowiska naturalnego, powoduje, że ekosystem innowacji staje się wielopoziomowy, wielowątkowy i wielointeresariuszowy (*Quadruple Helix...* 2021). Uczelnie stają się zatem nie tylko partnerami biznesu (Rybkowski 2019) i państwa, lecz także podmiotami odpowiedzialnymi wobec społeczności lokalnych i globalnych oraz wobec środowiska naturalnego. W takim modelu rośnie zarówno liczba projektów, jak i złożoność procesów, w ramach których nowe technologie mogą mieć potencjał zastosowania w wielu kontekstach, często trudnych do przewidzenia w momencie ich tworzenia. W tym kontekście, zwiększającym rozumienie dynamiki *dual-use* są również wartości i motywacje interesariuszy uczestniczących w procesach badawczo-innowacyjnych. Uczelnie dążą do rozwoju nauki, budowania prestiżu, zwiększania środków finansowych i realizacji misji społecznej; naukowcy kierują się ambicjami badawczymi i potrzebą stabilności zawodowej; przemysł koncentruje się na zysku i konkurencyjności; państwo – na bezpieczeństwie, stabilności i rozwoju strategicznym; społeczeństwo natomiast – na ochronie praw, przejrzystości oraz kontroli nad instytucjami publicznymi (Przekop 2022; *Quadruple Helix...* 2021). Te odmienne cele, choć często komplementarne, mogą generować napięcia, zwłaszcza w kontekście technologii obronnych, cyfrowych, biotechnologicznych czy autonomicznych, które stają się jednocześnie narzędziem postępu i źródłem ryzyka. W efekcie

do czynników instytucjonalnych wzmacniających powstawanie technologii *dual-use* na poziomie uniwersyteckim należy:

1. Dywersyfikacja finansowania:
 - zwiększona rola grantów wykorzystywanych w badaniach „stosowanych”;
 - kontrakty z przemysłem i sektorem publicznym;
 - większy udział źródeł pozabudżetowych.
2. Rozwój infrastruktury badawczej:
 - laboratoria wysokiej klasy są wykorzystywane w projektach o charakterze cywilnym i obronnym;
 - centra badawczo-rozwojowe funkcjonują jako wspólne platformy sektora publicznego i prywatnego.
3. Cyfryzacja i automatyzacja:
 - technologie cyfrowe, z natury wielofunkcyjne, stanowią kluczową przestrzeń *dual-use* (AI, robotyka, cybersystemy).
4. Zmiana kultury organizacyjnej:
 - nacisk na efektywność i innowacyjność sprzyjający rozwijaniu technologii praktycznych;
 - wzrost znaczenia interdyscyplinarności – domeny szczególnie podatnej na *dual-use*.

Z kolei, jeśli chodzi o obszary technologiczne o najwyższym potencjale *dual-use*, które charakteryzują się szybkim tempem rozwoju, interdyscyplinarnością, możliwością zastosowań cywilnych i militarnych i najczęściej rozwijanych na uczelniach, to zaliczyć do nich można:

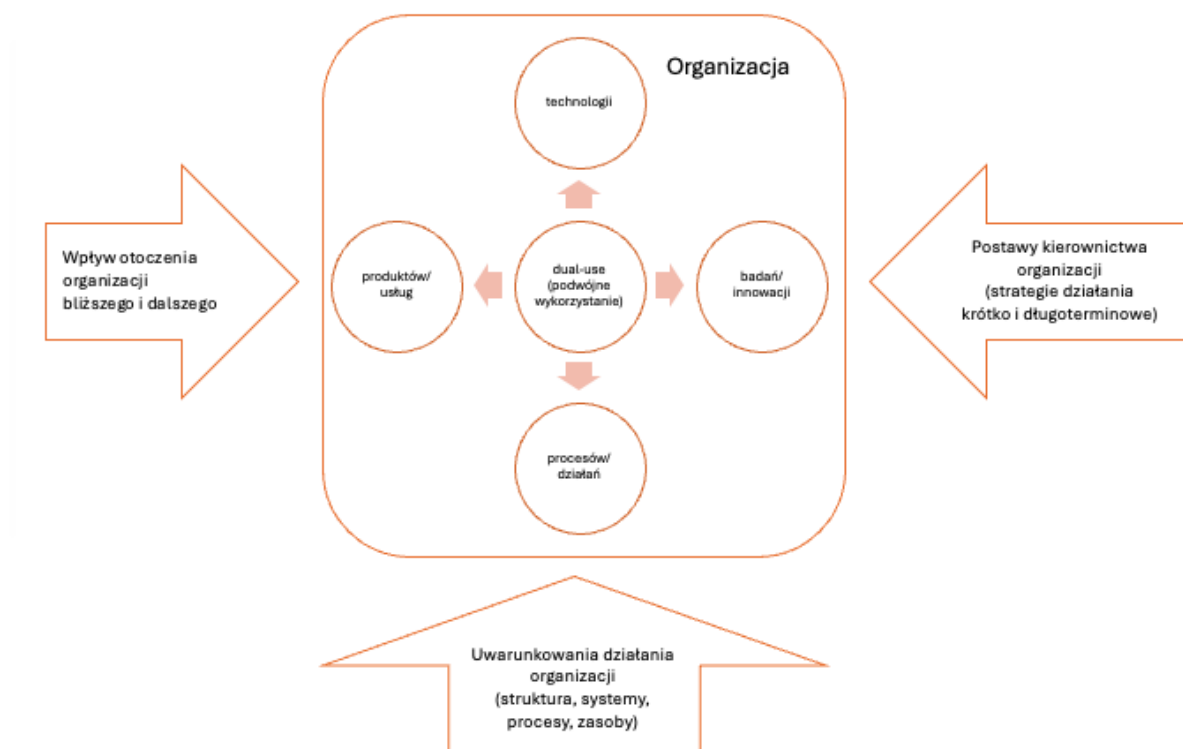
- sztuczną inteligencję i uczenie maszynowe;
- biotechnologię;
- nanomateriały i inżynierię materiałową;
- automatykę, robotykę i systemy autonomiczne;
- technologie kwantowe;
- cyberbezpieczeństwo i analizę danych;
- telekomunikację i systemy satelitarne.

Wartości i motywacje interesariuszy uczestniczących w procesach innowacyjnych są zakorzenione w szerszych układach organizacyjnych i systemowych, które nadają kierunek działaniom instytucji oraz kształtują ich zdolność do podejmowania decyzji dotyczących potencjalnych zastosowań technologii. To właśnie na styku indywidualnych interesów, celów

instytucjonalnych oraz presji otoczenia powstają konfiguracje sprzyjające lub ograniczające rozwój rozwiązań o charakterze *dual-use*. W miarę jak organizacje, w tym uczelnie, laboratoria badawcze oraz podmioty przemysłowe, działają w coraz bardziej złożonych i konkurencyjnych warunkach, rośnie znaczenie ich wewnętrznych mechanizmów zarządczych oraz sposobów integrowania działań strategicznych z oczekiwaniami otoczenia.

To przejście od perspektywy interesariuszy do perspektywy organizacyjnej pozwala nie tylko precyzyjniej uchwycić logikę ich wzajemnych relacji, lecz także lepiej zrozumieć, w jaki sposób technologie, procesy i innowacje stają się elementem szerszych układów *dual-use*. Ich ostateczne kierunki wykorzystania są bowiem kształtowane zarówno przez intencje poszczególnych interesariuszy, jak i przez instytucjonalne ramy funkcjonowania organizacji. Z perspektywy organizacyjnej zależności między różnymi rodzajami podwójnego zastosowania – obejmującymi technologie, procesy i działania, produkty i usługi, a także badania i innowacje – można zobrazować za pomocą rysunku 1. Bezpośredni wpływ na możliwości i warunki ich zastosowania mają przede wszystkim osoby zarządzające organizacją, a ich decyzje wynikają z przyjmowanych postaw i priorytetów strategicznych. Postawy te znajdują odzwierciedlenie w strategiach krótko- i długoterminowych, które określają charakter projektów, kierunki rozwoju i dopuszczalne granice współpracy z interesariuszami zewnętrznymi. Jednocześnie na zakres działalności organizacji wpływają dodatkowe czynniki: z jednej strony jej wewnętrzne uwarunkowania, takie jak elastyczne struktury, systemy, procesy czy dostępność zasobów, z drugiej – bardziej lub mniej przewidywalne cechy otoczenia bliższego i dalszego, obejmujące zarówno dynamikę konkurencyjną, jak i stopień sprzyjania realizacji określonych działań.

Rysunek 1. Elementy wpływające na dual-use z perspektywy organizacji



Źródło: opracowanie własne.

Współczesne modele rozwoju uczelni – innowacyjnych, zaangażowanych, sieciowych, ekologicznych czy cyfrowych – wzmacniają tendencję do poszerzania przestrzeni, w której technologie i badania mogą nabierać charakteru *dual-use*. Z jednej strony uniwersytety są coraz intensywniej zachęcane do realizacji projektów strategicznych, tworzenia laboratoriów interdyscyplinarnych, rozwijania centrów doskonałości oraz aktywnego uczestnictwa w globalnych sieciach badawczych (zob. też: Zub, Rzeźnik, Buczek i Sadowiec 2022, PARP 2022). Z drugiej strony narasta presja na komercjalizację wyników badań i demonstrowanie zdolności uczelni do tworzenia innowacji o znaczeniu gospodarczym i publicznym, zwłaszcza w sektorach kluczowych: sztucznej inteligencji, cyberbezpieczeństwie, technologiach kosmicznych, biotechnologii czy fotonice. W takim środowisku naturalnie wzrasta prawdopodobieństwo powstawania technologii, które łączą zastosowania cywilne i militarne, co czyni *dual-use* nie tylko zjawiskiem systemowo generowanym. To oznacza konieczność wypracowania spójnego podejścia do *dual-use* w polityce państwa i dlatego do kluczowych działań w tym obszarze zaliczyć należy:

1. Opracowanie regulacji i standardów bezpieczeństwa:
 - procedury oceny ryzyka *dual-use*;
 - systemy kontroli transferu technologii;
 - regulacje dotyczące współpracy międzynarodowej.
2. Uruchomienie dedykowanych narzędzi finansowania:
 - wsparcie dla badań podstawowych, aby przeciwdziałać nadmiernej komercjalizacji;
 - selektywny rozwój technologii strategicznych;
 - instrumenty ochrony technologii wrażliwych.
3. Zarządzanie współpracą międzysektorową:
 - formalne kanały współpracy między uczelniami, przemysłem i państwem;
 - wzmocnienie infrastruktury dla projektów o podwyższonym ryzyku.
4. Rozwój kapitału ludzkiego:
 - programy kształcenia w zakresie etyki badań, bezpieczeństwa technologicznego i odpowiedzialności społecznej;
 - wspieranie interdyscyplinarnych kompetencji pracowników naukowych i badawczych.

W tym kontekście szczególnie interesujący jest model amerykański (Altbach 2011), w którym trzecia misja uniwersytetu (współpraca z otoczeniem) została zinstytucjonalizowana i traktowana jako integralny element działalności akademickiej. Uczelnie w USA prowadzą rozbudowaną działalność badawczo-rozwojową na rzecz agencji rządowych, wojska oraz sektorów strategicznych; rozwijają inkubatory i parki technologiczne; pozyskują finansowanie od inwestorów prywatnych oraz administracji lokalnej. Ta strukturalna otwartość wzmacnia zarówno innowacyjność, jak i logikę *dual-use*: projekty tworzone z myślą o medycynie, transporcie, inteligentnych miastach czy robotyce często znajdują równoległe zastosowania w systemach bezpieczeństwa, obronności czy kontroli granic.

Z perspektywy regionalnej szczególnego znaczenia nabiera potencjał akademicki Małopolski, który stanowi jeden z kluczowych komponentów ekosystemu innowacji o rosnącym znaczeniu dla *dual-use*. W regionie funkcjonuje obecnie 26 uczelni wyższych, które kształcą blisko 150 tys. studentów, co plasuje Małopolskę na drugim miejscu w kraju pod względem wielkości środowiska akademickiego (*Szkolnictwo wyższe...* 2024). Tylko w ostatnich latach rynek pracy został zasilony przez ponad 35 tys. absolwentów rocznie, co potwierdza stabilność i skalę edukacyjnej infrastruktury regionu (UMWM 2023).

Struktura kierunków studiów w Małopolsce odznacza się silną koncentracją w obszarach kluczowych z punktu widzenia rozwoju technologii wrażliwych i zaawansowanych. Istotny udział mają kierunki STEM, takie jak informatyka, automatyka i robotyka, biotechnologia, inżynieria materiałowa, energetyka czy analityka danych. Jednocześnie region rozwija specjalizacje inteligentne (*smart specialisations*) w obszarach nauk o życiu, technologii informacyjno-komunikacyjnych oraz zrównoważonej energii, co znacząco zwiększa potencjał generowania innowacji mogących posiadać charakter *dual-use* (UMWM 2021). Małopolska dysponuje odpowiednią strukturą kompetencyjną studentów i absolwentów, która sprzyja rozwojowi sektorów związanych z technologiami wrażliwymi. W rezultacie uczelnie funkcjonujące w regionie stają się nie tylko ośrodkami produkcji wiedzy, lecz również potencjalnymi biegunami transferu technologii, których efekty – zależnie od partnerstw i kierunku współpracy – mogą znaleźć zastosowania w obszarach cywilnych, komercyjnych lub obronnych. Taka konfiguracja czyni Małopolskę jednym z najważniejszych laboratoriów analizy konsekwencji *dual-use* w Polsce, a jednocześnie wymaga rozwiniętych instrumentów regulacyjnych i nadzorczych, aby zarządzać rosnącą złożonością relacji między uczelniami, sektorem publicznym i gospodarką.

Skoro *dual-use* jest zjawiskiem strukturalnym, rodzi to konieczność określenia nowych mechanizmów kontroli, regulacji i odpowiedzialności po stronie instytucji publicznych. Państwo nie może ograniczać się wyłącznie do instrumentów prawnych – potrzebne są zintegrowane modele *governance*, w których uczelnie, administracja i sektor prywatny współpracują na rzecz maksymalizacji korzyści i minimalizacji ryzyka. Rekomendacje dla instytucji publicznych w tym zakresie obejmują w szczególności: tworzenie jasnych wytycznych dotyczących zarządzania badaniami o potencjale *dual-use*; rozwijanie systemów kontroli etycznej i bezpieczeństwa badań; wspieranie uczelni w budowaniu kompetencji z zakresu *compliance*, bezpieczeństwa informacji i odpowiedzialnych innowacji; integrację polityk naukowych, edukacyjnych i bezpieczeństwa w spójne strategie długofalowe; rozwój krajowych centrów wsparcia dla badań wrażliwych i technologii przełomowych; finansowanie programów edukacyjnych na temat etycznych, społecznych i geopolitycznych implikacji *dual-use*; oraz budowanie otwartych kanałów komunikacji między uczelniami, wojskiem, agencjami regulacyjnymi i społeczeństwem obywatelskim.

Dual-use nie jest ani zagrożeniem, ani szansą samą w sobie – jest konsekwencją naturalnych procesów, które kształtują rozwój współczesnych uniwersytetów i systemów innowacji (Zub, Rzeźnik, Buczek i Sadowiec 2022; PARP 2022). Odpowiedzialność za właściwe

zarządzanie tym zjawiskiem nie spoczywa jedynie na uczelniach, lecz przede wszystkim na państwie, które poprzez regulacje, polityki publiczne i mechanizmy wsparcia może tworzyć warunki dla bezpiecznego, etycznego i strategicznie zrównoważonego rozwoju technologii. W tym sensie geneza *dual-use* jest jednocześnie narracją o tym, jak ewoluował uniwersytet, jak zmieniały się relacje między nauką a państwem oraz jak współczesne społeczeństwa powinny organizować swoją przyszłość w obliczu technologicznych wyzwań i szans.

2. Uwarunkowania rozwoju technologii *dual-use* w Małopolsce

Województwo małopolskie należy do najbardziej atrakcyjnych i dynamicznie rozwijających się regionów w Polsce, co wynika z kombinacji czynników gospodarczych, infrastrukturalnych, społecznych oraz instytucjonalnych. Małopolska posiada silną pozycję inwestycyjną w skali europejskiej – w 2024 r. została wyróżniona w rankingu „*European Cities and Regions of the Future*”, zajmując 4. miejsce w kategorii przyjazności dla biznesu oraz 9. miejsce pod względem strategii przyciągania zagranicznych inwestycji bezpośrednich wśród regionów średniej wielkości. Do kluczowych atutów regionu należą korzystne położenie na skrzyżowaniu międzynarodowych szlaków transportowych, rozwinięta infrastruktura komunikacyjna, a także obecność sektorów wysokich technologii, instytucji badawczo-rozwojowych, uczelni wyższych oraz innowacyjnych przedsiębiorstw. Czynniki te wzmacniają potencjał naukowy i badawczy małopolskich ośrodków akademickich, generując jednocześnie wysoką podaż kapitału ludzkiego. W efekcie region charakteryzuje się znaczącą liczbą absolwentów oraz wysokim odsetkiem osób z wykształceniem wyższym. Małopolska wyróżnia się również bogactwem zasobów naturalnych i kulturowych, co czyni ją jednym z najcenniejszych obszarów w kraju pod względem dziedzictwa kulturowego².

Administracyjnie województwo małopolskie obejmuje 19 powiatów ziemskich, 3 powiaty grodzkie (Kraków, Nowy Sącz, Tarnów) oraz 182 gminy, zajmując powierzchnię 15 183 km². Stanowi to 5% terytorium Polski i sytuuje region na 12. miejscu pod względem wielkości. Stolicą województwa jest Kraków, pełniący funkcję głównego ośrodka akademickiego, naukowego i gospodarczego. Małopolska zajmuje pierwsze miejsce w kraju pod względem liczby obiektów wpisanych na Listę Światowego Dziedzictwa Kulturowego i Przyrodniczego UNESCO, co dodatkowo wzmacnia jej rozpoznawalność i atrakcyjność.

W 2024 r. województwo zamieszkiwało 3,429 mln osób, natomiast w rejestrze podmiotów gospodarki narodowej znajdowało się 514 453 jednostek (X 2025). Przeciętne zatrudnienie w sektorze przedsiębiorstw wynosiło 558,3 tys. osób (X 2025), a stopa bezrobocia

² www.malopolska.pl/biznes/bizneswmalopolsce/potencjal-regionu

rejestrowanego kształtowała się na poziomie 4,6%³, co potwierdza stabilną sytuację na rynku pracy oraz relatywnie wysoką chłonność regionalnej gospodarki.

Wskazane uwarunkowania regionu tworzą szczególnie sprzyjające środowisko dla rozwoju technologii o podwójnym zastosowaniu oraz dla pogłębiania współpracy pomiędzy uczelniami, sektorem publicznym i przedsiębiorstwami. Silna baza akademicka, wysoki odsetek osób z wykształceniem wyższym oraz rosnąca liczba innowacyjnych podmiotów gospodarczych sprzyjają powstawaniu projektów badawczych o dużym potencjale aplikacyjnym, w tym takich, które mogą znaleźć zastosowanie zarówno w sektorze cywilnym, jak i obronnym. Jednocześnie stabilna sytuacja na rynku pracy, duża liczba podmiotów gospodarki narodowej oraz wysoka atrakcyjność inwestycyjna regionu zwiększają zdolność Małopolski do absorpcji i komercjalizacji nowych technologii. W efekcie region staje się ważnym obszarem, w którym krzyżują się interesy uczelni, przemysłu oraz instytucji publicznych, a generowane innowacje mogą wspierać bezpieczeństwo, konkurencyjność i zrównoważony rozwój. To właśnie w Małopolsce potencjał *dual-use* znajduje szczególnie korzystne warunki do ujawnienia się – dzięki synergii zasobów ludzkich, infrastruktury badawczej i sprzyjającego otoczenia instytucjonalnego, które wspólnie tworzą dojrzały ekosystem innowacji.

Technologie podwójnego zastosowania, jako przedmiot badań niniejszej ekspertyzy, rozumiane jako wykorzystywane do celów cywilnych, z możliwością wykorzystania również do celów militarnych, obejmują bardzo szeroki zakres produktów, usług, technologii i procesów (rysunek 1). W obszarze „egzystencjalnym” ujawniają się wszelkie działalności zabezpieczające utrzymanie podstawowych mechanizmów życia społecznego, a więc zabezpieczenie w żywność, wodę, energię, ciepło, opiekę medyczną, lekarstwa itp. Wydzielenie tych działalności jest o tyle istotne, że skierowanie części sił i środków na cele *dual-use* odbiłoby się negatywnie na funkcjonowaniu społeczeństwa, a co za tym idzie na bezpośrednim zapleczu zadań poza cywilnych.

Małopolska dysponuje znaczącym potencjałem w zakresie rozwoju technologii podwójnego zastosowania, obejmujących rozwiązania o charakterze przemysłowym, cyfrowym i usługowym, które nie odnoszą się bezpośrednio do elementarnych potrzeb życiowych, lecz mogą być adaptowane do celów gospodarczych, infrastrukturalnych i obronnych. Aby zidentyfikować kluczowe obszary działalności o ponadprzeciętnym potencjale *dual-use*, przeanalizowano strukturę zatrudnienia w poszczególnych działach PKD 2007 na poziomie

³ <https://www.malopolska.pl/biznes/bizneswmalopolsce/potencjal-regionu;>
<https://krakow.stat.gov.pl/zakladka1/#>.

regionu, według stanu na marzec 2025. Za wskaźnik przewagi regionalnej przyjęto sytuację, w której udział osób pracujących w danym dziale w Małopolsce przewyższa udział pracujących w analogicznym dziale w skali kraju. Takie podejście pozwala wyodrębnić sektory, w których region posiada szczególnie silne kompetencje produkcyjne, technologiczne lub logistyczne – a więc te, które mogą stanowić zaplecze dla rozwoju technologii o potencjalnym zastosowaniu wojskowym lub strategicznym. Analiza wykazała, że w obszarze przetwórstwa przemysłowego do sektorów o istotnym potencjale zaliczyć można m.in. produkcję skór i wyrobów skórzanych, metali i półproduktów metalowych, wyrobów z drewna, chemikaliów, urządzeń elektrycznych, odzieży, a także komputerów i urządzeń elektronicznych. Są to branże, które mogą wspierać rozwój projektów z zakresu materiałoznawstwa, systemów ochronnych, elektroniki, optoelektroniki, logistyki technicznej czy technologii wyposażenia osobistego – kluczowych z perspektywy zastosowań podwójnego przeznaczenia. Warto podkreślić, że w przypadku budownictwa praktycznie wszystkie działy cechują się udziałem zatrudnionych wyższym niż średnia krajowa, co wskazuje na silną pozycję regionu w obszarze infrastruktury, zarówno cywilnej, jak i mogącej wspierać komponenty infrastruktury krytycznej. Ponadto istotne znaczenie wykazują wybrane rodzaje usług, zwłaszcza transport lądowy (dział 49), usługi zakwaterowania (dział 55) oraz działalność w ramach sekcji J – Informacja i komunikacja. Szczególnie dział 62, obejmujący działalność związaną z oprogramowaniem, doradztwem informatycznym oraz usługami powiązаныmi, stanowi jeden z kluczowych filarów regionalnego ekosystemu technologicznego. Jego obecność wzmacnia możliwości rozwoju zaawansowanych rozwiązań cyfrowych – od systemów analitycznych i autonomicznych po technologie cyberbezpieczeństwa – które należą do najistotniejszych obszarów współczesnych technologii *dual-use*.

Wskazane powyżej sektory gospodarki pokazują, że struktura regionalnych kompetencji technologicznych i produkcyjnych tworzy solidne podstawy dla rozwoju technologii podwójnego zastosowania w Małopolsce. Jednocześnie analiza ta ujawnia, że obecny potencjał *dual-use* ma w dużej mierze charakter rozproszony i wynika przede wszystkim z siły rynkowej określonych branż, a nie z celowo projektowanych działań strategicznych. Dlatego konieczne staje się przejście od identyfikacji obszarów o ponadprzeciętnym udziale zatrudnienia do refleksji nad ich rzeczywistą zdolnością do wspierania bezpieczeństwa, odporności gospodarczej i innowacyjności regionu. To przejście wymaga uwzględnienia zarówno ograniczeń strukturalnych i instytucjonalnych, jak i możliwości związanych z rozwojem współpracy międzysektorowej, polityką regionalną oraz świadomym kształtowaniem

lokalnych przewag technologicznych. Dopiero w tym szerszym kontekście można zrozumieć, jakie warunki są niezbędne, aby małopolski potencjał *dual-use* mógł zostać skutecznie aktywowany i ukierunkowany zgodnie z potrzebami państwa, biznesu i sektora naukowego.

Wymienione powyżej rodzaje działalności nie wyczerpują pełnego spektrum możliwości wsparcia, jakie Małopolska może zapewnić w obszarze technologii podwójnego zastosowania, choć część z nich już obecnie częściowo realizuje cele o charakterze bytowym, na przykład w zakresie ochrony zdrowia czy infrastruktury społecznej. Należy podkreślić, że wskazane formy aktywności opierają się głównie na potencjale sektora prywatnego, co naturalnie ogranicza możliwości bezpośredniej ingerencji w profil produkcji czy zakres świadczonych usług, zwłaszcza w sytuacjach wymagających szybkiego dostosowania do potrzeb bezpieczeństwa państwa. Problemem pozostaje również brak jednoznacznego i stabilnego określenia zapotrzebowania na konkretne produkty, komponenty czy technologie, co może skutkować niedopasowaniem struktury działalności przedsiębiorstw do bieżących i przyszłych wymogów, w tym ze względu na ograniczoną dostępność maszyn, urządzeń lub zaawansowanych procesów technologicznych.

Warto przy tym zauważyć, że podmioty działające w sektorach o potencjale *dual-use* w dużej mierze funkcjonują w oparciu o logikę rynkową, która nie zawsze sprzyja elastyczności w dostosowywaniu się do specyficznych, nierzadko wysokokosztowych wymagań związanych z bezpieczeństwem lub obronnością. W regionie identyfikuje się zatem potrzebę pogłębienia współpracy między przedsiębiorstwami, jednostkami badawczo-rozwojowymi oraz administracją publiczną w celu skuteczniejszego rozpoznawania technologii o strategicznym znaczeniu. Rozwój infrastruktury badawczej oraz wzmocnienie mechanizmów transferu wiedzy mogłyby w istotny sposób zwiększyć zdolność Małopolski do wytwarzania nowoczesnych rozwiązań podwójnego zastosowania. Jednocześnie niezbędne jest tworzenie narzędzi umożliwiających systematyczne monitorowanie kompetencji, zasobów i zdolności produkcyjnych przedsiębiorstw, co pozwoliłoby na szybkie określenie ich gotowości do podjęcia działań w sytuacjach kryzysowych lub szczególnego zapotrzebowania państwa.

Wreszcie, dedykowane instrumenty wsparcia publicznego – takie jak ukierunkowane programy grantowe, ulgi inwestycyjne czy programy współpracy naukowo-przemysłowej – mogłyby wzmocnić zdolność regionu do generowania innowacji *dual-use*, zwiększając jednocześnie jego konkurencyjność technologiczną i odporność gospodarczą. W świetle powyższych uwarunkowań zasadne jest przeprowadzenie szczegółowej analizy PESTEL potencjału regionalnego, która umożliwi identyfikację kluczowych szans, ograniczeń i kierunków

interwencji niezbędnych dla dalszego rozwoju technologii podwójnego zastosowania. Analiza ta obejmuje czynniki polityczne (P), ekonomiczne (E), społeczne (S), technologiczne (T), ekologiczne (E) oraz legislacyjne (L), tworząc kompleksową podstawę do formułowania rekomendacji strategicznych dla instytucji publicznych.

Pierwszą wskazaną grupą czynników są czynniki polityczne. Obejmują one zarówno otoczenie regulacyjne UE i państwa polskiego, jak i politykę regionalną prowadzoną przez samorząd województwa. W tym ujęciu warunki rozwoju technologii *dual-use* w Małopolsce można traktować jako konsekwencję decyzji politycznych: inwestycji publicznych, priorytetów strategicznych, systemu wsparcia innowacji, regulacji eksportowych oraz relacji geopolitycznych.

Podstawą regulacyjną dla handlu, transferu, pośrednictwa, tranzytu i eksportu technologii i towarów o podwójnym zastosowaniu (*dual-use*) w całej Unii Europejskiej jest Rozporządzenie (UE) 2021/821 z dnia 20 maja 2021 r.⁴ Wprowadza ono jednolity system kontroli wywozu tych produktów. Dla przedsiębiorstw i instytucji w Polsce ważna jest implementacja tych regulacji na poziomie krajowym, np. przez obowiązującą ustawę o obrocie z zagranicą towarami, technologiami i usługami o znaczeniu strategicznym dla bezpieczeństwa państwa⁵. W praktyce oznacza to, że każdy podmiot chcący produkować, rozwijać bądź eksportować technologie *dual-use* musi liczyć się z koniecznością uzyskania odpowiednich zezwoleń, stosowania procedur *compliance*⁶, prowadzenia rejestrów i w wielu przypadkach z ograniczeniami eksportowymi lub koniecznością uzyskania specjalnej licencji⁷. Oznacza, że jakakolwiek inicjatywa biznesowa lub badawczo – rozwojowa w obszarze technologii *dual-use* musi od początku uwzględniać ramy prawne UE i Polski.

Rozwój gospodarczy, innowacje i konkurencyjność województwa małopolskiego są określone dokumentem strategicznym Strategia Rozwoju Województwa Małopolskiego 2030 (SR WM 2030)⁸ (Województwo Małopolskie nie posiada wyodrębnionej Strategii dedykowanej *stricto* rozwojowi *dual-use*, o czym szerzej w kolejnej części Raportu).

⁴ Official Journal of the European Union L 206, (2021), Legislation, Regulation (EU) 2021/821 of the European Parliament and of the Council of 20 May 2021 setting up a Union regime for the control of exports, brokering, technical assistance, transit and transfer of dual-use items (recast), 64(11), June.

⁵ www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/zezwolenia-na-obrot-produktami-podwojnego-zastosowania

⁶ <https://ksiegowosc.infor.pl/obrot-gospodarczy/dzialalnosc-gospodarcza/4557261.Procedury-compliance-czyli-sposob-na-ograniczenie-ryzyk-w-firmie.html>

⁷ Official Journal of the European Union L 206, (2021), Legislation, Regulation (EU) 2021/821 of the European Parliament and of the Council of 20 May 2021 setting up a Union regime for the control of exports, brokering, technical assistance, transit and transfer of dual-use items (recast), 64(11), June.

⁸ www.malopolska.pl/_userfiles/uploads/Rozwoj%20Regionalny/Strategia%20Ma%C5%82opolska%202030/20-12-17_Zalacznik_Strategia_SWM_2030.pdf

W strategii tej zawarto cele i wizję, która zakłada, że Małopolska będzie regionem „nowoczesnej gospodarki”, sprzyjającym innowacjom, rozwojowi przedsiębiorczości, współpracy nauki z biznesem, a także zrównoważonemu rozwojowi. Uzupełnieniem SR WM 2030 jest Regionalna Strategia Innowacji Województwa Małopolskiego 2030 (RIS3/RSI 2030), która określa gospodarczą i innowacyjną ścieżkę rozwoju regionu przez promowanie tzw. inteligentnych specjalizacji, wspieranie współpracy nauki i biznesu, cyfryzacji, przedsiębiorczości, badań i rozwoju⁹.

Należy podkreślić, iż samorząd Małopolski deklaruje priorytet dla gospodarki opartej na wiedzy, innowacjach, współpracy sektorów, co z jednej strony stwarza szanse dla przedsiębiorstw/institucji pracujących nad zaawansowanymi technologiami również tymi, które mogą mieć charakter *dual-use*, ale z drugiej strony oznacza, że takie projekty muszą być innowacyjne, zgodne z polityką rozwoju, z celami strategicznymi regionu. Z pomocą przychodzą granty, dotacje na rozwój technologii *dual-use* w Małopolsce, gdy będą one wpisywać się w cele SR WM 2030/RSI 2030 szczególnie, jeśli technologia może mieć zastosowanie cywilne, innowacyjne i wpisuje się w inteligentne specjalizacje regionu.

Przedsiębiorstwa i instytucje w Małopolsce planujące rozwój technologii *dual-use* muszą uwzględniać fakt, że każda technologia, produkt lub usługa mogą potencjalnie podlegać kontroli eksportowej w ramach tzw. klauzuli „*catch-all*”. W praktyce oznacza to istotne wyzwanie dla regionu, które tłumaczy brak wyspecjalizowanej infrastruktury wsparcia, np. helpdesk czy doradztwo prawne dla MŚP, które może ograniczać możliwości efektywnego rozwoju technologii podwójnego zastosowania, mimo znaczącego potencjału innowacyjnego.

Reasumując, prawo regulujące *dual-use* jest dynamiczne i reaguje na zmiany w geopolityce, w zagrożeniach bezpieczeństwa, konflikty, sankcje. Dla regionu oznacza to, że perspektywa rozwoju technologii *dual-use* może być silnie uzależniona od zewnętrznych czynników: sankcji, embarg, decyzji UE lub polskiego rządu czy relacji międzynarodowych. To generuje dużą niepewność dla przedsiębiorców i badaczy planujących inwestycje lub eksport. Oznacza to konieczność stałego monitorowania polityki bezpieczeństwa UE i państwa oraz zdolność adaptacji do zmiennych warunków zewnętrznych. Tym samym geopolityka stanowi kluczową zmienną systemową kształtującą ryzyko regulacyjne i strategiczne w obszarze technologii *dual-use*; generując na nie popyt (np. w okresach wzrostu zagrożeń), ale i ograniczając ich możliwości eksportowe.

⁹ Temat ten będzie szerzej opisany w kolejnej części niniejszego raportu.

Kolejna grupa czynników reprezentuje obszar ekonomiczny. Małopolska jest znaczącym ośrodkiem gospodarczym. PKB regionu wynosi 8% PKB kraju. Wartość PKB na mieszkańca wynosi 80,4 tys. zł (2023). Największy udział w tworzeniu PKB w regionie ma 7 inteligentnych specjalizacji regionu: *life science* – nauki o życiu, energia odnawialna ICT, chemia, produkcja metali i wyrobów metalicznych, elektrotechnika i przemysł maszynowy, przemysły kreatywne i czasu wolnego. To jedyny region w Polsce pod względem całkowitych wydatków na B+R w relacji do PKB – powyżej 2,5% PKB¹⁰.

Małopolska to znaczący ośrodek akademicki i wykwalifikowanej siły roboczej (AGH, UJ, uczelnie medyczne), co stanowi istotny stymulator rozwoju technologii *dual-use*. W grupie czynników ekonomicznych o charakterze makro należy podkreślić znaczące środki unijne i krajowe programy, które rekompensują część ryzyka.

Oceniając udział sektorów kluczowych dla technologii *dual-use* (IT/ICT, *life sciences*, elektronika, mechatronika, lotnictwo, energetyka, przemysł obronny / poddostawcy) stwierdza się, że:

- Kraków jest silnym hubem IT. Raport Kraków IT Market Map 2025 (MOTIFE 2025), przygotowanego na podstawie danych z 335 przedsiębiorstw, w tym wyników ankiet od prawie 80 pracodawców IT, ukazuje rynek, który wciąż się rozwija – z szacowanym wzrostem zatrudnionych w sektorze IT o 3,5 proc. rok do roku. Kraków nadal przyciąga inwestorów z całego świata. W ciągu ostatnich pięciu lat do miasta weszło aż 60 nowych przedsiębiorstw zatrudniających specjalistów IT, zwiększając ich łączną liczbę do około 200.
- AI, cyber (ENISA 2023), analityka będzie silnie rosnąć; oczekiwany roczny wzrost regionalny (*Obserwatorium Rozwoju...* 2024) jest powyżej średniej gospodarczej (PMR Market Experts 2024; Mordor Intelligence, (2024) (wg szacunków na poziomie 4-7%).
- Małopolska dysponuje silnym zapleczem akademickim oraz wyspecjalizowaną infrastrukturą badawczą, co czyni sektor nauk o życiu (*life sciences*) jednym z kluczowych obszarów regionalnej inteligentnej specjalizacji (Małopolska 2024b). Dostrzega się przewidywany wzrost wartości sektora, co wynika z rosnącego zapotrzebowania na technologie medyczne i z trendów demograficznych (PAIH 2025).
- Sektor elektroniki i mechatroniki w Małopolsce opiera się na kompetencjach uczelni technicznych oraz obecności przedsiębiorstw produkcyjnych i inżynierskich. Trendy

¹⁰ <https://businessinmalopolska.pl/pl/dlaczego-malopolska/gospodarka>

krajowe wskazują na dalszy wzrost zapotrzebowania na rozwiązania automatyzacji i robotyzacji, co pozytywnie wpływa na regionalny potencjał wzrostu (PARP 2025a). Szacuje się, że w perspektywie długookresowej sektor ten może osiągać stabilny wzrost na poziomie 2-5% rocznie (PARP 2025b).

- Województwo małopolskie uczestniczy w krajowym łańcuchu dostaw przemysłu lotniczego poprzez działalność przedsiębiorstw inżynieryjnych oraz zaplecze naukowo-badawcze. Odbudowa ruchu lotniczego oraz rozwój technologii bezzałogowych wspierają potencjał gospodarczy regionu, w tym również w zakresie technologii *dual-use* (PAIH 2024).
- Małopolska intensywnie rozwija projekty OZE i modernizację infrastruktury energetycznej, co wzmacnia lokalny sektor technologii energetycznych. Inwestycje publiczne i środki UE stymulują wzrost w krótkim okresie, szczególnie w fotowoltaice i efektywności energetycznej (Małopolska 2024a). Długookresowy potencjał sektora oceniany jest na 3-6% wzrostu rocznie, zwłaszcza w obszarach *smart-grid*, magazynowania energii i automatyki (Małopolska 2024b).
- Sektor obronny w Małopolsce ma charakter rozproszony, oparty głównie na działalności poddostawców w zakresie elektroniki, części mechanicznych oraz systemów technicznych. Branża może rozwijać się pod warunkiem utrzymania wsparcia instytucjonalnego i dostępu do krajowych programów zamówień publicznych (PAIH 2025).

Technologie *dual-use* bez wątpienia mają charakter innowacyjny. Poziom finansowania działalności B+R w Małopolsce kształtuje się relatywnie korzystnie na tle kraju, a istotną rolę w tym zakresie odgrywają wydatki sektora przedsiębiorstw, jak i środki uczelni wyższych oraz instytutów badawczych. Region korzysta z szerokiego dostępu do funduszy unijnych, w szczególności Regionalnego Programu Operacyjnego oraz programów Funduszy Europejskich na lata 2021-2027, które stanowią jedno z głównych źródeł wsparcia dla projektów badawczo-wdrożeniowych i innowacji technologicznych (Małopolska 2024a). Uzupełnieniem są programy krajowe, takie jak NCN, NCBR i PARP, a także rosnąca aktywność kapitału prywatnego, w tym funduszy *venture capital* i aniołów biznesu, które współfinansują projekty we wczesnych fazach rozwoju (PARP (2025a). Na poziomie regionalnym funkcjonuje również zestaw instrumentów finansowych: dotacje inwestycyjne, granty badawcze, fundusze *seed* oraz mechanizmy wsparcia komercjalizacji, które wzmacniają ekosystem innowacji i ułatwiają rozwój technologii *dual-use* (Małopolska 2024a).

Analizując czynniki ekonomiczne rozwoju technologii *dual-use* w Małopolsce warto podkreślić, że badany region charakteryzuje się rozwiniętym ekosystemem przedsiębiorczości technologicznej, z wysokim poziomem startupów i MŚP działających w sektorach IT, *life sciences*, elektroniki oraz technologii inżynieryjnych. Istnienie parków technologicznych, inkubatorów i akceleratorów, takich jak Krakowski Park Technologiczny sprzyja rozwojowi przedsiębiorstw w fazie wzrostu oraz ułatwia dostęp do infrastruktury badawczej i doradztwa biznesowego (MOTIFE 2025). Współpraca uczelni z przemysłem, obejmująca tworzenie spin-offów, prowadzenie wspólnych laboratoriów oraz projekty badawcze, wzmacnia proces komercjalizacji badań oraz zwiększa dostęp przedsiębiorstw do zaawansowanych kompetencji technologicznych (UJ 2023). Poziom komercjalizacji wiedzy w regionie oceniany jest jako rosnący, co wynika z coraz większej profesjonalizacji centrów transferu technologii.

Podkreślano już wcześniej, że ważnym w kształtowaniu rozwoju gospodarczego jest rynek pracy, a ten w Małopolsce dysponuje jedną z największych w kraju baz wysoko wykwalifikowanych pracowników, obejmującą inżynierów, specjalistów IT, badaczy i ekspertów z obszaru nauk o życiu. Silny potencjał edukacyjny uczelni takich jak Uniwersytet Jagielloński, AGH i Politechnika Krakowska generuje corocznie znaczną liczbę absolwentów kierunków istotnych dla rozwoju technologii *dual-use*, w tym informatyki, biotechnologii, medycyny oraz inżynierii materiałowej (GUS 2023b). Relatywnie umiarkowane, w porównaniu do Warszawy, koszty pracy oraz wysoka mobilność kadry, zwłaszcza w obrębie Krakowa jako regionalnego centrum akademicko-technologicznego, sprzyjają pozyskiwaniu talentów przez podmioty *high-tech* (PARP 2025a). Dostępność kompetencji stanowi tym samym jeden z kluczowych czynników wzmacniających konkurencyjność technologiczno-innowacyjną regionu.

Opisane okoliczności ujawniają się w turbulentnym otoczeniu, legitymującym się nieprzewidywalnością, czemu towarzyszy ryzyko. To, w wymiarze ekonomicznym bez wątpienia wpływa na rozwój technologii *dual-use* w Małopolsce. Wysoka inflacja oraz zmienność kursów walut w ostatnich latach zwiększają koszty operacyjne przedsiębiorstw technologicznych, wpływając na ceny importowanych komponentów oraz rentowność projektów badawczo-rozwojowych (NBP 2023). Czynniki geopolityczne, zwłaszcza związane z bezpieczeństwem regionalnym, generują z jednej strony rosnący popyt na technologie obronne, lecz z drugiej podnoszą poziom niepewności inwestycyjnej i utrudniają planowanie długookresowych projektów (PAIH 2024).

Analiza PESTEL odnosi się również w swym obszarze do czynników społecznych. W kontekście rozwoju technologii *dual-use* w Małopolsce istotne są, obok przedstawionych wyżej, inne czynniki, jak zmiany demograficzne, poziom kapitału ludzkiego oraz społeczna akceptacja zaawansowanych technologii. Region charakteryzuje się relatywnie wysoką koncentracją studentów i absolwentów kierunków technicznych oraz nauk przyrodniczych, co sprzyja tworzeniu zasobów kompetencyjnych niezbędnych do rozwoju technologii podwójnego zastosowania (Golonka 2020). Jednocześnie postępujące starzenie się populacji może ograniczać długookresową podaż wysoko wykwalifikowanej siły roboczej, zwiększając presję na automatyzację i specjalistyczne szkolenia (GUS 2023a). Z danych empirycznych odnośnie do województwa Małopolskiego wynika, że ludność regionu jest zdominowana osobami w wieku produkcyjnym (59,5%), w wieku poprodukcyjnym 21,2%. Jednocześnie w raporcie demograficznym za 2023 rok odnotowano wzrost udziału populacji w wieku poprodukcyjnym; mediana wieku mieszkańców, wskaźnik starości i współczynnik starości demograficznej uległy podwyższeniu. W 2023 r. przyrost naturalny w Małopolsce był ujemny – co w połączeniu z rosnącym udziałem osób starszych może w dłuższym okresie ograniczać podaż wykwalifikowanej siły roboczej (Urząd Statystyczny w Krakowie 2024a).

Ważnym czynnikiem społecznym jest również poziom zaufania publicznego do technologii o potencjale militarnym. Społeczeństwo regionu wykazuje wysoką wrażliwość na kwestie bezpieczeństwa oraz etycznego wykorzystania technologii, co może wpływać na akceptację projektów związanych z dronami, sztuczną inteligencją czy systemami obserwacyjnymi (Kowalski 2021). Dla instytucji badawczych i przedsiębiorstw operujących w sektorze *dual-use* rośnie znaczenie komunikacji społecznej oraz transparentności procesów, aby minimalizować ryzyko oporu społecznego.

W kontekście czynników społecznych istotna jest także kultura przedsiębiorczości i innowacyjności w regionie. W Małopolsce występują silne ekosystemy akademicko-biznesowe, co sprzyja przepływowi wiedzy między uczelniami, ośrodkami badawczymi a przemysłem, ułatwiając rozwój technologii wykorzystywanych zarówno w sektorze cywilnym, jak i obronnym (Sokołowski i Węgrzyn 2019). Jednocześnie świadomość społeczna dotycząca znaczenia technologii *dual-use* pozostaje ograniczona, co może wymagać dodatkowych działań edukacyjnych i popularyzatorskich.

Kolejnym obszarem analizy są czynniki technologiczne. Województwo małopolskie dysponuje relatywnie silnym zapleczem technologicznym i naukowo-badawczym, co sprzyja rozwojowi technologii o podwójnym zastosowaniu. W regionie działa wiele uczelni i instytucji

badawczych – w roku akademickim 2023/2024 w 26 uczelniach kształciło się ok. 148,4 tys. studentów, z dużą koncentracją w Krakowie, co kreuje istotny zasób potencjalnych specjalistów STEM (Urząd Statystyczny w Krakowie 2024b). Małopolska charakteryzuje się także znaczącymi nakładami na działalność badawczo-rozwojową oraz aktywną polityką regionalną promującą innowacje (UMWM 2021), a liczba udzielonych patentów plasuje region wśród czołowych województw; w 2023 r. udzielono w regionie ponad 200 patentów, co świadczy o aktywności wynalazczej (Obserwatorium Polityki Rozwoju 2024). Dla rozwoju sektora *dual-use* kluczowe są zatem: utrzymanie finansowania B+R (BERD/GDP), wzmocnienie transferu technologii między uczelniami a przemysłem oraz programy wspierające komercjalizację badań.

Czynniki środowiskowe w Małopolsce mają dwojaki charakter względem rozwoju technologii: z jednej strony region posiada rozległe obszary chronione (m.in. 6 parków narodowych, 11 parków krajobrazowych i ok. 56% powierzchni objętej formami ochrony przyrody), co stwarza wysokie wymagania środowiskowe dla inwestycji technologicznych; z drugiej strony region zmagają się z istotnymi problemami jakości powietrza (przypadki wysokich stężeń PM_{2.5}/PM₁₀ w miastach, w tym w Krakowie, patrz: UMWM 2024), co potęguje popyt na technologie środowiskowe i sensowne zastosowania *dual-use* w obszarach monitoringu środowiska, sensorów i systemów oczyszczania powietrza (Główny Inspektorat Ochrony Środowiska 2023). W praktyce oznacza to konieczność projektowania rozwiązań technologicznych zgodnych z rygorami ochrony przyrody oraz wykorzystania możliwości finansowania EU/region – scale na technologie „zielone”, jednocześnie uwzględniając ograniczenia lokalizacyjne i wymagania środowiskowe.

Ostatnim czynnikiem w analizie PESTEL są czynniki legislacyjne/prawne. Rozwój technologii *dual-use* w regionie odbywa się w silnie regulowanym otoczeniu prawnym, na które składają się regulacje unijne oraz krajowe przepisy dotyczące kontroli obrotu towarami i technologiami o charakterze podwójnego zastosowania. Czynniki te wpisują się w zagadnienia polityczne zostały więc uwzględnione w pierwszej grupie czynników (tabela 1).

Tabela 1. Podsumowanie analizy PESTEL

P	E	S	T	E	L
Warunki rozwoju technologii <i>dual-use</i> w regionie są silnie uzależnione od decyzji politycznych, priorytetów strategicznych (SR WM 2030 / RSI 2030) oraz geopolityki, która generuje dużą niepewność, stanowiąc kluczową zmienną systemową kształtującą ryzyko regulacyjne i strategiczne.	Małopolska to znaczący ośrodek gospodarczy (5. miejsce w Polsce pod względem PKB) z silnym zapleczem akademickim, rozwiniętym ekosystemem przedsiębiorczości technologicznej (w tym hub IT w Krakowie) oraz szerokim dostępem do funduszy unijnych i krajowych, co stymuluje wzrost w kluczowych sektorach <i>dual-use</i> .	Region dysponuje jedną z największych w kraju baz wysoko wykwalifikowanych pracowników (inżynierów, specjalistów IT) i silnymi ekosystemami akademicko-biznesowymi, ale jednocześnie postępujące starzenie się populacji i ujemny przyrost naturalny stanowią długookresowe zagrożenie dla podaży siły roboczej.	Małopolska ma relatywnie silne zaplecze naukowo-badawcze, charakteryzujące się znaczącymi nakładami na B+R oraz wysoką aktywnością wynalazczą (ponad 200 patentów w 2023 r.), co sprzyja rozwojowi zaawansowanych technologii, pod warunkiem utrzymania finansowania i transferu wiedzy.	Z jednej strony region ma wysokie wymagania ochrony przyrody (ponad 56% powierzchni objętej ochroną), z drugiej zaś istotne problemy jakości powietrza (smog) potęgują popyt na technologie środowiskowe i zastosowania <i>dual-use</i> w obszarach monitoringu i sensorów.	Rozwój odbywa się w silnie regulowanym otoczeniu prawnym (Rozporządzenie UE 2021/821 i krajowe przepisy), wymuszającym na przedsiębiorstwach konieczność uzyskania odpowiednich zezwoleń, prowadzenia procedur compliance oraz uwzględniania ograniczeń eksportowych, w tym klauzuli „catch-all”.

Źródło: opracowanie własne.

3. Sprawozdanie z panelu ekspertów

3.1. Metodyka

Dobór metod (Szarucki 2016) w analizie oceny potencjału województwa małopolskiego w zakresie technologii podwójnego zastosowania wymaga szczególnej staranności badawczej. Istotne jest nie tylko wykorzystanie danych statystycznych i dokumentów strategicznych, lecz przede wszystkim włączenie wiedzy osób dysponujących doświadczeniem decyzyjnym i praktyką w obszarach związanych z nauką, innowacjami i rozwojem regionalnym. W tym kontekście za najskuteczniejsze narzędzie uznano seminarium eksperckie, umożliwiające wymianę opinii, dyskusję i konfrontację różnych perspektyw w celu pogłębionej diagnozy czynników wpływających na rozwój technologii *dual-use* w regionie. Eksperci zostali dobrani celowo, co stanowiło świadomy zabieg metodologiczny: grupa uwzględniała zróżnicowanie pod względem wieku, płci, doświadczenia zawodowego oraz funkcji pełnionych w małopolskich instytucjach publicznych, naukowych i gospodarczych. Takie podejście zapewniało możliwość uchwycenia zarówno perspektywy operacyjnej, jak i strategicznej, obejmującej m.in. zarządzanie projektami badawczo-rozwojowymi, nadzór nad infrastrukturą krytyczną, kształtowanie polityk publicznych czy komercjalizację technologii. Celowy dobór ekspertów wynikał również ze specyfiki problemu: technologie podwójnego zastosowania funkcjonują na styku bezpieczeństwa, gospodarki, prawa, nauki i innowacji, co wymaga interdyscyplinarnego spojrzenia. W rezultacie seminarium umożliwiło nie tylko identyfikację istniejących zasobów i barier, lecz także sformułowanie rekomendacji odpowiadających potencjałowi regionu i jego uwarunkowaniom instytucjonalnym, tworząc tym samym przestrzeń generowania wiedzy eksperckiej istotnej dla dalszych etapów analizy.

Panel ekspercki odbył się w dniu 13 listopada 2025 roku, w formie stacjonarnej oraz z wykorzystaniem platformy Teams (posłużyła do łączności z jednym z ekspertów oraz do nagrania wypowiedzi uczestników). Spotkanie trwało 3 godziny (2 x 90 min), a wzięło w nim udział ośmioro ekspertów pełniących różne role i funkcje w małopolskich instytucjach. Nagrane wypowiedzi przeanalizowano i podsumowano, a następnie nagranie zostało usunięte.

Uczestnicy zostali zanonimizowani i losowo przydzielono im symbole od W1 do W8 (tabela 2). Dodatkowo, 18 listopada 2025 roku przeprowadzono wywiad indywidualny online (z wykorzystaniem platformy Teams) z przedstawicielem instytucji otoczenia biznesu (W9).

Tabela 2. Kody ekspertów

Kod	Płeć	Opis
W1.	K	Przedstawicielka administracji publicznej, Departament Nadzoru Właścicielskiego i Gospodarki UMWM
W2.	K	Przedstawicielka administracji publicznej, Departament Rozwoju Regionu UMWM
W3.	K	Przedstawicielka instytucji otoczenia biznesu, dyrektorka
W4.	K	Przedstawicielka instytucji otoczenia biznesu, rzeczniczka patentowa
W5.	K	Pracownik przedsiębiorstwa na stanowisku kierowniczym, odpowiedzialny m.in. za wsparcie komercjalizacji innowacji oraz internacjonalizację technologii
W6.	M	Przedstawiciel środowiska akademickiego, broker innowacji
W7.	M	Przedstawiciel administracji samorządowej, Wydział Strategii i Funduszy Europejskich UMK
W8.	M	Przedstawiciel instytucji otoczenia biznesu, Menadżer ds. Współpracy
W9.	M	Przedstawiciel instytucji otoczenia biznesu

Zródło: opracowanie własne.

Przed seminarium zaproszeni eksperci, po potwierdzeniu swojego udziału, otrzymali drogą elektroniczną (na adresy mailowe) zestaw zagadnień, które miały stać się przedmiotem dyskusji podczas panelu.

Zagadnienia zostały podzielone na cztery bloki tematyczne (tabela 3):

1. Ramy strategiczne rozwoju *dual-use* w województwie małopolskim.
2. Ekosystem innowacji *dual-use* w województwie małopolskim.
3. Kontekst geopolityczny i regulacyjny *dual-use*.
4. Przyszłość technologii *dual-use* w województwie małopolskim.

Seminarium zostało podzielone na dwie sesje:

1. Identyfikacja potencjału województwa małopolskiego: infrastruktura i ekosystem.
2. Bariery rozwoju technologii podwójnego zastosowania w Małopolsce.

Tabela 3. Struktura zagadnień panelu eksperckiego

Sesja	Blok tematyczny	Pytania
Identyfikacja potencjału województwa małopolskiego: infrastruktura i ekosystem	Ramy strategiczne rozwoju <i>dual-use</i> w województwie małopolskim	■ Jak Państwo rozumiecie technologie podwójnego zastosowania w kontekście Małopolski? Jak dla Państwa instytucji są i mogłyby być cele <i>dual-use</i>. ■ Jakie są kluczowe przewagi/bariery konkurencyjne Małopolski w tym obszarze? ■ Czy istnieje regionalna strategia wspierająca rozwój technologii podwójnego zastosowania? ■ Które sektory gospodarki regionu mają największy potencjał w zakresie rozwoju technologii <i>dual-use</i>?
	Ekosystem innowacji <i>dual-use</i> w województwie małopolskim	■ Jaką rolę odgrywają/mogą odgrywać uczelnie wyższe i instytuty badawcze w rozwoju technologii <i>dual-use</i>? ■ Czy potencjał instytucji otoczenia biznesu (IOB)/administracja publiczna jest przygotowany do wspierania przedsiębiorstw i innych podmiotów w tym obszarze? ■ Jakie mechanizmy transferu technologii są obecnie wykorzystywane i czy są wystarczające? ■ Jakie bariery napotykają podmioty z Małopolski przy wdrażaniu technologii podwójnego zastosowania? ■ Czy istnieją lokalne instrumenty finansowe lub grantowe wspierające rozwój takich technologii?
Bariery rozwoju technologii <i>dual-use</i> w Małopolsce	Kontekst geopolityczny i regulacyjny <i>dual-use</i>	■ Jak zmieniające się uwarunkowania geopolityczne wpływają na popyt na technologie <i>dual-use</i>? ■ Jakie są ryzyka związane z opracowaniem/komercjalizacją takich technologii i jak można je minimalizować?
	Przyszłość technologii <i>dual-use</i> w województwie małopolskim	■ Jakie technologie <i>dual-use</i> będą kluczowe w perspektywie 5–10 lat? ■ Czy Małopolska może stać się liderem w technologii podwójnego zastosowania – i w jakich obszarach? ■ Jakie scenariusze rozwoju regionalnego warto rozważyć w kontekście globalnych trendów bezpieczeństwa i innowacji?

Źródło: opracowanie własne.

3.2. Opis panelu

Seminarium rozpoczęło krótkie wprowadzenie do dyskusji. Najpierw przedstawiono przesłanki podjęcia tematu badawczego, tj. analizy potencjału województwa małopolskiego w zakresie rozwoju technologii podwójnego zastosowania, z uwzględnieniem zasobów naukowych, przemysłowych oraz instytucjonalnych. Podkreślono, że istotnym elementem przygotowania opracowania było włączenie przedstawicieli instytucji otoczenia biznesu – uczelni, centrów

transferu technologii, agencji rozwoju regionalnego oraz organizacji wspierających innowacje – których wiedza ekspercka i doświadczenie umożliwią przeprowadzenie pogłębionej diagnozy oraz sformułowanie rekomendacji odpowiadających rzeczywistym potrzebom regionalnego ekosystemu innowacji. Po krótkim wprowadzeniu dotyczącym organizacji seminarium, eksperci zostali poproszeni o udzielenie odpowiedzi na przygotowane pytania. Zostały one zaprezentowane w następujący sposób: najpierw kod eksperta, a następnie jego/jej opinia z komentarzem.

Blok tematyczny nr 1. *Ramy strategiczne rozwoju dual-use w województwie małopolskim*

W1. Regionalna Strategia Innowacji Województwa Małopolskiego (RSI WM) 2030 została opracowana od podstaw w 2020 roku. Ów dokument nowej generacji zastąpił dotychczasową strategię, RSI WM 2020. Strukturę obowiązującego dokumentu wyznaczają **inteligentne specjalizacje regionu** (obowiązujące niezmiennie od 2015 roku) – w ich układzie została przeprowadzona diagnoza regionalnej innowacyjności. Działania podejmowane w RSI WM 2030 mają przyczyniać się do wzrostu poziomu innowacyjności regionu do roku 2030. Cel ten jest planowany do osiągnięcia dzięki interwencji w poniżej wymienionych obszarach strategicznych:

1. Innowacyjne zaplecze, potencjał i wizerunek regionu.
2. Innowacyjność i transformacja przemysłowa przedsiębiorstw.
3. Zaufanie, więzi i dyfuzja wiedzy w ekosystemie innowacyjności.

Wyzwania dla powyższych obszarów są nakreślone 8 celami strategicznymi, które uszczegółowione są 37 propozycjami działań/projektów. Cel główny RSI WM 2030 służy realizacji jednego z celów zapisanych w SRWM 2030 („Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka Małopolski”). Przyjmuje się, że głównym motorem wzrostu konkurencyjności gospodarki regionalnej będzie innowacyjność wynikająca m.in. z efektywnej współpracy podmiotów z domen inteligentnych specjalizacji w ramach łańcuchów wartości (współ)tworzonych w regionie.

RSI WM 2030 podlega ciągłemu monitorowaniu w celu trafnego zaaplikowania istotnych zmian w strategii. Efekty dotychczasowych prac w zakresie zidentyfikowania potencjalnych zmian zostały zawarte w Uszczegółowieniu Małopolskich Inteligentnych Specjalizacji (MIS), przyjętym przez Zarząd Województwa Małopolskiego w maju 2023 r. W ramach monitoringu RSI WM powstał również ekspercki dokument „Założenia i model procesu przedsiębiorczego

odkrywania na potrzeby wdrażania Regionalnej Strategii Innowacji Małopolska 2030”, który określił nowy porządek MIS (w ramach 7 dotychczasowych domen specjalizacyjnych powstały 4), a mianowicie:

- Zdrowe społeczeństwo;
- Zrównoważona energia i przemysł;
- Dostępne usługi i komfort życia;
- Zaawansowane materiały, procesy, urządzenia.

Głównymi argumentami przemawiającymi za redukcją MIS było poszukiwanie interdyscyplinarnych, synergicznych połączeń między specjalizacjami, co umożliwiać ma podejmowanie ambitnych wyzwań rozwojowych, a także podniesienie efektywności procesu zarządzania MIS i Procesu Przedsiębiorczego Odkrywania (PPO).

Realizacja zadań zidentyfikowanych w 4 nowych domenach specjalizacyjnych nastąpiła po uruchomieniu, planowanego do realizacji z udziałem środków europejskich, projektu własnego Województwa, ze zdefiniowanymi zadaniami w tym zakresie. Projekt pn.: Zarządzanie regionalną inteligentną specjalizacją i procesem przedsiębiorczego odkrywania o nr FEMP.01.05-IP.01-0453/24 uruchomiono ostatecznie 27 listopada 2024 roku <https://bip.malopolska.pl/umwm,a,2577621,uchwala-nr-253824-zarzadu-wojewodztwa-malopolskiego-z-dnia-27-listopada-2024-r-w-sprawie-podjecia-de.html>, dzięki niemu zostaną powołane do życia 4 Małopolskie Platformy Specjalizacyjne (MPS). Na chwilę obecną 2 z nich rozpoczęły już swoje działanie (Platforma Zdrowe Społeczeństwo i Platforma Energii Zrównoważonej), dla pozostałych dwóch obszarów nadal trwa proces wdrażania (Dostępne usługi i komfort życia, Zaawansowane materiały, procesy, urządzenia). W I kwartale przyszłego roku spodziewane jest ich uruchomienie i tym samym rozpoczęcie pełnego wdrażania MIS. **Głównym celem MPS jest zapewnienie warunków dla interdyscyplinarnej współpracy interesariuszy MIS, spotkań i dyskusji o najbardziej aktualnych trendach technologicznych, pomysłach, tematach, wyzwaniach, potrzebach.** Platformy mają się wzajemnie uzupełniać, inspirować i uczyć od siebie. Będą pełnić rolę forów dyskusji, ale też wpływać na podejmowanie decyzji zarządczych w obszarze MIS, poprzez dostarczanie i interpretację danych, przedkładanie propozycji działań, projektów, konsultowanie zapisów dokumentów, regulaminów itp.

Pełne wdrożenie MPS ma doprowadzić do nadania MIS trwałych i samobieźnych rzeczywistych ram instytucjonalnych, po okresie wsparcia projektowego.

W2. Małopolskie Obserwatorium Rozwoju Regionu UMWM zapewnia wsparcie dla rozwoju działalności innowacyjnej i uwalniania potencjału województwa. To przede wszystkim projektowanie rozwiązań jak wspierać innowacje. Temat *dual-use* to temat bardzo potrzebny, wymagający ukierunkowania wsparcia w kierunku rozwoju tych technologii. Ten obszar znajdzie swoje odzwierciedlenie w opracowywanej Strategii Rozwoju Województwa Małopolskiego do 2030 r.

W1. Województwo Małopolskie nie posiada wyodrębnionej Strategii dedykowanej *stricte* rozwojowi *dual-use*. Zważając jednak na dynamiczne zmiany geopolityczne, trwają prace nad aktualizacją obecnej Strategii Województwa Małopolskiego, które powinny zakończyć się w pierwszym półroczu 2026 r. Zapisy zaktualizowanej SWM obejmują kwestie obnoszące się do szeroko pojętego bezpieczeństwa i gotowości w jego zapewnieniu. Stanowią one kluczowe wyzwania dla Małopolski w wymiarze gospodarczym i zarządzania. W celu sprostania tymże wyzwaniom w aktualizowanym dokumencie wyodrębniono katalog konkretnych działań w tym zakresie tj.:

- podnoszenie świadomości w zakresie bezpieczeństwa;
- wzmocnienie systemów cyberbezpieczeństwa;
- wzmocnienie służb odpowiedzialnych za bezpieczeństwo i ratownictwo.

Ponadto dokumentem potwierdzającym ukierunkowanie w zastosowania *dual-use* w Małopolsce ma być zmieniany, obecnie wdrażany Program Regionalny FEM, którego spodziewana aktualizacja powinna być powiązana z wdrożeniem interwencji wspierającej *dual-use*.

W7. Miasto pracuje nad strategią rozwoju miasta do 2050, prace są prowadzone łącznie z planem Ogólnym. Po zmianach ustaw, Strategia ma inną moc, zawiera model funkcjonalno-przestrzenny, a *dual-use* już zafunkcjonował. Miasto myśli strategicznie, z ambicjami budowy metra – metro nie tylko jako środek transportu, ale również jako schron (brak jest przepisów precyzujących parametry metra – schronu). W pracach nad strategią silosy zostały przełamane. UMK pracował nad strategią horyzontalnie, integrując szereg interesariuszy. Rozmawiano o SPACE CITY i MEDICINE CITY. Podczas konferencji TECH ON podpisana została deklaracja (Miasto i 11 instytucji) współpracy o rozwoju w obszarach strategicznych interwencji, np. obszar Nowej Huty przeznaczony pod nowe technologie. Możliwość zaproszenie do Krakowa Europejskiej Agencji Kosmicznej.

W pracach Grupy Roboczej GOSPODARKA podniesiono temat MEDICINE CITY, wsparcia wykorzystania szpitali (obecnego potencjału) i łączenie go z uniwersytetami i nowymi technologiami. Jest wiele ośrodków, które wyprzedzają standardowe rozwiązania, co zostało podniesione w strategii. ICT i cyberbezpieczeństwo – duży nacisk na digitalizację. Wszystkie te zjawiska poddawane są analizie wielokryterialnej tak, aby władzom miejskim zapewniać background. Konieczność zdefiniowania określonych parametrów uzasadniających podejmowane działania w mieście.

W1. Sektory gospodarki regionu mające największy potencjał w zakresie rozwoju technologii *dual-use*:

I. Sektor usługowy – innowacyjność, badania i rozwój, nauka, zdrowie

- Sieć Badawcza Łukasiewicz, która rozpoczęła dwa strategiczne projekty badawczo-rozwojowe, które mają wzmocnić suwerenność Polski w produkcji amunicji. Związane są z opracowaniem krajowych technologii wytwarzania nitrocelulozy i nitroguanidyny – substancji niezbędnych do produkcji prochów wielobazowych i paliw rakietowych, które stanowią podstawę nowoczesnej amunicji. Planowane rezultaty pozwolą obniżyć koszty jednostkowe produkcji amunicji oraz uniezależnić polski przemysł obronny od dostaw surowców i technologii z zagranicy. Wynikami projektów Łukasiewicza jest zainteresowana Grupa Azoty, która od listopada 2024 roku realizuje działania w kierunku budowy instalacji nitrocelulozy, a także zamierza rozwijać technologię otrzymywania nitroguanidyny. Pod koniec 2024 r. Grupa Azoty i Sieć Badawcza Łukasiewicz podpisały list intencyjny dotyczący m.in. współpracy w zakresie obronności i bezpieczeństwa państwa.
- Centra oprogramowania: obecność przedsiębiorstw takich jak Motorola Solutions Systems Polska Sp. z o.o. – przedsiębiorstwo to jest globalnym liderem w dziedzinie bezpieczeństwa publicznego i ochrony przedsiębiorstw.
- Technologie kosmiczne, które oferują zakres zastosowań, obejmujących takie obszary jak:
 - rolnictwo, żywność, leśnictwo, rybołówstwo;
 - ochrona środowiska;
 - klimat, pogoda i energia;
 - obrona cywilna;
 - turystyka;
 - dziedzictwo kulturowe.

- Usługi zdrowotne i infrastruktura ochrony zdrowia – w Małopolsce usługi zdrowotne obejmują szeroki zakres opieki, od podstawowej opieki zdrowotnej (POZ) i opieki koordynowanej, po specjalistyczne szpitale (ogólnopolskie, wojewódzkie, powiatowe, resortowe) i rehabilitację. Pacjenci mogą również korzystać z opieki nocnej i świątecznej oraz leczenia uzdrowiskowego. Województwo posiada 114 szpitali, co stanowi 9,04% wszystkich szpitali w Polsce.
- Nauka – w regionie mamy 26 uczelni wyższych.

II. Sektor przemysłowy – chemiczny, elektromaszynowy, górniczy i motoryzacyjny

Przemysł elektromaszynowy i motoryzacyjny:

Dominującym obszarem działalności w zakresie przemysłu elektromaszynowego w Małopolsce jest naprawa, konserwacja i instalacja maszyn i urządzeń oraz produkcja maszyn i urządzeń elektrycznych oraz ich części, a także pojazdów nieszynowych i ich akcesoriów. Natomiast w zakresie nowoczesnych technologii i innowacji w małopolskim przemyśle elektromaszynowym, dominują:

- Rozwój technologii związanych z inżynierią medyczną (sztuczne narządy, sprzęt diagnostyczny);
- Produkcja nowoczesnych maszyn dla sektora rolnego i leśnego;
- Rozwój sensorów (fizycznych, chemicznych, biosensorów) i sieci sensorowych;
- Inteligentne tekstylia i elektronika osobista;
- Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych;
- Optoelektronika, systemy optyczne i ogniwa słoneczne trzeciej generacji.

Przemysł elektromaszynowy w Małopolsce to dynamicznie rozwijająca się gałąź gospodarki, która odgrywa ważną rolę w eksporcie, generując miliardy euro. Małopolska posiada silny potencjał w takich obszarach jak: naprawa, konserwacja i instalacja maszyn, produkcja specjalistycznych maszyn, urządzeń (w tym medycznych), systemów transportowych i elektronicznych oraz rozwój nowoczesnych technologii (np. sensory, robotyka, optoelektronika). W Małopolsce działają podmioty, które są częścią klastrów przemysłowych i jednostek badawczo-rozwojowych, takich jak Tarnowski Klaster Przemysłowy S.A., Instytut Zaawansowanych Technologii Wytwarzania i Centrum Badawczo-Rozwojowe Zakładów Mechanicznych Tarnów S.A., w którym odbywa się produkcja broni. Dodatkowo Krakowski Okręg Przemysłowy, obejmujący podmioty takie jak: Krakowska Fabryka Kabli, Krakowska Fabryka Aparatów Pomiarowych oraz Zakłady Materiałów Izolacyjnych w Zabierzowie oraz

przedsiębiorstwa produkujące kable: Zakład Kabli Przewodów Elektrycznych Telefonika S.A., jak i grupa Valeo (Skawina, Chrzanów, Trzebinia) produkująca części, podzespoły samochodowe.

W Wadowicach od ponad 60 lat działa przedsiębiorstwo PONAR S.A ze swoim Centrum B+R, która jest największym w Polsce producentem elementów i układy hydraulicznych, a jej produkcja trafia zarówno na rynek cywilny i wojskowy. PONAR wykorzystuje doświadczenie w górnictwie w zastosowaniu przy produkcji sprzętu wojskowego. Organizacja znalazła elementy wspólne oraz analogie pomiędzy sprzętem górniczym a obronnym, ponadto jest przygotowana na przyjęcie części pracowników kopalń.

Przemysł chemiczny:

To kolejny kluczowy sektor gospodarki Małopolski, dzięki któremu prężnie działa produkcja: chemikaliów i wyrobów chemicznych; nawozów sztucznych i środków ochrony roślin; tworzyw sztucznych i wyrobów z gumy; przemysł petrochemiczny; produkcja kosmetyków, leków i innych produktów chemii specjalistycznej.

Głównymi ośrodkami w zakresie przemysłu chemicznego w Małopolsce są:

- Tarnów, który jest kluczowym ośrodkiem w ramach Grupy Azoty, jednego z największych w Polsce producentów chemikaliów i nawozów, a zarazem producentem materiałów wybuchowych;
- Oświęcim, jako kolejny ważny ośrodek produkcji chemicznej;
- Alwernia posiadająca zakłady chemiczne, które po restrukturyzacji stały się jednymi z największych w regionie, produkując m.in. półfabrykaty dla przemysłu szklarskiego i mydlarskiego;
- Skawina, kolejny ośrodek przemysłu chemicznego;
- Trzebinia z Rafinerią.

Przemysł spożywczy i drzewny:

Są to tradycyjne gałęzie gospodarki regionu. Oprogramowanie do kontroli procesów produkcyjnych czy systemy zarządzania łańcuchem dostaw mogą mieć potencjalne zastosowanie do sterowania systemami wojskowymi, natomiast obiekty infrastruktury przemysłu spożywczego (np. nowoczesne fabryki) mogą zostać zaadaptowane do celów wojskowych, stąd ich strategiczne znaczenie.

Blok tematyczny nr 2. *Ekosystem innowacji dual-use w województwie małopolskim*

W1. Zgodnie z dostępnymi danymi GUS na koniec 2023 r. działalność B+R prowadziło w Małopolsce 790 podmiotów (dane za 2024 będą opublikowane 27 grudnia 2025 r.), co stanowiło 10,5% puli krajowej. W sektorze przedsiębiorstw było ich 732 (także 10,5%). Wyższy wynik odnotowano jedynie w województwie mazowieckim, z czego 22 podmioty posiadają status instytucji naukowej.

Edukacja:

- Akademia Górniczo-Hutnicza, w której rozpoczął działalność pierwszy w Polsce, i jeden z nielicznych w Europie, **Wydział Technologii Kosmicznych**. To osiemnasty wydział uczelni, który będzie kształcił w dynamicznie rozwijającym się sektorze kosmicznym. Nowy wydział oferuje studia magisterskie na kierunku Space Technologies. Program studiów uwzględnia trzy specjalizacje: Upstream – technologie wysyłane w przestrzeń kosmiczną (satelity, systemy rakietowe); Downstream – przetwarzanie i wykorzystanie danych satelitarnych; Biomedical – wpływ warunków kosmicznych na organizm człowieka oraz systemy podtrzymania życia w kosmosie.
- Uniwersytet Jagielloński w odpowiedzi na dwa światowe nurty, uruchomił program **International Security and Development**. ISAD ma na celu sprzyjanie kreatywnemu myśleniu o złożonych problemach globalnego bezpieczeństwa i rozwoju; Wydział Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii oferuje studia na kierunku biotechnologia.
- Uniwersytet Andrzeja Frycza Modrzewskiego w Krakowie oraz Politechnika Krakowska: uruchomiono kierunek **Cyberbezpieczeństwo**, który jest silnie powiązany z aktualnymi potrzebami rynku pracy. Specjaliści ds. cyberbezpieczeństwa są obecnie w czołówce najbardziej pożądaných zawodów zarówno w kraju jak i na świecie.
- Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja (URK): **Wydział Biotechnologii i Ogrodnictwa**, którego podstawowym zadaniem jest kształcenie w zakresie biotechnologii roślin, nowoczesnej technologii produkcji ogrodniczej, roślin leczniczych i prozdrowotnych, sztuki ogrodowej oraz winogrodnictwa i enologii.

Centra badawczo rozwojowe Małopolski:

Zgodnie z wykazem Ministra Rozwoju i Technologii 8 małopolskich podmiotów posiada status centrum badawczo-rozwojowego, który ma szczególne znaczenie w kontekście potencjału mogącego przysłużyć się rozwojowi *dual-use*. Jest to:

- ABC Colorex sp. z o.o.;
- EC Engineering Sp. z o.o.;
- ELPLC S.A.;
- EXA22 Sp. z o.o.;
- MIDERO S.A.;
- Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Górnictwa Surowców Chemicznych "CHEMKOP" Sp. z o.o.;
- Selvita S.A.;
- Ryvu Therapeutics Spółka Akcyjna.

Małopolskie ośrodki badawcze:

- Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS Uniwersytetu Jagiellońskiego. Synchrotron SOLARIS jest obecnie największym w Polsce urządzeniem pracującym w trybie otwartego dostępu i umożliwiającym prowadzenie badań naukowych.
- Centrum Cyklotronowe Bronowice. Centrum stanowi dział Instytutu Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk w Krakowie. Oferuje wykorzystanie wiązek protonowych z cyklotronu dla przedsiębiorstw komercyjnych do badań własności nowych materiałów, substancji biologicznych, detektorów stosowanych w medycynie, technice i fizyce oraz odporności elektroniki na promieniowanie, w tym promieniowanie kosmiczne. Jednostka zajmuje się zastosowaniem cyklotronu w badaniach naukowych oraz we współpracy z jednostkami medycznymi.

Ważnym zwornikiem dla przedsiębiorstw innowacyjnych, opierających model biznesowy na przyszłościowych rozwiązaniach przemysłowych jest działający przy KPT hub4industry – European Digital Innovation Hub. Ponadto potężne działy B+R mają w regionie takie podmioty jak: ABB, Motorola, Google, Shell, Medtronic, Astor, Valeo, IBM, InPost, Comarch itd.

Innowacje medyczne:

Małopolska jest ważnym ośrodkiem innowacji medycznych w Polsce, z dynamicznie rozwijającym się ekosystemem startupów, klastrów technologicznych i ośrodków badawczych, które koncentrują się na nowoczesnej diagnostyce, terapii oraz rozwiązaniach z zakresu cyfrowego zdrowia (Digital Health). Wśród Innowacji Medycznych w Małopolsce należy wymienić kilka szandarowych przykładów tj., np.:

- Nowoczesna diagnostyka i terapia – w regionie prowadzone są unikalne w skali kraju badania genetycznych przyczyn związanych z niedoborami czynników krzepnięcia krwi oraz predyspozycjami do zakrzepic;
- Rozwiązania cyfrowe (Digital Health) – małopolskie startupy rozwijają technologie wykorzystujące sztuczną inteligencję (AI) oraz uczenie maszynowe (Machine Learning) do analizy danych medycznych i tworzenia nowych rozwiązań;
- Innowacyjne wyroby medyczne – przedsiębiorstwa z regionu, takie jak Biocam, CreoTech Instruments czy Sidly (działające przy wsparciu funduszy europejskich), rozwijają przełomowe wynalazki, np. kapsułki endoskopowe czy systemy telemedyczne;
- Nowe technologie terapeutyczne – naukowcy z Politechniki Krakowskiej pracują nad innowacyjnymi metodami podawania leków, np. lakierem do paznokci zamiast tabletek.

Ekosystem innowacji medycznych w Małopolsce dynamicznie się rozwija, przyciągając naukowców, przedsiębiorców i inwestorów, co pozycjonuje region jako jednego z liderów w dziedzinie biotechnologii i medtech w Polsce i Europie Środkowej.

Kolejnym bardzo istotnym przedsięwzięciem w tym obszarze jest powołana do życia przez Województwo Małopolskie: Platforma Zdrowe Społeczeństwo, która **łączy w sobie wszystkie dziedziny inteligentnej specjalizacji „Nauki o Życiu” oraz wybrane dziedziny specjalizacji „Technologie informatyczne i komunikacyjne” oraz „Chemia”**. Zarządzanie i animacja Platformą Zdrowe Społeczeństwo obejmuje organizację współpracy i wspieranie działalności badawczo-rozwojowej, innowacyjnej i przedsiębiorczej, realizowanej w łańcuchach innowacji, których celem jest rozwój i wprowadzenie na rynek (wdrożenie), technologii, produktów i usług mających na celu poprawę zdrowia i jakości życia ludzi i zwierząt. W tym kontekście Platforma jest synonimem ekosystemu innowacji. Współpraca w ramach Platformy Zdrowe Społeczeństwo realizowana będzie poprzez **Grupy Tematyczne (Special Interest Groups – SIG)**, które koncentrują się na interdyscyplinarnych zagadnieniach, skupiających interesariuszy z różnych sektorów, zainteresowanych współpracą w celu osiągnięcia swoich indywidualnych celów. Operatorem platformy jest Klaster LifeScience Kraków.

Strefy inwestycyjne:

- Strefa Aktywności Gospodarczej w Książu Wielkim jako nowy obszar dla aktywności w WM;
- Tarnowska Strefa Aktywności + Kraków jako szczególny potencjał do rozbudowy obszaru *Security i dual-use*;

- Małopolska zachodnia (Alwernia, Babice, Chrzanów, Libiąż i Trzebinia).

Technologie kosmiczne:

Obszar ten jest aktualnie jednym z najdynamiczniej rozwijających się obszarów małopolskiej gospodarki.

- Przy samorządzie Województwa Małopolskiego działa Małopolska Rada ds. Sektora Kosmicznego, której ideą powołania było przekonanie o konieczności rozwijania regionalnej polityki gospodarczej w zakresie wsparcia sektora kosmicznego.
- Od 8 sierpnia 2022 roku Województwo Małopolskie dołączyło do Stowarzyszenia Sieć Regionów Europejskich wykorzystujących Technologie Kosmiczne NEREUS w roli pełnoprawnego członka. Stowarzyszenie jest jedyną w Europie siecią tematyczną, która reprezentuje interesy europejskich regionów wykorzystujących technologie kosmiczne. Kluczową rolą Stowarzyszenia jest badanie korzyści płynących z technologii kosmicznych dla regionów europejskich i ich obywateli, a także promowanie wykorzystania przestrzeni kosmicznej i jej zastosowań. NEREUS swoją działalność prowadzi jako międzynarodowe stowarzyszenie typu non-profit, które finansowane jest wyłącznie z rocznych składek.

W Krakowie działa kilkanaście podmiotów związanych z sektorem kosmicznym, głównie w obszarze przetwarzania danych satelitarnych.

Ośrodki Innowacji i Współpracy w zakresie zdrowia:

- Klaster LifeScience Kraków, który pełni rolę krajowego klastra kluczowego, stanowiąc platformę współpracy między nauką, biznesem a placówkami medycznymi w celu rozwijania innowacji w dziedzinie nauk o życiu;
- Jagiellońskie Centrum Innowacji (JCI), które oferuje specjalistyczne powierzchnie laboratoryjne w Parku Life Science, wsparcie merytoryczne i realizuje usługi kontraktowe. Prowadzi także Centrum Badań Klinicznych;
- Krakowskie Centrum Badań i Technologii Medycznych przy Szpitalu Specjalistycznym im. Jana Pawła II, które zajmuje się innowacyjnymi technologiami analitycznymi i nowoczesnymi badaniami;
- Regionalny Ośrodek Polityki Społecznej w Krakowie, który realizuje projekty, takie jak Małopolski Inkubator Innowacji Społecznych, w ramach którego powstają rozwiązania wspierające osoby zależne i starsze;

- Krakowski Park Technologiczny (KPT), który wspiera startupy, w tym te z obszaru HealthTech, poprzez programy akceleracyjne.

W4. MARR S.A. jest instytucją o złożonym modelu funkcjonowania wynikającym z jej dualnego charakteru organizacyjnego. Z jednej strony głównym akcjonariuszem Spółki pozostaje Województwo Małopolskie, natomiast z drugiej – MARR S.A. działa jako spółka prawa handlowego, co wiąże się z koniecznością stosowania zasad i mechanizmów właściwych dla podmiotów funkcjonujących w warunkach rynkowych. Taka konstrukcja pozwala na realizację zadań mających charakter publiczny przy zachowaniu elastyczności operacyjnej, choć w niektórych obszarach może również generować dodatkowe ograniczenia formalne i organizacyjne.

Spółka posiada znaczący dorobek w obszarze wspierania przedsiębiorczości oraz w realizacji projektów obejmujących transfer wiedzy pomiędzy środowiskami naukowymi a sektorem gospodarczym. Do przykładów działań o potwierdzonej skuteczności należy m.in. program staży naukowców w małopolskich przedsiębiorstwach. Wykorzystując zgromadzone zasoby i kompetencje, MARR S.A. opracowała koncepcję powołania Centrum Technologii Przełomowych, które odpowiada na aktualne potrzeby regionalnego ekosystemu innowacji.

Doświadczenia Spółki wskazują jednocześnie na utrzymywanie się istotnych barier we współpracy między środowiskiem naukowym a gospodarką. Pomimo rosnącej roli badań aplikacyjnych, obowiązujące na uczelniach procedury administracyjne i regulacyjne – często złożone i czasochłonne – nie sprzyjają sprawnemu nawiązywaniu współpracy ani dynamicznemu procesowi tworzenia i wdrażania nowych technologii. W konsekwencji ograniczona pozostaje skuteczność procesów komercjalizacji wyników badań, w szczególności w zakresie ochrony i zarządzania prawami własności intelektualnej (IPR).

Na podkreślenie zasługuje również brak systemowych mechanizmów motywacyjnych po stronie uczelni, które stymulowałyby pracowników naukowych do podejmowania aktywnej współpracy z sektorem przemysłowym. Obecnie funkcjonujące modele oceny dorobku akademickiego w niewielkim stopniu uwzględniają aktywność wdrożeniową, co ogranicza potencjał rozwoju relacji nauka – biznes oraz spowalnia proces transferu technologii w regionie.

W2. Współpraca MŚP z uczelniami – projekt SPIN doczekał się dwóch edycji, trzeciej nie będzie. Opór jest po obu stronach. Przedsiębiorstwa potrzebują szybkiej współpracy – rynek nie poczeka.

W1. Problem leży w zakresie współpracy przedsiębiorczość – uczelnie, ponieważ uczelnie nie są zainteresowane pomocą dla drobnych przedsiębiorców. Nie posiadają takiego potencjału infrastrukturalnego aby wesprzeć każdego kto wsparcia potrzebuje. Przedsiębiorcy potrzebują konkretnego wsparcia, w szczególności w zakresie umiędzynarodowienia, zapraszania czy informacji o wydarzeniach, które wpływają na internacjonalizację.

Obecnie trwa zmiana priorytetów w obowiązującym Programie Regionalnym FEM. Zgodnie z decyzją KE zmiany dotyczą przekierowania środków finansowych na obronność m.in. poprzez wsparcie *dual-use*.

Ponadto należy mieć na uwadze obecny mechanizm tzw. Polskiej Strefy Inwestycji, który został wprowadzony w 2018 r. jako instrument wsparcia dla inwestorów i docelowo ma zastąpić dotychczasowe Specjalne Strefy Ekonomiczne. Program umożliwia przedsiębiorstwom realizującym nowe inwestycje na terenie całej Polski uzyskanie zwolnienia z podatku dochodowego (CIT/PIT) na okres do 15 lat, w wysokości nawet do 70% wartości planowanej inwestycji. Wysokość ulgi podatkowej uzależniona jest m.in. od jej lokalizacji oraz wielkości poniesionych kosztów. Od lipca 2025 r. funkcjonują nowe regulacje w programie Polska Strefa Inwestycji. Przyjęta przez rząd nowelizacja przepisów pozwala objąć wsparciem publicznym przedsiębiorstwa działające w sektorze obronnym i produkujące m.in. broń, amunicję oraz materiały wybuchowe. Przedsiębiorcy mogą teraz ubiegać się o wsparcie państwowe w postaci ulg podatkowych sięgających od 40 do nawet 60 proc. wartości nakładów inwestycyjnych. Wcześniej sektor zbrojeniowy był wyłączony z takiej możliwości – nie obejmował go program Polskiej Strefy Inwestycji. W kolejnej perspektywie finansowej UE 2028-2034 priorytetem będzie bezpieczeństwo, w tym obronność i cyberbezpieczeństwo.

W3. Brak systemowego motywowania pracowników naukowych to poważny problem. Chodzi o system przyznawania punktów za komercjalizację. Obserwujemy inne zjawisko omijania systemu. W wielu projektach publicznych, w których przedsiębiorcy tworzą własne projekty B+R (bez udziału uczelni) a w składzie zespołu są pracownicy z doświadczeniem/potencjałem naukowym.

W6. Poziom świadomości technicznej przedsiębiorstw w Polsce jest niski. Dostępność środków publicznych dla przedsiębiorstw na innowacje znacząco wpływa na popyt na współpracę z naukowcami. Niejednokrotnie pracownicy naukowcy nie są w stanie odpowiedzieć na potrzebę przedsiębiorcy, który nie wie czego tak naprawdę potrzebuje.

Największy potencjał woj. małopolskiego to proces kastomizacji, jest w woj. imperatyw młodego pokolenia, trzeba to wykorzystać, aby wykorzystać technologie. Technologii się nie wymyśla, technologie się rozwija. Mając na uwadze potencjał akademicki Małopolski, jest możliwość tworzenia rozwiązań kastomizowanych na zamówienie. Tworzenie nowych funkcjonalności, nowych rozwiązań to jest siła Małopolski.

W2. W badaniach 2 lata temu 5,9% małopolskich przedsiębiorców deklarowało wykorzystanie AI w swoim przedsiębiorstwie. Wykorzystywane są bardzo proste mechanizmy usprawniające produkcję.

W6. Modele sztucznej inteligencji w systemach produkcyjnych muszą być osadzone w strukturze przedsiębiorstwa. Często poza prostym internetem nie ma w przedsiębiorstwie narzędzi, ekosystemu softwarowego. W tym zakresie jest jeszcze bardzo dużo do zrobienia.

W5. Polscy producenci rozwiązań *dual-use*, zwłaszcza dronów, ale także innych rozwiązań kategorii *dual-use*, zmagają się z ograniczeniami legislacyjnymi dotyczącymi informacji niejawnych. Jest to czynnik, który istotnie ogranicza rozwój technologii podwójnego zastosowania w Polsce. Polska Izba Systemów Bezzałogowych lobbuje na rzecz zmiany przepisów w taki sposób, by rozróżniać „duże” i „małe” *dual-use* – producentów o dużych zasobach, którzy są w stanie spełnić wyśrubowane wymagania wojskowych agencji oraz producentów z sektora MŚP. Dzięki takiemu podziałowi, zdaniem PISB, mikro-, mali i średni przedsiębiorcy, dysponujący ograniczonymi zasobami, byłiby objęci tylko niezbędnymi wymaganiami dotyczącymi poufności, w odróżnieniu od dużych przedsiębiorstw. Niestety na razie nic nie wskazuje, że podjęte zostaną takie prace legislacyjne.

Bez względu na sytuację prawną postuluję jednak, żeby przy analizie potencjału Małopolski w zakresie technologii *dual-use* przyjąć strategię „nisko wiszącego owocu”. Najwięcej zyskamy, gdy na potencjał regionu będziemy patrzeć przez pryzmat rozwiązań, które można wdrożyć do masowego wykorzystania jak najszybciej i przy możliwie najniższych nakładach.

Kolejny aspekt, który uważam za krytyczny to zaangażowanie służb wojskowych w wymianę informacji dotyczących popytu. Obecne przepisy zabraniają wojskowym udzielania informacji dotyczących zapotrzebowania czy też wyzwań, na które odpowiedzią byłyby technologie *dual-use*. Jednak z perspektywy przedsiębiorcy ocena popytu jest krytycznym etapem opracowywania nowego produktu. Pamiętajmy, że wiele wynalazków „umiera” z uwagi na brak zdiagnozowanego popytu lub niewłaściwą jego ocenę.

W3. Ważna jest proliferacja zagrożeń, czyli zastosowaniem rzeczy, usług, które mają zastosowanie w cywilu do zastosowania wojskowego czy nawet terrorystycznego. Analiza produktów o „podwójnym dnie” komercjalizacyjnym, czy produkty nabywane z zupełnie innym przeznaczeniem.

W9. Jeśli chodzi o ekosystem innowacji w Małopolsce należy go rozpatrywać w warstwie administracyjno-urzędowej i instytucjonalnej. Warstwa administracyjna dotyczy pozostających w dyspozycji władz regionalnych środków na innowacje. W obecnej perspektywie – zgodnie z linią demarkacyjną – główne strumienie środków wspierających innowacje pozostają w ramach programów ogólnopolskich.

W warstwie instytucjonalnej podejmowane na poziomie regionalnym inicjatywy innowacyjne (głównie przez UMWM) dotyczą inicjatyw startupowych i programów akceleryacyjnych (edukacyjnych i popularyzatorskich). Urząd Miasta Krakowa nie prowadzi polityki innowacyjnej, nie ma w tym zakresie systematycznych działań, brak tematów z *dual-use* i obronnością. Sieć Badawcza Łukasiewicz, Instytut Budownictwa podejmuje działania w *dual-use*, AGH podejmuje bardzo aktywne działania w obszarze obronności. KPT sp. z o.o. realizuje projekt DIANA.

- DIANA – inicjatywa międzynarodowa, programu NATO. Skala i rozmiar myślenia są znacznie szersze. Nie mają charakteru regionalnego.
- FORT KRAKÓW – inicjatywa uzupełniająca DIANĘ, uzupełnienie programu zainicjowane przez KPT i AGH. Marka FORT KRAKÓW to marka parasolowa dla inicjatyw KPT i AGH.

Warto zwrócić uwagę na biurokrację, która ogranicza i paraliżuje systemowe instrumenty wsparcia innowacyjnego zwłaszcza w obszarze obronności. Strona wojskowa jest zainteresowana i otwarta na współpracę, ale ograniczeniem są zdolności operacyjne.

Potencjał regionu jest niewystarczający dla Małopolski, a obronność jest wyzwaniem ponadregionalnym, wymaga zaangażowania i współpracy z innymi regionami. Konieczne jest myślenie w skali całego kraju.

W kategorii obronność/defense, konieczna jest refleksja w trzech kategoriach:

1. Czy powstają w Polsce ciekawe/nowe technologie? Za dużo w Polsce mówi się o nowych technologiach. Następuje sprowadzenie innowacyjności do wynalazczości, a ważna jest adaptacja technologii – w tym zakresie mamy problem. Przedsiębiorcy nie wykorzystują robotyki, która jest dostępna. Ważne jest rozpatrywanie z poziomu przedsiębiorstwa i unowocześnienia produkcji.

Wojsko korzysta z nowych technologii, podejmuje drobne wyzwania, a tempo adaptacji technologii jest niewystarczające np. rozpoznawanie obrazu.

Nie jest to prerogatywa władz miejskich, regionalnych. To powinna być duża polityka wspierania innowacji.

2. Odporność państwa – ma charakter regionalny, to przygotowanie fabryk na okres zimnej wojny i przekalibrowania się na produkcję np. wojenną, przygotowanie na zmianę/zerwanie łańcuchów dostaw. Przedsiębiorstwa mają zdolność adaptacji, ale to jest obszar, który powinien być przedmiotem polityki regionalnej. Ważne jest przygotowanie się do myślenia o obronności, pozyskanie licencji i przetestowanie możliwości na rzecz polityki obronnej, np. sektor automotive w Niemczech tj. fabryki samochodów produkują drzwi do czołgów.

3. Obronność cywilna – przygotowanie na ataki cywilne np. wysadzenie torów, ataki na wodociągi, elektrociepłownię, lotniska. Czy mamy jakąkolwiek zdolność obserwacji takich obiektów? Transfer środków publicznych w kierunku obronności to możliwość realizacji zadań i procedur związanych bezpieczeństwem np. zapewnienie łączności, ataki terrorystyczne.

Zadaniem władz regionalnych w tym zakresie jest stworzenie warunków wspierania i rozwoju *dual-use*, w tym pozyskiwanie inwestorów zagranicznych chcących inwestować w Małopolsce, w tym w sektorze obronności.

Czy jest potencjał lokalny na rynek obronności? Nie, wyposażenie kupuje konkretna wyspecjalizowana instytucja, która kupuje doraźnie na zapotrzebowanie, ale oczekuje gotowości na wypadek wzrostu zapotrzebowania. To działania punktowe, elitarne, bardzo wąskie, konieczna jest transformacja gospodarki i zmiany, które mają mieć charakter ilościowy.

Blok tematyczny nr 3. Kontekst geopolityczny i regulacyjny dual-use

W8. Na przestrzeni 2026 roku, jako FORT Kraków DIANA Accelerator Poland uruchomimy programy wsparcia FORT dla polskich innowatorów sektora obronnego i *dual-use* (akceleracja polskich przedsiębiorstw na wzór NATO DIANA; programy wsparcia w inkubacji zespołów akademickich i studenckich). Jesteśmy hubem ogólnopolskim, niemniej jesteśmy otwarci na działanie z lokalnymi partnerami ekosystemowymi z Krakowa i Małopolski.

Na tym etapie musimy przede wszystkim rozpoznać istniejące zasoby w ekosystemie. Z jednej strony działamy z MON, aby zgromadzić najbardziej aktywnych interesariuszy odpowiedzialnych za konkretne obszary wojskowe. Z drugiej potrzebujemy mieć świadomość jakie zespoły innowatorów o potencjale *dual-use* działają w lokalnym ekosystemie (którzy mogliby być potencjalnymi uczestnikami naszych programów).

Przykładowo, jeśli będziemy wiedzieli, że ze strony Klaster LifeScience Kraków możemy zgromadzić kilkanaście spółek i zespołów, które będą partnerami do rozmowy dla Wojskowego Instytutu Medycznego i innych osób odpowiedzialnych za zdrowie i medycynę pola walki w SZ RP, to daje to już pewien konkret. Taki zasób pozwala rozpocząć rozmowy z Departamentem Innowacji MON nad formatem, który mógłby połączyć środowisko biznesowo-akademickie z wojskowym w tym konkretnym obszarze.

Rok 2026 to będzie czas pilotaży, więc przy wyborze motywów naszych programów będziemy szukali obszarów, które maksymalizują jednocześnie te trzy elementy:

1. Priorytet danej potrzeby dla sił zbrojnych.
2. Liczba dostępnych zespołów z rozwiązaniami oraz ich dojrzałość.
3. Zaangażowanie i gotowość do działania po stronie wojskowej i cywilnej w danym obszarze.

Blok tematyczny nr 4. Przyszłość technologii dual-use w województwie małopolskim

W1. Zważając na olbrzymi potencjał regionu i najważniejsze obszary przemysłu, Małopolska ma potencjał do stania się liderem technologii podwójnego zastosowania w obszarze biotechnologii, chemii, B+R i technologii kosmicznych.

Kluczowe technologie *dual-use* w perspektywie 5–10 lat w Małopolsce to:

- sztuczna inteligencja (AI);
- systemy bezzałogowe (drony);
- technologie informacyjno-komunikacyjne (telekomunikacja, cyberbezpieczeństwo, szyfrowanie);

- inżynieria materiałowa (np. materiały wybuchowe);
- technologie kosmiczne (GPS, satelity);
- rozwiązania z obszarów automatyki, robotyki i informatyki.

Rozpatrując scenariusze rozwoju regionalnego należy zapewnić systematyczne monitorowanie i zmiany w dokumentach strategicznych regionu, w tym przede wszystkim w RSI WM.

4. Wnioski i rekomendacje (SWOT)

4.1. Wnioski z panelu

1. Małopolska ma bardzo duży i rosnący potencjał do wykorzystania w zakresie *dual-use* (technologii, produktów/usług, procesów/systemów, badań/innowacji). Wynika on z posiadania wielu uczelni i z dostępu do zdolnych, młodych i wysoko wykształconych absolwentów małopolskich uczelni.
2. Obronność jest wyzwaniem ponadregionalnym, wymaga zaangażowania i współpracy z innymi regionami. Konieczne jest myślenie w skali całego kraju.
3. Największy potencjał woj. małopolskiego to proces kastomizacji.
4. Sektory gospodarki regionu mające największy potencjał w zakresie rozwoju technologii *dual-use*: sektor usługowy – innowacyjność, badania i rozwój, nauka, zdrowie; sektor przemysłowy-chemiczny, elektromaszynowy, górniczy i motoryzacyjny.
5. Działający w Małopolsce FORT Kraków DIANA Accelerator Poland oferuje programy wsparcia FORT dla polskich innowatorów sektora obronnego i *dual-use* (akceleracja polskich przedsiębiorstw na wzór NATO DIANA; programy wsparcia w inkubacji zespołów akademickich i studenckich). Hub ogólnopolski, otwarty na działanie z lokalnymi partnerami ekosystemowymi z Krakowa i Małopolski.
6. Małopolscy przedsiębiorcy w Bazie przedsiębiorców – Portalu Przedsiębiorcy Sektora Obronnego, czyli portalu Ministerstwa Rozwoju i Technologii. Baza jest przedsięwzięciem niekomercyjnym. Podstawowym celem bazy jest promocja polskich przedsiębiorców sektora obronnego za granicą.

Do Bazy wpisało się już **216** przedsiębiorców (ostatni wpis w dniu 17 listopada 2025 r.), w tym 11 z województwa małopolskiego. Należą do nich:

- **ANDROPOL S.A., Andrychów**

Sektor działalności: Segment lądowy, Inne

Sektor EDF: Innowacyjne technologie obronne, Materiały i komponenty, Walka lądowa

Rodzaje produktów/usług oferowanych/nazwa podmiotu: produkcja tkanin mundurowych, tkaniny mundurowe dla militarnych odbiorców z zagranicy, tkaniny mundurowe dla wojska polskiego, policji, straży granicznej i straży pożarnej

Przykładowe produkty/usługi: tkaniny wielofunkcyjne; tkaniny mundurowe dla wojska polskiego, policji, straży granicznej i straży pożarnej; tkaniny mundurowe dla militarnych odbiorców z zagranicy

- **Ateneum M. Kogut, A. Zegiel spółka komandytowa, Kraków**

Sektor działalności: Segment lądowy

Sektor EDF: Przetrwanie i ochrona wojsk, i mobilność, Walka lądowa

Rodzaje produktów/usług oferowanych: bariery obronne

Przykładowe produkty/usługi: HESCO BASTION MIL 7

- **BOLMA Maciej Błaż, Laskowa**

Sektor działalności: Segment morski, Segment powietrzny, Segment lądowy

Sektor EDF: Biotechnologia, czynniki ludzkie, i mobilność, Materiały i komponenty, Obrona powietrzna i przeciwrakietowa, Obrona przed bronią masowego rażenia (CBRN), Przetrwanie i ochrona wojsk, reakcja medyczna, Walka lądowa, Walka powietrzna

Rodzaje produktów/usług oferowanych: drzwi samochodowe, mocowanie zbiorników paliw, osłony tarcz hamulcowych, panel podłogi

- **DISKUS Polska sp. z o.o. / ProDevice, Wieliczka**

Sektor działalności: Segment lądowy, Elektronika

Sektor EDF: Cyber, Innowacyjne technologie obronne, Technologie przełomowe

Rodzaje produktów/usług oferowanych: cyber, cyber ochrona, deflasher, degausser, demagnetyzer nośników magnetycznych, niszcarka dysków, niszczenie danych, niszczenie

fizyczne nośników danych, niszczenie nośników danych, ochrona danych, przechowywanie danych, transport nośników danych, utylizacja sprzętu IT, zabezpieczanie danych

Przykładowe produkty/usługi: demagnetyzer dysków, degausser, niszcarka nośników danych, deflasher, walizka na nośniki danych, szafa na nośniki danych, szuflada rack na nośniki danych

▪ **Dragon Winch / Abilus Group sp. z o. o., Balice**

Sektor działalności: Segment morski, Segment powietrzny, Segment lądowy

Sektor EDF: Mobilność, Materiały i komponenty, Obrona powietrzna i przeciwrakietowa, Przetrwanie i ochrona wojsk, Walka lądowa, Walka powietrzna

Rodzaje produktów/usług oferowanych: hydrauliczne, indywidualne projekty dedykowane m.in. dla wojska, przemysłowe, przenośne i ręczne, wyciągarki elektryczne

Przykładowe produkty/usługi: seria Truck, w tym wyciągarki elektryczne o max. uciążu 30 000 lb (DWT30000HD), seria Hydra w tym wyciągarki dedykowane dla wojska o max. uciążu 66 000 lb (DWHI660HD), seria EN w tym wyciągarki elektryczne oraz hydrauliczne zgodne z normą PN EN 14492-2

▪ **Grupa Azoty Compounding sp. z o.o., Tarnów**

Sektor działalności: Inne

Sektor EDF: Materiały i komponenty

Rodzaje produktów/usług oferowanych: dobór tworzywa do konkretnych zastosowań, komercyjne usługi w zakresie specjalistycznych badań i analiz tworzyw konstrukcyjnych, produkcja modyfikowanych tworzyw sztucznych, wsparcie techniczne

Przykładowe produkty/usługi: modyfikowane odmiany tworzyw: Tarnamid (PA 6), Tarnamid A3 (PA 6.6), Tarnoprop (PP), Tarnodur A (PBT), POM C. Nowa linia zrównoważonych odmian Tarnamid PIR oraz Tarnoprop PIR, zawierających co najmniej 30% surowców z recyklingu. Branże: automotive, RTV i AGD, elektronika, budownictwo, kolejnictwo

▪ **HOMSA sp. z o.o., Kraków**

Sektor działalności: Segment morski, Segment powietrzny, Segment lądowy, Elektronika

Sektor EDF: Innowacyjne technologie obronne, Materiały i komponenty, Obrona powietrzna i przeciwrakietowa, Przestrzeń kosmiczna, Przetrwanie i ochrona wojsk, i mobilność, Sensory, Symulacje i szkolenia, Technologie przełomowe, Walka lądowa, Walka morska

Przykładowe produkty/usługi: konstrukcja kompozytowa zespołu armaty morskiej OSU – 35K, wkłady ochrony balistycznej, zbiornik paliwa AHS, komponenty kompozytowe wielu urządzeń, Video Tracker AI, drony z włókna węglowego, roboty, obudowy szczelne EMC, inne

▪ **HUSAR Winch/ Kwella sp z o.o., Jawiszowice**

Sektor działalności: Segment morski, Segment powietrzny, Segment lądowy

Sektor EDF: Materiały i komponenty, Obrona powietrzna i przeciwrakietowa, Przetrwanie i ochrona wojsk, i mobilność, Walka lądowa, Walka powietrzna

Rodzaje produktów/usług oferowanych: akcesoria, części montażowe, indywidualne projekty dla wojska i służb specjalnych, serwis, wsparcie techniczne, wyciągarki elektryczne, hydrauliczne, ręczne, przemysłowe, przenośne, ATV/UTV, łańcuchowe, do kotwic

Przykładowe produkty/usługi: wyciągarki elektryczne o uciągu od 2000 do 35000 lbs oraz hydrauliczne od 3300 do 45000 lbs, wśród modeli wyróżniają się BST S 18000, S 22000, S 26000, H 20000 – do zastosowań wojskowych oraz H 3300 do uciągu pionowego

▪ **Kloden sp. z o.o., Kraków**

Sektor działalności: Inne

Sektor EDF: Cyber, Odporność energetyczna i transformacja środowiskowa

Rodzaje produktów/usług oferowanych: consulting, executive search, recruitment, talent acquisition

▪ **Zakłady Mechaniczne „Tarnów” SA. Tarnów**

Sektor działalności: Segment morski, Segment powietrzny, Segment lądowy, Elektronika

Sektor EDF: Innowacyjne technologie obronne, Materiały i komponenty, Obrona powietrzna i przeciwrakietowa, Symulacje i szkolenia, Walka lądowa, Walka powietrzna

Rodzaje produktów/usług oferowanych: granatniki, karabinki, moździerze, systemy broni modułowej, systemy przeciwlotnicze, uzbrojenie, uzbrojenie strzeleckie

Przykładowe produkty/usługi: samopowtarzalne karabinki 5,56 mm, samopowtarzalne karabiny wyborowe 7,62 mm i 8,6 mm, karabiny wyborowe 7,62 mm, 8,6 mm i 12,7 mm, karabiny maszynowe 7,62 mm i 12,7 mm, granatniki 40 mm, moździerz 60 mm, zdalnie sterowane moduły uzbrojenia, uzbrojenie śmigłowców, systemy przeciwlotnicze 23 mm – morskie i lądowe, przeciwlotnicze systemy artyleryjsko-rakietowe, systemy kontenerowe

▪ **Zasław sp. z o.o., Andrychów**

Sektor działalności: Segment lądowy

Sektor EDF: Mobilność, Przetrwanie i ochrona wojsk

Rodzaje produktów/usług oferowanych: naczepa, naczepa specjalna, podwozie, podwozie do zabudowy, przyczepa, przyczepa centralnoosiowa, przyczepa rolnicza, przyczepa specjalna, przyczepa wojskowa, przyczepka towarowa, wywrotka, wywrotka aluminiowa, wywrotka stalowa

Przykładowe produkty/usługi: przyczepy i naczepy, w tym o zastosowaniu wojskowym

4.2. Rekomendacje

1. **Utworzenie regionalnego punktu wsparcia / helpdesku ds. eksportu i kontroli *dual-use*** – instytucji (np. w ramach Urzędu Marszałkowskiego), która pomaga firmom/uczelniom w klasyfikacji produktów, wypełnieniu wniosków, zrozumieniu procedur, zgodności z prawem UE i polskim. To obniży barierę wejścia, szczególnie dla MŚP i spin-offów.
2. **Włączenie kryteriów „compliance regulacyjnej” do oceny wniosków o dotacje / granty / wsparcie regionalne**, czyli przyznawanie punktów przewagi projektom, które mają jasno zaplanowane działania zgodności z przepisami *dual-use*; to promuje odpowiedzialne projekty.
3. **Promowanie współpracy nauki i przemysłu z uwzględnieniem *dual-use* jako potencjalnej specjalizacji regionalnej**, jeśli pozwalają na to regulacje np. budowa centrów transferu technologii, klastry, konsorcja, które łączą badania i produkcję z jednoczesnym mechanizmem kontroli.
4. **Monitorowanie zmian w prawie unijnym i krajowym oraz informowanie o nich przedsiębiorców w regionie poprzez regularne aktualizacje, szkolenia, seminaria**, żeby firmy/instytucje mogły reagować na zmiany (np. zmiany w liście *dual-use*, warunkach zezwoleń).
5. **Analiza i ocena ryzyka geopolitycznego przy projektowaniu strategii eksportowej**.

Takie podejście pozwala łączyć dwie perspektywy: **innowacja i rozwój gospodarczy** oraz **odpowiedzialność i bezpieczeństwo** – co w kontekście technologii *dual-use* jest ważne.

Tabela 4 przedstawia analizę SWOT wykorzystania potencjału *dual-use* w Małopolsce.

Tabela 4. Analiza SWOT wykorzystania potencjału *dual-use* w Małopolsce

Mocne strony	Słabe strony
▪ Silny potencjał naukowo-badawczy i innowacyjność. ▪ Otwartość na rynki zagraniczne. ▪ Innowacyjność – obecność sektora wysokich technologii, instytucji badawczo-rozwojowych, uczelni oraz innowacyjnych przedsiębiorstw. ▪ Zasoby ludzkie – duża liczba absolwentów oraz wysoki procent osób z wyższym wykształceniem. ▪ Dobra infrastruktura transportowa: na skrzyżowaniu międzynarodowych szlaków (A4, S7), rozwinięty port lotniczy w Balicach, nowy terminal cargo. ▪ Dobrze rozbudowana sieć drogowa, która w połączeniu z potencjałem lotniska i sieci kolejowej umożliwia systematyczny rozwój przedsiębiorstw w regionie. ▪ Lider ekoinnowacji: najwyższe miejsce w Polsce w Eko – indeksie Millennium – ekoinnowacje, gospodarka o obiegu zamkniętym. ▪ Obecność na targach obronnych: ponad 20 podmiotów z regionu prezentuje rozwiązania <i>dual-use</i> np. drony transportowe, roboty UGV, hydraulikę dla systemów obronnych, wspieranie Ukrainy i Polski. ▪ Przez Małopolskę przebiega główna linia kolejowa E30 (część transeuropejskiego korytarza TINA III) należąca do III Paneuropejskiego Korytarza Transportowego łączącego Niemcy, Polskę i Ukrainę. ▪ Małopolska, jako jedyna z 300 europejskich regionów może się poszczycić specjalnym wyróżnieniem Europejskiego Regionu Przedsiębiorczości 2024 za przyszłościową wizję rozwoju i wspierania przedsiębiorczości. ▪ Dogodne warunki dla rozwoju sektora high-tech, motoryzacyjnego, turystycznego i BPO, przede wszystkim dzięki występującemu w województwie wysokiemu potencjałowi naukowo-badawczemu i edukacyjnemu, w szczególności w odniesieniu do szkolnictwa wyższego, a także odpowiedniemu zapleczu naukowemu, dostępności wykwalifikowanej kadry inżynierskiej i kapitału ludzkiego oraz dogodnym warunkom naturalnym, przyrodniczym i klimatycznym.	▪ Relatywnie niskie nakłady przedsiębiorstw na B+R: mimo wzrostu udziału, dominują wydatki publiczne, a MŚP uczestniczą słabo. ▪ Zanieczyszczenie powietrza i smog: problem środowiskowy, szczególnie w sezonie grzewczym, wpływa negatywnie na zdrowie i wizerunek regionu. ▪ Słabsza komercjalizacja MŚP <i>dual-use</i>: startupy i MŚP potrzebują silniejszego wsparcia w pochyceniu tego potencjału przez niedostateczne finansowanie i wiedzę ekspercką. ▪ Złożoność regulacyjna i eksportowa: regulacje dotyczące kontroli eksportu i <i>dual-use</i> tworzą barierę dla szybkiego wejścia na rynek, szczególnie dla małych przedsiębiorstw. ▪ Rozwój gospodarczy oparty na „imitacyjnej innowacyjności” – polegającej głównie na wykorzystywaniu rozwiązań dostępnych już na rynku i stosowanych w działalności gospodarczej.

Szanse	Zagrożenia
▪ Krajowe i międzynarodowe wsparcie programowe np. Program „Wsparcie kompetencji w obszarze innowacji <i>dual-use</i>” (2025-2029) – akcelerator, venture building, sieci ekspertów wspierające rozwój i komercjalizację technologii <i>dual-use</i>. ▪ Dostęp do funduszy UE/NATO – np. NATO Innovation Fund, Krakow DIANA Accelerator. ▪ Finansowanie przez PFR i fundusze VC – dedykowane 600 mln PLN dla projektów Deep Tech o potencjale <i>dual-use</i> – kapitał i akceleracja.	▪ Globalna konkurencja – inne regiony i kraje intensywnie wspierają <i>dual-use</i> technologie, co może odciągnąć kapitał i talenty. ▪ Ryzyko regulacyjne – ekspozycja projektu <i>dual-use</i> na regulacje eksportowe i międzynarodowe ograniczenia może spowalniać rozwój przedsiębiorstw. ▪ Zależność od geopolityki – napięcia międzynarodowe mogą wpływać na dostęp do instrumentów finansowania i infrastruktury obronnej. ▪ Konkurencja inwestycyjna innych regionów: inne obszary mogą przyciągać inwestorów kosztem Małopolski, np. przez niższe koszty operacyjne.

Źródło: opracowanie własne

Bibliografia

1. Altbach Ph. (2011). *The past, present, and future of research University*, Economic and Political Weekly, APRIL 16–22, 65–73.
2. Bugaj J. (2025). *Planowanie strategiczne rozwoju uniwersytetu*. Wydawnictw Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, pozycja w druku, Kraków.
3. Cai Y. (2020). *Innovation in Innovation': A Review of Henry Etzkowitz and Chunyan Zhou, The Triple Helix: University – Industry – Government Innovation and Entrepreneurship* (Second Edition). Minerva 58(4), 651–656. <https://doi.org/10.1007/s11024-020-09418-1>
4. Cai Y., Ijaz A. (2021). *From an Entrepreneurial University to a Sustainable Entrepreneurial University: Conceptualization and Evidence in the Contexts of European University Reforms*. Higher Education Policy. <https://doi.org/10.1057/s41307-021-00243-z>
5. Clark B.R. (2005). *Sustaining Change in Universities. Continuities in Case Studies and Concepts*. The Society for Research into Higher Education & Open University Press, Mc Graw – Hill, Maid – enhead, Berkshire.
6. Clark B. (1998). *Creating Entrepreneurial Universities: Organizational Pathways of Transformation*. Oxford, UK, New York, USA: Pergamon.
7. ENISA. (2023). ENISA threat landscape 2023. www.enisa.europa.eu/publications/enisa-threat-landscape-2023
8. Etzkowitz H., Leydesdorff L. (2000). *The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university – industry – government relations*. Research Policy 29(2), 109–123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
9. Gaoming Z., Cai Y. (2020). *Conference Day 1: Triple Helix vs. Quadruple and Quintuple Helix Dialogue*. <https://events.tuni.fi/thc2020/updates-from-the-conference-sessions/conference-day-1-triple-helix-vs-quadruple-and-quintuple-helix-dialogue> [02.08.2021].
10. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. (2023). Komunikat w sprawie jakości powietrza w Polsce. <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/show/1004303>
11. Golonka M. (2020). *Kapitał ludzki w regionalnych ekosystemach innowacji*. Kraków: Wydawnictwo UEK.
12. GUS. (2023b). *Szkolnictwo wyższe w Polsce. Raport Roczny*. GUS.
13. GUS. (2023a). *Rocznik demograficzny 2023*. Warszawa: Główny Urząd Statystyczny.
14. www.gov.pl/web/rozwoj-technologia/zezwozenia-na-obrot-produktami-podwojnego-zastosowania
15. <https://ksiegowosc.infor.pl/obrot-gospodarczy/dzialalnosc-gospodarcza/4557261,Procedury-compliance-czyli-sposob-na-ograniczenie-ryzyk-w-firmie.html>
16. www.malopolska.pl/userfiles/uploads/Rozwoj%20Regionalny/Strategia%20Ma%C5%82opolska%202030/2020-12-17_Zalacznik_Strategia_SWM_2030.pdf
17. Kowalski P. (2021). *Postawy społeczne wobec nowych technologii o zastosowaniach obronnych*. Studia Strategiczne, 29(2), 45–61.
18. Leja K. (2003). *Instytucja akademicka. Strategia, Efektywność, Jakość*, Wydział i Nauk Społecznych i Humanistycznych, Seria Monografii Nr 107, Gdańsk: Gdańskie Towarzystwo Naukowe.
19. Leydesdorff L., Woo Park H., Lengyel B. (2014). *A routine for measuring synergy in university – industry – government relations: mutual information as a Triple – Helix and Quadruple – Helix indicator*. Scientometrics 99(1): 27–35. <https://doi.org/10.1007/s11192-013-1079-4>
20. Małopolska. (2024a). *Fundusze Europejskie dla Małopolski 2021–2027. Dokument programowy*. Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego.
21. Małopolska. (2024b). *Regionalna strategia inteligentnej specjalizacji: Nauki o życiu oraz Energia zrównoważona*. Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego.
22. MOTIFE. (2025). *Krakow IT Market Report 2025*. MOTIFE, www.motife.com/insights/krakow-it-market-map-2025
23. Mordor Intelligence. (2024). *Poland– Growth, Trends, Forecasts (2024–2029)*. Mordor Intelligence.
24. NBP. (2023). *Raport o inflacji*. <https://nbp.pl/raport-o-inflacji-listopad-2023>

25. Nokkala T., Bladh A. (2014). *Institutional Autonomy and Academic Freedom in the Nordic Context – Similarities and Differences*. Higher Education Policy. 27, 1–21.
26. Obserwatorium Rozwoju Regionalnego Województwa Małopolskiego. (2024). Produkt krajowy brutto województwa małopolskiego. Raport roczny. Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego.
27. Obserwatorium Polityki Rozwoju. (2024). *Stan i struktura działalności wynalazczej 2017–2023*. www.obserwatorium.malopolska.pl/images/stan-i-struktura-dzialalnosci-wynalazczej-2017-2023.pdf
28. Official Journal of the European Union L 206 (2021). Legislation, Regulation (EU) 2021/821 of the European Parliament and of the Council of 20 May 2021 setting up a Union regime for the control of exports, brokering, technical assistance, transit and transfer of *dual-use* items (recast), 64(11), June.
29. PMR Market Experts. (2024). *Artificial Intelligence Market in Poland—Forecasts and Development Trends*. PMR.
30. PARP. (2022). *Monitoring aktywności badawczo-rozwojowej i innowacyjnej w ramach Krajowej Inteligentnej Specjalizacji*, Raport miesięczny 4, Lipiec.
31. PARP. (2025a). Raport sektorowy: Innowacje i B+R w Polsce. PARP.
32. PARP. (2025b). The IT/ICT Sector in Poland. Sectoral Report 2025.
33. PAIH. (2025). Life Sciences in Poland: Sector Overview 2025.
34. PAIH. (2024). Aerospace and Aviation in Poland.
35. *Quadruple Helix, Collaborations in Practice Stakeholder Interaction, Responsibility and Governance*, <http://riconfigure.eu/wp-content/uploads/2021/06/D6.4-Quadruple-Helix-Collaborations-in-Practice-1.pdf> [28.11.2025].
36. Przekop R.E. (2022). *Współpraca uczelni z partnerami z otoczenia gospodarczego: transfer technologii, innowacyjność – stan obecny i perspektywa na lata 2025-2030*, [w:] J. Woźnicki, (red.), *Trendy, modele i perspektywy rozwoju szkolnictwa wyższego w Polsce: 2012-2025 z projekcją do roku 2030*, Wydawnictwo Politechnika Śląska, Gliwice. www.frp.org.pl/images/publikacje/publication/krasp_2022.pdf [18.11.2025].
37. Przygodzka R. (2018). *Modele uniwersytetu a źródła jego finansowania*. https://repozytorium.uwb.edu.pl/jspui/bitstream/11320/9963/1/R_Przygodzka_Modele_uniwersytetu_a_zrodla_jego_f finansowania.pdf [28.11.2025].
38. UMWM. (2021). Regionalna Strategia Innowacji Województwa Małopolskiego 2030. Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego. www.malopolska.pl/userfiles/uploads/RG-X/Regionalna_Strategia_Innowacji_Wojewodztwa_Malopolskiego_2030.pdf
39. Rybkowski R. (2015). *Autonomia a rozliczalność. Polskie wyzwania*. Nauka i Szkolnictwo Wyższe, 1(45), 95–115.
40. Rybkowski R. (2019). *Uniwersytet współpracujący. Nauka we współpracy ze społeczeństwem*. s. 11-28, [w:] M. Banaś, F. Czech, M. Kołaczek (red.), *Współpraca uczelni wyższych i organizacji pozarządowych jako animatorów społeczeństwa obywatelskiego z wykorzystaniem potencjału dziedzictwa kulturowego*, Księgarnia Akademicka, Kraków.
41. Salmi J. (2007). *Autonomy from the State vs Responsiveness to Markets*. Higher Education Policy. 20, 223–242.
42. Sokołowski A., Węgrzyn G. (2019). *Regionalne determinanty innowacyjności przedsiębiorstw wysokich technologii*. Przegląd Organizacji, 4, 12–20.
43. Szarucki M. (2016). *Dobór metod w rozwiązywaniu problemów zarządzania w opinii pracowników naukowo-dydaktycznych*. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Sieci międzyorganizacyjne, procesy i projekty w erze paradoksów. nr. 421, s. 554–569.
44. Szewior K. (2021). *Uniwersytet (w) sieci*. Uniwersytet Warszawski, Oficyna Wydawnicza Aspra – JR, Warszawa.
45. *Szkolnictwo wyższe w województwie małopolskim w roku akademickim 2023/2024* (2024). Urząd Statystyczny w Krakowie, informacje sygnałowe [28.11.2025].
46. UJ. (2023). *Raport o innowacyjności i komercjalizacji badań*. Centrum Transferu Technologii UJ.
47. UMWM. (2023). „Małopolska – Technologies, Innovations, Business 2023”, Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego.

48. UMWM. (2024). Raport o stanie województwa małopolskiego za rok 2023 (informacje o ochronie przyrody i obszarach chronionych). [www.malopolska.pl/ userfiles/uploads/Raport%20o%20stanie%20wojewodztwa%20malopolskiego%20za%20rok%202023.pdf](http://www.malopolska.pl/userfiles/uploads/Raport%20o%20stanie%20wojewodztwa%20malopolskiego%20za%20rok%202023.pdf)
49. Urząd Statystyczny w Krakowie. (2024a). Stan i ruch naturalny ludności w województwie małopolskim w 2023 r. https://krakow.stat.gov.pl/download/gfx/krakow/pl/defaultaktualnosci/1799/1/21/1/2024_05_29_stan_i_ruch_naturalny_ludnosci_w_woj_malopolskim_w_2023_3.pdf
50. Urząd Statystyczny w Krakowie. (2024b). Szkolnictwo wyższe w województwie małopolskim w roku akademickim 2023/2024.
51. Wolszczak-Derlacz J. (2013). *Efektywność naukowa, dydaktyczna i wdrożeniowa publicznych szkół wyższych w Polsce – analiza nieparametryczna*, Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.
52. Zub M., Rzeźnik G., Buczek K., Sadowiec (2022). *Technologie dla obronności*, Raport PFR, Warszawa.